

FreeBSD handboek

The FreeBSD Dutch Documentation Project

FreeBSD handboek

door The FreeBSD Dutch Documentation Project

Uitgegeven Juni 2004

Copyright © 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 The FreeBSD Dutch Documentation Project

Welkom bij FreeBSD! Dit handboek behandelt de installatie en het dagelijks gebruik van *FreeBSD 8.2-RELEASE* en *FreeBSD 9.0-RELEASE*. Aan deze handleiding wordt nog gewerkt, en is het resultaat van het werk van veel mensen. Veel hoofdstukken of paragrafen bestaan nog niet en wat bestaat dient soms nog bijgewerkt te worden. Als de lezer mee wil helpen aan dit project kan een mail gestuurd worden naar de FreeBSD documentatieproject mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-doc>). De meest recente versie van dit document is te vinden op de FreeBSD website (<http://www.FreeBSD.org/>). Eerdere versies van dit handboek zijn te vinden op <http://docs.FreeBSD.org/doc/>. Het kan ook gedownload worden in veel verschillende formaten en compressiewijzen van de FreeBSD FTP server (<ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/doc/>) of een van de vele mirrorsites. Een gedrukt exemplaar van het handboek is te koop bij de FreeBSD Mall (<http://www.freebsdmall.com/>) (Engels). Het handboek kan ook doorzocht worden (<http://www.FreeBSD.org/search/index.html>).

Redistribution and use in source (SGML DocBook) and 'compiled' forms (SGML, HTML, PDF, PostScript, RTF and so forth) with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

1. Redistributions of source code (SGML DocBook) must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer as the first lines of this file unmodified.
2. Redistributions in compiled form (transformed to other DTDs, converted to PDF, PostScript, RTF and other formats) must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.

Belangrijk: THIS DOCUMENTATION IS PROVIDED BY THE FREEBSD DOCUMENTATION PROJECT "AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE FREEBSD DOCUMENTATION PROJECT BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS DOCUMENTATION, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

FreeBSD is een geregistreerd handelsmerk van de FreeBSD Foundation.

3Com en HomeConnect zijn geregistreerde handelsmerken van 3Com Corporation.

3ware en Escalade zijn geregistreerde handelsmerken van 3ware Inc.

ARM is een geregistreerd handelsmerk van ARM Limited.

Adaptec is een geregistreerd handelsmerk van Adaptec, Inc.

Adobe, Acrobat, Acrobat Reader, en PostScript zijn òfwel geregistreerde handelsmerken òf handelsmerken van Adobe Systems Incorporated in de Verenigde Staten en/of andere landen.

Apple, AirPort, FireWire, Mac, Macintosh, Mac OS, Quicktime, en TrueType zijn handelsmerken van Apple Computer, Inc., geregistreerd in de Verenigde Staten en andere landen.

Corel en WordPerfect zijn handelsmerken of geregistreerde handelsmerken van Corel Corporation en/of haar dochterondernemingen in Canada, de Verenigde Staten en/of andere landen.

Sound Blaster is een handelsmerk van Creative Technology Ltd. in de Verenigde Staten en/of andere landen.

CVSup is een geregistreerd handelsmerk van John D. Polstra.

Heidelberg, Helvetica, Palatino, en Times Roman zijn òfwel geregistreerde handelsmerken òf handelsmerken van Heidelberger Druckmaschinen AG in de Verenigde Staten en andere landen.

IBM, AIX, EtherJet, Netfinity, OS/2, PowerPC, PS/2, S/390, en ThinkPad zijn handelsmerken van International Business Machines Corporation in de Verenigde Staten, andere landen, of beide.

IEEE, POSIX, en 802 zijn geregistreerde handelsmerken van Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. in de Verenigde Staten.

Intel, Celeron, EtherExpress, i386, i486, Itanium, Pentium, en Xeon zijn handelsmerken of geregistreerde handelsmerken van Intel Corporation of haar dochterondernemingen in de Verenigde Staten en andere landen.

Intuit en Quicken zijn geregistreerde handelsmerken en/of geregistreerde dienstmerken van Intuit Inc., of een van haar dochterondernemingen, in de Verenigde Staten en andere landen.

Linux is een geregistreerd handelsmerk van Linus Torvalds.

LSI Logic, AcceleRAID, eXtremeRAID, MegaRAID en Mylex zijn handelsmerken of geregistreerde handelsmerken van LSI Logic Corp.

M-Systems en DiskOnChip zijn handelsmerken of geregistreerde handelsmerken van M-Systems Flash Disk Pioneers, Ltd.

Macromedia, Flash, en Shockwave zijn handelsmerken geregistreerde handelsmerken van Macromedia, Inc. in de Verenigde Staten en/of andere landen.

Microsoft, IntelliMouse, MS-DOS, Outlook, Windows, Windows Media en Windows NT zijn òfwel geregistreerde handelsmerken òf handelsmerken van Microsoft Corporation in de Verenigde Staten en/of andere landen.

Netscape en de Netscape Navigator zijn geregistreerde handelsmerken van Netscape Communications Corporation in de Verenigde Staten en andere landen.

GateD en NextHop zijn geregistreerde en ongeregistreeerde handelsmerken van NextHop in de Verenigde Staten en andere landen.

Motif, OSF/1, en UNIX zijn geregistreerde handelsmerken en IT DialTone en The Open Group zijn handelsmerken van The Open Group in de Verenigde Staten en andere landen.

Oracle is een geregistreerd handelsmerk van Oracle Corporation.

PowerQuest en PartitionMagic zijn geregistreerde handelsmerken van PowerQuest Corporation in de Verenigde Staten en/of andere landen.

RealNetworks, RealPlayer, en RealAudio zijn de geregistreerde handelsmerken van RealNetworks, Inc.

Red Hat, RPM, zijn handelsmerken of geregistreerde handelsmerken van Red Hat, Inc. in de Verenigde Staten en andere landen.

SAP, R/3, en mySAP zijn handelsmerken of geregistreerde handelsmerken van SAP AG in Duitsland en in verschillende andere wereldwijde landen.

Sun, Sun Microsystems, Java, Java Virtual Machine, JavaServer Pages, JDK, JRE, JSP, JVM, Netra, OpenJDK, Solaris, StarOffice, Sun Blade, Sun Enterprise, Sun Fire, SunOS, Ultra en VirtualBox zijn handelsmerken of geregistreerde handelsmerken van Sun Microsystems, Inc. in de Verenigde Staten en andere landen.

Symantec en Ghost zijn geregistreerde handelsmerken van Symantec Corporation in de Verenigde Staten en andere landen.

MATLAB is een geregistreerd handelsmerk van The MathWorks, Inc.

SpeedTouch is een handelsmerk van Thomson.

U.S. Robotics en Sportster zijn geregistreerde handelsmerken van U.S. Robotics Corporation.

VMware is een handelsmerk van VMware, Inc.

Waterloo Maple en Maple zijn handelsmerken of geregistreerde handelsmerken van Waterloo Maple Inc.

Mathematica is een geregistreerd handelsmerk van Wolfram Research, Inc.

XFree86 is een handelsmerk van The XFree86 Project, Inc.

Ogg Vorbis en Xiph.Org zijn handelsmerken van Xiph.Org.

Veel van de termen die door fabrikanten en verkopers worden gebruikt om hun producten te onderscheiden worden geclaimd als handelsmerk. Op de plaatsen waar deze handelsmerken in dit document voorkomen, en het FreeBSD Project op de hoogte was van de claim op het handelsmerk, worden de termen gevolgd door het symbool “™” of het symbool “®”.

Inhoudsopgave

Voorwoord	xiv
I. Beginnen	xxi
1. Introductie	1
1.1. Overzicht.....	1
1.2. Welkom bij FreeBSD!	1
1.3. Over het FreeBSD Project	4
2. FreeBSD installeren	10
2.1. Overzicht.....	10
2.2. Hardware-eisen.....	10
2.3. Voorbereidende taken	11
2.4. Beginnen met de installatie.....	18
2.5. Inleiding Sysinstall	23
2.6. Schijfruimte toewijzen.....	28
2.7. Wat installeren	40
2.8. Installatiemedia kiezen	42
2.9. De installatie bevestigen	44
2.10. Instellingen na de installatie	45
2.11. Problemen oplossen.....	74
2.12. Installeren voor gevorderden	77
2.13. Aangepaste installatiemedia maken.....	79
3. UNIX® beginselen.....	85
3.1. Overzicht.....	85
3.2. Virtuele consoles en terminals	85
3.3. Rechten	88
3.4. Mappenstructuur.....	93
3.5. Organisatie van schijven.....	95
3.6. Het koppelen en ontkoppelen van bestandssystemen	101
3.7. Processen	104
3.8. Daemons, signalen en het stoppen van processen	105
3.9. Shells.....	107
3.10. Teksteditors.....	109
3.11. Apparaten en apparaatnodes.....	110
3.12. Binaire formaten	110
3.13. Meer informatie	112
4. Applicaties installeren: pakketten en ports.....	115
4.1. Overzicht.....	115
4.2. Overzicht van softwareinstallatie.....	115
4.3. Applicaties zoeken	117
4.4. Het pakkettensysteem gebruiken	118
4.5. De Portscollectie gebruiken.....	121
4.6. Activiteiten na het installeren	130
4.7. Omgaan met kapotte ports	131
5. Het X Window systeem.....	133
5.1. Overzicht.....	133
5.2. X begrijpen	133

5.3. X11 installeren	136
5.4. X11 instellen	136
5.5. Lettertypen gebruiken in X11	141
5.6. De X beeldschermmanager	145
5.7. Bureaubladomgevingen	147
II. Algemene taken	153
6. Bureaubladapplicaties	154
6.1. Overzicht	154
6.2. Browsers	154
6.3. Productiviteit	158
6.4. Documentviewers	162
6.5. Financiën	163
6.6. Samenvatting	165
7. Multimedia	166
7.1. Overzicht	166
7.2. Geluidskaart installeren	167
7.3. MP3 audio	171
7.4. Video afspelen	173
7.5. TV-kaarten installeren	181
7.6. Scanners	183
8. De FreeBSD-kernel instellen	188
8.1. Samenvatting	188
8.2. Redenen om een aangepaste kernel te bouwen	188
8.3. De systeemhardware vinden	189
8.4. Kernel stuurprogramma's, subsystemen, en modules	190
8.5. Bouwen en installeren van een aangepaste kernel	190
8.6. Het instellingenbestand	193
8.7. Problemen oplossen	207
9. Afdrukken	209
9.1. Overzicht	209
9.2. Inleiding	209
9.3. Standaardinstallatie	210
9.4. Geavanceerde printerinstallatie	223
9.5. Printers gebruiken	251
9.6. Alternatieven voor het standaard wachtrijsysteem	258
9.7. Problemen oplossen	259
10. Linux® binaire compatibiliteit	263
10.1. Overzicht	263
10.2. Installatie	263
10.3. Mathematica® installeren	267
10.4. Maple™ installeren	269
10.5. MATLAB® installeren	271
10.6. Oracle® installeren	273
10.7. Gevorderde onderwerpen	277

III. Systeembeheer	279
11. Instellingen en optimalisatie.....	280
11.1. Overzicht.....	280
11.2. Initiële instellingen	280
11.3. Hoofdinstantellingen	282
11.4. Toepassingen instellen	282
11.5. Diensten starten	283
11.6. cron instellen	284
11.7. Gebruik van rc met FreeBSD.....	286
11.8. Netwerkkarten instellen	288
11.9. Virtuele hosts	294
11.10. Instellingenbestanden	294
11.11. Optimaliseren met sysctl.....	298
11.12. Harde schijven optimaliseren	299
11.13. Fijnafstemming van kernellimieten	303
11.14. Wisselbestandsruimte toevoegen.....	306
11.15. Energie- en bronnenbeheer	307
11.16. FreeBSD ACPI gebruiken en debuggen	309
12. Het FreeBSD opstartproces	316
12.1. Overzicht.....	316
12.2. Het bootprobleem	316
12.3. De bootmanager en opstartstadia.....	317
12.4. Interactie met de kernel tijdens opstarten	323
12.5. Device hints	324
12.6. Init: start van procesbesturing.....	324
12.7. Afsluitvolgorde.....	325
13. Gebruikers en basis accountbeheer	327
13.1. Overzicht.....	327
13.2. Inleiding.....	327
13.3. De superuser account.....	329
13.4. Systeemaccounts.....	329
13.5. Gebruikersaccounts.....	329
13.6. Accounts wijzigen	330
13.7. Gebruikers beperken	334
13.8. Groepen.....	336
14. Beveiliging	339
14.1. Overzicht.....	339
14.2. Introductie.....	339
14.3. FreeBSD beveiligen.....	341
14.4. DES, Blowfish, MD5, en crypt.....	349
14.5. Eenmalige wachtwoorden.....	349
14.6. TCP Wrappers	353
14.7. Kerberos5	355
14.8. OpenSSL.....	363
14.9. VPN via IPsec	366
14.10. OpenSSH	372
14.11. Bestandssysteem toegangscontrolelijsten.....	377
14.12. Monitoren van beveiligingsproblemen met andere software.....	379

14.13. FreeBSD beveiligingswaarschuwingen	380
14.14. Procesaccounting	382
15. Jails	384
15.1. Overzicht	384
15.2. Termen en begrippen van jails	384
15.3. Introductie	385
15.4. Creeëren en controleren van jails	386
15.5. Optimaliseren en administratie	388
15.6. Toepassing van jails	389
16. Verplichte Toegangscontrole (MAC)	395
16.1. Overzicht	395
16.2. Sleuteltermen in dit hoofdstuk	396
16.3. Uitleg over MAC	397
16.4. MAC-labels begrijpen	399
16.5. De beveiligingsconfiguratie plannen	403
16.6. Module-instellingen	404
16.7. MAC-module seeotheruids	404
16.8. MAC-module bsextended	405
16.9. MAC-module ifoff	406
16.10. MAC-module portacl	406
16.11. MAC-module partition	408
16.12. MAC-module Multi-Level Security	409
16.13. MAC-module Biba	410
16.14. MAC-module LOMAC	412
16.15. Nagios in een MAC-jail	413
16.16. Gebruikers afsluiten	416
16.17. Problemen oplossen met het MAC-raamwerk	417
17. Security Event Auditing	420
17.1. Overzicht	420
17.2. Sleutelwoorden in dit hoofdstuk	420
17.3. Installeren van audit ondersteuning	421
17.4. Audit Configuratie	422
17.5. Het audit subsysteem beheren	425
18. Opslag	428
18.1. Overzicht	428
18.2. Apparaatnamen	428
18.3. Schijven toevoegen	429
18.4. RAID	431
18.5. USB-opslagapparaten	435
18.6. Optische media (CD's) aanmaken en gebruiken	438
18.7. Optische media (DVD's) aanmaken en gebruiken	444
18.8. Diskettes aanmaken en gebruiken	449
18.9. Gegevensbanden aanmaken en gebruiken	451
18.10. Naar diskettes back-uppen	453
18.11. Back-up strategieën	455
18.12. Back-upbeginselen	455
18.13. Netwerk-, geheugen-, en bestandsgebaseerde bestandssystemen	459
18.14. Snapshots van bestandssystemen	462

18.15. Bestandssysteemquota	463
18.16. Schijfpartities versleutelen.....	466
18.17. Het versleutelen van de wisselbestand ruimte	472
18.18. Highly Available Storage (HAST).....	474
19. GEOM: Modulair schijftransformatie raamwerk.....	483
19.1. Overzicht.....	483
19.2. GEOM inleiding	483
19.3. RAID0 - aaneengeschakeld	483
19.4. RAID1 - spiegelen	485
19.5. GEOM Gate netwerk apparaten.....	488
19.6. Het labelen van schijven.....	489
19.7. UFS logboeken door middel van GEOM	491
20. Ondersteuning van bestandssystemen	493
20.1. Overzicht.....	493
20.2. Het Z File System (ZFS).....	493
21. De VINUM volumebeheerder	501
21.1. Overzicht.....	501
21.2. Schijfgrootte	501
21.3. Snelheid van toegang.....	501
21.4. Betrouwbaarheid van gegevens	503
21.5. Vinum objecten.....	505
21.6. Voorbeelden	506
21.7. Objectnamen	512
21.8. Vinum instellen.....	514
21.9. Het rootbestandssysteem op Vinum.....	515
22. Virtualisatie	520
22.1. Overzicht.....	520
22.2. FreeBSD als een gast-besturingssysteem	520
22.3. FreeBSD als een gastheer-besturingssysteem.....	559
23. Lokalisatie - I18N/L10N gebruiken en instellen.....	561
23.1. Overzicht.....	561
23.2. Beginselen.....	561
23.3. Lokalisatie gebruiken.....	562
23.4. I18N-programma's compileren.....	568
23.5. FreeBSD lokaliseren naar talen	568
24. FreeBSD updaten en upgraden.....	572
24.1. Overzicht.....	572
24.2. FreeBSD Update.....	572
24.3. Portsnap: een updatereedschap voor de Portscollectie	579
24.4. De documentatie bijwerken	580
24.5. Een ontwikkelingstak volgen.....	585
24.6. Broncode synchroniseren.....	589
24.7. De "wereld" opnieuw bouwen.....	590
24.8. Het verwijderen van overbodige bestanden, directories en bibliotheken	604
24.9. Meerdere machines bijwerken	606
25. DTrace	608
25.1. Overzicht.....	608
25.2. Implementatieverschillen.....	608

25.3. Ondersteuning voor DTrace aanzetten.....	609
25.4. DTrace gebruiken	610
25.5. De taal D	612
IV. Netwerkcommunicatie	613
26. Seriële communicatie	614
26.1. Overzicht.....	614
26.2. Inleiding	614
26.3. Terminals	619
26.4. Inbeldienst.....	624
26.5. Uitbeldienst.....	632
26.6. Seriële console opzetten	635
27. PPP en SLIP	644
27.1. Overzicht.....	644
27.2. Gebruik maken van gebruiker PPP	644
27.3. Kernel PPP gebruiken.....	656
27.4. Het problemen oplossen van PPP verbindingen.....	664
27.5. PPP gebruiken over Ethernet (PPPoE)	667
27.6. Gebruik maken van PPP over ATM (PPPoA)	669
27.7. Gebruik maken van SLIP.....	672
28. Elektronische mail.....	681
28.1. Overzicht.....	681
28.2. Gebruik maken van elektronische mail	681
28.3. sendmail instellen	684
28.4. De Mail Transfer Agent vervangen	686
28.5. Problemen oplossen.....	688
28.6. Geavanceerde onderwerpen.....	691
28.7. SMTP met UUCP	693
28.8. Instellen om alleen te versturen	695
28.9. Mail gebruiken met een inbelverbinding.....	696
28.10. SMTP-authenticatie	697
28.11. Mail User Agents.....	698
28.12. fetchmail gebruiken	705
28.13. procmail gebruiken	706
29. Netwerkdiensten.....	708
29.1. Overzicht.....	708
29.2. De inetd “Super-Server”	708
29.3. Netwerkbestandssysteem (NFS).....	712
29.4. Netwerkinformatiesysteem (NIS/YP).....	718
29.5. Automatisch netwerk instellen (DHCP)	734
29.6. Domeinnaamsysteem (DNS)	738
29.7. Apache HTTP server	755
29.8. File Transfer Protocol (FTP).....	760
29.9. Bestands- en printdiensten voor Microsoft Windows cliënten (Samba).....	762
29.10. Tijd synchroniseren met NTP.....	764
29.11. Hosts op afstand loggen met syslogd.....	767
30. Firewalls	772
30.1. Inleiding.....	772

30.2. Firewallconcepten	772
30.3. Firewallsoftware	773
30.4. De OpenBSD Packet Filter (PF) en ALTQ	773
30.5. De IPFILTER (IPF) firewall	776
30.6. IPFW	795
31. Geavanceerde netwerken	814
31.1. Samenvatting	814
31.2. Gateways en routes	814
31.3. Draadloze netwerken	820
31.4. Bluetooth	840
31.5. Bridging	849
31.6. Verbindingsaggregatie en failover	855
31.7. Schijfloos werken	858
31.8. ISDN	865
31.9. Network Address Translation	869
31.10. Parallel Line IP (PLIP)	873
31.11. IPv6	875
31.12. Asynchronous Transfer Mode (ATM)	879
31.13. Common Address Redundancy Protocol (CARP)	881
V. Appendix	884
A. FreeBSD verkrijgen	885
A.1. CD-ROM en DVD uitgevers	885
A.2. FTP sites	887
A.3. BitTorrent	897
A.4. Anonieme CVS	898
A.5. CTM gebruiken	900
A.6. CVSup gebruiken	904
A.7. CVS labels	927
A.8. AFS sites	934
A.9. rsync sites	934
B. Bibliografie	937
B.1. Boeken & tijdschriften over FreeBSD	937
B.2. Voor gebruikers	938
B.3. Voor beheerders	939
B.4. Voor programmeurs	939
B.5. Dieper in het besturingssysteem	940
B.6. Over beveiliging	941
B.7. Over hardware	941
B.8. UNIX geschiedenis	941
B.9. Tijdschriften en periodieken	942
C. Bronnen op Internet	943
C.1. Mailinglijsten	943
C.2. Usenet-nieuwsgroepen	964
C.3. World wide web servers	965
C.4. Email-adressen	972
D. PGP sleutels	973
D.1. Beambten	973

D.2. Leden Kernteam.....	973
D.3. Ontwikkelaars	975
FreeBSD begrippenlijst	1043
Colofon	1068

Lijst van tabellen

2-1. Voorbeeld van beschrijving van componenten	12
2-2. Partitieopmaak voor de eerste schijf	34
2-3. Partitieopmaak voor volgende schijven	35
2-4. FreeBSD 7.x en 8.x ISO image-namen en verklaring	79
3-1. Schijf apparaatcodes	100
18-1. Naamconventies voor fysieke Schijven	428
21-1. Vinum samenstellingen.....	506
26-1. DB-25 naar DB-25 nulmodem-kabel	615
26-2. DB-9 naar DB-9 nulmodem-kabel	616
26-3. DB-9 naar DB-25 nulmodem-kabel	616
26-4. Signaalnamen.....	624
31-1. Een parallelle kabel voor netwerken bedraden.....	873
31-2. Gereserveerde IPv6-adressen	876

Voorwoord

Bedoeld publiek

De nieuwkomers bij FreeBSD zullen zien dat de eerste sectie van dit boek ze begeleidt door de FreeBSD installatieprocedure en de geleidelijke introductie in de concepten van UNIX®. Om deze sectie goed te kunnen doorlopen is meer nodig dan de wens om te ontdekken en de mogelijkheid om nieuwe concepten op te nemen wanneer ze geïntroduceerd worden.

De tweede, veel grotere, sectie van het handboek is een uitvoerige referentie naar alle mogelijke (relevante) onderwerpen die interessant zijn voor FreeBSD systeembeheerders. Sommige van deze hoofdstukken adviseren mogelijk om eerdere documentatie te lezen. Dit wordt aangegeven in de samenvatting aan het begin van elk hoofdstuk.

Voor een lijst van extra bronnen van informatie zie Bijlage B.

Wijzigingen ten opzichte van de derde editie

De huidige online versie van het Handboek representeert de gezamenlijke inspanning van vele honderden bijdragende vrijwilligers van de laatste 10 jaar. Hieronder staan enkele van de belangrijke wijzigingen sinds de tweedelige derde editie in 2004 werd uitgegeven:

- Hoofdstuk 25, DTrace, is toegevoegd met informatie over het krachtige prestatie-analysegereedschap DTrace.
- Hoofdstuk 20, Ondersteuning voor bestandssystemen, is toegevoegd met informatie over vreemde bestandssystemen in FreeBSD, zoals ZFS van Sun™.
- Hoofdstuk 17, Beveiligingsgebeurtenissen auditen, is toegevoegd om de nieuwe auditing-mogelijkheden van FreeBSD te bespreken en het gebruik ervan uit te leggen.
- Hoofdstuk 22, Virtualisatie, is toegevoegd met informatie over het installeren van FreeBSD op virtualisatiesoftware.

Wijzigingen ten opzichte van de tweede editie (2004)

De derde editie was het resultaat van meer dan twee jaar werk van de toegewijde leden van het FreeBSD Documentation Project. De gedrukte editie werd zo groot dat het noodzakelijk was om het als twee afzonderlijke delen te publiceren. Hieronder staan de grootste veranderingen in deze nieuwe editie:

- Hoofdstuk 11, Instellingen en optimalisatie, is uitgebreid met nieuwe informatie over ACPI power en resource management, het systeemhulpprogramma `cron` en er staan meer opties voor het optimaliseren van de kernel beschreven.
- Hoofdstuk 14, Beveiliging, is uitgebreid met meer informatie over virtuele private netwerken (VPN's), toegangscontrolelijsten voor het bestandssysteem (ACL's) en beveiligingswaarschuwingen.

- Hoofdstuk 16, Verplichte toegangscontrole (MAC), is een nieuw hoofdstuk in deze editie. Er wordt in uitgelegd wat MAC is en hoe het gebruikt kan worden om FreeBSD te beveiligen.
- Hoofdstuk 18, Opslag, is uitgebreid met informatie over USB opslagapparaten, snapshots van bestandssystemen, bestandssystemen op basis van bestanden en het netwerk en versleutelde partities op schijven.
- Hoofdstuk 21, Vinum, is een nieuw hoofdstuk in deze editie. Er wordt in beschreven hoe Vinum gebruikt kan worden. Vinum is een logische volume manager die apparaat onafhankelijke logische schijven kan aanbieden en software RAID-0, RAID-1 en RAID-5.
- Aan Hoofdstuk 27, PPP en SLIP, is een paragraaf toegevoegd over problemen oplossen.
- Hoofdstuk 28, E-mail, is uitgebreid met informatie over alternatieve transport programma's, SMTP authenticatie, UUCP, **fetchmail**, **procmail** en een aantal andere gevorderde onderwerpen.
- Hoofdstuk 29, Netwerkdiensten, is nieuw in deze editie. Dit hoofdstuk bevat informatie over het opzetten van een **Apache HTTP Server**, **ftpd** en het opzetten van een server voor Microsoft® Windows® clients met **Samba**. Een aantal paragrafen uit Hoofdstuk 31, Geavanceerde Netwerken, zijn om reden van presentatie naar dit hoofdstuk verplaatst.
- Hoofdstuk 31, Netwerken voor gevorderden, is uitgebreid met informatie over het gebruik van Bluetooth® apparaten met FreeBSD, het opzetten van draadloze netwerken en Asynchronous Transfer Mode (ATM) netwerken.
- Er is een termenoverzicht toegevoegd als centrale locatie voor definities van technische termen die in dit boek gebruikt worden.
- Tenslotte zijn er nog veel esthetische wijzigingen doorgevoerd aan tabellen en figuren in het boek.

Veranderingen ten opzichte van de eerste editie (2001)

Deze tweede editie is een optelsom van meer dan twee jaar werk door vaste leden van het FreeBSD Documentation Project. Het volgende zijn de grote wijzigingen in deze editie:

- Er is een complete INDEX toegevoegd.
- Alle ASCII-figuren zijn vervangen door grafische diagrammen.
- Aan elk hoofdstuk is een standaardsamenvatting toegevoegd om een snel overzicht te geven welke informatie zich in het hoofdstuk bevindt en wat de lezer geacht wordt te weten.
- De inhoud is logisch ingedeeld in drie delen: “Starten”, “Systeembeheer” en “Appendix”.
- Hoofdstuk 2 (“FreeBSD installeren”) is compleet herschreven met veel schermafdrucken erbij om het makkelijker te maken voor nieuwe gebruikers om greep te krijgen op de tekst.
- Hoofdstuk 3 (“UNIX beginselen”) is uitgebreid met extra informatie over processen, daemons en signalen.
- Hoofdstuk 4 (“Applicaties installeren”) is uitgebreid met extra informatie over binair package-beheer.
- Hoofdstuk 5 (“Het X Window systeem”) is compleet herschreven met de nadruk op het gebruik van moderne bureaubladtechnologieën zoals **KDE** en **GNOME** op XFree86™ 4.X.
- Hoofdstuk 12 (“Het FreeBSD Opstartproces”) is uitgebreid.
- Hoofdstuk 18 (“Opslag”) is herschreven uit wat eens twee aparte hoofdstukken waren over “schijven” en “backups”. We vinden dat de onderwerpen beter begrijpbaar zijn wanneer ze in één hoofdstuk zijn ondergebracht. Er is ook een sectie over RAID (zowel hardware- als softwarematig) toegevoegd.

- Hoofdstuk 26 (“Seriële communicatie”) is compleet gereorganiseerd en bijgewerkt voor FreeBSD 4.X/5.X.
- Hoofdstuk 27 (“PPP en SLIP”) is aanzienlijk bijgewerkt.
- Veel nieuwe secties zijn toegevoegd aan Hoofdstuk 31 (“Geavanceerd netwerken”).
- Hoofdstuk 28 (“E-mail”) is uitgebreid met meer informatie over het instellen van **sendmail**.
- Hoofdstuk 10 (“Linux® binaire compatibiliteit”) is uitgebreid met informatie over het installeren van **Oracle®**.
- De volgende nieuwe onderwerpen worden behandeld in de tweede editie:
 - Instellingen en optimalisatie (Hoofdstuk 11).
 - Multimedia (Hoofdstuk 7)

De opbouw van dit boek

Dit boek is opgedeeld in vijf logische secties. De eerste sectie, *Beginnen*, behandelt de installatie en het basisgebruik van FreeBSD. Er wordt verwacht dat lezers deze hoofdstukken volgt, en mogelijk hoofdstukken overslaat met bekende onderwerpen. De tweede sectie, *Algemene Taken*, behandelt veelgebruikte functies van FreeBSD. Deze sectie en alle volgende kunnen in een willekeurige volgorde gelezen worden. Iedere sectie begint met een beknopte samenvatting die beschrijft wat het hoofdstuk inhoudt en wat de lezer al moet weten. Dit is bedoeld om de lezer de kans te geven alleen dat te lezen wat voor hem van belang is. In de derde sectie, *Systeembeheer*, wordt het beheer behandeld. De vierde sectie, *Netwerkcommunicatie*, gaat over netwerken en servers. De vijfde sectie bevat appendices met referentiemateriaal.

Hoofdstuk 1, Introductie

Introduceert FreeBSD aan een nieuwe gebruiker. Het beschrijft de geschiedenis van het FreeBSD project, de doelen en het ontwikkelmodel.

Hoofdstuk 2, Installatie

Begeleidt een gebruiker door de installatieprocedure. Sommige geavanceerde installatie-onderwerpen zoals installatie door middel van een seriële console worden ook behandeld.

Hoofdstuk 3, UNIX beginselen

Behandelt de basiscommando's en functionaliteit van het FreeBSD besturingssysteem. Als de lezer bekend is met Linux of een andere UNIX variant, kan dit hoofdstuk waarschijnlijk overgeslagen worden.

Hoofdstuk 4, Applicaties installeren

Behandelt de installatie van software van derden, met zowel FreeBSD's innovatieve “Portscollectie” als de standaard binaire packages.

Hoofdstuk 5, Het X Window systeem

Beschrijft het X Window systeem in het algemeen en het gebruik van X11 op FreeBSD in het bijzonder. Het beschrijft ook standaard bureaubladomgevingen zoals **KDE** en **GNOME**.

Hoofdstuk 6, Bureaubladapplicaties

Levert standaard bureaubladapplicaties in een lijst, zoals webbrowsers en productiviteitspakketten, en beschrijft hoe ze te installeren op FreeBSD.

Hoofdstuk 7, Multimedia

Laat zien hoe geluid- en video-ondersteuning te installeren voor een systeem. Het beschrijft ook een aantal voorbeeld audio- en video- applicaties.

Hoofdstuk 8, Instellen van de FreeBSD kernel

Beschrijft waarom misschien een nieuwe kernel ingesteld moet worden en levert gedetailleerde instructies voor het instellen, bouwen en installeren van een eigen kernel.

Hoofdstuk 9, Afdrukken

Beschrijft hoe printers beheerd worden onder FreeBSD, met informatie over bannerpagina's, afdruk-accounting en initiële installatie.

Hoofdstuk 10, Linux binaire compatibiliteit

Beschrijft de mogelijkheden van FreeBSD voor binaire compatibiliteit met Linux. Het biedt ook gedetailleerde installatie-instructies voor vele populaire Linux applicaties zoals **Oracle**, **SAP® R/3®**, en **Mathematica®**.

Hoofdstuk 11, Instellingen en optimalisatie

Beschrijft de parameters beschikbaar voor systeembeheerders om een FreeBSD te optimaliseren voor de beste prestaties. Het beschrijft ook diverse instellingenbestanden die gebruikt worden in FreeBSD en waar die te vinden zijn.

Hoofdstuk 12, Het FreeBSD opstartproces

Beschrijft de FreeBSD opstartprocedure en legt uit hoe deze aan te passen met instellingen.

Hoofdstuk 13, Gebruikers en basis accountbeheer

Beschrijft hoe gebruikersaccounts aan te maken en te wijzigen. Het beschrijft ook welke resourcebeperkingen er gezet kunnen worden op gebruikers en andere account-beheerstaken.

Hoofdstuk 14, Beveiliging

Beschrijft vele verschillende hulpapplicaties die beschikbaar zijn die helpen om een FreeBSD systeem veilig te houden, met oa: Kerberos, IPsec en OpenSSH.

Hoofdstuk 15, Jails

Beschrijft het jail-raamwerk, en de verbeteringen van jails (gevangenissen) ten opzichte van de traditionele ondersteuning voor chroot van FreeBSD.

Hoofdstuk 16, Verplichte Toegangscontrole (MAC)

Legt uit was Verplichte Toegangscontrole (MAC) is en hoe het gebruikt kan worden om een FreeBSD te beveiligen.

Hoofdstuk 17, Security Event Auditing

Beschrijft wat FreeBSD Event Auditing is, hoe het geïnstalleerd kan worden, en hoe audit trails geïnspecteerd en gemonitord kunnen worden.

Hoofdstuk 18, Opslag

Beschrijft hoe opslagmedia en bestandssystemen beheerd worden onder FreeBSD. Dit omvat fysieke schijven, RAID arrays, optische en tape media, geheugenschijven en netwerkbestandssystemen.

Hoofdstuk 19, GEOM

Beschrijft wat het GEOM raamwerk in FreeBSD is en hoe de verschillende ondersteunde RAID-niveau's in te stellen.

Hoofdstuk 20, Ondersteuning van bestandssystemen

Gaat de ondersteuning voor vreemde bestandssystemen in FreeBSD na, zoals het Z File System van Sun.

Hoofdstuk 21, Vinum

Beschrijft hoe Vinum gebruikt wordt, een logische volumebeheerder die apparaatonafhankelijke logische schijven levert, met software RAID-0, RAID-1 en RAID-5.

Hoofdstuk 22, Virtualisatie

Beschrijft wat virtualisatiesystemen bieden, en hoe ze met FreeBSD gebruikt kunnen worden.

Hoofdstuk 23, Lokalisatie - I18N/L10N gebruiken en instellen

Beschrijft hoe FreeBSD met andere talen dan Engels te gebruiken is. Behandelt zowel het systeem- als applicatieniveau van localisatie.

Hoofdstuk 24, FreeBSD updaten en upgraden

Geeft uitleg over de verschillen tussen FreeBSD-STABLE, FreeBSD-CURRENT en FreeBSD uitgaven. Beschrijft welke gebruikers voordeel hebben van het bijhouden van een ontwikkelsysteem en legt dat proces uit. Beschrijft de manier waarop gebruikers hun systeem naar de laatste beveiligingsuitgave kunnen bijwerken.

Hoofdstuk 25, DTrace

Beschrijft hoe het gereedschap DTrace van Sun te configureren en gebruiken in FreeBSD. Dynamisch traceren kan helpen bij het lokaliseren van prestatieproblemen, door real-time systeemanalyse uit te voeren.

Hoofdstuk 26, Seriële communicatie

Legt uit hoe een verbinding te maken met terminals en modems op een FreeBSD systeem voor zowel dial-in als dial-out verbindingen.

Hoofdstuk 27, PPP en SLIP

Beschrijft hoe PPP, SLIP en PPP over Ethernet te gebruiken om verbinding te maken met remote systemen met FreeBSD.

Hoofdstuk 28, E-mail

Legt verschillende componenten uit van een mailserver en gaat dieper in op simpele instellingen voor de populairste mailserver software: **sendmail**.

Hoofdstuk 29, Netwerkdiensten

Geeft gedetailleerde instructies en voorbeeldinstellingen om een FreeBSD machine als een netwerk bestandssysteem server, DNS server, netwerk informatiesysteem server of tijdservier in te stellen.

Hoofdstuk 30, Firewalls

Licht de filosofie achter op software gebaseerde firewalls toe en beschrijf in detail hoe de verschillende firewalls die in FreeBSD beschikbaar zijn ingesteld kunnen worden.

Hoofdstuk 31, Netwerken voor gevorderden

Beschrijft meerdere netwerk onderwerpen, inclusief het delen van een Internetverbinding met andere computers in een LAN, routeren voor gevorderden, draadloze netwerken, Bluetooth, ATM, IPv6 en nog veel meer.

Bijlage A, FreeBSD verkrijgen

Geeft verschillende bronnen aan voor het verkrijgen van FreeBSD media op CD-ROM of DVD evenals verschillende sites op het Internet die gebruikers in staat stellen FreeBSD te downloaden en te installeren.

Bijlage B, Bibliografie

Dit boek behandelt veel verschillende onderwerpen die de lezer misschien hongerig maken naar een gedetailleerdere uitleg. De bibliografie bevat verwijzingen naar een aantal uitstekende boeken.

Bijlage C, Bronnen op Internet

Beschrijft de vele forums die beschikbaar zijn voor FreeBSD gebruikers om vragen te stellen, en om deel te nemen aan technische conversaties over FreeBSD.

Bijlage D, PGP sleutels

Geeft de PGP-vingerafdrukken van verschillende FreeBSD ontwikkelaars.

Overeenkomsten in dit boek

Om consistentie en leesbaarheid te behouden en de leesbaarheid te behouden worden er een aantal overeenkomsten nageleefd in dit boek.

Typografische overeenkomsten

Italic

Een *italic* lettertype wordt gebruikt voor bestandsnamen, URL's, benadrukte tekst, en het eerste gebruik van technische termen.

Monospace

Een monospaced lettertype wordt gebruikt voor foutmeldingen, commando's, omgevingsvariabelen, namen van ports, hostnamen, gebruikersnamen, groepsnamen, apparaatnamen, variabelen en stukjes code.

Vet

Een **vet** lettertype wordt gebruikt voor applicaties, commando's en toetsen.

Gebruikersinvoer

Toetsen worden weergegeven in **bold** om op te vallen tussen andere tekst. Toetscombinaties die bedoeld zijn om tegelijkertijd getypt te worden worden weergegeven met + ' tussen de toetsen zoals

Ctrl+Alt+Del

Betekent dat de gebruiker de volgende toetsen op hetzelfde moment moet indrukken: **Ctrl**, **Alt** en **Del**.

Toetsen die bedoeld zijn om achter elkaar te typen worden gescheiden door komma's, bijvoorbeeld

Ctrl+X, Ctrl+S

zou betekenen dat de gebruiker de **Ctrl** en **X** toetsen tegelijk moet indrukken en erna **Ctrl** en **S** tegelijkertijd moet indrukken.

Voorbeelden

Voorbeelden die beginnen met `E:\>` geven aan dat het een MS-DOS® commando betreft. Tenzij anders vermeld, kunnen deze commando's in een "Command prompt"schermbijlage in een moderne Microsoft Windows omgeving worden gebruikt.

```
E:\> tools\fdimage floppies\kern.flp A:
```

Voorbeelden die starten met een `#` geven aan dat een commando ingegeven moet worden als de superuser in FreeBSD. Er kan aangemeld worden met `root` om het commando in te typen, of er kan na als gewone gebruiker aangemeld te hebben gebruikt gemaakt worden van `su(1)` om superuser-rechten te verkrijgen.

```
# dd if=kern.flp of=/dev/fd0
```

Voorbeelden die starten met `%` geven aan dat een commando opgegeven moet worden vanuit een normale gebruikersaccount. Tenzij anders vermeld, wordt de C-shell syntaxis gebruikt voor het instellen van omgevingsvariabelen en andere shellcommando's.

```
% top
```

Dankwoorden

Het boek dat nu voorligt representeert de inspanningen van honderden mensen over de hele wereld. Of ze nu foutjes verbeteren of complete hoofdstukken inleveren, ze hebben allemaal nuttig bijgedragen.

Verschillende bedrijven hebben bijgedragen aan het maken van dit document door de schrijvers te betalen om hier voltijds aan te werken, door te betalen voor de publicatie, etc. In het bijzonder heeft BSDi (Overgenomen door Wind River Systems (<http://www.windriver.com>)) leden van het FreeBSD Documentation Project betaald om voltijds te werken aan het verbeteren van dit boek, wat leidde tot de publicatie van de eerste editie in maart 2000 (ISBN 1-57176-241-8). Wind River Systems heeft daarna verschillende schrijvers betaald om een aantal verbeteringen uit te voeren voor de printuitvoer-infrastructuur en om extra hoofdstukken toe te voegen aan de tekst. Dit werk leverde de publicatie van de tweede gedrukte editie in november 2001 (ISBN 1-57176-303-1). In 2003-2004 heeft FreeBSD Mall, Inc (<http://www.freebsdmall.com>) een aantal mensen die bijdragen hebben geleverd betaald om het handboek te verbeteren voor een derde gedrukte editie.

I. Beginnen

Dit deel van het FreeBSD handboek is voor gebruikers en beheerders die net beginnen met FreeBSD. Deze hoofdstukken:

- Geven een inleiding in FreeBSD;
- Lichten het installatieproces toe;
- Bespreken de UNIX basisbegrippen en grondslag;
- Tonen hoe de vele aanvullende applicaties voor FreeBSD geïnstalleerd kunnen worden;
- Introduceren X, het venstersysteem van UNIX en gaan uitvoerig in op hoe een bureaubladomgeving wordt ingesteld die een gebruiker helpt productiever te zijn.

Er is geprobeerd het aantal vooruitwijzingen tot een minimum te beperken zodat het handboek van begin tot einde gelezen kan worden zonder bladeren.

Hoofdstuk 1.

Introductie

1.1. Overzicht

Welkom bij FreeBSD! Dit hoofdstuk beschrijft de verschillende aspecten van het FreeBSD Project: geschiedenis, doelen, ontwikkelmodel en meer.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Hoe FreeBSD gerelateerd is aan andere besturingssystemen;
- De geschiedenis van het FreeBSD Project;
- De doelen van het FreeBSD Project;
- De fundering van het FreeBSD open-source ontwikkelmodel;
- En natuurlijk: waar de naam “FreeBSD” vandaan komt.

1.2. Welkom bij FreeBSD!

FreeBSD is een op 4.4BSD-Lite gebaseerd besturingssysteem voor Intel (x86 en Itanium®), AMD64 en Sun UltraSPARC® computers. Er zijn ook ports naar andere architecturen in voorbereiding. Er is nog meer informatie over de geschiedenis van FreeBSD of over de huidige uitgave. Als de lezer wil bijdragen aan het project (code, hardware, geld) wordt aangeraden het artikel Bijdragen aan FreeBSD (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/articles/contributing/index.html) te lezen.

1.2.1. Wat kan FreeBSD?

FreeBSD heeft veel mogelijkheden die het bespreken waard zijn. Hier zijn er enkele op een rij gezet:

- *Preemptive multitasking* zorgt ervoor dat meerdere programma's en gebruikers op dezelfde computer kunnen werken, zonder dat de systeemrespons of stabiliteit beïnvloed wordt.
- Ondersteuning voor *meerdere gebruikers* maakt het mogelijk dat verschillende mensen een FreeBSD systeem tegelijkertijd kunnen gebruiken voor een groot aantal taken. Dit betekent bijvoorbeeld dat randapparaten als printers en tapedrives gedeeld kunnen worden door alle gebruikers van het systeem en dat individuele beperkingen ingesteld kunnen worden voor gebruikers of voor groepen gebruikers, zodat kritieke systeembronnen beschermd kunnen worden tegen onrechtmatig of overmatig gebruik.
- Krachtige mogelijkheden voor *TCP/IP netwerken* met ondersteuning voor industriestandaarden als SCTP, DHCP, NFS, NIS, PPP, SLIP, IPsec en IPv6. Dit betekent dat een FreeBSD-systeem makkelijk kan samenwerken met andere systemen en dat het kan functioneren als bedrijfsserver, waarbij het belangrijke functies als NFS (bestandsdeling over het netwerk), email, webdiensten, FTP, routing en firewall-diensten kan aanbieden.

- *Geheugenbeveiliging* garandeert dat applicaties (of gebruikers) elkaar niet kunnen storen. Een crashende applicatie heeft totaal geen effect op andere applicaties.
- FreeBSD is een *32-bits* besturingssysteem (*64-bits* op de Itanium, AMD64, en UltraSPARC) en is van de grond af aan zo ontworpen.
- Het *X Window systeem* (X11R7), een industriële standaard, biedt een grafische gebruikersinterface (GUI) met als enige benodigdheden een VGA-kaart en een beeldscherm.
- Door *binaire compatibiliteit* met veel programma's voor Linux, SCO, SVR4, BSDI en NetBSD is het mogelijk om deze programma's zonder snelheidsverlies op FreeBSD te draaien.
- Er zijn duizenden applicaties beschikbaar in de FreeBSD *ports* en *pakketten* collectie. Waarom zoeken op het Internet als het allemaal al klaarstaat?
- Duizenden andere en *makkelijk over te zetten* applicaties zijn beschikbaar op het Internet. FreeBSD is broncode-compatibel met de meeste populaire commerciële UNIX systemen, wat betekent dat veel applicaties nagenoeg geen wijzigingen vereisen om te compileren op FreeBSD.
- Het demand-paged *virtueel geheugen* en de “gecombineerde VM/buffer cache” van FreeBSD zorgen ervoor dat applicaties met grote geheugenbehoeften niets te kort komen, terwijl de systeemrespons niet achteruit gaat.
- *SMP*-ondersteuning voor computers met meerdere processoren.
- Een volledige C, C++, *Fortran* ontwikkelomgeving. Vele andere programmeertalen, te gebruiken voor onderzoek of geavanceerde ontwikkeling, zijn ook beschikbaar in de ports- en pakketcollectie.
- De *broncode* van het hele systeem is beschikbaar, zodat gebruikers de volledige controle over het systeem in handen hebben. Waarom genoeg nemen met alleen het erewoord van de softwarefabrikant, als een compleet open systeem ook tot de mogelijkheden behoort?
- Uitgebreide *online documentatie*.
- *En nog veel meer!*

FreeBSD is gebaseerd op de 4.4BSD-Lite uitgave van de Computer Systems Research Group (CSRG) aan de University of California in Berkeley en borduurt voort op een lange traditie van ontwikkeling van BSD-systemen. Het FreeBSD Project heeft duizenden uren gestoken in het afstellen van het systeem voor maximale prestaties en betrouwbaarheid in realistische en veel voorkomende situaties. Terwijl veel commerciële bedrijven blijven worstelen met het uitbrengen van besturingssystemen met dergelijke mogelijkheden, prestaties en betrouwbaarheid, kan FreeBSD deze *nu* bieden!

De toepassingen voor FreeBSD worden alleen beperkt door eigen fantasie. Van software-ontwikkeling tot fabrieksautomatisering, van voorraadbeheersing tot de azimuth-correctie van een satellietantenne: als het kan met een commercieel UNIXproduct, dan kan het ook met FreeBSD! FreeBSD vaart ook wel bij de letterlijk duizenden open-source programma's, vaak van bijzonder hoge kwaliteit, die ontwikkeld zijn in onderzoekscentra, universiteiten over de hele wereld en open-source gemeenschappen, en die beschikbaar zijn voor weinig of geen geld. Ook steeds meer commerciële applicaties vinden hun weg naar FreeBSD.

Omdat ook de broncode van FreeBSD zelf vrij beschikbaar is, kan het systeem aangepast worden voor speciale toepassingen of projecten, op manieren die meestal niet mogelijk zijn met besturingssystemen van vooraanstaande commerciële softwarehuizen. Hier zijn een aantal voorbeelden van toepassingen waar FreeBSD voor gebruikt wordt:

- *Internetdiensten*: de robuuste TCP/IP netwerkarchitectuur die in FreeBSD zit, maakt het een ideaal platform voor uiteenlopende Internetdiensten als:
 - FTP servers;

- World Wide Webservers (standaard of beveiligd [SSL]);
- IPv4 en IPv6 routing
- Firewalls en NAT (“IP-maskering”) gateways;
- E-mail servers;
- USENET nieuws of Bulletin Board (BBS) systemen;
- En meer...

FreeBSD kan eenvoudig geleerd worden op een goedkope standaard-PC, om later verder te groeien naar een professioneel Xeon-systeem met 4 processoren (of meer!) en RAID opslagsystemen als een bedrijf groeit.

- *Onderwijs:* is de lezer informaticastudent of werkzaam in een ander vakgebied dat hier mee te maken heeft? Er is geen betere manier om besturingssystemen, computerarchitecturen en netwerken te bestuderen dan de hands-on open-source ervaring die FreeBSD kan bieden. Gratis beschikbare programma’s voor CAD, wiskundige toepassingen en grafisch ontwerp maken FreeBSD ook heel handig voor mensen wiens primaire interesse voor de computer ligt bij het voltooien van *ander* werk!
- *Onderzoek:* omdat de broncode van het volledige systeem beschikbaar is, vormt FreeBSD een uitstekende basis voor het onderzoeken van besturingssystemen of andere takken in de informatica. De open natuur van FreeBSD maakt het ook mogelijk voor groepen mensen over de hele wereld om met elkaar samen te werken, zonder dat men zich zorgen hoeft te maken over speciale licentieovereenkomsten of beperkingen op wat er besproken kan worden in open fora.
- *Netwerken:* nieuwe router nodig? Of een nameserver (DNS)? Een firewall om een intern netwerk te beschermen? FreeBSD kan die ongebruikte 486 of Pentium PC die nog ergens in een hoekje ligt gemakkelijk omtoveren tot een geavanceerde router met uitgebreide pakketfilter mogelijkheden.
- *X Window workstation:* FreeBSD is een prima keuze als goedkope X terminal oplossing, door gebruik te maken van de gratis beschikbare X11 server. In tegenstelling tot een pure X terminal kan FreeBSD ook applicaties lokaal draaien, wat een verlichting van de centrale server tot gevolg kan hebben. FreeBSD heeft zelfs de mogelijkheid om “schijfloos” op te starten, zodat individuele werkstations nog goedkoper en makkelijker te beheren zijn.
- *Bureaublad:* de beschikbaarheid van geavanceerde bureaubladomgevingen als KDE en GNOME en kantoortoepassingen als tekstverwerkers en spreadsheet-programma’s in de ports- en pakketcollectie maken van FreeBSD een uitgebreid desktop-platform. Thuis en op het werk zorgt FreeBSD ervoor dat er snel, efficiënt en veilig gewerkt kan worden!
- *Software Ontwikkeling:* bij het standaard FreeBSD-systeem zit al een volledige verzameling van ontwikkelgereedschappen, inclusief de bekende GNU C/C++ compiler en debugger.

FreeBSD is beschikbaar in zowel broncode als binaire vorm op CD-ROM, DVD en via FTP. In Bijlage A staat meer informatie over het verkrijgen van FreeBSD.

1.2.2. Wie gebruiken FreeBSD?

FreeBSD wordt gebruikt als platform voor apparaten en producten van vele van ’s werelds grootste IT-bedrijven, waaronder:

- Apple (<http://www.apple.com/>)
- Cisco (<http://www.cisco.com/>)

- Juniper (<http://www.juniper.net/>)
- NetApp (<http://www.netapp.com/>)

FreeBSD wordt ook gebruikt om sommige van de grootste sites op het Internet te draaien, waaronder:

- Yahoo! (<http://www.yahoo.com/>)
- Yandex (<http://www.yandex.ru/>)
- Apache (<http://www.apache.org/>)
- Rambler (<http://www.rambler.ru/>)
- Sina (<http://www.sina.com/>)
- Pair Networks (<http://www.pair.com/>)
- Sony Japan (<http://www.sony.co.jp/>)
- Netcraft (<http://www.netcraft.com/>)
- NetEase (<http://www.163.com/>)
- Weathernews (<http://www.wni.com/>)
- TELEHOUSE America (<http://www.telehouse.com/>)
- Experts Exchange (<http://www.experts-exchange.com/>)

en nog veel meer sites.

1.3. Over het FreeBSD Project

Deze paragraaf geeft wat meer achtergrondinformatie over het project, inclusief een korte geschiedenis, projectdoelen, en het ontwikkelmodel van het project.

1.3.1. Een korte geschiedenis van FreeBSD

Het FreeBSD Project zag het licht in het begin van 1993, gedeeltelijk als een voortzetting van de “Unofficial 386BSD Patchkit” door de 3 laatste coördinatoren van de patchkit: Nate Williams, Rod Grimes en ikzelf.

Het oorspronkelijke doel was om een zogenaamde ‘snapshot’-uitgave te maken van 386BSD, om zo een aantal problemen op te lossen die niet op te lossen waren met het patchkit-mechanisme dat eerder gebruikt was. Sommigen kunnen zich misschien nog herinneren dat de werktitel van het project in het begin nog “386BSD 0.5” of “386BSD Interim” was, refererend aan het oorspronkelijke doel.

386BSD was het besturingssysteem van Bill Jolitz en had tot op dat moment geleden onder het feit dat er al bijna een jaar niet naar omgekeken was. Terwijl de patchkit steeds groter en onhandiger werd, was een groep mensen het er over eens dat er iets moest gebeuren en beslisten om Bill te assisteren bij het maken van een tussentijdse “cleanup”-snapshot. Deze plannen kwamen echter tot een plotseling einde toen Bill Jolitz besliste om zijn toestemming voor het project in te trekken, zonder dat er een alternatief werd geboden.

Het duurde niet lang om te beslissen dat het doel nog steeds belangrijk was, zelfs zonder de ondersteuning van Bill, dus werd de naam “FreeBSD” aangenomen, naar een idee van David Greenman. De oorspronkelijke doelen werden opgesteld na het raadplegen van de gebruikers van het systeem. Toen het erop begon te lijken dat dit project

misschien wel snel realiteit kon worden, werd contact opgenomen met Walnut Creek CD-ROM vanuit het oogpunt om de distributiekkanalen van FreeBSD te verbeteren voor diegenen die geen toegang hadden tot Internet. Walnut Creek CD-ROM ondersteunde niet alleen het idee om FreeBSD op CD-ROM te distribueren, maar bood het project ook een systeem en een snelle Internetverbinding om mee te werken. Zonder Walnut Creek CD-ROM's bijna onbeperkte vertrouwen in wat op dat moment nog een compleet onbekend project was, is het onwaarschijnlijk dat FreeBSD zo ver gekomen zou zijn, en zo snel, als het vandaag de dag is.

De eerste CD-ROM (en algemene op het net beschikbare) distributie was FreeBSD 1.0, uitgebracht in december 1993. Deze versie was gebaseerd op de 4.3BSD-Lite ("Net/2") tape van U.C. Berkeley, met veel toevoegingen van 386BSD en de Free Software Foundation. Het werd een redelijk succes voor een eerste aanbod, en werd opgevolgd door de zeer succesvolle FreeBSD 1.1 uitgave in mei 1994.

Rond deze tijd vormde zich nogal onverwacht een stormachtige lucht aan de horizon toen Novell en U.C. Berkeley hun langlopende rechtszaak over de legale status van de Berkeley Net/2 tape oplosten met een schikking. Een voorwaarde van deze schikking was dat U.C. Berkeley toegaf dat grote delen van Net/2 "beladen" code was en het eigendom van Novell, die deze code op haar beurt overgenomen had van AT&T enige tijd hiervoor. Wat Berkeley hiervoor terugkreeg was Novell's "zeggen" over de 4.4BSD-Lite uitgave; wanneer deze uitkwam zou Novell verklaren dat geen van de code hierin eigendom van Novell was, en bestaande Net/2 gebruikers zou sterk aanbevolen worden om over te stappen naar deze nieuwe versie. Dit gold ook voor FreeBSD en het project werd de tijd gegeven tot juli 1994 om te stoppen met het distribueren van het eigen op Net/2-gebaseerde product. De schikking liet wel toe dat nog een laatste uitgave werd uitgebracht voor de deadline en dat was FreeBSD 1.1.5.1.

FreeBSD nam toen de enorme taak op zich om zichzelf letterlijk opnieuw uit te vinden, met als basis een volledig nieuwe en nogal incomplete verzameling van delen van 4.4BSD-Lite. De "Lite" uitgaven werden zo genoemd omdat Berkeley's CSRG grote delen code die nodig waren om een werkend systeem te construeren had weggelaten (om allerlei legale redenen) en omdat de Intel port van 4.4 grotendeels incompleet was. Het kostte het project tot november 1994 om deze overstap te maken. Op dat moment werd FreeBSD 2.0 op het net en op CD-ROM (aan het einde van december) uitgebracht. Ondanks het feit dat deze uitgave nog wat ruige kanten had, werd het een groot succes en werd het gevolgd door de robuustere en makkelijker te installeren FreeBSD 2.0.5 in juni 1995.

In augustus 1996 is FreeBSD 2.1.5 uitgebracht en deze bleek populair genoeg bij Internet service providers (ISP's) en andere commerciële gebruikers van FreeBSD om nog een uitgave van de 2.1-STABLE tak te rechtvaardigen. Dit was FreeBSD 2.1.7.1, uitgebracht in februari 1997. Deze uitgave markeerde het einde van de hoofdstroomontwikkeling op 2.1-STABLE; alleen beveiligingsupdates en andere kritieke bugfixes werden nog op deze tak uitgevoerd (RELENG_2_1_0).

FreeBSD 2.2 werd afgesplitst van de ontwikkelingstak ("-CURRENT") in november 1996 als RELENG_2_2 en de eerste volledige uitgave (2.2.1) werd uitgebracht in april 1997. Andere uitgaven van de 2.2 tak werden uitgebracht in de zomer en herfst van '97. De laatste (2.2.8) verscheen in november 1998. De eerste officiële 3.0 uitgave verscheen in oktober 1998 en was het begin van het einde voor de 2.2 tak.

Er was opnieuw een afsplitsing op 20 januari 1999, wat leidde tot de 4.0-CURRENT en 3.x-STABLE takken. Vanuit 3.X-STABLE werd versie 3.1 uitgebracht op 15 februari 1999, 3.2 op 15 mei 1999, 3.3 op 16 september 1999, 3.4 op 20 december 1999 en 3.5 op 24 juni 2000. De laatste werd enkele dagen later gevolgd door een point uitgave update naar 3.5.1, om enkele net-ontdekte beveiligingsfouten in Kerberos te corrigeren. Dit was de laatste uitgave van de 3.X tak.

Een nieuwe tak werd gemaakt op 13 maart 2000, de 4.X-STABLE tak. Er zijn verschillende uitgaven van deze tak gemaakt: 4.0-RELEASE werd geïntroduceerd in maart 2000, en de laatste 4.11-RELEASE verscheen in januari 2005.

De langverwachte 5.0-RELEASE werd aangekondigd op 19 januari 2003. Dit resultaat van bijna drie jaar werk zette FreeBSD stevig neer op de weg naar geavanceerde multiprocessor- en threading-ondersteuning en introduceerde

nieuwe FreeBSD ports voor de UltraSPARC en ia64 architecturen. Deze uitgave werd gevolgd door 5.1 in juni 2003. De laatste 5.X uitgave uit de –CURRENT-tak was 5.2.1–RELEASE uit februari 2004.

De RELENG_5 tak is gemaakt in augustus 2004 en werd gevolgd door 5.3–RELEASE, die het begin van de 5–STABLE tak markeert. De meest recente 5.5–RELEASE is uitgekomen in mei 2006. Er staan geen nieuwe versies gepland voor de RELENG_5 tak.

De RELENG_6 tak is gemaakt in juli 2005, de eerste uitgave van de 6.X tak werd vrijgegeven in november 2005. De meest recente 6.4–RELEASE kwam uit in november 2008. Er zullen geen verdere uitgaven komen van de RELENG_6 tak. Deze tak is de laatste tak waarin ondersteuning zit voor de Alpha architectuur.

De RELENG_7 tak is gemaakt in oktober 2007. De eerste uitgave van deze tak is 7.0–RELEASE, welke is uitgekomen in februari 2008. De meest recente 8.2–RELEASE kwam uit in February 2011. Er zullen geen andere uitgaven van de RELENG_7 tak uitkomen.

De RELENG_8 tak is gemaakt in augustus 2009. De eerste uitgave van de 8.X tak is 8.0–RELEASE, vrijgegeven in november 2009. De meest recente uitgave 9.0–RELEASE kwam uit in November 2011. Er zullen nog andere uitgaven van de RELENG_8 tak uitkomen.

Op dit moment vinden lange-termijn ontwikkelprojecten plaats in de 9.X–CURRENT tak, en snapshot uitgaven van 9.X op CD-ROM (en natuurlijk op het Net) worden continu beschikbaar gemaakt op de snapshot server (<ftp://current.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/snapshots/>).

1.3.2. Doelen van het FreeBSD Project

Het doel van het FreeBSD Project is om software aan te bieden die gebruikt kan worden voor iedere mogelijke toepassing, zonder beperkingen. Vele ontwikkelaars hebben een belangrijke investering in de code (en het project) zitten en vinden het niet erg om af en toe een financiële compensatie te ontvangen, maar dat is zeker geen voorwaarde. De ontwikkelaars van FreeBSD geloven dat de eerste en belangrijkste “missie” het aanbieden van code is, aan iedereen die het wil hebben, voor wat voor doel dan ook, zodat de code zo breed mogelijk gebruikt kan worden tot voordeel van zoveel mogelijk mensen. Dit is een van de meest fundamentele doelen van Vrije Software dat FreeBSD enthousiast ondersteunt.

Sommige code in FreeBSD valt onder de GNU General Public License (GPL) of Library General Public License (LGPL). Deze code heeft iets meer beperkingen, maar in ieder geval aan de kant waarbij vrije toegang tot de code geforceerd wordt, in plaats van het gebruikelijke tegenovergestelde hiervan. Door de toegevoegde moeilijkheden die kunnen voortkomen uit het commerciële gebruik van GPL software geeft het FreeBSD Project echter de voorkeur aan het meer vrije BSD copyright, wanneer er een redelijk alternatief voor handen is.

1.3.3. Het FreeBSD ontwikkelmodel

De ontwikkeling van FreeBSD is een erg open en flexibel proces en wordt gevormd door de bijdragen van letterlijk honderden mensen over de hele wereld, zoals te zien is in de lijst van medewerkers (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/articles/contributors/article.html). De infrastructuur die wordt gebruikt voor de ontwikkeling van FreeBSD zorgt ervoor dat deze honderden ontwikkelaars kunnen samenwerken over het Internet. Het FreeBSD Project is continu op zoek naar nieuwe ontwikkelaars en ideeën. Om bij te dragen aan de ontwikkeling van FreeBSD is een mail naar FreeBSD technische discussie mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-hackers>) voldoende. De FreeBSD aankondigingen mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-announce>) is beschikbaar om mededelingen te doen aan andere FreeBSD-gebruikers over grote veranderingen.

Een aantal dingen over het FreeBSD Project en haar ontwikkelingsproces zijn handig om te weten, of een bijdrage nu onafhankelijk of in samenwerking met anderen komt:

Het CVS-archief

Gedurende een aantal jaren werd de centrale broncode voor FreeBSD bijgehouden door CVS (<http://ximbiot.com/cvs/wiki/>) (Concurrent Versions System), een vrij verkrijgbaar pakket voor het onderhouden van broncode dat bij FreeBSD zit. In juni 2008 is het Project SVN (<http://subversion.tigris.org/>) (Subversion) gaan gebruiken. Deze overgang werd nodig geacht omdat de technische beperkingen die door CVS worden opgelegd duidelijk werden wegens de snelle uitbreiding van de broncode en de hoeveelheid geschiedenis die reeds is opgeslagen. Hoewel het hoofdarchief nu SVN gebruikt, blijven cliëntgereedschappen zoals **CVSup** en **csup** die van de oudere CVS-infrastructuur afhankelijk zijn normaal werken — veranderingen in het SVN-archief worden voor dit doel teruggeplaatst naar CVS. Momenteel wordt alleen de centrale broncode beheerst door SVN. De documentatie, World Wide Web, en Ports-archieven gebruiken nog steeds CVS. Het primaire archief (<http://www.FreeBSD.org/cgi/cvsweb.cgi>) staat op een systeem in Santa Clara, Californië, in de VS, waar het wordt gesynchroniseerd met verschillende “mirrors” over de hele wereld. De boomstructuur van SVN, waarin de broncode voor -CURRENT en -STABLE is te vinden, kan ook makkelijk met die op een eigen systeem gesynchroniseerd worden. Synchroniseren van broncode bevat meer informatie over dit onderwerp.

Committers

De zogenaamde *committers* zijn alle mensen die *schrijf*-rechten hebben in het CVS archief van FreeBSD. Deze mensen mogen veranderingen maken aan de FreeBSD broncode (de term “committer” is afkomstig uit het `cvs(1) commit` commando, wat gebruikt wordt om veranderingen door te voeren in het CVS-archief). De beste manier om eigen bijdragen te laten keuren door een van de committers is door gebruik te maken van `send-pr(1)`. Als het erop lijkt dat een bijdrage ergens in het systeem blijft hangen, dan is het ook mogelijk om mail te sturen naar de FreeBSD committer’s mailinglijst.

Het FreeBSD Core Team

Het *FreeBSD core team* zou het equivalent zijn van een raad van bestuur als het FreeBSD Project een bedrijf zou zijn. De primaire taak van het core team is ervoor zorg te dragen dat het project, in zijn geheel, in goede vorm verkeert en de goede richting opgaat. Toegewijde en verantwoordelijke ontwikkelaars uitnodigen om deel te worden van de committers is één van de taken van het core team, net als het rekruteren van nieuwe leden van het core team. Het huidige core team is gekozen door de committers uit een groep van kandidaten (ook allen committers) in juli 2010. Elke twee jaar worden verkiezingen gehouden.

Sommige leden van het core team hebben een bijzondere verantwoordelijkheid, wat wil zeggen dat zij er speciaal op toezien dat een bepaald deel van het systeem werkt zoals het hoort. In de lijst van medewerkers (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/articles/contributors/article.html) staat een complete lijst van ontwikkelaars en hun verantwoordelijkheden.

Opmerking: De meeste leden van het core team zijn vrijwilligers. “Toewijding” betekent dus niet “gegarandeerde ondersteuning”. De “raad van bestuur”-analogie hierboven klopt niet helemaal en het is misschien beter om te zeggen dat dit de mensen zijn die hun leven opgaven voor FreeBSD, tegen beter weten in!

Externe Bijdragen

De grootste groep ontwikkelaars zijn de gebruikers zelf, die FreeBSD continu voorzien van constructief commentaar en oplossingen voor fouten. De handigste manier om contact te houden met het niet-gecentraliseerde deel van de ontwikkeling van FreeBSD is een abonnement nemen op de FreeBSD technische discussie mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-hackers>), waar allerlei bijdragen, patches en nieuwe ideeën worden bediscussieerd. In Bijlage C is meer informatie te vinden over de verschillende FreeBSD mailinglijsten.

De lijst van medewerkers (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/articles/contributors/article.html) is lang en groeit iedere dag, dus wat let de lezer om zelf een bijdrage te doen aan FreeBSD?

Programmeren is niet de enige manier om een bijdrage te leveren aan het project. Een meer volledige lijst van dingen die gedaan moeten worden staat op de FreeBSD website (<http://www.FreeBSD.org/index.html>).

Samengevat is het FreeBSD ontwikkelmodel georganiseerd als een onsamenhangende verzameling van concentrische cirkels. Het gecentraliseerde model is ontworpen voor het gemak van de *gebruikers* van FreeBSD, die op deze manier makkelijk de wijzigingen in het project kunnen volgen. Niet om potentiële medewerkers buiten de deur te houden! Het is wenselijk om een stabiel besturingssysteem te maken, met een grote verzameling samenhangende applicaties. Dit model heeft zijn waarde op dat gebied bewezen.

Om bij te dragen en samen FreeBSD verder te ontwikkelen, is het enige wat het FreeBSD Project vraagt dat te doen met dezelfde toewijding als de huidige ontwikkelaars: succes gegarandeerd!

1.3.4. Huidige FreeBSD uitgave

FreeBSD is een open source, op 4.4BSD-Lite gebaseerd besturingssysteem voor Intel (x86 en Itanium), AMD64, n Sun UltraSPARC computers. Het is grotendeels gebaseerd op software van de Computer Systems Research Group (CSRG) van de University of California in Berkeley (U.C. Berkeley), met verbeteringen overgenomen van NetBSD, OpenBSD, 386BSD en de Free Software Foundation.

Sinds het uitbrengen van FreeBSD 2.0 tegen het einde van 1994, zijn de prestaties, mogelijkheden en stabiliteit van FreeBSD dramatisch verbeterd. FreeBSD heeft namelijk de beschikking over een compleet nieuw subsysteem voor virtueel geheugen, dat niet alleen de prestaties ten goede komt, maar er ook voor zorgt dat het systeem minder geheugen gebruikt dan ooit tevoren. Andere belangrijke verbeteringen zijn de ondersteuning van veel nieuwe hardware, een compleet nieuw systeem voor de ondersteuning van machines met meerdere processoren (SMP) en een nieuwe bibliotheek voor de ondersteuning van multithreading in applicaties.

Behalve de basisdistributie van het besturingssysteem, biedt FreeBSD ook een enorme softwarecollectie met duizenden veelgebruikte programma's, de zogenaamde ports. Op het moment van schrijven zijn er al meer dan 20,000 ports! In de ports zitten alle mogelijke klassen van software die te bedenken zijn, van HTTP-servers tot spellen, van kantoorapplicaties tot multimedia en alles wat er tussenin zit. De complete Portscollectie beslaat zo'n 417 MB aan schijfruimte. Meer informatie over de ports en over de pakketten is te vinden in Hoofdstuk 4.

Een aantal andere documenten die kunnen helpen bij het installeren en gebruiken van FreeBSD staan in de map `/usr/share/doc` op ieder recente FreeBSD-installatie. De lokaal geïnstalleerde documentatie kan in een browser bekeken worden door de volgende URLs te gebruiken:

Het FreeBSD handboek

`/usr/share/doc/handbook/index.html`

De FreeBSD FAQ

`/usr/share/doc/faq/index.html`

De nieuwste versies van deze documenten zijn altijd te vinden op <http://www.FreeBSD.org/>.

Hoofdstuk 2.

FreeBSD installeren

2.1. Overzicht

FreeBSD heeft een tekstgebaseerd, gebruikersvriendelijk installatieprogramma genaamd **sysinstall**. Dit is het standaard installatieprogramma, maar leveranciers kunnen hun eigen installatieprogrammatuur leveren. Dit hoofdstuk beschrijft hoe **sysinstall** gebruikt moet worden om FreeBSD te installeren.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Hoe FreeBSD installatieschijven gemaakt kunnen worden;
- Hoe FreeBSD harde schijven benoemt en onderverdeelt;
- Hoe **sysinstall** gestart kan worden;
- Welke vragen **sysinstall** stelt, wat ze betekenen en hoe er geantwoord kan worden.

Veronderstelde voorkennis:

- De ondersteunde hardwarelijst doornemen van de versie van FreeBSD die geïnstalleerd gaat worden op aanwezigheid van de beschikbare hardware.

Opmerking: In zijn algemeenheid zijn deze installatie-instructies geschreven voor computers met een i386™ architectuur ("PC compatible"). Waar van toepassing worden instructies voor andere platformen gegeven. Deze handleiding is zoveel mogelijk bijgewerkt, maar toch kunnen er verschillen optreden tussen de installatieprocedure en deze tekst. Er wordt aangeraden dit hoofdstuk te beschouwen als een algemene richtlijn en niet als een letterlijke handleiding voor installatie.

2.2. Hardware-eisen

2.2.1. Minimale configuratie

De minimale configuratie om FreeBSD te installeren varieert met de versie van FreeBSD en de hardware-architectuur.

Een samenvatting van deze informatie wordt in de volgende secties gegeven. Afhankelijk van de methode die u kiest om FreeBSD te installeren, heeft u misschien ook een floppydrive, een ondersteunde CDROM drive, en in sommige gevallen een netwerkadapter nodig. Dit zal worden behandeld door het Paragraaf 2.3.7.

2.2.1.1. FreeBSD/i386 en FreeBSD/pc98

Zowel FreeBSD/i386 en FreeBSD/pc98 hebben een 486 of betere processor en tenminste 24 MB aan RAM nodig. U zult tenminste 150 MB aan vrije hardeschijfruimte nodig hebben voor de meest minimale installatie.

Opmerking: In het geval van oude configuraties is het verkrijgen van meer RAM en meer hardeschijfruimte meestal belangrijker dan het verkrijgen van een snellere processor.

2.2.1.2. FreeBSD/amd64

Er zijn twee klassen processoren die FreeBSD/amd64 kunnen draaien. De eerste zijn AMD64 processoren, inclusief de AMD Athlon™64, AMD Athlon64-FX, AMD Opteron™ of betere processoren.

De tweede klasse van processoren die FreeBSD/amd64 kan gebruiken omvat die die de Intel® EM64T architectuur gebruiken. Voorbeelden van deze processoren omvatten de Intel Core™ 2 Duo, Quad, en Extreme processorfamilies en de Intel Xeon™ 3000, 5000, en 7000 rijen van processoren.

Indien u een machine heeft die gebaseerd is op een nVidia nForce3 Pro-150, *moet* u de BIOS-setup gebruiken om IO APIC uit te zetten. Indien u geen optie heeft om dit te doen, moet u waarschijnlijk in plaats hiervan ACPI uitzetten. Er zitten bugs in de Pro-150 chipset waarvoor we nog geen oplossing hebben gevonden.

2.2.1.3. FreeBSD/sparc64

Om FreeBSD/sparc64 te installeren heeft u een ondersteund platform nodig (zie Paragraaf 2.2.2).

U heeft een toegewijde schijf nodig voor FreeBSD/sparc64. Het is momenteel niet mogelijk om een schijf met een ander besturingssysteem te delen.

2.2.2. Ondersteunde hardware

Een lijst van ondersteunde hardware wordt geleverd bij elke uitgave van FreeBSD in de FreeBSD Hardware Notes. Dit document kan normaliter worden gevonden in een bestand genaamd `HARDWARE.TXT`, in de bovenste map van een CDROM- of FTP-distributie of in het documentatiemenu van **sysinstall**. Het somt, voor een gegeven architectuur, op welke hardware-apparaten door welke uitgave van FreeBSD worden ondersteund. Kopiën van de lijst van ondersteunde hardware voor verschillende uitgaven en architecturen kunnen ook gevonden worden op de Uitgave Informatie (<http://www.FreeBSD.org/releases/index.html>) pagina van de FreeBSD website.

2.3. Voorbereidende taken

2.3.1. Beschrijf de computer

Probeer een computer te inventariseren voordat FreeBSD wordt geïnstalleerd. De FreeBSD installatieroutines geven een overzicht van alle componenten (harde schijven, netwerkkaarten, CD-ROM-spelers, enzovoort) met hun typenummer en fabrikant. FreeBSD probeert ook de juiste instellingen te achterhalen, zoals IRQ en IO-poort

gebruik. Vanwege de verscheidenheid aan PC-hardware verloopt dit niet altijd helemaal succesvol en daarom kan het nodig zijn om de gegevens die FreeBSD achterhaalt te verbeteren.

Mocht er al een ander besturingssysteem geïnstalleerd zijn, zoals Windows of Linux, dan is het aan te raden de mogelijkheden van dat besturingssysteem te gebruiken om te achterhalen hoe hardware is ingesteld. Als niet volledig bekend is welke instellingen een uitbreidingskaart heeft, dan kan het zijn dat ze op de kaart zelf zijn afgedrukt. Veelvoorkomende IRQ nummers zijn 3, 5 en 7 en IO-poort adressen zijn meestal geschreven als hexadecimale getallen, zoals 0x330.

Er wordt aangeraden deze informatie af te drukken of op te schrijven voordat FreeBSD wordt geïnstalleerd. Het kan handig zijn om een tabel te maken, zoals deze:

Tabel 2-1. Voorbeeld van beschrijving van componenten

Component	IRQ	IO-poort(en)	Opmerkingen
Eerste harde schijf	N/A	N/A	40 GB, Seagate, eerste IDE master
CD-ROM	N/A	N/A	Eerste IDE slave
Tweede harde schijf	N/A	N/A	20 GB, IBM, tweede IDE master
Eerste IDE controller	14	0x1f0	
Netwerkkkaart	N/A	N/A	Intel 10/100
Modem	N/A	N/A	3Com® 56K faxmodem, op COM1
...			

Nadat de inventarisatie van de componenten in uw computer voltooid is, dient u te controleren of ze aan de hardware-eisen van de uitgave van FreeBSD die u wilt installeren voldoen.

2.3.2. Maak een back-up van gegevens

Als de computer waarop FreeBSD geïnstalleerd gaat worden waardevolle gegevens bevat, dan dient er een back-up te zijn en dient deze back-up getest te zijn voordat FreeBSD wordt geïnstalleerd. De FreeBSD installatieprocedure vraagt om bevestiging voordat er naar de schijven geschreven wordt, maar als dat eenmaal is begonnen kan het niet meer teruggedraaid worden.

2.3.3. Bepaal waar FreeBSD geïnstalleerd wordt

Als de hele harde schijf voor FreeBSD beschikbaar is, dan hoeft op dit punt verder niets gedaan te worden. Ga verder naar de volgende sectie.

Als FreeBSD echter naast een ander besturingssysteem op een computer komt, dan moet basaal bekend zijn hoe gegevens op schrijven worden opgeslagen en wat dat voor consequenties heeft.

2.3.3.1. Indeling van schrijven voor FreeBSD/i386

Een PC schijf kan worden onderverdeeld in aparte stukken. Deze stukken heten *partities*. Aangezien FreeBSD intern ook partities heeft, kan de naamgeving snel verwarrend worden, daarom wordt naar deze schijfstukken verwezen als schijfsnedes of simpelweg snedes (slices) in FreeBSD zelf. Het FreeBSD gereedschap `fdisk` bijvoorbeeld, dat met

PC diskpartities werkt, verwijst naar snedes in plaats van partities. In het ontwerp van de PC is opgenomen dat een schijf slechts vier partities kan bevatten. Deze partities heten de *primaire partities*. Om deze beperking te omzeilen is een nieuwe soort partitie bedacht, de *extended partitie*. Een schijf kan slechts één extended partitie bevatten. Binnen een extended partitie kunnen speciale partities, genaamd *logische partities*, worden aangemaakt.

Elke partitie heeft een *partitie-ID*, een getal dat aangeeft welk soort gegevens er op die partitie staan. FreeBSD-partities hebben partitie-ID 165.

In zijn algemeenheid benoemt elk besturingssysteem partities op zijn eigen manier. Bijvoorbeeld: MS-DOS en zijn afgeleiden, zoals Windows, geven elke primaire en logische partitie een (*station*) *letter*, beginnend met C:.

FreeBSD moet geïnstalleerd worden op een primaire partitie. FreeBSD kan al zijn gegevens, inclusief alle bestanden die zelf zijn gemaakt, op deze partitie opslaan. Als er meerdere schijven zijn, dan kunnen er FreeBSD-partities worden aangemaakt op alle of op sommige schijven. Als FreeBSD wordt geïnstalleerd moet er een partitie beschikbaar zijn. Dit kan een lege partitie zijn die is aangemaakt of het mag een bestaande partitie zijn met gegevens die niet langer bewaard hoeven te blijven.

Als alle partities op alle schijven gebruikt worden, dan moet er een leeg gemaakt worden voor FreeBSD met de hulpprogramma's van het andere besturingssysteem dat wordt gebruikt (bijvoorbeeld `fdisk` onder MS-DOS of Windows).

Als er een partitie over is, dan kan die gebruikt worden. Het kan zo zijn dat één of meer van de bestaande partities verkleind moet worden.

Een minimale installatie van FreeBSD heeft 100 MB schijfruimte nodig. Dat is wel een *zeer* minimale installatie, waarop bijna geen ruimte over is voor eigen bestanden. Een meer realistisch minimum is 250 MB zonder grafische gebruikersomgeving en 350 MB of meer als er ook een grafische gebruikersomgeving moet draaien. Als er ook nog gebruikt gemaakt wordt van een heleboel programma's van derde partijen dan is nog meer ruimte nodig.

Met commerciële software zoals **PartitionMagic**®, of gratis software zoals **GPartEd**, kunnen partities van grootte gewijzigd worden om ruimte te maken voor FreeBSD. Van zowel **PartitionMagic** als **GPartEd** is bekend dat ze met NTFS kunnen werken. **GPartEd** is beschikbaar op een aantal Live CD Linux-distributies, zoals SystemRescueCD (<http://www.sysresccd.org/>).

Er zijn problemen gemeld met het veranderen van de grootte van Microsoft Vista-partities. Het beschikbaar hebben van een Vista installatie-CDROM tijdens het pogen van zo'n bewerking is aanbevolen. Zoals met al zulke schijfonderhoudtaken is een recente verzameling backups ook sterk aangeraden.

Waarschuwing Verkeerd gebruik van deze programma's kan gegevens van een schijf verwijderen. Er dient een goede, werkende back-up te zijn voordat deze programma's gebruikt worden.

Voorbeeld 2-1. Gebruik van een bestaande, ongewijzigde partitie

Stel er is al een computer met een enkele 4 GB harde schijf waarop een versie van Windows is geïnstalleerd en de schijf is verdeeld in twee schijfstations, C: en D:, van elk 2 GB. Er staat 1 GB aan gegevens op C: en 0.5 GB aan gegevens op D:.

Dit betekent dat de harde schijf twee partities heeft, één voor elke letter. Alle gegevens op D: kunnen gekopieerd worden naar C:, waardoor de tweede partitie beschikbaar komt voor FreeBSD.

Voorbeeld 2-2. Een bestaande partitie verkleinen

Stel er is een computer met een enkele 4 GB harde schijf waarop een versie van Windows is geïnstalleerd. Bij het installeren van Windows is een grote partitie gemaakt, station C: van 4 GB. Er is 1.5 GB in gebruik en voor FreeBSD is 2 GB schijfruimte wenselijk.

Voor een installatie van FreeBSD is één van onderstaande opties de oplossing:

1. Maak een back-up van de Windows gegevens en installeer Windows opnieuw, waarbij een partitie van 2 GB wordt aanmaakt bij het installeren.
2. Gebruik één van de bovengenoemde programma's zoals **PartitionMagic** om de Windows-partitie te verkleinen.

2.3.4. Netwerkgegevens verzamelen

Als bij de installatie van FreeBSD gebruik gemaakt wordt van een netwerk (bijvoorbeeld bij een installatie vanaf een FTP site of een NFS server), dan moeten de netwerkinstellingen bekend zijn. Deze informatie wordt gevraagd tijdens het installeren, zodat FreeBSD contact kan maken met het netwerk om de installatie te voltooien.

2.3.4.1. Contact maken met een Ethernet netwerk of kabel/DSL modem

Als er contact gemaakt wordt met een Ethernet netwerk of een Internetverbinding met een Ethernet netwerkkaart via de kabel of DSL, dan is de volgende informatie nodig:

1. IP-adres
2. IP-adres van de default gateway
3. Hostnaam
4. IP-adressen van de DNS server(s)
5. Subnetmasker

Als deze informatie niet bekend is, dan kan deze meestal nagevraagd worden bij de systeembeheerder of service provider. Het kan zijn dat zij aangeven dat één en ander automatisch wordt toegekend door middel van *DHCP*. Het is van belang hier een notitie van te maken.

2.3.4.2. Contact maken met een modem

Ook door middel van inbellen bij een Internet service provider met een gewoon modem kan FreeBSD geïnstalleerd worden via Internet, het duurt alleen erg lang.

Dan is nodig:

1. Het inbelnummer van een ISP
2. De COM: poort waaraan het modem zit
3. Gebruikersnaam en wachtwoord bij de ISP

2.3.5. Controleer op FreeBSD Errata

Hoewel het FreeBSD project er naar streeft om elke versie van FreeBSD zo stabiel mogelijk te laten zijn, kan het voorkomen dat er foutjes in het systeem sluipen. Heel af en toe beïnvloeden deze foutjes de installatieprocedure. Als ze ontdekt en opgelost zijn worden ze beschreven in de FreeBSD Errata (<http://www.FreeBSD.org/releases/9.0R/errata.html>) op de FreeBSD website. Het is verstandig voor een installatie te controleren of er errata zijn om er zeker van te zijn dat er geen obstakels zijn.

Informatie over alle uitgaven, inclusief de errata staan in de uitgave-informatie (<http://www.FreeBSD.org/releases/index.html>) op de FreeBSD website (<http://www.FreeBSD.org/index.html>).

2.3.6. De FreeBSD installatiebestanden

De FreeBSD installatieprocedure kan FreeBSD installeren vanaf één van de volgende plaatsen:

Lokale media

- Cd-rom of DVD
- Een USB-geheugenstick
- DOS-partitie op dezelfde computer
- SCSI of QIC tape
- Diskettestation

Netwerk

- FTP site, indien noodzakelijk door een firewall of via een HTTP proxy
- NFS server
- Parallele of seriële verbinding

Als FreeBSD gekocht is op CD of DVD dan is alles wat nodig is aanwezig om door te gaan naar Paragraaf 2.3.7.

Als de installatiebestanden nog niet beschikbaar zijn wordt in Paragraaf 2.13 uitgelegd hoe de installatie via bovenstaande methoden voorbereid kan worden. Nadat de installatiebestanden beschikbaar zijn kunnen de voorbereidingen voor de installatie verdergaan in Paragraaf 2.3.7.

2.3.7. Opstartmedia aanmaken

De FreeBSD installatieprocedure begint met het opstarten van een computer met het FreeBSD installatieprogramma. Dit programma wordt niet uitgevoerd vanuit een ander besturingssysteem. Normaliter start een computer op met het besturingssysteem dat is geïnstalleerd op een harde schijf, maar hij kan ook ingesteld worden om op te starten van een “bootable” diskette. De meeste hedendaagse computers kunnen ook opstarten van een CD-ROM in het CD-ROM station of van een USB-schijf.

Tip: Als FreeBSD op CD-ROM of DVD beschikbaar is (gekocht of zelf gebrand) en een computer kan opstarten van een CD-ROM of DVD (meestal een BIOS optie genaamd “Boot Order” of iets dergelijks), dan is het doorwerken van deze sectie niet nodig. De FreeBSD CD-ROM en DVD images zijn bootable en kunnen zonder verdere voorbereidingen gebruikt worden om FreeBSD te installeren.

Om een opstartbare geheugenstick te maken kunnen deze stappen gevolgd worden:

1. Bemachtig een image voor de geheugenstick

Het image voor de geheugenstick kan worden gedownload vanuit de map ISO-IMAGES van

`ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/releases/arch/ISO-IMAGES/versie/FreeBSD-9.0-RELEASE-arch-memstick.img`

Vervang *arch* en *versie* door de architectuur en de versie die u wilt installeren. De geheugenstick-images voor FreeBSD/i386 9.0-RELEASE zijn beschikbaar op `ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/releases/i386/ISO-IMAGES/9.0/FreeBSD-9.0-RELEASE-i386-memstick.img`.

Het image van de geheugenstick heeft een extensie `.img`. De map ISO-IMAGES bevat een aantal verschillende images, en degene die u nodig heeft zal afhangen van de FreeBSD-versie die u installeert, en in sommige gevallen van de hardware waarop u het installeert.

Belangrijk: Maak voordat u verder gaat een *backup* van de gegevens die nu op uw USB-stick staan, aangezien deze procedure ze zal *wissen*.

2. Schrijf het beeldbestand naar de geheugenstick

FreeBSD gebruiken om het beeldbestand te schrijven

Waarschuwing Het onderstaande voorbeeld vermeldt `/dev/da0` als het doelapparaat van waar af u zal opstarten. Zorg er voor dat u het juiste apparaat als het uitvoerapparaat opgeeft om te voorkomen dat u uw bestaande gegevens vernietigt.

1. Het beeldbestand schrijven door middel van `dd(1)`

Stel de `sysctl kern.geom.debugflags` in om een master boot record naar het doelapparaat te kunnen schrijven.

```
# sysctl kern.geom.debugflags=16
```

Het `.img`-bestand is *geen* gewoon bestand dat u naar de geheugenstick kopieert. Het is een afbeelding van de complete inhoud van de stick. Dit betekent dat u de bestanden *niet* op de gewone manier van de ene schijf naar de andere kopieëren. U dient in plaats hiervan `dd(1)` gebruiken om de afbeelding direct naar de schijf te schrijven:

```
# dd if=FreeBSD-9.0-RELEASE-i386-memstick.img of=/dev/da0 bs=64k
```

Windows® gebruiken om het beeldbestand te schrijven

Zorg ervoor dat de juiste schijf letter gebruikt wordt als doelschijf, anders kan het voorkomen dat er bestaande data wordt overschreven.

1. **Image Writer for Windows** verkrijgen

Image Writer for Windows is een gratis applicatie die een beeld bestand correct naar een geheugen-stick kan schrijven. Download deze van <https://launchpad.net/win32-image-writer/> en pak deze uit in een map.

2. Writing The Image with Image Writer

Dubbelklik op het **Win32DiskImager** icoon om het programma te starten. Controleer of de schijf letter welke getoond is onder *Device* de schijf is van de geheugen-stick. Klik op het map icoon en selecteer het bestand welke naar de geheugen-stick geschreven moet worden. Klik op **Save** om het bestand te accepteren. Controleer of alles correct is en dat er geen bestanden en dergelijke open zijn in andere windows. Klik als laatste op **Write** om het bestand te schrijven naar de schijf.

Om opstartdiskettes te maken kunnen de volgende stappen gevolgd worden:

1. Bemachtig de images voor opstartdiskettes

Belangrijk: Merk op dat met ingang van FreeBSD 8.x floppy-images niet langer beschikbaar zijn. Zie de bovenstaande instructies voor hoe FreeBSD met behulp van een USB-geheugenstick te installeren, of gebruik een CD-ROM of DVD.

De opstartschijven zijn beschikbaar op de installatiemediën in de map *floppies/* en kunnen ook gedownload worden uit de map *floppies*,

`ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/releases/arch/versie-RELEASE/floppies/`. Vervang *arch* en *versie* door de architectuur en het versienummer dat geïnstalleerd moet worden. De images voor bootdiskettes voor bijvoorbeeld FreeBSD/i386 8.2-RELEASE zijn beschikbaar op `ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/releases/i386/8.2-RELEASE/floppies/`.

De diskette-images hebben de extensie *.flp*. De map *floppies/* bevat een aantal images en het hangt af van de gewenste FreeBSD versie, en in sommige gevallen ook van de hardware, welke images nodig zijn. In de meeste gevallen zijn er vier floppies nodig, *boot.flp*, *kern1.flp*, *kern2.flp*, en *kern3.flp*. In dezelfde map staat *README.TXT* voor de laatste informatie over de diskette-images.

Belangrijk: Het FTP-programma moet ingesteld staan in *binary modus* om de disk-images te downloaden. Sommige webbrowsers blijken de *text* (of *ASCII*) modus te gebruiken en dan kan er niet van de diskettes opgestart worden.

2. Maak de diskettes aan

Per gedownload image wordt een diskette aangemaakt. Vanzelfsprekend moeten deze diskettes vrij zijn van fouten. Het gemakkelijkst is dit te testen door de diskettes te formatteren. Vanaf de fabriek geformatteerde floppies kunnen niet vertrouwd worden. Het programma *format* in Windows meldt niet of er *bad blocks* zijn, het markeert ze gewoon als “bad” en negeert ze. Het wordt geadviseerd schone, nieuwe floppies te gebruiken als op deze manier wordt geïnstalleerd.

Belangrijk: Als bij het installeren van FreeBSD het installatieprogramma vastloopt, blijft hangen of zich op een andere manier vreemd gedraagt, dan ligt dat meestal aan de floppies. Probeer dan de diskette-images op nieuwe schijven te schrijven en probeer het opnieuw.

3. Schrijf de imagebestanden op diskettes

De *.flp*-bestanden zijn *geen* gewone bestanden die naar een diskette te kopiëren zijn. Het zijn images van de complete inhoud van een diskette. Dit betekent dat ze *niet* eenvoudigweg gekopieerd kunnen worden van de ene

schijf naar de andere. In plaats daarvan moet speciale software gebruikt worden om de images rechtstreeks op de diskettes te schrijven.

Als de diskettes aanmaakt worden op een computer met MS-DOS/Windows, dan levert het FreeBSD project de software `fdimage`.

Als de floppies van de CD-ROM worden gebruikt en het CD-ROM station is `E:`, dan kan dit als volgt:

```
E:\> tools\fdimage floppies\boot.flp A:
```

Herhaal dit commando voor elk `.flp`-bestand, waarbij steeds een nieuwe diskette wordt gebruikt. Merk elke diskette met de naam van het bestand dat erop wordt gekopieerd. Pas de opdrachtregel steeds aan, afhankelijk van waar de `.flp`-bestanden staan. Als er geen CD-ROM beschikbaar is dan kan `fdimage` gedownload worden vanuit de map `tools` (<ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/tools/>) op de FreeBSD FTP site.

Als de diskettes worden aanmaakt op een UNIX systeem (zoals een ander FreeBSD systeem) dan kan `dd(1)` gebruikt worden om de imagebestanden naar diskette te kopiëren. Onder FreeBSD:

```
# dd if=boot.flp of=/dev/fd0
```

Onder FreeBSD verwijst `/dev/fd0` naar het eerste disktestation (de `A:`-schijf). `/dev/fd1` zou de `B:`-schijf zijn enzovoorts. Andere UNIX-varianten kunnen andere namen hebben voor de disktestations. Meer informatie staat in de documentatie van ieder systeem.

Het installeren van FreeBSD kan nu beginnen.

2.4. Beginnen met de installatie

Belangrijk: De installatie maakt geen wijzigingen op schijven totdat het volgende bericht verschijnt:

```
Last Chance: Are you SURE you want continue the installation?
```

```
If you're running this on a disk with data you wish to save then WE
STRONGLY ENCOURAGE YOU TO MAKE PROPER BACKUPS before proceeding!
```

```
We can take no responsibility for lost disk contents!
```

De installatie kan worden beëindigd op elk moment voor deze laatste waarschuwing zonder dat de inhoud van harde schijven wordt gewijzigd. Als de angst bestaat dat er iets verkeerd is ingesteld, dan kan op dat moment gewoon de computer uitgezet worden zonder dat er schade optreedt.

2.4.1. Opstarten

2.4.1.1. Opstarten van i386™

1. Begin met een computer die uit staat.
2. Zet de computer aan. Als hij aangaat laat hij een optie zien om het systeeminstelmenu, of BIOS, te bereiken, gewoonlijk via **F2**, **F10**, **Del**, of **Alt+S**. Gebruik de toets die op het scherm wordt aangegeven. In sommige

gevallen laat de computer een plaatje zien terwijl hij opstart. Gewoonlijk verdwijnt dit plaatje door het intypen van **Esc** zodat eventuele verborgen berichten zichtbaar worden.

3. Zoek de instelling die bepaalt vanaf welk medium de computer opstart. Dit wordt meestal aangeduid met “Boot Order” en laat een lijst met media zien, zoals Floppy, CD-ROM, eerste harde schijf, enzovoorts.

Als u van de CD-ROM opstart, zorg er dan voor dat de CD-ROM geselecteerd is. Als wordt opstart van een USB-schijf of een diskette, stel dat dan in. Raadpleeg in geval van twijfel de documentatie van de computer en/of het moederbord.

Maak de instellingen, bewaar de veranderingen en sluit het instelprogramma af. De computer moet dan opnieuw starten.

4. Als u een “opstartbare” USB-stick heeft klaargemaakt zoals beschreven in Paragraaf 2.3.7, steek dan de USB-stick in voordat u de computer aanzet.

Bij opstarten vanaf CD moet na het aanzetten van de computer zo snel mogelijk de CD-ROM ingestoken worden.

Opmerking: Voor FreeBSD 7.x zijn installatiediskettes beschikbaar en ze kunnen worden klaargemaakt zoals beschreven in Paragraaf 2.3.7. Eén van deze is de eerste opstartschijf: `boot.flp`. Plaats deze schijf in uw diskteststation en start de computer op.

Als de computer opstart zoals altijd en met het huidige besturingssysteem begint, dan kan dat om de volgende redenen zijn:

1. De opstartschijven waren niet vroeg genoeg in de computer gedaan om ervan op te starten. Laat ze er dan inzitten en probeer de computer te herstarten.
 2. De gemaakte wijzigingen in de BIOS zijn niet goed doorgekomen. Doe dat dan nog een keer totdat de juiste instelling gevonden is.
 3. De BIOS ondersteunt het opstarten van het gekozen medium niet.
5. FreeBSD start nu op. Bij opstarten vanaf CD-ROM is iets als het volgende op het scherm te zien (versie-informatie weggelaten):

```
Booting from CD-Rom...
645MB medium detected
CD Loader 1.2
```

```
Building the boot loader arguments
Looking up /BOOT/LOADER... Found
Relocating the loader and the BTX
Starting the BTX loader
```

```
BTX loader 1.00 BTX version is 1.02
Consoles: internal video/keyboard
BIOS CD is cd0
BIOS drive C: is disk0
BIOS drive D: is disk1
BIOS 636kB/261056kB available memory
```

```
FreeBSD/i386 bootstrap loader, Revision 1.1
```

```
Loading /boot/defaults/loader.conf
/boot/kernel/kernel text=0x64daa0 data=0xa4e80+0xa9e40 syms=[0x4+0x6cac0+0x4+0x88e9d]
\
```

Bij opstarten vanaf diskette is iets als het volgende op het scherm te zien (versie-informatie weggelaten):

```
Booting from Floppy...
Uncompressing ... done
```

```
BTX loader 1.00  BTX version is 1.01
Console: internal video/keyboard
BIOS drive A: is disk0
BIOS drive C: is disk1
BIOS 639kB/261120kB available memory
```

```
FreeBSD/i386 bootstrap loader, Revision 1.1
```

```
Loading /boot/defaults/loader.conf
/kernel text=0x277391 data=0x3268c+0x332a8 |
```

```
Insert disk labelled "Kernel floppy 1" and press any key...
```

Volg de instructies op en haal de diskette met `boot.flp` eruit, stop de diskette met `kern1.flp` in het station en druk op **Enter**. Start op vanaf de eerste diskette en geef volgende diskettes in als daarom wordt gevraagd.

6. Of nu wordt opstart van CD-ROM, USB-stick of diskette, de opstartprocedure komt op een gegeven moment bij het bootloader-menu van FreeBSD:

Figuur 2-1. FreeBSD bootloader-menu



Wacht 10 seconden of druk op **Enter**.

2.4.1.2. Opstarten voor SPARC64®

De meeste SPARC64®-systemen zijn ingesteld om automatisch vanaf schijf op te starten. Om FreeBSD te installeren dient u over het netwerk of vanaf een CDROM op te starten, waarvoor u in de PROM (OpenFirmware) dient te breken.

Start het systeem opnieuw op, en wacht totdat de opstartboodschappen verschijnen om dit te doen. Het hangt af van het model, maar het zou er ongeveer zo uit moeten zien:

```
Sun Blade 100 (UltraSPARC-IIe), Keyboard Present
Copyright 1998-2001 Sun Microsystems, Inc. All rights reserved.
OpenBoot 4.2, 128 MB memory installed, Serial #51090132.
Ethernet address 0:3:ba:b:92:d4, Host ID: 830b92d4.
```

Als uw systeem vanaf hier verder gaat met opstarten vanaf schijf, dient u **L1+A** of **Stop+A** op het toetsenbord in te drukken, of een BREAK over de seriële console te versturen (door bijvoorbeeld ~# in tip(1) of cu(1) te gebruiken) om bij de PROM-prompt te komen. Het ziet er als volgt uit:

```
ok          ❶
ok {0}      ❷
```

- ❶ Deze prompt wordt gebruikt op systemen met slechts één CPU.
- ❷ Deze prompt wordt op SMP-systemen gebruikt, het cijfer geeft het aantal actieve CPUs aan.

Stop hier de CDROM in uw drive, en typ op de PROM-prompt `boot cdrom`.

2.4.2. Resultaten van het hardware-onderzoek bekijken

De laatste paar honderd regels die op het scherm verschenen zijn bewaard en kunnen bekeken worden.

Druk op **Scroll Lock** om ze te bekijken. Hiermee wordt de scrollmodus ingeschakeld. Gebruik de pijltjestoetsen en **PageUp** en **PageDown** om de resultaten te bekijken. Druk weer op **Scroll Lock** om de scrollmodus uit te schakelen.

Dit kan nu gedaan worden om de tekst te bekijken die over het scherm rolde terwijl de kernel de hardware onderzocht. Er is tekst te zoals in Figuur 2-2, maar de exacte tekst is anders, afhankelijk van de componenten in een computer.

Figuur 2-2. Voorbeeld resultaten hardware-onderzoek

```
avail memory = 253050880 (247120K bytes)
Preloaded elf kernel "kernel" at 0xc0817000.
Preloaded mfs_root "/mfsroot" at 0xc0817084.
md0: Preloaded image </mfsroot> 4423680 bytes at 0xc03ddcd4

md1: Malloc disk
Using $PIR table, 4 entries at 0xc00fde60
npx0: <math processor> on motherboard
npx0: INT 16 interface
pcib0: <Host to PCI bridge> on motherboard
pci0: <PCI bus> on pcib0
```

```
pcib1:<VIA 82C598MVP (Apollo MVP3) PCI-PCI (AGP) bridge> at device 1.0 on pci0
pci1: <PCI bus> on pcib1
pci1: <Matrox MGA G200 AGP graphics accelerator> at 0.0 irq 11
isab0: <VIA 82C586 PCI-ISA bridge> at device 7.0 on pci0
isa0: <iSA bus> on isab0
atapci0: <VIA 82C586 ATA33 controller> port 0xe000-0xe00f at device 7.1 on pci0
ata0: at 0x1f0 irq 14 on atapci0
ata1: at 0x170 irq 15 on atapci0
uhci0 <VIA 83C572 USB controller> port 0xe400-0xe41f irq 10 at device 7.2 on pci
0
usb0: <VIA 83572 USB controller> on uhci0
usb0: USB revision 1.0
uhub0: VIA UHCI root hub, class 9/0, rev 1.00/1.00, addr1
uhub0: 2 ports with 2 removable, self powered
pci0: <unknown card> (vendor=0x1106, dev=0x3040) at 7.3
dc0: <ADMtek AN985 10/100BaseTX> port 0xe800-0xe8ff mem 0xdb000000-0xeb0003ff ir
q 11 at device 8.0 on pci0
dc0: Ethernet address: 00:04:5a:74:6b:b5
miibus0: <MII bus> on dc0
ukphy0: <Generic IEEE 802.3u media interface> on miibus0
ukphy0: 10baseT, 10baseT-FDX, 100baseTX, 100baseTX-FDX, auto
ed0: <NE2000 PCI Ethernet (RealTek 8029)> port 0xec00-0xec1f irq 9 at device 10.
0 on pci0
ed0 address 52:54:05:de:73:1b, type NE2000 (16 bit)
isa0: too many dependant configs (8)
isa0: unexpected small tag 14
orm0: <Option ROM> at iomem 0xc0000-0xc7fff on isa0
fdc0: <NEC 72065B or clone> at port 0x3f0-0x3f5,0x3f7 irq 6 drq2 on isa0
fdc0: FIFO enabled, 8 bytes threshold
fd0: <1440-KB 3.5" drive> on fdc0 drive 0
atkbd0: <Keyboard controller (i8042)> at port 0x60,0x64 on isa0
atkbd0: <AT Keyboard> flags 0x1 irq1 on atkbd0
kbd0 at atkbd0
psm0: <PS/2 Mouse> irq 12 on atkbd0
psm0: model Generic PS/@ mouse, device ID 0
vga0: <Generic ISA VGA> at port 0x3c0-0x3df iomem 0xa0000-0xbffff on isa0
sc0: <System console> at flags 0x100 on isa0
sc0: VGA <16 virtual consoles, flags=0x300>
sio0 at port 0x3f8-0x3ff irq 4 flags 0x10 on isa0
sio0: type 16550A
sio1 at port 0x2f8-0x2ff irq 3 on isa0
sio1: type 16550A
ppc0: <Parallel port> at port 0x378-0x37f irq 7 on isa0
pppc0: SMC-like chipset (ECP/EPP/PS2/NIBBLE) in COMPATIBLE mode
ppc0: FIFO with 16/16/15 bytes threshold
plip0: <PLIP network interface> on ppbus0
ad0: 8063MB <IBM-DHEA-38451> [16383/16/63] at ata0-master UDMA33
acd0: CD-RW <LITE-ON LTR-1210B> at ata1-slave PIO4
Mounting root from ufs:/dev/md0c
/stand/sysinstall running as init on vty0
```

Controleer de resultaten van het hardware-onderzoek nauwgezet om er zeker van te zijn dat FreeBSD alle componenten gevonden heeft die verwacht worden. Als een component niet is gevonden, dan wordt die niet

genoemd. Een eigen kernel staat u toe om apparaten te ondersteunen die niet in de `GENERIC` kernel zitten, zoals geluidskaarten.

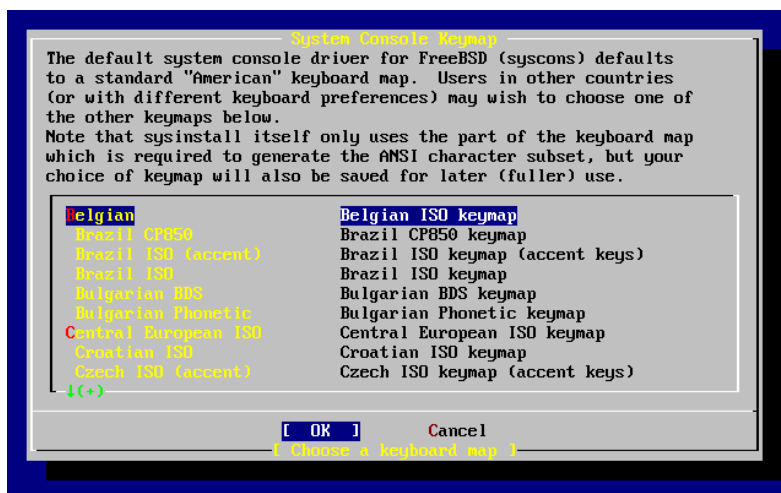
Na de procedure voor het opsporen van apparaten Figuur 2-3. Gebruik de pijltoetsen om een land, regio, of groep te kiezen. Druk daarna op **Enter**, dit stelt gemakkelijk uw land in.

Figuur 2-3. Landmenu kiezen



Als u `United States` als land heeft geselecteerd, dan zal de standaard Amerikaanse toetsenbordindeling worden gebruikt, als een ander land gekozen is, zal het volgende menu worden afgebeeld. Gebruik de pijltoetsen om de juiste toetsenbordindeling te kiezen en druk op **Enter**.

Figuur 2-4. Toetsenbordmenu kiezen



Nadat het juiste land is gekozen zal `sysinstall` het hoofd menu tonen.

2.5. Inleiding Sysinstall

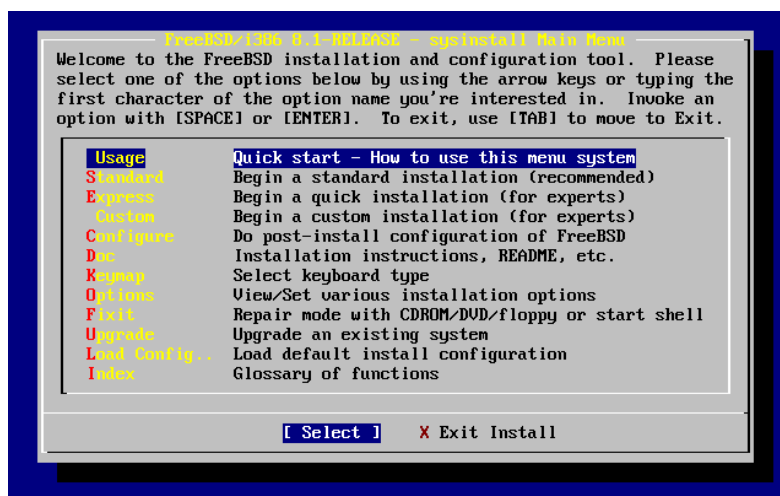
Het hulpprogramma **sysinstall** is het installatieprogramma voor FreeBSD. Het is tekstgebaseerd en is onderverdeeld in een aantal menu's en schermen die gebruikt kunnen worden om de installatieprocedure in te stellen en te beheren.

Het menu van **sysinstall** wordt bestuurd met de pijltjestoetsen, **Enter**, **Tab**, **Space** en andere toetsen. Een gedetailleerde beschrijving van de gebruikte toetsen en wat ze doen is opgenomen in de gebruikersinformatie voor **sysinstall**.

Selecteer de optie **Usage** om deze informatie te lezen. Selecteer de knop **[Select]**, zoals in Figuur 2-5, en druk op **Enter**.

De instructies om het menusysteem te gebruiken worden getoond. Na het lezen kan met **Enter** het hoofdmenu weer getoond worden.

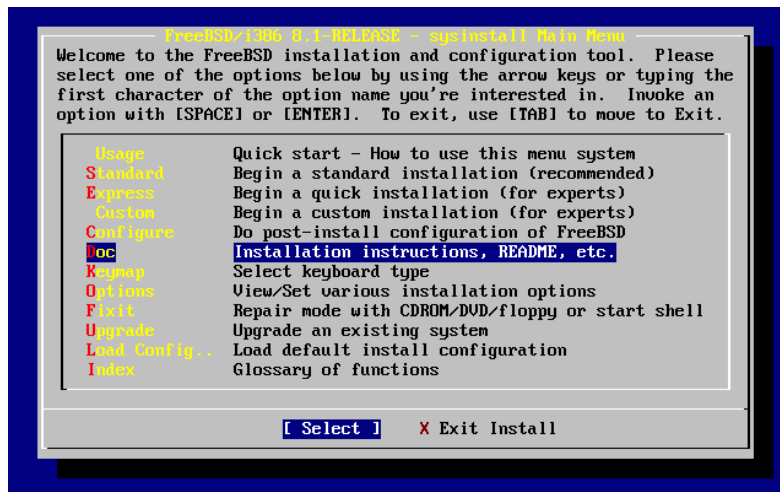
Figuur 2-5. Usage selecteren in het sysinstall hoofdmenu



2.5.1. Menu Documentation selecteren

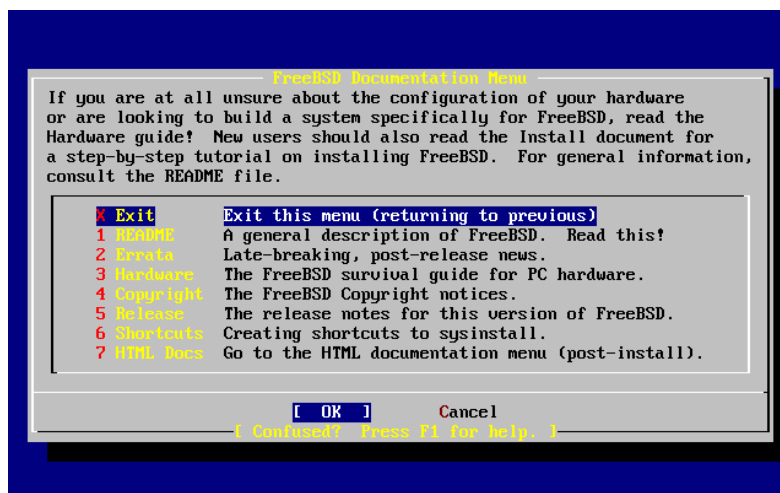
Kies met de pijltjestoetsen in het hoofdmenu **Doc** en druk op **Enter**.

Figuur 2-6. Menu Documentation selecteren



Dit toont het menu Documentation.

Figuur 2-7. Sysinstall menu Documentation



Het is belangrijk om de documentatie te lezen.

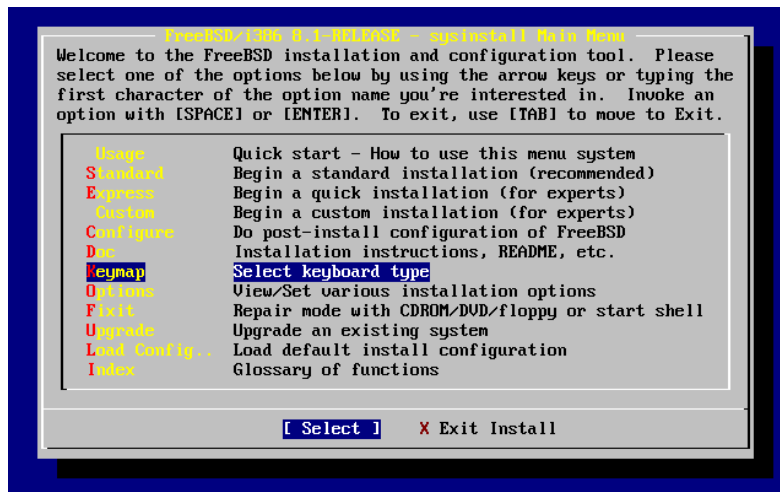
Selecteer een document met de pijltjestoetsen en druk op **Enter** om het te bekijken. Na het lezen wordt met **Enter** teruggekeerd naar het menu Documentation.

Selecteer Exit met de pijltjestoetsen en druk op **Enter** om het menu Documentation te verlaten.

2.5.2. Menu Keymap selecteren

Kies met de pijltjestoetsen Keymap in het menu en druk op **Enter** om de toetsenbordinstellingen te wijzigen. Dit is alleen nodig als geen standaard of VS-toetsenbord wordt gebruikt.

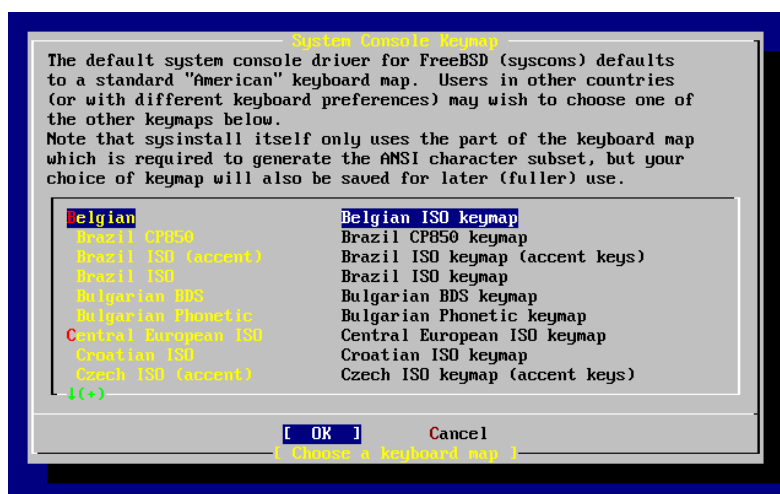
Figuur 2-8. Sysinstall hoofdmenu



Een andere toetsenbordindeling is te kiezen door het menu-item te selecteren met omhoog/omlaag en dan op **Space** te drukken. Nog een keer **Space** deselecteert het item. Nadat de keuze is gemaakt kan met de pijltjestoetsen [OK] gekozen worden en op **Enter** gedrukt worden.

In de schermafbeelding wordt maar een deel van de lijst getoond. Selecteer [Cancel] door op **Tab** te drukken. Dan wordt de standaard toetsenbordindeling gebruikt en het programma gaat terug naar het hoofdmenu voor de installatie.

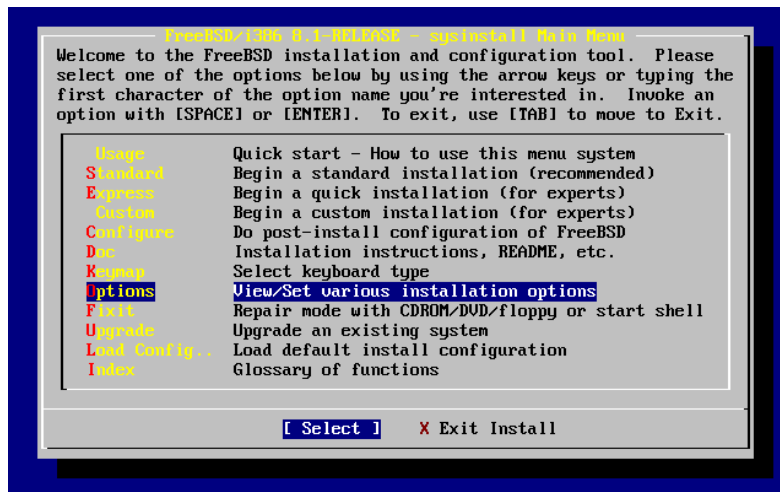
Figuur 2-9. Sysinstall menu Keymap



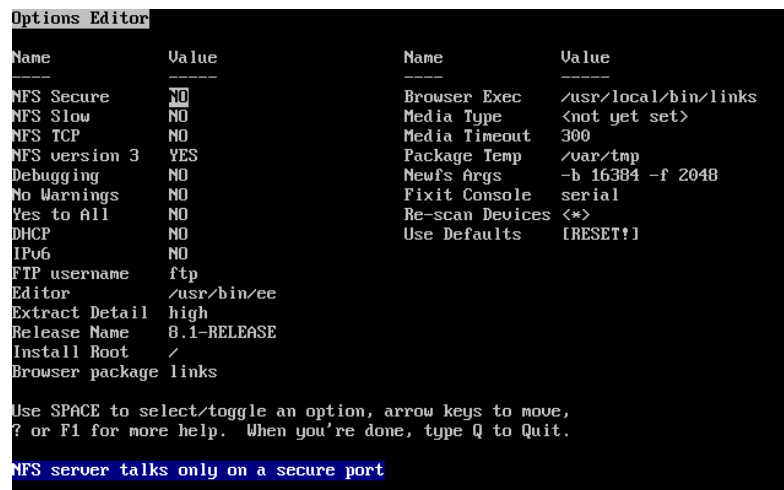
2.5.3. Installatiescherm Options

Kies Options en druk op **Enter**.

Figuur 2-10. Sysinstall hoofdmenu



Figuur 2-11. Sysinstall opties



De standaardwaarden zijn in orde voor de meeste gebruikers en hoeven meestal niet gewijzigd te worden. De release name hangt af van de versie die geïnstalleerd wordt.

Er staat een beschrijving van het geselecteerde item aan de onderkant van het scherm, geaccentueerd in blauw. Eén van de opties is Use Defaults waarmee opnieuw de beginwaarden worden ingesteld.

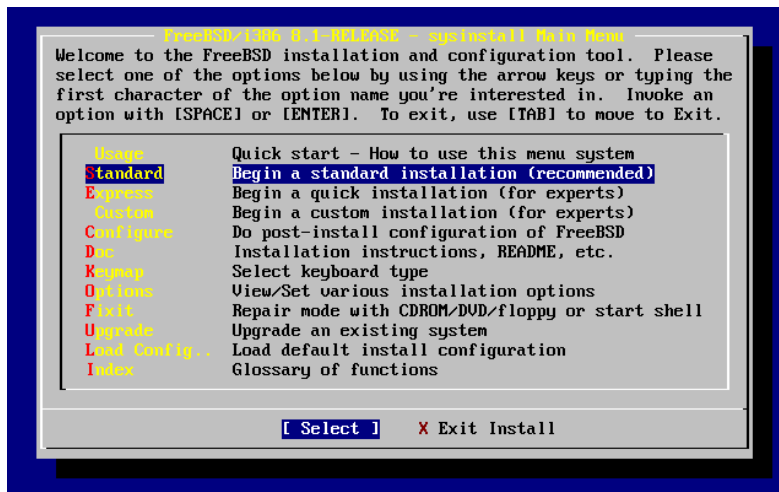
Druk op **F1** om de helptekst van de diverse opties te bekijken.

Druk op **Q** om terug te gaan naar het hoofdmenu van de installatie.

2.5.4. Een standaardinstallatie starten

De Standard installatie wordt aangeraden voor nieuwe gebruikers van UNIX of FreeBSD. Gebruik de pijltjestoetsen om Standard te selecteren en druk op **Enter** om de installatie te starten.

Figuur 2-12. Een standaardinstallatie starten



2.6. Schijfruimte toewijzen

Als eerste moet schijfruimte aan FreeBSD worden toegewezen en die ruimte dient gemerkt te worden zodat **sysinstall** deze kan voorbereiden. Om dit te kunnen doen is kennis nodig over hoe FreeBSD informatie op schijven verwacht aan te treffen.

2.6.1. BIOS schijfnummering

Voordat FreeBSD op een systeem geïnstalleerd en ingesteld kan worden is er een belangrijk onderwerp waarover kennis nodig is, met name als er meerdere harde schijven zijn.

Op een PC met een BIOS-afhankelijk besturingssysteem zoals MS-DOS en Microsoft Windows, kan het BIOS de normale schijfvolgorde abstraheren en volgt het besturingssysteem die wijzigingen. Dit stelt de gebruiker in staat op te starten van een andere schijf dan de zogenaamde “primary master”. Dit is erg handig voor gebruikers die er achter zijn gekomen dat de gemakkelijkste en goedkoopste manier om een systeembackup te maken het plaatsen van een identieke tweede harde schijf is en het daarop regelmatig kopieëren van de inhoud van de eerste schijf met **Ghost®** of **XCOPY**. Als de eerste schijf weigert of aangevallen is door een virus of vervuild is door een fout in het besturingssysteem, dan kan eenvoudig overgeschakeld worden door in het BIOS de twee schijven logisch te wisselen. Dat is als het verwisselen van de kabels, maar dan zonder de systeemkast open te maken.

Duurdere systemen met SCSI controllers hebben vaak BIOS-uitbreidingen die het mogelijk maken SCSI-schijven op soortgelijke wijze in te delen voor maximaal zeven schijven.

Een gebruiker die gewend is hiervan gebruik te maken kan verrast worden als de resultaten met FreeBSD niet overeenkomen met de verwachtingen. FreeBSD maakt geen gebruik van het BIOS en heeft dus geen kennis van “logical BIOS drive mapping”. Dit kan leiden tot verbazingwekkende situaties, met name als de schijven fysiek gelijk zijn in geometrie en ook de data klonen van elkaar zijn.

Bij het gebruik van FreeBSD moet altijd de natuurlijke schijfnummering hersteld worden voordat een installatie wordt gestart en die moet ook zo blijven. Als de schijven gewisseld moeten worden, dan moet dat op de moeilijke

manier: maak de systeemkast open en verplaats jumpers en kabels.

Excursie Uit de verbazingwekkende avonturen van Willem en Fred

Willem sloop een oude Wintel machine om er nog een FreeBSD machine voor Fred van te maken. Willem installeert een enkele SCSI-schijf met SCSI ID 0 en installeert er FreeBSD op.

Fred begint met systeem te werken, maar na een paar dagen komt hij er achter dat de oude SCSI-schijf veel fouten geeft en hij geeft het door aan Willem.

Na weer een paar dagen besluit Willem dat het tijd is om er iets aan te doen, dus hij pakt een identieke SCSI-schijf uit het “archief” met schijven in een achterkamertje. Een oppervlaktecontrole toont aan dat deze schijf goed functioneert, dus Willem installeert deze schijf als SCSI ID 4 en maakt een image kopie van schijf 0 naar schijf 4. Nu de nieuwe schijf is geïnstalleerd en het prima doet, besluit Willem dat het een goed idee is om hem in bedrijf te nemen, dus gebruikt hij de mogelijkheid van het BIOS om de schijven te hernummeren, om er voor te zorgen dat het systeem opstart van schijf 4. FreeBSD start op en werkt goed.

Fred werkt nog een paar dagen door en vlot besluiten Willem en Fred dat het tijd is voor een nieuw avontuur: tijd op om te waarderen naar een nieuwere versie van FreeBSD. Willem haalt SCSI unit 0 eruit, want die was een beetje instabiel en vervangt hem door een andere schijf uit het “archief”. Willem installeert vervolgens de nieuwe versie van FreeBSD op de nieuwe SCSI ID 0 met Fred’s magische Internet FTP diskettes. De installatie gaat goed.

Fred gebruikt de nieuwe versie van FreeBSD een paar dagen en bevestigt dat die goed genoeg is om gebruikt te worden op de programmeerafdeling. Het is tijd om al zijn werk vanaf de oude versie te kopiëren. Dus Fred mount SCSI ID 4 (de laatste kopie van de oudere FreeBSD versie). Fred baalt behoorlijk als hij ontdekt dat niets van zijn kostbare werk aanwezig is op SCSI ID 4.

Waar is de data gebleven?

Toen Willem een zuivere kopie van de originele SCSI ID 0 maakte op SCSI ID 4, werd SCSI ID 4 de “nieuwe kloon”. Toen Willem het SCSI BIOS zo instelde dat hij kon opstarten van SCSI ID 4 hield hij zichzelf gewoonweg voor de gek. FreeBSD draaide nog steeds op SCSI ID 0. Dit soort wijzigingen in het BIOS zorgen ervoor dat sommige of alle opstart- en laadprogramma’s van de geselecteerde BIOS schijf komen, maar als de FreeBSD kernelstuurprogramma’s het overnemen, wordt de BIOS nummering genegeerd en valt FreeBSD terug op de normale schijfnummering. In dit voorbeeld werkte het systeem nog steeds op de originele SCSI ID 0 en Fred’s gegevens stonden daarop en niet op SCSI ID 4. Het feit dat het systeem leek te draaien vanaf SCSI ID 4 was eenvoudig een luchtkasteel als gevolg van menselijke verwachtingspatronen.

Verheugd kunnen we mededelen dat er geen enkele byte weggegooid is bij de ontdekking van dit verschijnsel. De oude SCSI-schijf ID 0 werd teruggehaald van de stapel en al Fred’s werk is aan hem teruggegeven (en Willem weet nu dat hij al tot 0 kan tellen).

Hoewel in dit voorbeeld SCSI-schijven zijn gebruikt, geldt hetzelfde voor IDE-schijven.

2.6.2. Slices maken met FDisk

Opmerking: Wijzigingen die op dit punt gemaakt worden, worden niet weggeschreven naar de schijf. Als er een fout gemaakt is kan opnieuw begonnen worden door via de menu’s **sysinstall** te verlaten en het nog een keer te proberen of door **U** te toetsen kan de optie Undo gebruikt worden. Als alles te verwarrend is kan zelfs de computer uitgezet worden.

Na de keuze een standaardinstallatie te beginnen toont **sysinstall** het volgende bericht:

```

Message

In the next menu, you will need to set up a DOS-style ("fdisk")
partitioning scheme for your hard disk. If you simply wish to devote
all disk space to FreeBSD (overwriting anything else that might be on
the disk(s) selected) then use the (A)ll command to select the default
partitioning scheme followed by a (Q)uit. If you wish to allocate only
free space to FreeBSD, move to a partition marked "unused" and use the
(C)reate command.

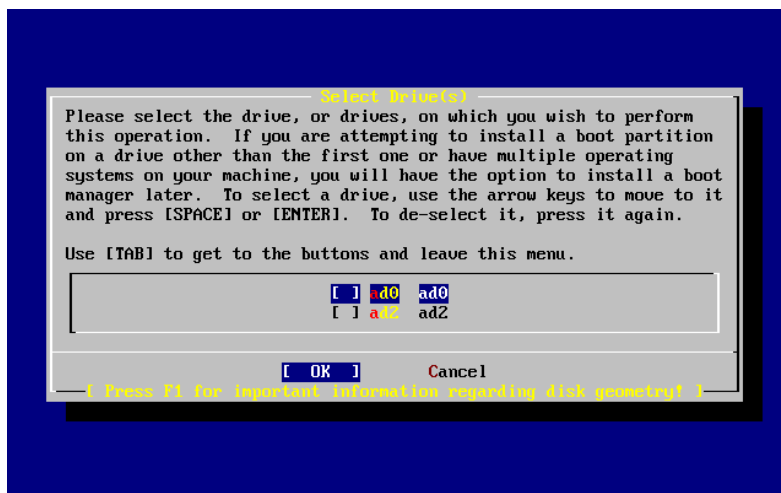
[ OK ]

[ Press enter or space ]

```

Toets **Enter**. Er wordt dan een lijst getoond met alle harde schijven die de kernel gevonden heeft bij het onderzoeken van de hardware. Figuur 2-13 toont een voorbeeld van een systeem met twee IDE-schijven. Ze heten ad0 en ad2.

Figuur 2-13. Schijf kiezen voor FDisk



Waarom staat ad1 niet in de lijst?

Stel er zitten twee IDE-schijven in een systeem, de eerste als master op de eerste IDE controller en de andere als master op de tweede IDE controller. Als FreeBSD deze zou nummeren zoals ze worden aangetroffen, als ad0 en ad1, dan zou het allemaal werken.

Maar als dan een derde schijf wordt toegevoegd, als slave op de eerste IDE controller, dan wordt die ad1 en de vorige ad1 wordt dan ad2. Omdat apparaatnamen (zoals ad1s1a) in gebruik zijn om bestandssystemen te vinden, lijken bestandssystemen niet meer in orde zijn en moeten de FreeBSD instellingen gewijzigd worden.

Om dit te omzeilen kan de kernel zo ingesteld worden dat de IDE schijven namen krijgen gebaseerd op hun lokatie en niet in de volgorde waarin ze gevonden worden. Met dat schema wordt de masterschijf op de tweede IDE controller *altijd* ad2, ook als er geen ad0 of ad1 apparaten zijn.

Dit is de standaardinstelling van de FreeBSD kernel, vandaar dat dit scherm ad0 en ad2 laat zien. De machine waarop deze schermafdruck gemaakt is had IDE schijven op beide masterkanalen van de IDE controllers en geen schijven op de slavekanalen.

Nu kan de schijf waarop de FreeBSD installatie moet komen worden geselecteerd. Druk daarna op [OK]. **FDisk** start op met een scherm vergelijkbaar met Figuur 2-14.

Het scherm van **FDisk** bestaat uit drie delen.

Het eerste deel, de eerste twee regels van het scherm, toont de details van de selecteerde schijf, inclusief de FreeBSD naam, de schijfgeometrie en de totale grootte van de schijf.

Het tweede deel laat de slices zien die momenteel op de schijf aanwezig zijn, waar ze beginnen en eindigen, hoe groot ze zijn en de namen die FreeBSD ze geeft, hun omschrijving en subtype. In dit voorbeeld zijn twee kleine ongebruikte delen te zien, die een afspiegeling zijn van de schijfindeling op het systeem. Het laat ook een grote FAT-slice zien, die bijna zeker zichtbaar is als C: in MS-DOS of Windows, en een extended deel, dat de andere schijfletters kan bevatten voor MS-DOS of Windows.

Het derde deel toont de commando's die beschikbaar zijn in **FDisk**.

Figuur 2-14. Typische FDisk partities voor wijzigen

```

Disk name:      ad0                      FDISK Partition Editor
DISK Geometry: 16383 cyls/16 heads/63 sectors = 16514064 sectors (8063MB)

Offset      Size(ST)      End      Name  PType  Desc  Subtype  Flags
-----
0           63            62      -      6      unused 0      >
63          4193217        4193279 ad0s1   2      fat   14      >
4193280     1008          4194287 -      6      unused 0      >
4194288    12319776        16514063 ad0s2   4      extended 15    >

The following commands are supported (in upper or lower case):

A = Use Entire Disk      G = set Drive Geometry  C = Create Slice      F = 'DD' mode
D = Delete Slice         Z = Toggle Size Units   S = Set Bootable     I = Wizard m.
T = Change Type          U = Undo All Changes   Q = Finish

Use F1 or ? to get more help, arrow keys to select.

```

De volgende stap hangt af van hoe de schijf moet worden opgedeeld.

Als de hele schijf voor FreeBSD wordt gebruikt (waardoor alle andere data op die schijf verwijderd wordt als later in de procedure met **sysinstall** wordt bevestigd dat de installatie verder kan gaan) toets dan **A**, de optie **Use Entire Disk**. De bestaande delen worden verwijderd en daarvoor in de plaats komt een klein gebied, dat als **unused** wordt aangegeven (alweer een afspiegeling van de PC schijfopmaak) en dan een groot deel voor FreeBSD. Hierna dient het nieuwe FreeBSD-deel met de pijltjestoetsen geselecteerd te worden en daarna kan **S** ingetoetst worden om het deel **bootable** te maken. Het scherm ziet er dan ongeveer uit als in Figuur 2-15. Let op de **A** in de kolom **Flags**. Deze geeft aan dat dit deel *actief* is en er van opgestart wordt.

Als er ruimte voor FreeBSD gemaakt wordt door een bestaande slice te verwijderen, dan moet dat deel geselecteerd worden met de pijltjestoetsen en kan vervolgens op **D** gedrukt worden. Daarna kan **C** getoetst worden en wordt er gevraagd hoe groot het deel moet zijn. Geef het gewenste getal in en druk op **Enter**. De standaardwaarde in dit invoervak is het grootst mogelijke deel dat gemaakt kan worden. Dat kan de grootst mogelijke aaneengesloten ruimte op de harde schijf zijn of de hele schijf.

Als er al ruimte gemaakt is voor FreeBSD (bijvoorbeeld met een programma als **PartitionMagic**), dan kan de optie **C** gebruikt worden om een nieuw deel te maken. Opnieuw komt de vraag naar de grootte van het gebied dat aangemaakt moet worden.

Figuur 2-15. FDisk partitie voor een hele schijf

```

Disk name:      ad0      FDISK Partition Editor
DISK Geometry: 16383 cyls/16 heads/63 sectors = 16514064 sectors (8063MB)

Offset      Size(ST)      End      Name  PType      Desc  Subtype  Flags
-----
0           63           62      -      6      unused     0
63      16514001      16514063      ad0s1  3      freebsd    165     CA

The following commands are supported (in upper or lower case):

A = Use Entire Disk      G = set Drive Geometry      C = Create Slice      F = 'DD' mode
D = Delete Slice        Z = Toggle Size Units      S = Set Bootable      I = Wizard m.
T = Change Type         U = Undo All Changes      Q = Finish

Use F1 or ? to get more help, arrow keys to select.

```

Toets na afronding **Q**. De wijzigingen worden bewaard in **sysinstall**, maar worden nog niet op de schijf weggeschreven.

2.6.3. Bootmanager installeren

Hierna is het mogelijk een bootmanager te installeren. Het installeren van de FreeBSD bootmanager is verstandig als:

- Er meer dan één schijf in een systeem zit en FreeBSD op een andere dan de eerste schijf wordt geïnstalleerd;
- FreeBSD geïnstalleerd wordt naast een ander besturingssysteem op dezelfde schijf en er bij het opstarten van de computer gekozen moet worden of FreeBSD of het andere besturingssysteem wordt gestart.

Als FreeBSD het enige besturingssysteem op een computer wordt en het is geïnstalleerd op de eerste harde schijf, dan volstaat de **Standard** bootmanager. Kies **None** als een bootmanager van een derde partij wordt gebruikt die in staat is om FreeBSD te starten.

Maak de keuze en druk op **Enter**.

Figuur 2-16. Sysinstall menu Boot Manager



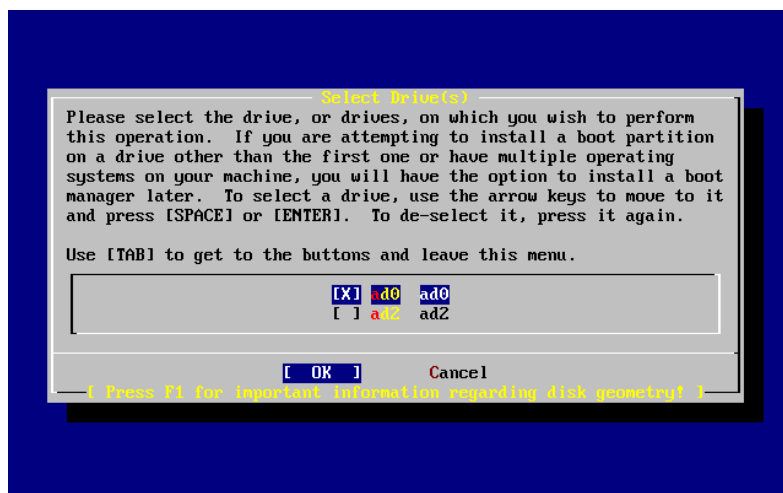
Het hulpscherm, bereikbaar via **F1**, beschrijft de problemen die mogelijk zijn als de harde schijf voor meerdere besturingssystemen gebruikt gaat worden.

2.6.4. Slices maken op een andere schijf

Als er meer dan één schijf is komt het programma terug in het scherm "Select Drives" na het installeren van de bootmanager. Als FreeBSD wordt geïnstalleerd op meerdere schijven, selecteer dan een andere schijf en herhaal het indelen van de schijf met **FDisk**.

Belangrijk: Als FreeBSD wordt geïnstalleerd op een andere dan de eerste schijf, dan moet de FreeBSD bootmanager geïnstalleerd worden op beide schijven.

Figuur 2-17. Schijf selecteren verlaten



Met **Tab** wordt gewisseld tussen de laatst geselecteerde schijf, [OK] en [Cancel].

Druk één keer op **Tab** om [OK] actief te maken en druk dan op **Enter** om door te gaan met de installatie.

2.6.5. Partities maken met Disklabel

Nu moeten er slices in elke zojuist aangemaakte partitie aangemaakt worden. Onthoud dat elke partitie een letter heeft van a tot en met h en dat partities b, c en d een betekenis hebben die gehonoreerd moet worden.

Bepaalde programma's hebben voordeel van specifieke partitieschema's, met name als partities worden aanmaakt over meerdere schijven. Maar voor nu, als eerste FreeBSD installatie, is het niet zo van belang hoe de schijf wordt gepartitioneerd. Het is belangrijker dat FreeBSD wordt geïnstalleerd en geleerd wordt hoe ermee te werken. FreeBSD kan altijd opnieuw geïnstalleerd worden om een partitieschema te wijzigen als er meer bekendheid is met het besturingssysteem.

Het onderstaande schema heeft vier partities. Eén als swapgebied en drie voor bestandssystemen.

Tabel 2-2. Partitieopmaak voor de eerste schijf

Partitie	Bestandssysteem	Grootte	Omschrijving
a	/	1 GB	Dit is het root-bestandssysteem. Elk ander bestandssysteem wordt ergens in dit systeem aangekoppeld. 1 GB is een redelijke grootte voor dit bestandssysteem. Er wordt niet al te veel data in opgeslagen, want een normale FreeBSD installatie slaat hier ongeveer 128 MB aan gegevens op. De rest van de ruimte is voor tijdelijke gegevens en laat extra ruimte over voor het geval nieuwere versies van FreeBSD meer ruimte nodig hebben in /.

Partitie	Bestandssysteem	Grootte	Omschrijving
b	N/A	2-3 x RAM	<p>De swapruimte van een systeem wordt op de b-partitie opgeslagen. De keuze van de juiste hoeveelheid swapruimte is een beetje een kunst. Een goede vuistregel is dat swapruimte twee of drie keer de hoeveelheid intern geheugen (RAM) moet zijn. Er moet minstens 64 MB aan swap zijn, dus als er minder dan 32 MB RAM in een computer zit, zet dan de swapruimte op 64 MB.</p> <p>Als er meer dan één schijf in een computer zit, dan kan er op iedere schijf swapruimte gemaakt worden. FreeBSD gebruikt dan elke schijf als swap, wat effectief de snelheid van het swappen verhoogt. Bereken in dat geval de totale hoeveelheid swap die nodig is (bijv. 128 MB) en deel dat door het aantal schijven dat aanwezig is (bijvoorbeeld twee schijven) om de hoeveelheid swap per schijf te bepalen, in dit voorbeeld 64 MB swapruimte per schijf.</p>
e	/var	512 MB tot 4096 MB	De map /var bevat bestanden die constant veranderen: logboekbestanden en andere administratieve bestanden. Veel van deze bestanden worden intensief gelezen of beschreven gedurende het dagelijks draaien van FreeBSD. Door deze bestanden op een apart bestandssysteem te zetten heeft FreeBSD de mogelijkheid de toegang tot deze bestanden te optimaliseren, zonder invloed te hebben op bestanden in andere map die niet zo'n toegangspatroon hebben.
f	/usr	Overige schijfruimte (minstens 8 GB)	Alle andere bestanden worden gewoonlijk opgeslagen in /usr en submappen.

Waarschuwing De bovenstaande waardes dienen als voorbeeld en dienen alleen door ervaren gebruikers gebruikt te worden. Gebruikers worden aangeraden om de automatische partitie-indeling genaamd `Auto Defaults` van de partitiebewerker van FreeBSD te gebruiken.

Als FreeBSD wordt geïnstalleerd op meer dan één schijf dan moeten ook partities aangemaakt worden op de andere slices die zijn ingesteld. De meest eenvoudige manier om dat te doen is het aanmaken van twee partities op elke schijf: een als swap en een voor een bestandssysteem.

Tabel 2-3. Partitieopmaak voor volgende schijven

Partitie	Bestandssysteem	Grootte	Omschrijving
----------	-----------------	---------	--------------

Partitie	Bestandssysteem	Grootte	Omschrijving
b	N/A	Zie omschrijving	Zoals beschreven kan swapruimte over alle schijven verdeeld worden. Ook al is de a-partitie vrij, de conventie schrijft voor dat de swapruimte op partitie b staat.
e	/diskn	Overige schijfruimte	De overige schijfruimte wordt gebruikt voor één grote partitie. Dit kan gemakkelijk op de a-partitie, in plaats van de e-partitie. De conventie schrijft echter voor dat partitie a op een slice is gereserveerd voor het bestandssysteem dat de root (/) van het bestandssysteem is. Deze conventie hoeft niet gevolgd te worden, maar sysinstall doet dat wel, dus als de conventie wordt nageleefd wordt de installatie iets schoner. Er kan gekozen worden om dit bestandssysteem waar dan ook te mounten. Dit voorbeeld suggereert dat het wordt aangekoppeld als /diskn, waarbij n een getal is dat verandert voor elke schijf. Er kan natuurlijk ook een ander schema worden aanhouden als dat de voorkeur heeft.

Na het kiezen van de partitieopmaak kunnen ze worden aangemaakt met **sysinstall**. Dan verschijnt het volgende bericht:

```

                                Message
Now, you need to create BSD partitions inside of the fdisk
partition(s) just created. If you have a reasonable amount of disk
space (1GB or more) and don't have any special requirements, simply
use the (A)uto command to allocate space automatically. If you have
more specific needs or just don't care for the layout chosen by
(A)uto, press F1 for more information on manual layout.

                                [ OK ]
                                [ Press enter or space ]

```

Druk op **Enter** om de FreeBSD partitie-editor, **Disklabel** te starten.

Figuur 2-18 toont het scherm als **Disklabel** opstart. Het scherm bestaat uit drie delen.

De eerste paar regels tonen de naam van de actieve schijf en het gebied dat de partities bevat die worden aangemaakt (op dit punt noemt **Disklabel** dit de Partitiennaam in plaats van de slicenaam). Dit scherm toont ook de hoeveelheid vrije ruimte in de slice. Dat is de gereserveerde ruimte in de slice die nog niet aan een partitie is toegewezen.

Het middelste deel toont de partities die aangemaakt zijn, de naam van het bestandssysteem dat elke partitie bevat, de grootte en enkele opties betreffende het aanmaken van het bestandssysteem.

Het onderste deel van het scherm toont de toetsaanslagen die geldig zijn in **Disklabel**.

Figuur 2-18. Sysinstall Disklabel Editor

```

FreeBSD Disklabel Editor
Disk: ad0      Partition name: ad0s1      Free: 16514001 blocks (8063MB)

Part      Mount      Size Newfs      Part      Mount      Size Newfs
-----
-----

The following commands are valid here (upper or lower case):
C = Create      D = Delete      M = Mount pt.
N = Newfs Opts  Q = Finish      S = Toggle SoftUpdates  Z = Custom Newfs
T = Toggle Newfs U = Undo      A = Auto Defaults      R = Delete+Merge

Use F1 or ? to get more help, arrow keys to select.

```

Disklabel kan automatisch de partities aanmaken en ze de standaardgrootte geven. De standaardgroottes worden met behulp van een intern algoritme om de partitiegrootte te bepalen gebaseerd op de schijfgrootte berekend. Dit kan door op **A** te drukken. Dan verschijnt een scherm zoals in Figuur 2-19. Afhankelijk van de grootte van de schijf die wordt gebruikt zijn de standaardwaarden wel of niet van toepassing. Dit maakt niets uit, omdat de standaardwaarden niet geaccepteerd hoeven te worden.

Opmerking: De standaard partitionering wijst `/tmp` zijn eigen partitie toe en is die geen onderdeel meer van de partitie `/`. Dit voorkomt het vollopen van de partitie `/` met tijdelijke bestanden.

Figuur 2-19. Sysinstall Disklabel Editor met standaardwaarden

```

FreeBSD Disklabel Editor
Disk: ad0      Partition name: ad0s1      Free: 0 blocks (0MB)

Part      Mount      Size Newfs      Part      Mount      Size Newfs
-----
-----
ad0s1a    /           422MB UFS2      Y
ad0s1b    swap        321MB SWAP
ad0s1d    /var        710MB UFS2+S  Y
ad0s1e    /tmp        377MB UFS2+S  Y
ad0s1f    /usr        6232MB UFS2+S  Y

The following commands are valid here (upper or lower case):
C = Create      D = Delete      M = Mount pt.
N = Newfs Opts  Q = Finish      S = Toggle SoftUpdates  Z = Custom Newfs
T = Toggle Newfs U = Undo      A = Auto Defaults      R = Delete+Merge

Use F1 or ? to get more help, arrow keys to select.

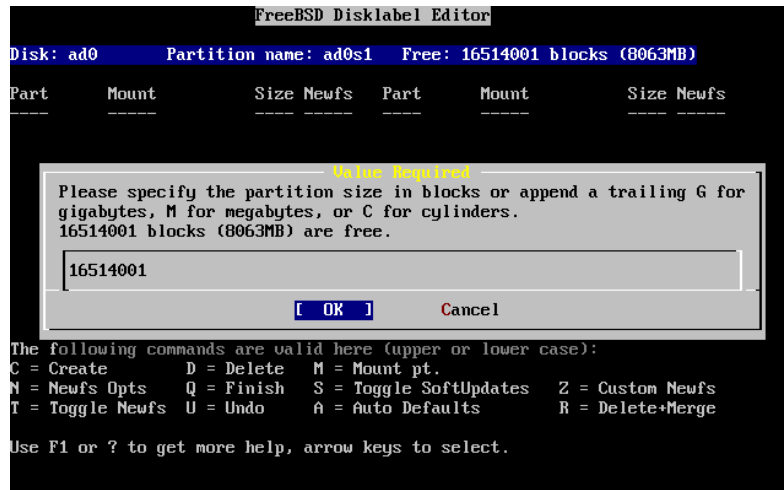
```

Als er gekozen is om niet de standaard partities te gebruiken en ze te vervangen door een eigen indeling, gebruik dan de pijltjestoetsen om de eerste partitie te selecteren en druk dan op **D** om deze te verwijderen. Herhaal dit om alle

aanbevolen partities te verwijderen.

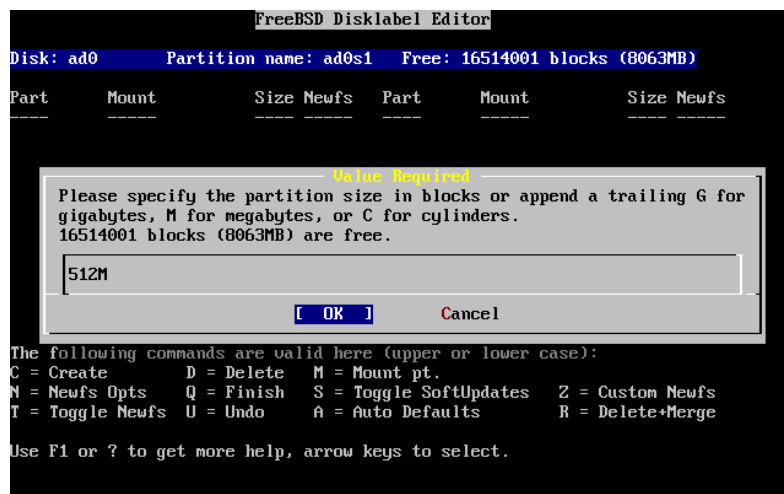
Selecteer het juiste schijfdeel aan de bovenkant van het scherm om de eerste partitie aan te maken (a, gemount als / – root) en druk op **C**. Een dialoogscherm verschijnt met de vraag hoe groot de nieuwe partitie moet zijn (zoals te zien in Figuur 2-20). De grootte kan opgegeven worden in schijfblokken of als een getal gevolgd door **M** voor megabytes, **G** voor gigabytes of **C** voor cylinders.

Figuur 2-20. Vrije ruimte voor de rootpartitie



De standaardgrootte maakt een partitie aan zo groot als de rest van het schijfdeel. Als de partitiegroottes worden gebruikt als beschreven in het eerdere voorbeeld, verwijder dan het reeds ingevulde getal met **Backspace** en type **512M**, zoals te zien in Figuur 2-21. Druk dan op **[OK]**.

Figuur 2-21. Grootte van de rootpartitie wijzigen



Als de grootte van een partitie gekozen is, wordt gevraagd of deze partitie een bestandssysteem of een wisselbestand (swap) bevat. Deze dialoog is te zien in Figuur 2-22. Deze eerste partitie bevat een bestandssysteem, dus controleer

of FS geselecteerd is en druk op **Enter**.

Figuur 2-22. Type van de rootpartitie kiezen



Omdat een bestandssysteem wordt aangemaakt moet **disklabel** verteld worden waar het bestandssysteem gemount moet worden. Het dialoogscherm is te zien in Figuur 2-23. Het mountpunt van het root-bestandssysteem is /, dus type / en druk dan op **Enter**.

Figuur 2-23. Root mountpunt kiezen



Het scherm wordt dan bijgewerkt met de nieuw aangemaakte partitie. Deze stappen moeten herhaald worden voor de andere partities. Als een wisselbestandpartitie wordt aanmaakt, wordt niet gevraagd naar het mountpunt, want wisselbestanden worden nooit gemount. Als de laatste partitie is aanmaakt, /usr, kan de aangegeven grootte blijven staan, want dat is de rest van de schijf.

Het uiteindelijke FreeBSD Disklabel Editor scherm kan eruit zien als Figuur 2-24, maar de waarden kunnen afwijken. Druk op **Q** om af te sluiten.

Figuur 2-24. Sysinstall Disklabel Editor

```

FreeBSD Disklabel Editor
Disk: ad0      Partition name: ad0s1  Free: 0 blocks (0MB)

Part      Mount      Size Newfs  Part      Mount      Size Newfs
-----
ad0s1a    /              512MB UFS2    Y
ad0s1b    swap           512MB SWAP
ad0s1d    /var           256MB UFS2+S Y
ad0s1e    /usr           6783MB UFS2+S Y

The following commands are valid here (upper or lower case):
C = Create      D = Delete    M = Mount pt.
N = Newfs Opts  Q = Finish    S = Toggle SoftUpdates  Z = Custom Newfs
T = Toggle Newfs U = Undo      A = Auto Defaults      R = Delete+Merge

Use F1 or ? to get more help, arrow keys to select.

```

2.7. Wat installeren

2.7.1. Distributieset selecteren

De keuze van de distributieset om te installeren hangt af van het gebruiksdoel van een systeem en de beschikbare schijfruimte. De voorgedefiniëerde opties variëren van het installeren van kleinste mogelijke installatie tot “alles”. Nieuwelingen in UNIX en/of FreeBSD kiezen bijna zeker één van voorgedefinieerde opties. Het aanpassen van de distributieset is typisch iets voor de meer ervaren gebruikers.

Druk op **F1** voor meer informatie over de distributiesets en wat ze bevatten. Na het bekijken van de informatie geeft het toetsen van **Enter** opnieuw het menu Select Distributions weer.

Als een grafische gebruikersinterface gewenst is, dan dient de configuratie van de X-server en het kiezen van een standaard bureaublad na de installatie van FreeBSD te worden uitgevoerd. Meer informatie over het installeren en instellen van een X-server staat beschreven in Hoofdstuk 5.

Xorg is de standaardversie van X11 die wordt geïnstalleerd.

Als het wenselijk is een aangepaste kernel te compileren, kies dan een optie die de broncode bevat. Meer informatie over de redenen om een aangepaste kernel te bouwen en hoe dat moet staat in Hoofdstuk 8.

Vanzelfsprekend is het meest uitgebreide systeem het systeem dat alles omvat. Als er genoeg schijfruimte is, kies dan met de pijltjestoetsen All, zoals in Figuur 2-25 en druk op **Enter**. Als schijfruimte een zorg is, overweeg dan een optie die meer toegespitst is op de gewenste situatie. De perfecte keuze maken is niet nodig, naderhand kunnen distributies worden toevoegd.

Figuur 2-25. Distributies kiezen



2.7.2. Portscollectie installeren

Na het kiezen van de gewenste distributie komt de vraag of de FreeBSD Portscollectie geïnstalleerd moet worden. De Portscollectie is een gemakkelijke en handige manier om software te installeren. De Portscollectie bevat niet de broncode die nodig is om de software te compileren. In plaats daarvan is het een verzameling bestanden die het downloaden, compileren en installeren van software automatiseert. In Hoofdstuk 4 wordt beschreven hoe de Portscollectie gebruikt kan worden.

Het installatieprogramma controleert niet of er genoeg schijfruimte is. Deze optie dient alleen gekozen te worden als er voldoende schijfruimte is. In FreeBSD 9.0 neemt de Portscollectie ongeveer 417 MB schijfruimte in. Het is verstandig om aan te nemen dat in recentere versies van FreeBSD meer ruimte nodig is.

```
User Confirmation Requested
Would you like to install the FreeBSD ports collection?
```

```
This will give you ready access to over 20,000 ported software packages,
at a cost of around 417 MB of disk space when "clean" and possibly much
more than that if a lot of the distribution tarballs are loaded
(unless you have the extra CDs from a FreeBSD CD/DVD distribution
available and can mount it on /cdrom, in which case this is far less
of a problem).
```

```
The ports collection is a very valuable resource and well worth having
on your /usr partition, so it is advisable to say Yes to this option.
```

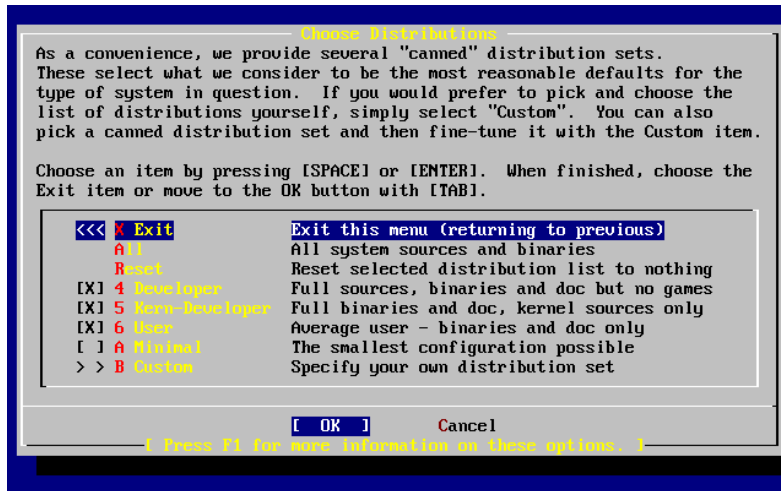
```
For more information on the ports collection & the latest ports,
visit:
```

```
http://www.FreeBSD.org/ports
```

```
[ Yes ]      No
```

Selecteer [Yes] met de pijltjestoetsen om de Portscollectie te installeren of [No] om deze optie over te slaan. Druk op **Enter** om verder te gaan. Het menu Choose Distributions wordt opnieuw getoond.

Figuur 2-26. Distributies kiezen



Als alle keuzes gemaakt zijn, selecteer dan Exit met de pijltjestoetsen, zorg ervoor dat [OK] actief is en druk op **Enter** om verder te gaan.

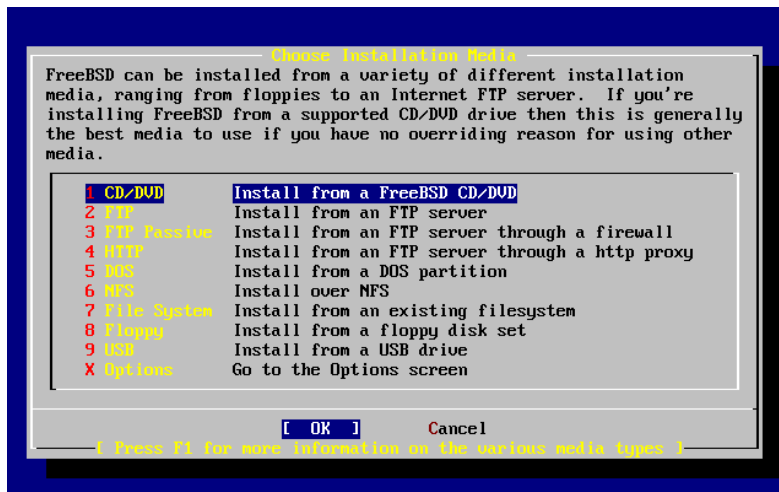
2.8. Installatiemedia kiezen

Als wordt geïnstalleerd vanaf een CD-ROM of DVD kies dan met de pijltjestoetsen de optie Install from a FreeBSD CD/DVD. Zorg ervoor dat [OK] actief is en druk op **Enter** om verder te gaan.

Kies voor andere installatiemethodes de desbetreffende optie en volg de aanwijzingen.

Druk op **F1** om de online help voor de installatiemedia te lezen. Druk op **Enter** om terug te gaan naar het menu mediaselectie.

Figuur 2-27. Mediaselectie



2.8.1. FTP installatiemethoden

Er zijn drie manieren van installeren via FTP: active FTP, passive FTP of via een HTTP proxy.

Actieve FTP: Install from an FTP server

Deze optie zorgt ervoor dat alle FTP acties gebruik maken van de “Active” modus. Dit werkt niet door firewalls, maar werkt wel met oudere FTP-servers die de passieve modus niet ondersteunen. Als een verbinding blijft hangen met de passieve modus probeer dan de actieve modus!

Passieve FTP: Install from an FTP server through a firewall

Deze optie geeft **sysinstall** aan gebruik te maken van de “Passive” modus voor al het FTP-verkeer. Dit zorgt ervoor dat verbindingen door firewalls heen kunnen die inkomende verbindingen niet toelaten op willekeurige TCP-poorten.

FTP via een HTTP proxy: Install from an FTP server through a http proxy

Deze optie geeft **sysinstall** aan gebruik te maken van het HTTP protocol (zoals een webbrowser) om verbinding te maken met een proxy voor alle FTP verbindingen. De proxy vertaalt de verzoeken en stuurt ze naar de FTP server. Dit zorgt ervoor dat verbindingen door firewalls heen kunnen die helemaal geen FTP toestaan, maar wel een HTTP proxy hebben. In dit geval moet naast de FTP-server ook een HTTP proxy opgegeven worden.

Bij het gebruik van een proxy FTP-server moet meestal de server waar uiteindelijk verbinding mee gemaakt moet worden onderdeel zijn van de gebruikersnaam, na het teken “@”. De proxy server “imiteert” dan de echte server. Zo kan bijvoorbeeld geïnstalleerd worden vanaf `ftp.FreeBSD.org`, gebruikmakend van proxy FTP-server `foo.example.com`, luisterend op poort 1234.

In dit geval kan in het menu opties menu als FTP gebruikersnaam `ftp@ftp.FreeBSD.org` ingevuld worden en als wachtwoord een emailadres. Als installatiemedium kan FTP ingevuld worden (of passieve FTP als de gebruikte proxy het ondersteunt) en als URL `ftp://foo.example.com:1234/pub/FreeBSD`.

Omdat `/pub/FreeBSD` van `ftp.FreeBSD.org` via de proxy van `foo.example.com` wordt benaderd kan vanaf *die* machine geïnstalleerd worden (die de bestanden ophaalt van `ftp.FreeBSD.org` als het installatieprogramma erom vraagt).

2.9. De installatie bevestigen

Nu kan de installatie verder gaan. Dit is ook de laatste mogelijkheid om de installatie te beëindigen ter voorkoming van wijzigingen op de harde schijf.

```

User Confirmation Requested
Last Chance! Are you SURE you want to continue the installation?

If you're running this on a disk with data you wish to save then WE
STRONGLY ENCOURAGE YOU TO MAKE PROPER BACKUPS before proceeding!

We can take no responsibility for lost disk contents!

[ Yes ]      No

```

Kies `[Yes]` en druk op **Enter** om verder te gaan.

De duur van de installatie hangt af van de gekozen distributie, het installatiemedium en de snelheid van de computer. Er wordt een serie berichten getoond die de voortgang aangeeft.

De installatie is klaar als het volgende bericht wordt getoond:

```

Message

Congratulations! You now have FreeBSD installed on your system.

We will now move on to the final configuration questions.
For any option you do not wish to configure, simply select No.

If you wish to re-enter this utility after the system is up, you may
do so by typing: /usr/sbin/sysinstall.

[ OK ]

[ Press enter or space ]

```

Druk op **Enter** om verder te gaan met instellingen na de installatie.

Kiezen voor `[No]` en bevestigen met **Enter** beëindigt de installatie en er worden geen wijzigingen aan het systeem gemaakt. Het volgende bericht verschijnt:

```

Message

Installation complete with some errors. You may wish to scroll
through the debugging messages on VT1 with the scroll-lock feature.
You can also choose "No" at the next prompt and go back into the
installation menus to retry whichever operations have failed.

[ OK ]

```

Het bovenstaande bericht verschijnt omdat er niets is geïnstalleerd. Kies **Enter** om terug te gaan naar het menu Main Installation en de installatie te verlaten.

2.10. Instellingen na de installatie

Na het installeren volgt de instelling van diverse opties. Een optie kan worden ingesteld door opnieuw naar de instellingenopties te gaan voordat de nieuwe FreeBSD-installatie wordt gestart of door na de installatie `sysinstall` te gebruiken en te kiezen voor **Configure**.

2.10.1. Netwerkkapparaten instellen

Als al eerder PPP is ingesteld voor een FTP-installatie verschijnt het volgende scherm niet en kan dit onderdeel worden geïnstalleerd zoals eerder beschreven.

Gedetailleerde informatie over lokale netwerken (LAN's) en het instellen van FreeBSD als een gateway of router staat in het hoofdstuk Netwerken voor Gevorderden.

```

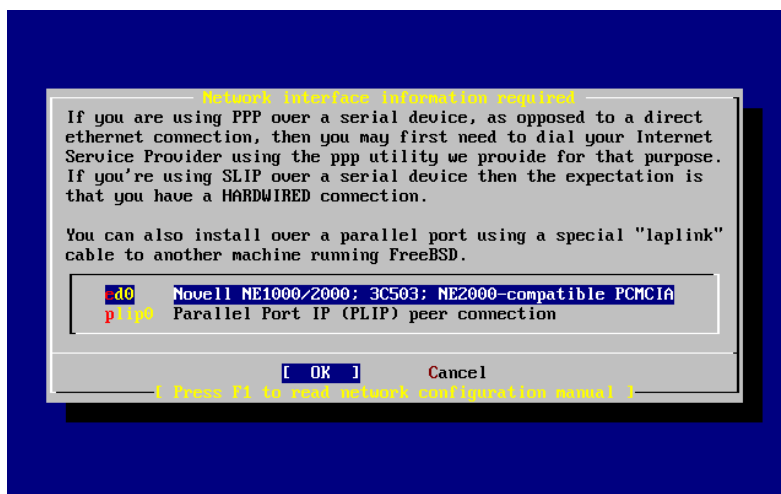
User Confirmation Requested
Would you like to configure any Ethernet or PPP network devices?

[ Yes ]   No

```

Kies [**Yes**] en druk op **Enter** om een netwerkkapparaat in te stellen. Kies anders [**No**] om verder te gaan.

Figuur 2-28. Ethernetapparaat kiezen



Kies de in te stellen interface met de pijltjestoetsen en druk op **Enter**.

```

User Confirmation Requested
Do you want to try IPv6 configuration of the interface?

Yes    [ No ]

```

In dit gesloten lokale netwerk was het huidige type Internet protocol (IPv4) toereikend en dus werd [No] geselecteerd met de pijltjestoetsen en kon met **Enter** verder gegaan worden.

Als er verbinding is met een bestaand IPv6 netwerk met een RA server, kies dan [Yes] en druk op **Enter**. Zoeken naar RA servers duurt een paar seconden.

```

User Confirmation Requested
Do you want to try DHCP configuration of the interface?

Yes    [ No ]

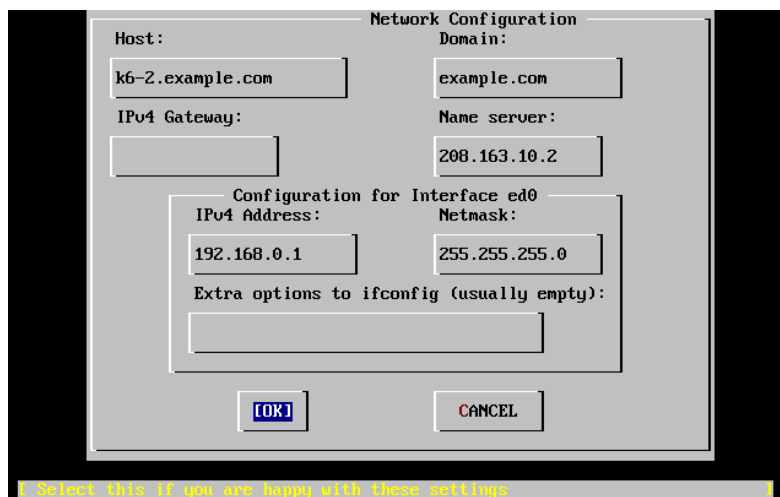
```

Kies [No] met de pijltjestoetsen en druk op **Enter** als DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) niet nodig is.

[Yes] kiezen start **dhclient** op en als het goed gaat stelt het netwerk zichzelf in. In Paragraaf 29.5 staat meer informatie.

Het volgende scherm met netwerkinstellingen toont de instellingen van een Ethernetapparaat van een systeem dat als gateway voor een lokaal netwerk functioneert.

Figuur 2-29. Netwerkinstellingen voor ed0



Met **Tab** kunnen de velden geselecteerd worden waarna de juiste informatie ingevuld kan worden:

Host

De “fully-qualified hostname”, in dit geval `k6-2.example.com`.

Domain

De naam van het domein waar toe de machine behoort, in dit geval `example.com`.

IPv4 Gateway

Het IP-adres van de host die pakketjes doorstuurt naar niet-lokale bestemmingen. Dit moet ingesteld worden als een machine een onderdeel is van netwerk. *Laat dit veld leeg* als de machine de gateway is naar het Internet voor het netwerk. De IPv4 Gateway staat ook bekend onder de naam default gateway of default route.

Name server

Het IP-adres van de lokale DNS server. Er is op dit gesloten lokale netwerk geen DNS server, dus wordt het IP-adres van de DNS server van de provider gebruikt (208.163.10.2).

IPv4 Address

Het IP-adres dat gebruikt moet worden voor deze interface (192.168.0.1).

Netmask

Het adresblok dat gebruikt wordt door het lokale netwerk is 192.168.0.0 - 192.168.255.255 met netmasker 255.255.255.0.

Extra options to ifconfig

Elke interface-specifieke optie voor `ifconfig` die toegevoegd moet worden. In dit geval waren er geen.

Gebruik **Tab** om [OK] te selecteren als de instellingen gereed zijn en druk op **Enter**.

```
User Confirmation Requested
Would you like to Bring the ed0 interface up right now?

[ Yes ]   No
```

Het kiezen van [Yes] en het drukken op **Enter** maakt een machine onderdeel van een netwerk en daarna is hij klaar voor gebruik. Dit heeft echter nog weinig zin, omdat de machine nog opnieuw opgestart moet worden.

2.10.2. Als gateway instellen

```
User Confirmation Requested
Do you want this machine to function as a network gateway?

[ Yes ]   No
```

Als de machine gateway voor een lokaal netwerk is en pakketjes doorstuurt naar andere machines kies dan [Yes] en druk op **Enter**. Als de machine alleen host op een netwerk is, kies dan [No] en druk op **Enter** om verder te gaan.

2.10.3. Internetdiensten instellen

```
User Confirmation Requested
Do you want to configure inetd and the network services that it provides?

Yes    [ No ]
```

Door het selecteren van [No] worden diverse diensten als **telnetd** niet aangezet. Dat betekent dat gebruikers op afstand niet met **telnet** bij de machine kunnen. Lokale gebruikers kunnen wel met **telnet** naar andere machines.

Deze diensten kunnen na de installatie worden aangezet door `/etc/inetd.conf` te wijzigen met een editor naar keuze. In Paragraaf 29.2.1 staat meer informatie.

Selecteer [Yes] om deze diensten in te stellen tijdens de installatie. Er wordt een extra bevestiging getoond:

User Confirmation Requested

The Internet Super Server (inetd) allows a number of simple Internet services to be enabled, including finger, ftp and telnetd. Enabling these services may increase risk of security problems by increasing the exposure of your system.

With this in mind, do you wish to enable inetd?

[Yes] No

Selecteer [Yes] om verder te gaan.

User Confirmation Requested

inetd(8) relies on its configuration file, /etc/inetd.conf, to determine which of its Internet services will be available. The default FreeBSD inetd.conf(5) leaves all services disabled by default, so they must be specifically enabled in the configuration file before they will function, even once inetd(8) is enabled. Note that services for IPv6 must be separately enabled from IPv4 services.

Select [Yes] now to invoke an editor on /etc/inetd.conf, or [No] to use the current settings.

[Yes] No

Het selecteren van [Yes] geeft de mogelijkheid diensten toe te voegen door het teken # aan het begin van een regel te verwijderen.

Figuur 2-30. inetd.conf bewerken

```

^i (escape) menu  ^y search prompt  ^k delete line  ^p prev li  ^g prev page
^o ascii code    ^x search         ^l undelete line ^n next li  ^u next page
^u end of file   ^a begin of line  ^w delete word   ^b back 1 char
^t top of text   ^e end of line    ^r restore word  ^f forward 1 char
^c command       ^d delete char    ^j undelete char ^z next word
=====line 1 col 0 lines from top 1 =====
# $FreeBSD: src/etc/inetd.conf,v 1.73.10.2.4.1 2010/06/14 02:09:06 kensmith Exp
#
# Internet server configuration database
#
# Define *both* IPv4 and IPv6 entries for dual-stack support.
# To disable a service, comment it out by prefixing the line with '#'.
# To enable a service, remove the '#' at the beginning of the line.
#
#ftp    stream  tcp    nowait  root    /usr/libexec/ftpd      ftpd -l
#ftp    stream  tcp6   nowait  root    /usr/libexec/ftpd      ftpd -l
#ssh    stream  tcp    nowait  root    /usr/sbin/sshd         sshd -i -4
#ssh    stream  tcp6   nowait  root    /usr/sbin/sshd         sshd -i -6
#telnet stream  tcp    nowait  root    /usr/libexec/telnetd   telnetd
#telnet stream  tcp6   nowait  root    /usr/libexec/telnetd   telnetd
#shell  stream  tcp    nowait  root    /usr/libexec/rshd      rshd
#shell  stream  tcp6   nowait  root    /usr/libexec/rshd      rshd
#login  stream  tcp    nowait  root    /usr/libexec/rlogind   rlogind
#login  stream  tcp6   nowait  root    /usr/libexec/rlogind   rlogind
file "/etc/inetd.conf", 118 lines

```

Druk na het toevoegen van de gewenste diensten, op **Esc** om het menu te krijgen waarin de wijzigingen opgeslagen kunnen worden en de editor verlaten kan worden.

2.10.4. SSH-login aanzetten

```
User Confirmation Requested
Would you like to enable SSH login?
Yes      [ No ]
```

Het kiezen van [Yes] zal sshd(8) aanzetten, het daemon-programma voor **OpenSSH**. Dit zal beveiligde toegang op afstand tot uw machine toestaan. Zie voor meer informatie over **OpenSSH** Paragraaf 14.10.

2.10.5. Anonieme FTP

```
User Confirmation Requested
Do you want to have anonymous FTP access to this machine?

Yes      [ No ]
```

2.10.5.1. Anonieme FTP weigeren

Het selecteren van de standaardwaarde [No] en het drukken op **Enter** stelt gebruikers met toegang en een wachtwoord nog steeds in staat om de machine via FTP te benaderen.

2.10.5.2. Anonieme FTP toestaan

Als anonieme FTP wordt toegestaan kan iedereen de machine met FTP benaderen. De gevolgen voor de veiligheid van de machine moeten overwogen worden voordat deze optie wordt ingeschakeld. Meer informatie over beveiliging staat in Hoofdstuk 14.

Selecteer met de pijltjestoetsen [Yes] om anonieme FTP toe te staan en druk op **Enter**. Een aanvullende bevestiging zal verschijnen:

```
User Confirmation Requested
Anonymous FTP permits un-authenticated users to connect to the system
FTP server, if FTP service is enabled. Anonymous users are
restricted to a specific subset of the file system, and the default
configuration provides a drop-box incoming directory to which uploads
are permitted. You must separately enable both inetd(8), and enable
ftpd(8) in inetd.conf(5) for FTP services to be available. If you
did not do so earlier, you will have the opportunity to enable inetd(8)
again later.
```

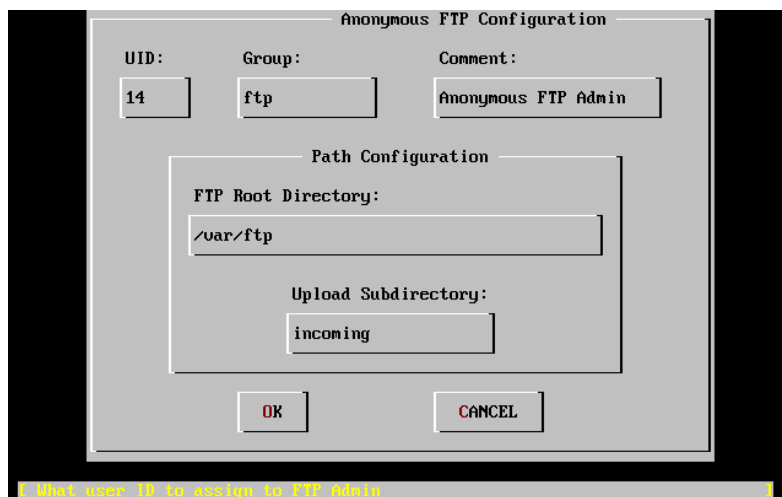
```
If you want the server to be read-only you should leave the upload
directory option empty and add the -r command-line option to ftpd(8)
in inetd.conf(5)
```

```
Do you wish to continue configuring anonymous FTP?
```

```
[ Yes ]      No
```

Dit bericht informeert u dat de FTP-dienst ook in `/etc/inetd.conf` aangezet moet worden als u anonieme FTP-verbindingen wilt toestaan, zie Paragraaf 2.10.3. Kies [Yes] en druk op **Enter** om verder te gaan; het volgende scherm zal verschijnen:

Figuur 2-31. Standaard anonieme FTP instellingen



Gebruik **Tab** om de informatievelden te selecteren en de juiste informatie in te vullen:

UID

De gebruikers-ID die u aan de anonieme FTP-gebruiker wilt toekennen. Alle geuploadede bestanden zullen eigendom zijn van deze ID.

Group

In welke groep de anonieme FTP-gebruiker dient te zitten.

Comment

Een string die deze gebruiker in `/etc/passwd` beschrijft.

FTP Root Directory

Waar de bestanden beschikbaar voor anonieme FTP worden bewaard.

Upload Subdirectory

Waar bestanden geupload door anonieme FTP-gebruikers naar toe gaan.

De startmap voor FTP wordt standaard ingesteld op `/var`. Als daar niet genoeg ruimte is voor de geschatte FTP-wensen dan kan `/usr` gebruikt worden door de waarde FTP root directory op `/usr/ftp` in te stellen.

Druk op **Enter** om verder te gaan als de instellingen gemaakt zijn.

```

User Confirmation Requested
Create a welcome message file for anonymous FTP users?

[ Yes ]      No

```

Na het kiezen van `[Yes]` en op **Enter** drukken opent zich een editor waarin het welkomstbericht bewerkt kan worden.

Figuur 2-32. FTP welkomstbericht bewerken

```

^I (escape) menu ^J search prompt ^K delete line ^P prev line ^G prev page
^O ascii code ^X search ^L undelete line ^N next line ^U next page
^U end of file ^A begin of line ^W delete word ^B back char ^Z next word
^T begin of file ^E end of line ^R restore word ^F forward char
^C command ^D delete char ^J undelete char ESC-Enter: exit
=====
Your welcome message here.

file "/var/ftp/etc/ftpmotd", 1 lines, read only

```

De bovenstaande editor is `ee`. Volg de instructies om het bericht te wijzigen of wijzig het bericht later door gebruik te maken van een editor naar keuze. Let op de bestandsnaam en lokatie onderaan het scherm van de editor.

Druk op **Esc** en een pop-up menu verschijnt met als standaardoptie a) `leave editor`. Druk op **Enter** om de editor te verlaten en verder te gaan. Druk nog een keer op **Enter** om de eventuele wijzigingen te bewaren.

2.10.6. Network File System instellen

Network File System (NFS) maakt het mogelijk bestanden te delen over een netwerk. Een machine kan worden ingesteld als server, client of beide. In Paragraaf 29.3 staat meer informatie.

2.10.6.1. NFS Server

```

User Confirmation Requested
Do you want to configure this machine as an NFS server?

Yes      [ No ]

```

Kies `[No]` als er geen noodzaak is voor een Network File System server en druk op **Enter**.

Na het kiezen van `[Yes]` wordt een bericht getoond dat aangeeft dat er een bestand `exports` moet worden gemaakt.

```

Message
Operating as an NFS server means that you must first configure an
/etc/exports file to indicate which hosts are allowed certain kinds of
access to your local filesystems.
Press [Enter] now to invoke an editor on /etc/exports
[ OK ]

```

Druk op **Enter** om verder te gaan. Een editor start om `exports` te maken en te bewerken.

Figuur 2-33. exports bewerken

```

^i (escape) menu ^y search prompt ^k delete line ^p prev li ^g prev page
^o ascii code ^x search ^l undelete line ^n next li ^u next page
^u end of file ^a begin of line ^w delete word ^b back 1 char
^t begin of file ^e end of line ^r restore word ^f forward 1 char
^c command ^d delete char ^j undelete char ^z next word
=====
L: 1 C: 1
#The following examples export /usr to 3 machines named after ducks,
#/usr/src and /usr/ports read-only to machines named after trouble makers
#/home and all directories under it to machines named after dead rock stars
#and, /a to a network of privileged machines allowed to write on it as root.
#/usr          huey louie dewie
#/usr/src /usr/obj -ro  calvin hobbes
#/home  -alldirs  janice jimmy frank
#/a     -maproot=0 -network 10.0.1.0 -mask 255.255.248.0
#
# You should replace these lines with your actual exported filesystems.
# Note that BSD's export syntax is 'host-centric' vs. Sun's 'FS-centric' one.

file "/etc/exports", 12 lines

```

Volg de instructies om een te exporteren bestandssysteem toe te voegen of doe het later met een editor naar keuze. Let op de bestandsnaam en lokatie onderaan het scherm van de editor.

Druk op **Esc** en een pop-up menu verschijnt met als standaardoptie a) leave editor. Druk op **Enter** om de editor te verlaten en verder te gaan.

2.10.6.2. NFS Client

De NFS client maakt het mogelijk om NFS servers te benaderen.

```

User Confirmation Requested
Do you want to configure this machine as an NFS client?

Yes    [ No ]

```

Kies met de pijltjestoetsen de optie [Yes] of [No] en druk op **Enter**.

2.10.7. Systeemconsole instellen

Er is een aantal opties beschikbaar om de systeemconsole in aan te passen.

```

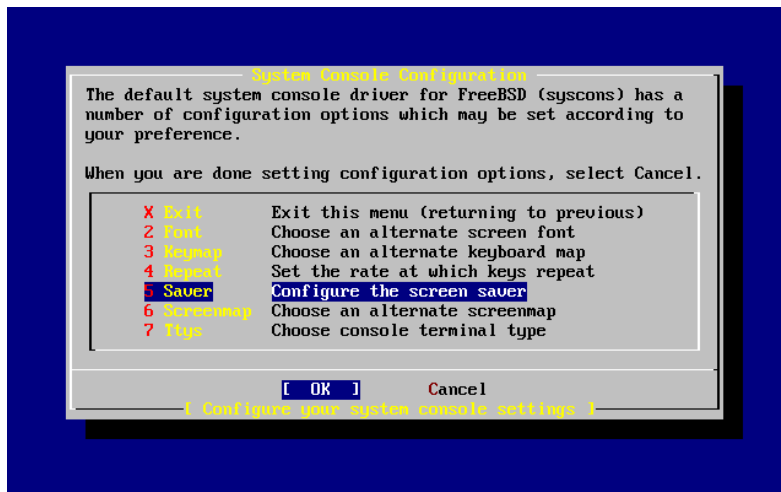
User Confirmation Requested
Would you like to customize your system console settings?

[ Yes ] No

```

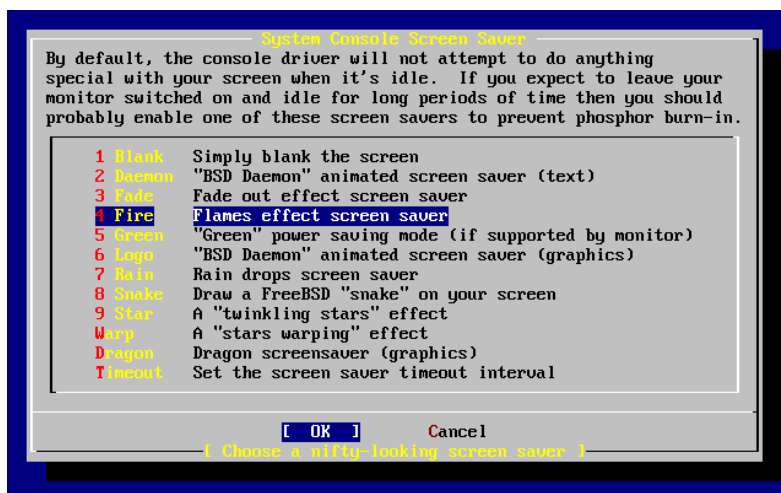
Om de opties te bekijken en in te stellen, kies [Yes] en druk op **Enter**.

Figuur 2-34. Systeemconsole instellingen



Een gebruikelijke optie is de schermbeveiliging. Gebruik de pijltjestoetsen om Saver te selecteren en druk op **Enter**.

Figuur 2-35. Schermbeveiligingsopties



Kies met de pijltjestoetsen de gewenste schermbeveiliging en druk op **Enter**. Het instellingenmenu System Console verschijnt weer.

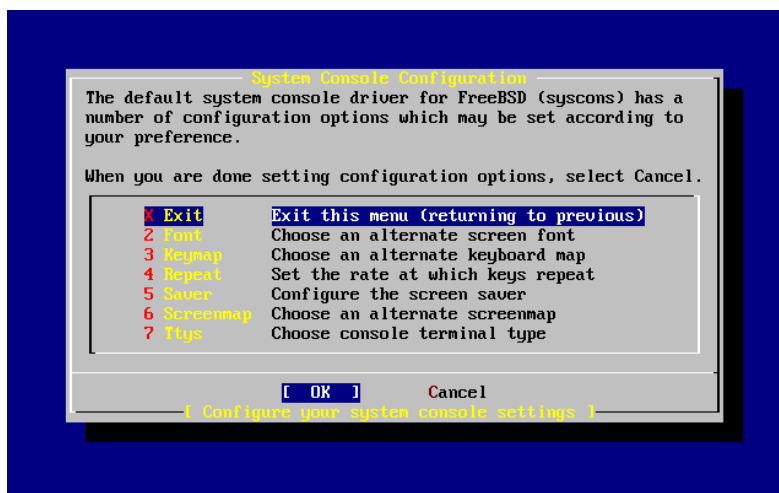
De standaard activeringstijd is 300 seconden. Kies voor het wijzigen van de activeringstijd weer Saver. Kies in het optiemenu Screen Saver met de pijltjestoetsen Timeout en druk op **Enter**. Een pop-up verschijnt:

Figuur 2-36. Schermbeveiliging activeringstijd



Wijzig de waarde, selecteer [OK] en druk op **Enter** om terug te gaan naar het instellingenmenu System Console.

Figuur 2-37. Systeemconsole instellingen verlaten



Met het selecteren van Exit en drukken op **Enter** kan verdergegaan worden met de andere instellingen.

2.10.8. Tijdzone instellen

Het instellen van de tijdzone van een machine maakt het mogelijk om automatisch correcties door te voeren voor regionale tijdswijzigingen en het juist uitvoeren van andere tijdzone-afhankelijke functies.

Het voorbeeld toont een machine die staat in de oostelijke tijdzone van de Verenigde Staten. De keuze voor een specifiek systeem hangt af van de geografische locatie.

User Confirmation Requested

Would you like to set this machine's time zone now?

[Yes] No

Selecteer [Yes] en druk op **Enter** om de tijdzone in te stellen.

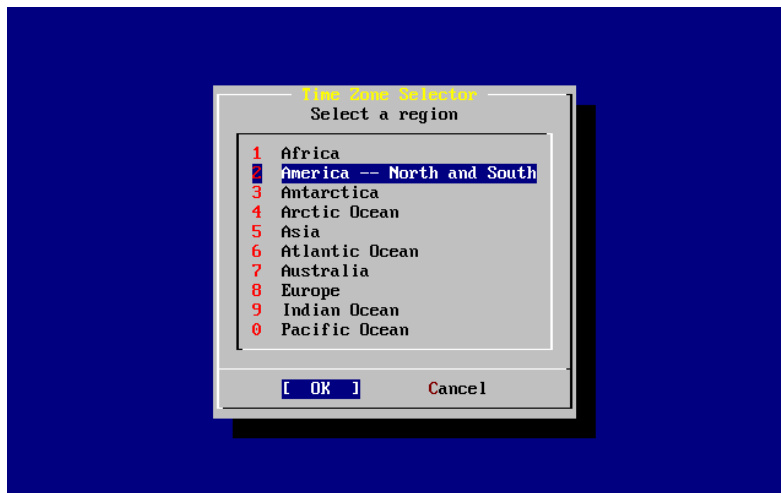
User Confirmation Requested

Is this machine's CMOS clock set to UTC? If it is set to local time
or you don't know, please choose NO here!

Yes [No]

Kies [Yes] of [No] afhankelijk van de instellingen van de klok van de machine en druk op **Enter**.

Figuur 2-38. Regio instellen



Kies met de pijltjestoetsen de juiste regio en druk op **Enter**.

Figuur 2-39. Land kiezen



Kies met de pijltjestoetsen het juiste land en druk op **Enter**.

Figuur 2-40. Tijdzone kiezen



Kies met de pijltjestoetsen de juiste tijdzone en druk op **Enter**.

```
Confirmation
Does the abbreviation 'EDT' look reasonable?

[ Yes ]   No
```

Bevestig dat de afkorting van de tijdzone juist is. Als die er goed uit ziet, druk dan op **Enter** om verder te gaan met de overige instellingen.

2.10.9. Linux compatibiliteit

Opmerking: Dit gedeelte is alleen van toepassing op installaties van FreeBSD 7.x, als u FreeBSD 8.x installeert wordt dit scherm niet getoond.

```
User Confirmation Requested
Would you like to enable Linux binary compatibility?

[ Yes ]   No
```

Selecteer [Yes] en druk op **Enter** als de mogelijkheid om Linux software te draaien op FreeBSD geactiveerd moet worden. Deze optie installeert de voor Linux compatibiliteit benodigde pakketten.

Als via FTP wordt geïnstalleerd, dan moet de machine verbonden zijn met Internet. Soms heeft een FTP-site niet alle distributies, zoals de Linux compatibiliteit, beschikbaar. Zonodig kan deze ook later geïnstalleerd worden.

2.10.10. Muisinstellingen

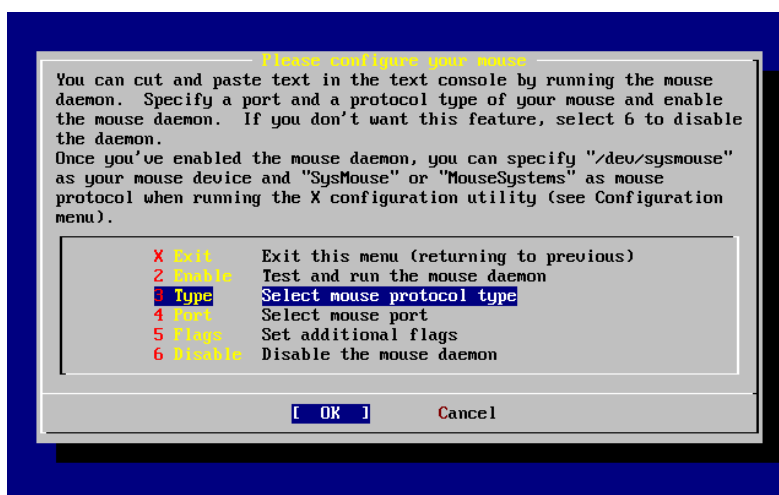
Deze optie geeft de mogelijkheid om tekst te kopiëren en te plakken in de console en programma's met een 3-knops muis. Als een 2-knops muis wordt gebruikt, ga dan naar de hulppagina moused(8) na de installatie voor de details over het emuleren van een 3-knops muis. Dit voorbeeld toont een niet-USB muisinstelling (zoals een PS/2 of seriële poort muis):

```
User Confirmation Requested
Does this system have a PS/2, serial, or bus mouse?

[ Yes ]   No
```

Selecteer [Yes] voor een PS/2-, seriële of busmuis of [No] voor een USB-muis en druk op **Enter**.

Figuur 2-41. Muisprotocoltype selecteren



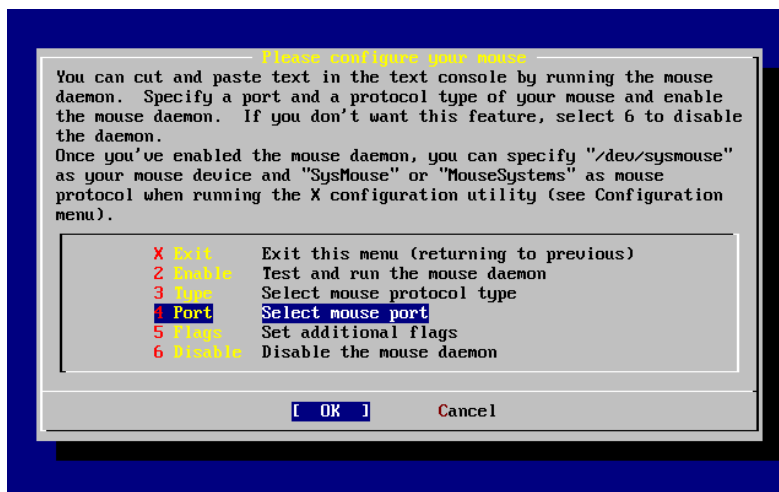
Gebruik de pijltjestoetsen om Type te selecteren en druk op **Enter**.

Figuur 2-42. Muisprotocol kiezen



De muis in dit voorbeeld is een PS/2-muis, dus de standaardoptie Auto was van toepassing. Selecteer met de pijltjestoetsen een andere optie om het protocol te wijzigen. Zorg ervoor dat [OK] geselecteerd is en druk op **Enter** om dit menu te verlaten.

Figuur 2-43. Muispoort instellen



Gebruik de pijltjestoetsen om Port te selecteren en druk op **Enter**.

Figuur 2-44. Muispoort instellen



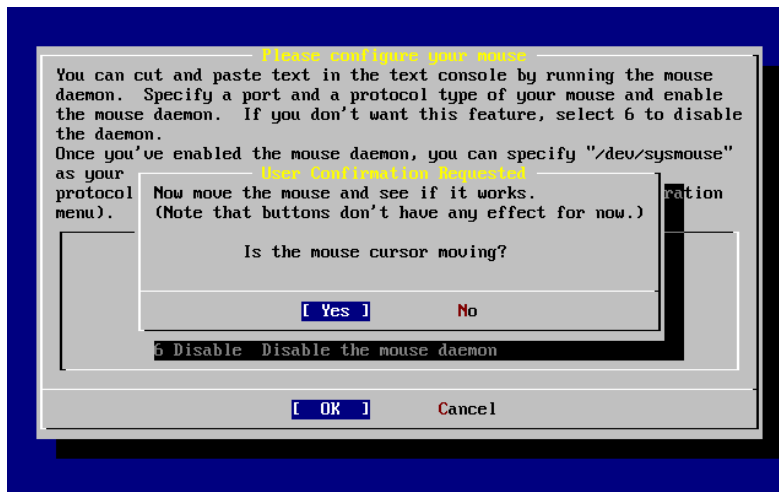
Dit systeem heeft een PS/2 muis, dus de standaardoptie PS/2 was van toepassing. Gebruik de pijltjestoetsen en druk op **Enter** om de poort te wijzigen.

Figuur 2-45. Muisdaemon inschakelen



Gebruik tenslotte de pijltjestoetsen om Enable te selecteren en druk op **Enter** om de muisdaemon aan te zetten en te testen.

Figuur 2-46. Het testen van de muisdaemon



Beweeg de muis over het scherm en controleer of de cursor op de juiste manier reageert. Als dat in orde is, selecteer dan [Yes] en druk op **Enter**. Als het niet goed gaat, dan is de muis niet goed ingesteld. Kies dan [No] en probeer het met andere instellingen.

Kies met de pijltjestoetsen Exit en druk op **Enter** om terug te gaan naar het instellingenmenu.

2.10.11. Pakketten installeren

Pakketten zijn voorgebouwde binaire bestanden en zijn een gemakkelijke manier om software te installeren.

De installatie van één pakket wordt als voorbeeld getoond. Er kunnen nog meer pakketten geïnstalleerd worden als dat wenselijk is. Na de installatie kan `sysinstall` gebruikt worden om extra pakketten te installeren.

```

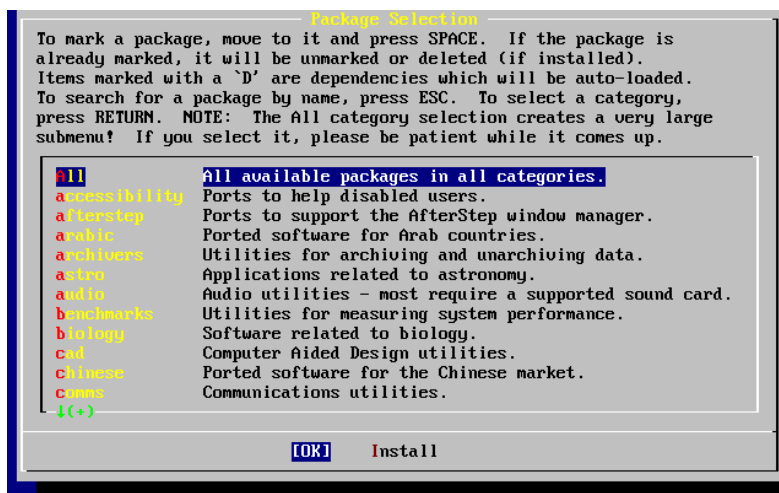
User Confirmation Requested
The FreeBSD package collection is a collection of hundreds of
ready-to-run applications, from text editors to games to WEB servers
and more. Would you like to browse the collection now?

[ Yes ]   No

```

Na het kiezen van [Yes] en drukken op **Enter** verschijnt het menu pakketkeuze:

Figuur 2-47. Pakketcategorie kiezen

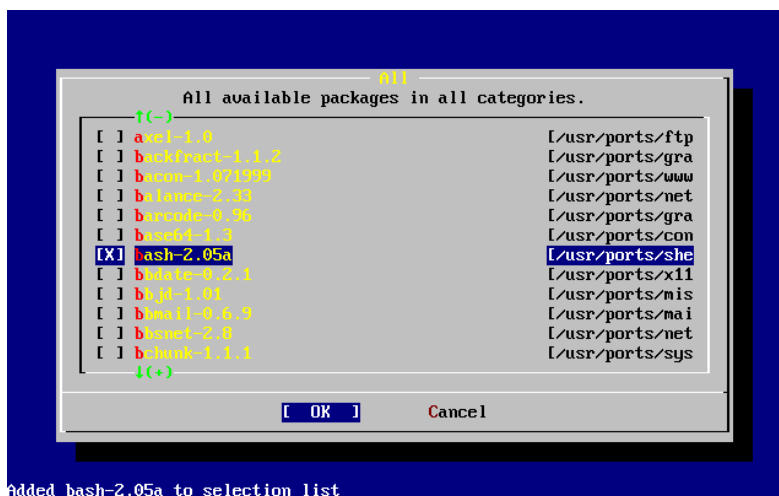


Alleen pakketten die aanwezig zijn op het huidige installatiemedium zijn beschikbaar voor installatie op dat moment.

Alle beschikbare pakketten worden getoond na het selecteren van All, maar er kan ook een bepaalde categorie geselecteerd worden. De categorie kan gekozen worden met de pijltjestoetsen en door te bevestigen met **Enter**.

Dan wordt een menu getoond met alle beschikbare pakketten binnen de gemaakte selectie:

Figuur 2-48. Pakketten selecteren



Added bash-2.05a to selection list

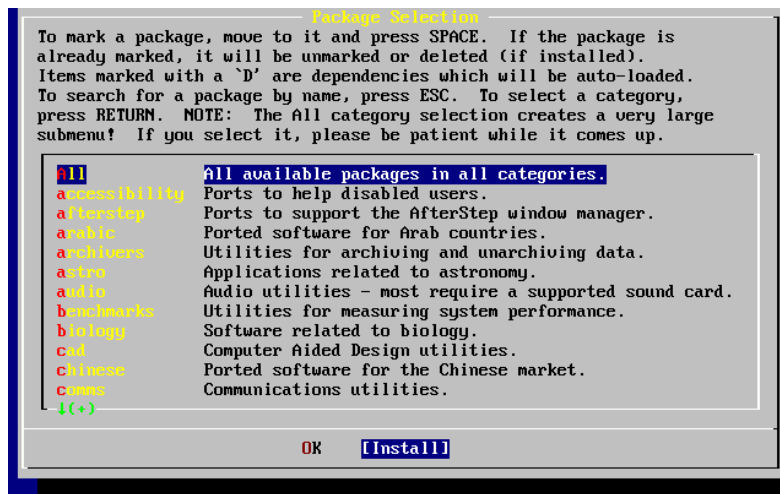
De shell **bash** is geselecteerd. Er kunnen zoveel pakketten als wenselijk gekozen worden door ze te selecteren en op de spatiebalk te drukken. Een korte beschrijving van elk pakket verschijnt in de linker benedenhoek van het scherm.

Door te drukken op **Tab** wordt gewisseld tussen het laatst geselecteerde pakket, [OK] en [Cancel].

Druk na het selecteren van pakketten voor installatie één keer op **Tab** om naar [OK] te gaan en druk op **Enter** om terug te gaan naar het menu pakketkeuze.

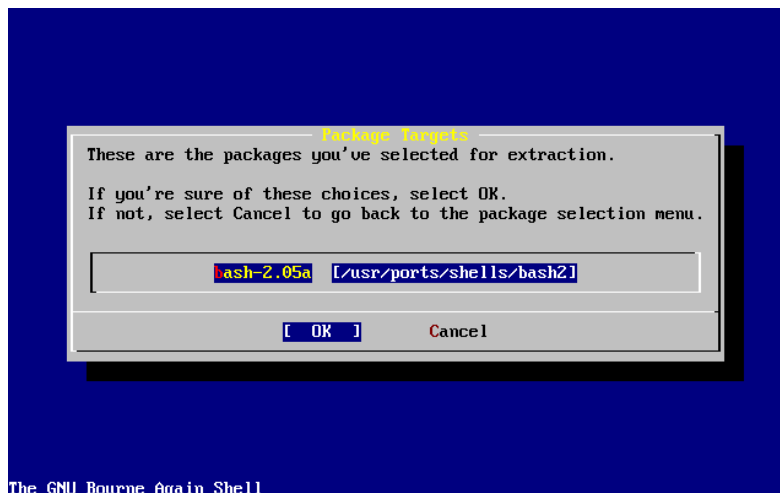
De linker- en rechterpijljestoets wisselen eveneens tussen [OK] en [Cancel]. Die manier kan ook gebruikt worden om [OK] te kiezen en op **Enter** te drukken om terug te gaan naar het menu pakketkeuze.

Figuur 2-49. Pakketten installeren



Gebruik **Tab** en de pijltjestoetsen om [Install] te selecteren en druk op **Enter**. Daarna moet de pakketinstallatie bevestigd worden:

Figuur 2-50. Pakketinstallatie bevestigen



Het selecteren van [OK] en drukken op **Enter** start de installatie. Er worden installatieberichten getoond tot alle installaties zijn afgerond. Maak een notitie van eventuele foutmeldingen.

Na het installeren van pakketten gaat het maken van de laatste instellingen verder. Als er geen pakketten geselecteerd zijn kan om terug te gaan naar het menu toch Install gekozen worden.

2.10.12. Gebruikers en groepen toevoegen

Er moet minstens één gebruiker toegevoegd worden tijdens de installatie, zodat het systeem gebruikt kan worden zonder als `root` aan te hoeven melden. De rootpartitie is in het algemeen klein en het draaien van programma's als `root` kan de schijfruimte snel vullen. Een groter gevaar wordt hieronder aangegeven:

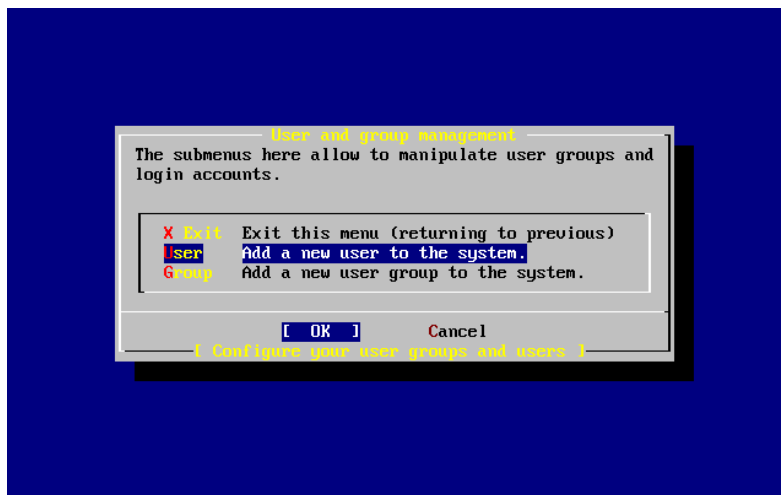
```

User Confirmation Requested
Would you like to add any initial user accounts to the system? Adding
at least one account for yourself at this stage is suggested since
working as the "root" user is dangerous (it is easy to do things which
adversely affect the entire system).
```

```
[ Yes ]   No
```

Kies `[Yes]` en druk op **Enter** om verder te gaan met het toevoegen van een gebruiker.

Figuur 2-51. Gebruiker kiezen



Selecteer `User` met de pijltjestoetsen en druk op **Enter**.

Figuur 2-52. Gebruikersinformatie toevoegen

The screenshot shows a 'User and Group Management' window with the following fields and values:

- Login ID:** rpratt
- UID:** 1001
- Group:** (empty)
- Password:** *****
- Confirm Password:** *****
- Full name:** Randy Pratt
- Member groups:** wheel
- Home directory:** /home/rpratt
- Login shell:** /usr/local/bin/bash

Buttons: OK, CANCEL

Status bar: Select this if you are happy with these settings

De volgende beschrijvingen verschijnen in het onderste deel van het scherm als opties zijn geselecteerd met **Tab** en kunnen behulpzaam zijn bij het invullen van de benodigde informatie:

Login ID

De aanmeldnaam van de nieuwe gebruiker (verplicht).

UID

Het numerieke ID van de gebruiker (laat leeg voor automatische toewijzing).

Group

De naam van de aangeldgroep van de gebruiker (laat leeg voor automatische keuze).

Password

Het wachtwoord voor de gebruiker (vul dit zorgvuldig in!).

Full name

De volledige naam van de gebruiker (commentaar).

Member groups

De groepen waar de gebruiker in zit (waar hij toegangsrechten voor krijgt).

Home directory

De locatie van de thuismap van de gebruiker (laat leeg voor de standaardwaarde).

Login shell

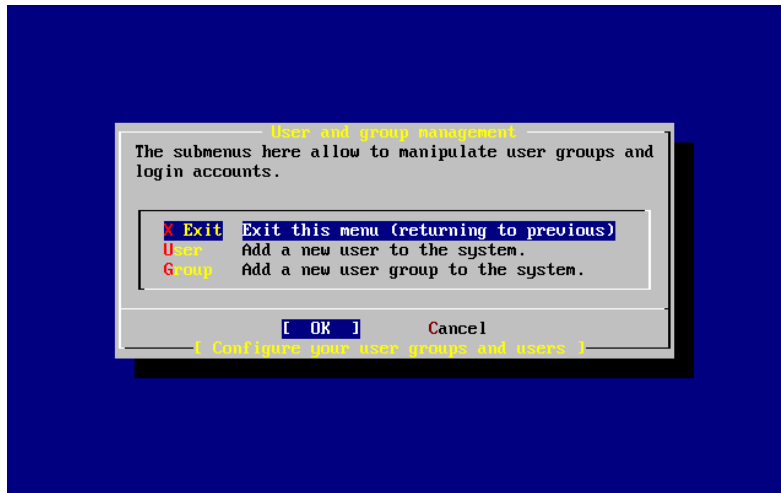
De aanmeldshell voor de gebruiker (laat leeg voor de standaardwaarde, zoals /bin/sh).

De aanmeldshell is hier veranderd van `/bin/sh` in `/usr/local/bin/bash` om de shell **bash** te gebruiken die eerder is geïnstalleerd als pakket. Probeer geen shell op te geven die niet bestaat, want dan kan niet aangemeld worden. De meest gebruikte shell in de BSD-wereld is de C shell, die aangegeven kan worden als `/bin/tcsh`.

De gebruiker is ook toegevoegd aan de groep `wheel` om het mogelijk te maken superuser te worden met root-rechten.

Druk op [OK] als de instellingen zijn gemaakt om naar het menu `User and Group Management` terug te gaan:

Figuur 2-53. Gebruikers en groepbeheer



Op dit moment kunnen ook groepen worden toegevoegd als de specifieke behoeften bekend zijn. Dit kan ook door `sysinstall` (`/stand/sysinstall` in FreeBSD versies ouder dan 5.2) na de installatie te gebruiken.

Kies na het toevoegen van gebruikers **Exit** met de pijltjestoetsen en druk op **Enter** om verder te gaan met de installatie.

2.10.13. root wachtwoord instellen

```

Message
Now you must set the system manager's password.
This is the password you'll use to log in as "root".

```

```
[ OK ]
```

```
[ Press enter or space ]
```

Druk op **Enter** om het root wachtwoord in te stellen.

Het wachtwoord moet twee keer gelijk ingegeven worden. Het is vast overbodig om op te merken dat het belangrijk is zorg te dragen voor een manier om het wachtwoord terug te vinden in het geval het wordt vergeten. Tijdens de ingave van het wachtwoord wordt dit niet weergegeven en er worden ook geen sterretjes getoond.

```

Changing local password for root.
New password:

```

Retype new password :

De installatie gaat verder als het wachtwoord succesvol is ingevoerd.

2.10.14. Install verlaten

Als het nodig is om extra netwerkapparaten toe te voegen of andere instellingen te maken, dan kan dat nu of later met sysinstall.

```

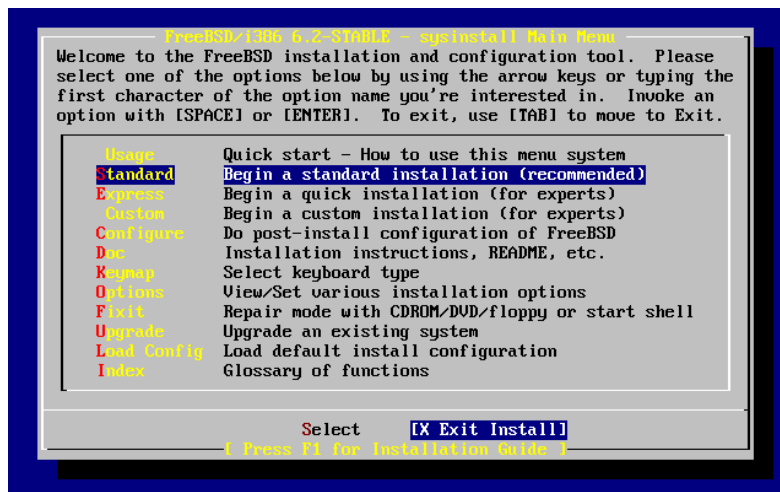
User Confirmation Requested
Visit the general configuration menu for a chance to set any last
options?

```

Yes [No]

Selecteer [No] met de pijltjestoetsen en druk op **Enter** om terug te gaan naar het menu Main Installation.

Figuur 2-54. Install afsluiten



Selecteer [X Exit Install] met de pijltjestoetsen en druk op **Enter**. Er wordt om bevestiging gevraagd:

```

User Confirmation Requested
Are you sure you wish to exit? The system will reboot.

```

[Yes] No

Selecteer [Yes]. Als u van het CD-ROM-station opstart zal de volgende boodschap u eraan herinneren de schijf te verwijderen:

```

Message
Be sure to remove the media from the drive.

```

```

[ OK ]
[ Press enter or space ]

```

Het CD-ROM-station is geblokkeerd totdat de machine opnieuw wordt opgestart, dan kan de schijf snel uit het station worden gehaald. Druk op [OK] om opnieuw op te starten.

Het systeem start op, dus let op eventuele foutberichten die getoond worden, zie Paragraaf 2.10.16 voor meer details.

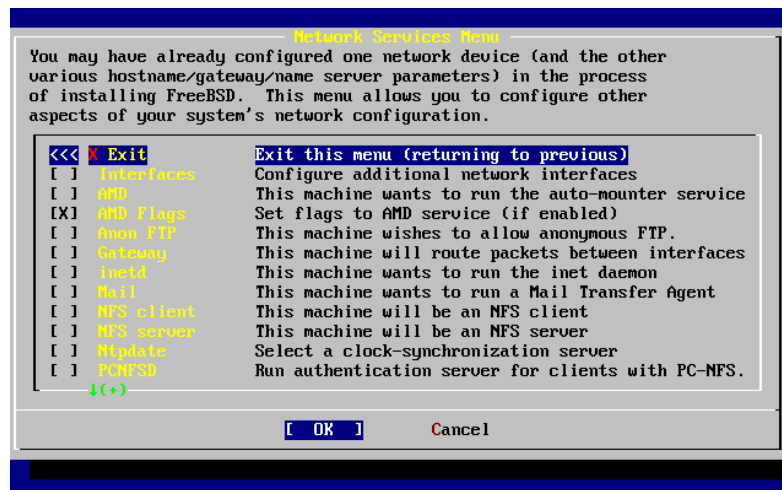
2.10.15. Extra netwerkdiensten instellen

Het instellen van netwerkdiensten kan afschrikwekkend zijn voor nieuwe gebruikers zonder (voldoende) voorkennis op dit gebied. Netwerken, inclusief Internet, is van levensbelang voor alle moderne besturingssystemen, inclusief FreeBSD. Als gevolg daarvan is het handig enig begrip te hebben van de uitgebreide netwerk mogelijkheden van FreeBSD. Door dit tijdens de installatie te doen hebben gebruikers in elk geval enige kennis van de diverse netwerkdiensten die hen ter beschikking staan.

Netwerkdiensten zijn programma's die invoer accepteren vanaf het netwerk. Al het mogelijke is gedaan om er voor te zorgen dat deze programma's niets "schadelijks" doen. Helaas zijn programmeurs niet perfect en in de loop van de tijd zijn er fouten gevonden in netwerkdiensten die door aanvallers zijn uitgebuit om slechte dingen te doen. Het is belangrijk alleen netwerkdiensten aan te zetten die nodig zijn. Bij twijfel kan een netwerkdienst het beste niet ingeschakeld worden totdat duidelijk is dat de dienst wél nodig is. Diensten kunnen later alsnog ingeschakeld worden door **sysinstall** nog een keer te draaien of door middel van de mogelijkheden van het bestand `/etc/rc.conf`.

Het kiezen van de optie Networking toont het volgende menu:

Figuur 2-55. Netwerkinstellingen - bovenste opties



De eerste optie, **Interfaces**, is al behandeld in Paragraaf 2.10.1, dus die wordt overgeslagen.

Kies **AMD** voor het toevoegen van ondersteuning voor het BSD hulpprogramma voor automatisch mounten. Dit wordt meestal gebruikt in combinatie met het NFS protocol (zie verderop) voor het automatisch mounten van externe bestandssystemen. Hier zijn geen speciale instellingen nodig.

De volgende optie is **AMD Flags**. Als deze optie wordt selecteert komt er een pop-up menu waarin de specifieke AMD vlaggen kunnen worden ingesteld. Het menu bevat al een lijst standaardopties:

```
-a /.amd_mnt -l syslog /host /etc/amd.map /net /etc/amd.map
```

De optie `-a` bepaalt de standaard mountlocatie die is hier ingesteld op `/ . amd_mnt`. De optie `-l` bepaalt het standaardbestand voor `log`, maar als `syslogd` wordt gebruikt, dan worden alle acties naar de systeemlogdaemon gestuurd. De map `/host` wordt gebruikt om een geëxporteerd bestandssysteem van een externe host te mounten, terwijl de map `/net` wordt gebruikt om een geëxporteerd bestandssysteem van een IP-adres te mounten. Het bestand `/etc/amd.map` bepaalt de standaardopties voor AMD exports.

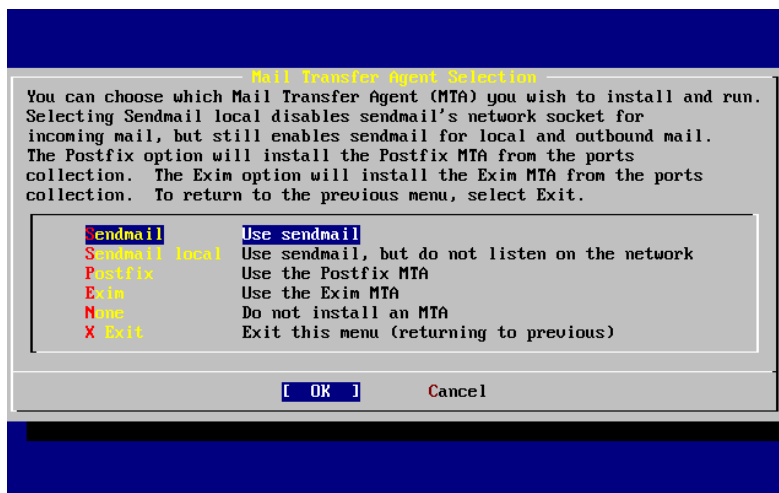
De optie **Anon FTP** staat anonieme FTP verbindingen toe. Kies deze optie om van een machine een anonieme FTP server te maken. Hierbij zijn de beveiligingsimplicaties van belang. Er wordt een volgend menu getoond om de beveiligingsrisico's en verdere instellingen te verklaren.

Het instellingenmenu **Gateway** maakt van de machine een gateway, zoals eerder beschreven. Hier kan de optie **Gateway** ook gebruikt worden om de optie uit te zetten als die eerder in de installatie per ongeluk is aangezet.

De optie **Inetd** kan gebruikt worden om de `inetd(8)` daemon in te stellen of helemaal uit te schakelen, zoals boven beschreven.

De optie **Mail** kan gebruikt worden om de standaard MTA (Mail Transfer Agent) van het systeem in te stellen. Hiervoor wordt het volgende menu gebruikt:

Figuur 2-56. Standaard MTA kiezen



Hier kan gekozen worden welke MTA moet worden geïnstalleerd en gebruikt. Een MTA is niets meer dan een mailserver die mail aflevert bij gebruikers op het systeem of op Internet.

Het kiezen van **Sendmail** installeert de populaire server **sendmail**, die de standaard is voor FreeBSD. De optie **Sendmail local** maakt van **sendmail** de standaard MTA, maar zet de mogelijkheid om mail te ontvangen vanaf het Internet uit. De andere opties, **Postfix** en **Exim** werken net zo als **Sendmail**. Allebei leveren ze mail af. Sommige gebruikers geven de voorkeur aan deze alternatieven boven de **sendmail** MTA.

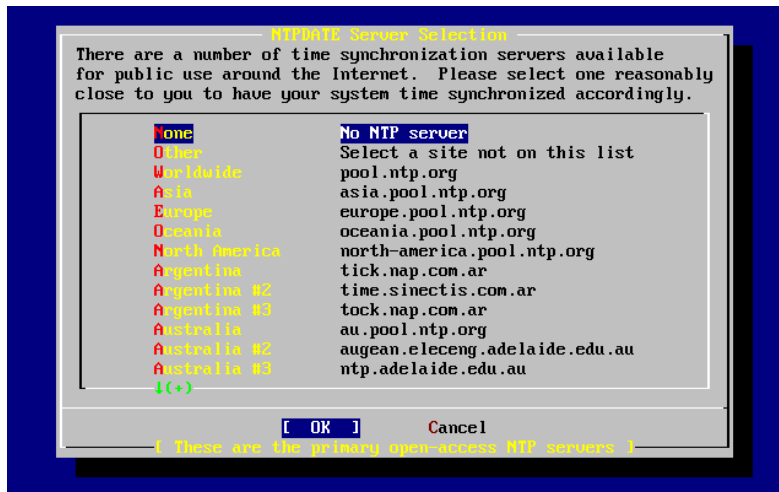
Na het kiezen van een MTA of de keuze geen MTA te installeren, verschijnt het menu netwerkinstellingen met als volgende optie **NFS client**.

De optie **NFS client** stelt het systeem in om te communiceren met een server via NFS. Een NFS server stelt bestandssystemen beschikbaar aan andere machines via het NFS protocol. Als de te installeren machine een op zichzelf staande machine is, dan kan deze optie uitgeschakeld blijven. Het kan zijn dat het systeem later meer instellingen nodig heeft. In Paragraaf 29.3 staat meer informatie over client- en serverinstellingen.

De volgende optie is **NFS server**, die het mogelijk maakt een systeem in te stellen als NFS server. Deze optie voegt de nodige informatie toe om de dienst RPC, “remote procedure call”, op te starten. RPC wordt gebruikt om de verbindingen tussen hosts en programma’s te coördineren.

Daarna volgt de optie **Ntpdate** die de tijdsynchronisatie afhandelt. Als deze wordt geselecteerd verschijnt het volgende menu:

Figuur 2-57. Ntpdate instellingen

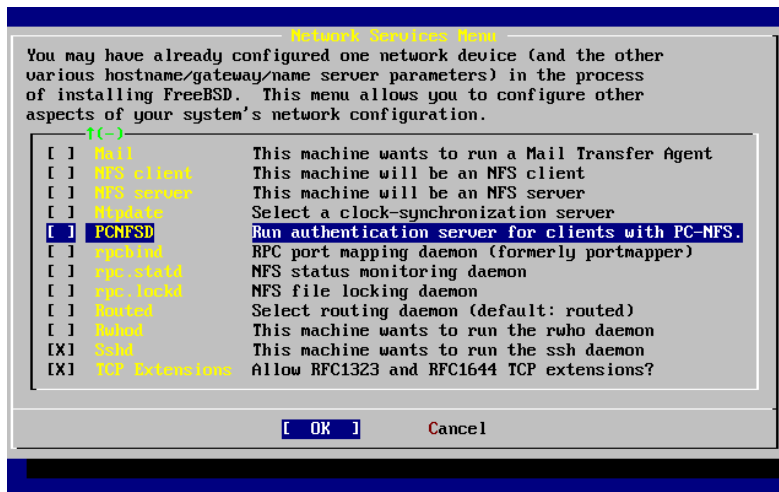


Kies uit dit menu de server die het dichtst bij het te installeren systeem staat. Door het kiezen van een server in de buurt is de synchronisatie preciezer omdat een verder gelegen server meer vertraging in de verbinding kan hebben.

De volgende optie is de **PCNFSD** selectie. Deze optie installeert het pakket `net/pcnfsd` uit de Portscollectie. Dat is een handig hulpprogramma dat het mogelijk maakt om aan te melden bij NFS met systemen die zelf geen aanmeldsysteem hebben, zoals het besturingssysteem MS-DOS van Microsoft.

Door naar beneden te scrollen in het hoofdmenu worden de onderstaande opties zichtbaar:

Figuur 2-58. Netwerkinstellingen - onderste opties



De hulpprogramma's `rpcbind(8)`, `rpc.statd(8)` en `rpc.lockd(8)` worden allemaal gebruikt voor "Remote Procedure Calls" (RPC). Het hulpprogramma `rpcbind` beheert de communicatie tussen NFS servers en clients en is noodzakelijk om NFS servers correct te laten werken. De daemon **`rpc.statd`** communiceert met de daemon **`rpc.statd`** op andere machines om statusinformatie te leveren. De gerapporteerde status wordt gewoonlijk bijgehouden in het bestand `/var/db/statd.status`. De volgende optie in de lijst is `rpc.lockd` die, mits geselecteerd, bestandslockdiensten mogelijk maakt. Dit wordt meestal gebruikt door **`rpc.statd`** om bij te houden welke hosts vragen om bestanden te locken en hoe vaak ze dat doen. Hoewel deze laatste twee opties fantastisch zijn om fouten om te sporen, zijn ze niet noodzakelijk voor NFS servers en clients om correct te werken.

De dan volgende optie in de lijst is `Routed`, een routeringsdaemon. Het hulpprogramma `routed(8)` beheert netwerkroutingstabellen, ontdekt "multicast" routers en stelt op verzoek kopieën van de routingstabellen ter beschikking aan fysiek verbonden apparaten. Dit wordt vooral gebruikt door machines die dienst doen als gateway voor het lokale netwerk. Na het selecteren van deze optie verschijnt een menu waarin naar de standaardlocatie van het hulpprogramma wordt gevraagd. De standaardlocatie is al gedefiniëerd en kan met **Enter** worden geactiveerd. Dan komt er een ander menu dat vraagt om de opties die doorgegeven moeten worden aan **`routed`** op te geven. De standaard is `-q` en die staat al op het scherm.

Dan volgt de optie `Rwhod` die, als geselecteerd, de daemon `rwhod(8)` inschakelt bij het opstarten. Het hulpprogramma `rwhod` zendt periodiek systeemberichten uit over het netwerk of verzamelt die in de modus "consumer". Meer informatie staat in de hulppagina's `ruptime(1)` en `rwho(1)`.

De één na laatste optie in de lijst is de daemon `sshd(8)`. Dat is de "secure shell server" van **OpenSSH** en deze wordt sterk aangeraden boven de standaardservers **telnet** en **FTP**. De server **`sshd`** wordt gebruikt om een veilige verbinding op te zetten van de ene computer naar de andere door een versleutelde verbinding te gebruiken.

Tenslotte is er de optie **TCP Extensions**. Dit schakelt TCP uitbreidingen in zoals gedefiniëerd in RFC 1323 en RFC 1644. Hoewel dit op veel machines de verbindingen kan versnellen, kan het ook de oorzaak zijn van het wegvallen van sommige verbindingen. Het wordt niet aangeraden voor servers, maar voor alleenstaande machines kan het voordelig zijn.

Nu de netwerkmogelijkheden zijn ingesteld kan het menu via **Exit** verlaten worden en doorgedaan worden met het instellen in de volgende sectie.

2.10.16. FreeBSD opstarten

2.10.16.1. FreeBSD/i386 opstarten

Als alles goed is gegaan komen er berichten over het scherm rollen en komt dit uit bij de aanmeldprompt. De inhoud van de berichten kan bekeken worden door te drukken op **Scroll-Lock** en dan met **PgUp** en **PgDn** door de tekst heen te lopen. Druk weer op **Scroll-Lock** om terug te gaan naar de prompt.

Het kan zijn dat het totale bericht niet getoond kan worden (beperking van de buffer). Dan kunnen de berichten later bekeken worden op de commandoregel door na het aanmelden `dmesg` in te geven op de prompt.

Meld aan met de gebruikersnaam en het wachtwoord die zijn aangemaakt tijdens de installatie (in dit voorbeeld `rpratt`). Vermijd het aanmelden als `root`, behalve als het noodzakelijk is.

Gebruikelijke opstartberichten (versie-informatie verwijderd):

```
Copyright (c) 1992-2002 The FreeBSD Project.
Copyright (c) 1979, 1980, 1983, 1986, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1994
    The Regents of the University of California. All rights reserved.

Timecounter "i8254" frequency 1193182 Hz
CPU: AMD-K6(tm) 3D processor (300.68-MHz 586-class CPU)
  Origin = "AuthenticAMD" Id = 0x580 Stepping = 0
  Features=0x8001bf<FPU,VME,DE,PSE,TSC,MSR,MCE,CX8,MMX>
  AMD Features=0x80000800<SYSCALL,3DNow!>
real memory = 268435456 (262144K bytes)
config> di sn0
config> di lnc0
config> di le0
config> di ie0
config> di fe0
config> di cs0
config> di bt0
config> di aic0
config> di aha0
config> di adv0
config> q
avail memory = 256311296 (250304K bytes)
Preloaded elf kernel "kernel" at 0xc0491000.
Preloaded userconfig_script "/boot/kernel.conf" at 0xc049109c.
md0: Malloc disk
Using $PIR table, 4 entries at 0xc00fde60
npx0: <math processor> on motherboard
npx0: INT 16 interface
pcib0: <Host to PCI bridge> on motherboard
pci0: <PCI bus> on pcib0
pcib1: <VIA 82C598MVP (Apollo MVP3) PCI-PCI (AGP) bridge> at device 1.0 on pci0
pci1: <PCI bus> on pcib1
pci1: <Matrox MGA G200 AGP graphics accelerator> at 0.0 irq 11
isab0: <VIA 82C586 PCI-ISA bridge> at device 7.0 on pci0
isa0: <ISA bus> on isab0
atapci0: <VIA 82C586 ATA33 controller> port 0xe000-0xe00f at device 7.1 on pci0
ata0: at 0x1f0 irq 14 on atapci0
ata1: at 0x170 irq 15 on atapci0
```



```
uhci0: <VIA 83C572 USB controller> port 0xe400-0xe41f irq 10 at device 7.2 on pci0
usb0: <VIA 83C572 USB controller> on uhci0
usb0: USB revision 1.0
uhub0: VIA UHCI root hub, class 9/0, rev 1.00/1.00, addr 1
uhub0: 2 ports with 2 removable, self powered
chip1: <VIA 82C586B ACPI interface> at device 7.3 on pci0
ed0: <NE2000 PCI Ethernet (RealTek 8029)> port 0xe800-0xe81f irq 9 at
device 10.0 on pci0
ed0: address 52:54:05:de:73:1b, type NE2000 (16 bit)
isa0: too many dependant configs (8)
isa0: unexpected small tag 14
fdc0: <NEC 72065B or clone> at port 0x3f0-0x3f5,0x3f7 irq 6 drq 2 on isa0
fdc0: FIFO enabled, 8 bytes threshold
fd0: <1440-KB 3.5" drive> on fdc0 drive 0
atkbd0: <keyboard controller (i8042)> at port 0x60-0x64 on isa0
atkbd0: <AT Keyboard> flags 0x1 irq 1 on atkbd0
kbd0 at atkbd0
psm0: <PS/2 Mouse> irq 12 on atkbd0
psm0: model Generic PS/2 mouse, device ID 0
vga0: <Generic ISA VGA> at port 0x3c0-0x3df iomem 0xa0000-0xbffff on isa0
sc0: <System console> at flags 0x1 on isa0
sc0: VGA <16 virtual consoles, flags=0x300>
sio0 at port 0x3f8-0x3ff irq 4 flags 0x10 on isa0
sio0: type 16550A
sio1 at port 0x2f8-0x2ff irq 3 on isa0
sio1: type 16550A
ppc0: <Parallel port> at port 0x378-0x37f irq 7 on isa0
ppc0: SMC-like chipset (ECP/EPP/PS2/NIBBLE) in COMPATIBLE mode
ppc0: FIFO with 16/16/15 bytes threshold
ppbus0: IEEE1284 device found /NIBBLE
Probing for PnP devices on ppbus0:
plip0: <PLIP network interface> on ppbus0
lpt0: <Printer> on ppbus0
lpt0: Interrupt-driven port
ppi0: <Parallel I/O> on ppbus0
ad0: 8063MB <IBM-DHEA-38451> [16383/16/63] at ata0-master using UDMA33
ad2: 8063MB <IBM-DHEA-38451> [16383/16/63] at ata1-master using UDMA33
acd0: CDROM <DELTA OTC-H101/ST3 F/W by OIPD> at ata0-slave using PIO4
Mounting root from ufs:/dev/ad0sla
swapon: adding /dev/ad0slb as swap device
Automatic boot in progress...
/dev/ad0sla: FILESYSTEM CLEAN; SKIPPING CHECKS
/dev/ad0sla: clean, 48752 free (552 frags, 6025 blocks, 0.9% fragmentation)
/dev/ad0slf: FILESYSTEM CLEAN; SKIPPING CHECKS
/dev/ad0slf: clean, 128997 free (21 frags, 16122 blocks, 0.0% fragmentation)
/dev/ad0slg: FILESYSTEM CLEAN; SKIPPING CHECKS
/dev/ad0slg: clean, 3036299 free (43175 frags, 374073 blocks, 1.3% fragmentation)
/dev/ad0sle: filesystem CLEAN; SKIPPING CHECKS
/dev/ad0sle: clean, 128193 free (17 frags, 16022 blocks, 0.0% fragmentation)
Doing initial network setup: hostname.
ed0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.0.1 netmask 0xfffff00 broadcast 192.168.0.255
    inet6 fe80::5054::5ff::fede:731b%ed0 prefixlen 64 tentative scopeid 0x1
```

```

ether 52:54:05:de:73:1b
lo0: flags=8049<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST> mtu 16384
    inet6 fe80::1%lo0 prefixlen 64 scopeid 0x8
    inet6 ::1 prefixlen 128
    inet 127.0.0.1 netmask 0xff000000
Additional routing options: IP gateway=YES TCP keepalive=YES
routing daemons:.
additional daemons: syslogd.
Doing additional network setup:.
Starting final network daemons: creating ssh RSA host key
Generating public/private rsa1 key pair.
Your identification has been saved in /etc/ssh/ssh_host_key.
Your public key has been saved in /etc/ssh/ssh_host_key.pub.
The key fingerprint is:
cd:76:89:16:69:0e:d0:6e:f8:66:d0:07:26:3c:7e:2d root@k6-2.example.com
creating ssh DSA host key
Generating public/private dsa key pair.
Your identification has been saved in /etc/ssh/ssh_host_dsa_key.
Your public key has been saved in /etc/ssh/ssh_host_dsa_key.pub.
The key fingerprint is:
f9:a1:a9:47:c4:ad:f9:8d:52:b8:b8:ff:8c:ad:2d:e6 root@k6-2.example.com.
setting ELF ldconfig path: /usr/lib /usr/lib/compat /usr/X11R6/lib
/usr/local/lib
a.out ldconfig path: /usr/lib/aout /usr/lib/compat/aout /usr/X11R6/lib/aout
starting standard daemons: inetd cron sshd usbd sendmail.
Initial rc.i386 initialization:.
rc.i386 configuring syscons: blank_time screensaver moused.
Additional ABI support: linux.
Local package initialization:.
Additional TCP options:.

FreeBSD/i386 (k6-2.example.com) (ttyv0)

login: rpratt
Password:

```

Het aanmaken van de RSA en DSA sleutels kan een tijdje duren op langzamere machines. Dit gebeurt alleen bij de eerste keer aanmelden na een nieuwe installatie. De volgende keren gaan sneller.

Als de X-server ingesteld is en er een standaard desktop is gekozen, dan kan die worden gestart door `startx` in te geven op de commandoregel.

2.10.17. FreeBSD uitschakelen

Het is belangrijk om het besturingssysteem op de juiste manier uit te schakelen. Schakel niet gewoon de stroom uit. Neem eerst de rol van superuser aan door `su` in te geven op de commandoregel en het `root` wachtwoord in te geven. Dit kan alleen als gebruiker die lid is van de groep `wheel`. Anders moet eerst worden aangemeld als `root`. Gebruik `shutdown -h now` om het systeem uit te schakelen.

```

The operating system has halted.
Please press any key to reboot.

```

Het is veilig om de stroom uit te schakelen als na het commando `shutdown` het bericht “Please press any key to reboot” getoond wordt. Als een toets wordt ingedrukt in plaats van het uitschakelen van de stroom, dan start het systeem opnieuw.

De combinatie **Ctrl+Alt+Del** kan ook gebruikt worden om het systeem te herstarten, maar dit wordt niet aangeraden tijdens normaal gebruik.

2.11. Problemen oplossen

Dit onderdeel behandelt het oplossen van installatieproblemen, zoals veel voorkomende problemen die gebruikers hebben gerapporteerd. Er is ook een aantal vragen en antwoorden voor mensen die een systeem willen hebben met zowel FreeBSD als MS-DOS of Windows (dual-boot).

2.11.1. Wat als er iets misgaat?

Door de beperkingen van de PC-architectuur is het onmogelijk om 100% betrouwbaar een hardware-onderzoek te doen, maar er zijn een paar dingen die wel gedaan kunnen worden in geval van storingen.

Controleer het Hardware Notes (<http://www.FreeBSD.org/releases/index.html>) document voor uw versie van FreeBSD om er zeker van te zijn dat de hardware ondersteund wordt.

Als de hardware wordt ondersteund, maar het systeem loopt nog steeds vast of heeft andere problemen, dient u een eigen kernel te bouwen. Dit maakt het mogelijk om ondersteuning voor apparaten toe te voegen die niet in de `GENERIC` kernel zitten. De kernel op de opstartschijven gaat er vanuit dat de hardware ingesteld is op de fabrieksinstellingen wat betreft IRQ's, IO adressen en DMA kanalen. Als de hardware anders is ingesteld, dan moet waarschijnlijk de instellingeneditor gebruikt worden om FreeBSD te vertellen waar de apparaten te vinden zijn.

Het is ook mogelijk dat een onderzoek naar een apparaat dat niet aanwezig is een probleem veroorzaakt bij een later onderzoek naar een ander apparaat dat er wel is. In dat geval moet het conflicterende stuurprogramma uitgeschakeld worden.

Opmerking: Sommige installatieproblemen kunnen voorkomen of verminderd worden door de firmware op de diverse hardwarecomponenten bij te werken, zeker als het om het moederbord gaat. De firmware voor een moederbord wordt ook aangeduid als het BIOS en de meeste moederbord- en computerfabrikanten hebben een website waar upgrades en upgrade-informatie beschikbaar is.

De meeste fabrikanten raden sterk af om het BIOS te upgraden, tenzij er een goede reden voor is, zoals bijvoorbeeld een kritische update. Het upgradeproces *kan* misgaan, wat beschadiging van de BIOS chip kan veroorzaken.

2.11.2. MS-DOS® en Windows bestandssystemen gebruiken

FreeBSD ondersteunt geen bestandssystemen die gecomprimeerd zijn met het programma **Double Space™**. Daarom moet het bestandssysteem eerst gedecomprimeerd worden voordat FreeBSD de gegevens kan benaderen. Dit kan met de **Compression Agent**, te vinden in het menu **Start > Programma's > Bureau-accessoires > Systeemwerkset**.

FreeBSD kan MS-DOS gebaseerde bestandssystemen (soms FAT bestandssystemen genoemd) ondersteunen. Het commando `mount_msdosfs(8)` plaatst zulke bestandssystemen in de bestaande maphierarchie, waardoor de inhoud

van het bestandssysteem benaderd kan worden. Het programma `mount_msdosfs(8)` wordt normaliter niet direct gebruikt; in plaats hiervan wordt het aangeroepen door een regel in `/etc/fstab` of door een aanroep van het gereedschap `mount(8)` met de juiste parameters.

Een typische regel in `/etc/fstab` is:

```
/dev/ad0sN /dos msdosfs rw 0 0
```

Opmerking: De map `/dos` moet reeds bestaan om dit te laten werken. Zie `fstab(5)` voor details over het formaat van `/etc/fstab`.

Een typische aanroep naar `mount(8)` voor een MS-DOS bestandssysteem ziet er uit als:

```
# mount -t msdosfs /dev/ad0s1 /mnt
```

In dit voorbeeld staat het MS-DOS bestandssysteem op de eerste partitie van de primaire harde schijf. Iedere situatie kan anders zijn, dus controleer de uitvoer van de commando's `dmesg` en `mount`. Dat zou voldoende informatie moeten leveren om een idee te vormen over het partitieschema.

Opmerking: FreeBSD kan schijfstukken (dat zijn MS-DOS partities) anders nummeren dan andere besturingssystemen. In het bijzonder krijgen extended MS-DOS partities gewoonlijk hogere schijfstuknummers dan primaire MS-DOS partities. Het gereedschap `fdisk(8)` kan helpen te bepalen welke schijfstukken bij FreeBSD en welke bij andere besturingssystemen horen.

NTFS-partities kunnen op soortgelijke manier aangekoppeld worden met het commando `mount_ntfs(8)`.

2.11.3. Vragen en antwoorden bij het oplossen van problemen

1. Mijn systeem hangt bij het opsporen van hardware tijdens het opstarten, of het gedraagt zich vreemd tijdens het installeren, of de floppydrive wordt niet onderzocht.

FreeBSD maakt veelvuldig gebruik van de ACPI-diensten van het systeem op de i386, amd64 en ia64 platformen bij het helpen van de systeemconfiguratie als het tijdens het opstarten is gedetecteerd. Helaas bestaan er nog enkele bugs in zowel het ACPI-stuurprogramma als in sommige systeemmoederborden en BIOSsen. ACPI kan worden uitgeschakeld door de hint `hint.acpi.0.disabled` in te stellen in de derde-fase-bootloader:

```
set hint.acpi.0.disabled="1"
```

Dit wordt telkens wanneer het systeem opnieuw wordt opgestart teruggezet, dus is het nodig om `hint.acpi.0.disabled="1"` aan het bestand `/boot/loader.conf` toe te voegen. Meer informatie over de bootloader kan worden gevonden in Paragraaf 12.1.

2. Ik ga naar opstarten van harde schijf voor de eerste keer na het installeren van FreeBSD, de kernel laadt en onderzoekt mijn hardware, maar stopt met berichten zoals deze:

```
changing root device to ad1s1a panic: cannot mount root
```

Wat is er verkeerd? Wat kan ik doen?

Wat is dit `bios_drive:interface(unit,partition)kernel_name` dat wordt weergegeven met de opstarthulp?

Er is een langdurig probleem in het geval dat de opstartschijf niet de eerste schijf in het systeem is. Het BIOS gebruikt een ander nummeringsschema dan FreeBSD, en uitzoeken welke nummers met welke overeenkomen is lastig goed te krijgen.

In het geval dat de opstartschijf niet de eerste schijf in het systeem is, kan FreeBSD wel wat hulp gebruiken om het te vinden. Er zijn hier twee bekende situaties, en in beide gevallen dient u FreeBSD te vertellen waar het root-bestandssysteem zich bevindt. U kunt dit doen door het BIOS schijfnummer te specificeren, het soort schijf en het FreeBSD schijfnummer voor die soort.

De eerste situatie is wanneer u twee IDE-schijven heeft, elk geconfigureerd als de meester op hun respectievelijke IDE-bus, en u FreeBSD wilt opstarten vanaf de tweede schijf. Het BIOS ziet dit als schijf 0 en schijf 1, terwijl FreeBSD ze als `ad0` en `ad2`.

FreeBSD staat op BIOS schijf 1, van het soort `ad` en het FreeBSD schijfnummer is 2, dus geldt:

```
1:ad(2,a)kernel
```

Merk op dat indien u een slaaf op de primaire bus heeft, bovenstaande niet nodig is (en effectief onjuist is).

De tweede situatie is omvat opstarten van een SCSI-schijf wanneer u één of meer IDE-schijven in het systeem heeft. In dit geval is het FreeBSD schijfnummer lager dan het BIOS schijfnummer. Als u twee IDE-schijven alsook de SCSI-schijf heeft, dan is de SCSI-schijf BIOS schijf 2, soort `da` en FreeBSD schijfnummer 0, dus geldt:

```
2:da(0,a)kernel
```

wanneer u FreeBSD wilt vertellen dat u van BIOS schijf 2 wilt opstarten, welke de eerste SCSI-schijf in het systeem is. Als u slechts één IDE-schijf had, zou `1:` gegolden hebben.

Wanneer u de juiste waardes heeft bepaald om te gebruiken, kunt u het commando precies zoals u het zou typen in het bestand `/boot.config` plaatsen met een standaard tekstverwerker. Tenzij anders geïnstrueerd, gebruikt FreeBSD de inhoud van dit bestand als het standaardantwoord op de prompt `boot:`.

3. Ik ga naar opstarten van harde schijf voor de eerste keer na de installatie van FreeBSD, maar de prompt van de Boot Manager geeft telkens alleen `F?` weer in het opstartmenu maar het opstarten gaat niet verder.

De geometrie van de harde schijf was verkeerd ingesteld in de partitiebewerker toen u FreeBSD installeerde. Ga terug naar de partitiebewerker en specificeer de eigenlijke geometrie van uw harde schijf. U moet FreeBSD weer van het begin af herinstalleren met de juiste geometrie.

Als u geheel faalt in het bepalen van de juiste geometrie van uw machine, is hier een tip: Installeer een kleine DOS partitie aan het begin van de schijf en installeer FreeBSD na die partitie. Het installatieprogramma zal de DOS partitie zien en proberen de juiste geometrie er uit af te leiden, wat gewoonlijk werkt.

De volgende tip wordt niet meer aangeraden, maar is hier achtergelaten ter referentie:

Als u een echt toegewijde FreeBSD server of workstation installeert waar u geen (toekomstige) compatibiliteit met DOS, Linux of een ander besturingssysteem wilt, heeft u ook de mogelijkheid om de gehele schijf (A in de partitiebewerker) te gebruiken, de niet-standaard optie selecterende waarbij FreeBSD de gehele schijf van de allereerste tot de allerlaatste sector beslaat. Dit laat alle geometrieoverwegingen buiten beschouwing, maar is wat beperkend tenzij u nooit iets anders dan FreeBSD op een schijf gaat draaien.

4. Het systeem vindt mijn ed(4) netwerkkaart, maar ik blijf apparaat-timeout-fouten krijgen.

Uw kaart zit waarschijnlijk op een andere IRQ dan wat is gespecificeerd in het bestand `/boot/device.hints`. Het stuurprogramma `ed(4)` gebruikt standaard niet de “soft”-configuratie (waardes gegeven met `EZSETUP` in DOS), maar het zal de softwareconfiguratie gebruiken wanneer u `-1` specificeert in de hints voor de interface.

Verplaats of de jumper op de kaart naar een vaste configuratie-instelling (pas indien nodig de kernelinstellingen aan), of specificeer het IRQ als `-1` door de hint `hint.ed.0.irq="-1"` in te stellen. Dit vertelt de kernel om de softconfiguratie te gebruiken.

Een andere mogelijkheid is dat uw kaart op IRQ 9 zit, welke gedeeld is met IRQ 2 en vaak een bron van problemen is (al helemaal wanneer u een VGA-kaart heeft die IRQ 2 gebruikt!). U dient IRQ 2 en 9 te vermijden indien mogelijk.

5. Wanneer **sysinstall** in een X11-terminal wordt gebruikt, is het moeilijk om het gele font op de lichtgrijze achtergrond te lezen. Is er een manier om het contrast van deze applicatie te verhogen?

Als X11 reeds geïnstalleerd is en de kleuren die standaard door **sysinstall** worden gekozen de tekst onleesbaar maken wanneer `xterm(1)` of `rxvt(1)` wordt gebruikt, voeg dan het volgende aan `~/.Xdefaults` toe om een donkerder grijs als achtergrond te krijgen: `XTerm*color7: #c0c0c0`

2.12. Installeren voor gevorderden

In dit onderdeel wordt het installeren van FreeBSD in bijzondere situaties beschreven.

2.12.1. FreeBSD installeren op een systeem zonder monitor of toetsenbord

Dit type installatie heet ook wel een “headless install”, omdat de met FreeBSD te installeren machine of geen monitor heeft aangesloten of zelfs geen VGA-uitvoer heeft. Hoe is dat mogelijk, kan de vraag zijn. Dat kan met een seriële console. Een seriële console is gewoonweg een andere machine die optreedt als monitor en toetsenbord voor een systeem. Om dit te doen moet eerst een installatie-USB-stick worden gemaakt, zoals uitgelegd is in Paragraaf 2.3.7 of het juiste ISO-image voor de installatie worden gedownload (zie Paragraaf 2.13.1).

Volg de volgende stappen om de media te wijzigen om in een seriële console op te starten (voor een CD-ROM kan de eerste stap worden overgeslagen):

1. Installatie-USB-stick geschikt maken voor een seriële console

Als wordt opgestart van de zojuist gemaakt USB-stick, start FreeBSD op in de normale installatiemodus. FreeBSD moet echter opstarten naar een seriële console voor de installatie. Om dit te regelen moet de USB-stick gekoppeld worden aan het FreeBSD systeem met het commando `mount(8)`.

```
# mount /dev/da0a /mnt
```

Opmerking: Pas het apparaat en het koppelpunt aan uw situatie aan.

Nu dat de stick is aangekoppeld, moet deze ingesteld worden om in een seriële toestand op te starten. Aan het bestand `loader.conf` van het bestandssysteem van de USB-stick een regel worden toegevoegd dat de seriële console instelt als de systeemconsole:

```
# echo 'console="comconsole"' >> /mnt/boot/loader.conf
```

Nu de USB-stick correct is geconfigureerd, moet deze afgekoppeld worden met `umount(8)`:

```
# umount /mnt
```

Nu kan de USB-stick worden afgekoppeld en direct naar de derde stap van deze procedure gegaan worden.

2. De installatie-CD in staat stellen om in een seriële console op te starten

Als met de CD zou worden opgestart die zojuist van het installatie-ISO-image is gemaakt (zie Paragraaf 2.13.1), dan zou FreeBSD opstarten in de normale installatiemodus. We willen dat FreeBSD voor de installatie opstart in een seriële console. Om dit te doen, moet het ISO-image worden uitgepakt, gewijzigd, en opnieuw worden gegenereerd voordat het op een CD-R wordt gebrandt.

Gebruik `tar(1)` om alle bestanden uit te pakken van het installatie-ISO-image, bijvoorbeeld

```
FreeBSD-9.0-RELEASE-i386-disc1.iso:
```

```
# mkdir /pad/naar/headless-iso
# tar -C /pad/naar/headless-iso -pxvf FreeBSD-9.0-RELEASE-i386-disc1.iso
```

Nu moet het installatiemedium worden ingesteld om in een seriële console op te starten. Aan het bestand `loader.conf` van het uitgepakte ISO-image moet een regel worden toegevoegd dat de seriële console als de systeemconsole instelt:

```
# echo 'console="comconsole"' >>
/pad/naar/headless-iso/boot/loader.conf
```

Nu kan er een nieuw ISO-image van het gewijzigde bestandssysteem worden gemaakt. Het gereedschap `mkisofs(8)` van de port `sysutils/cdrtools` wordt gebruikt:

```
# mkisofs -v -b boot/cdboot -no-emul-boot -r -J -V "Headless_installatie" \
-o Headless-FreeBSD-9.0-RELEASE-i386-disc1.iso /pad/naar/headless-iso
```

Nu het ISO-image correct is geconfigureerd, kan het met uw favoriete brandprogramma op een CD-R worden gebrandt.

3. Null-modem kabel aansluiten

Nu moeten de twee machines verbonden worden met een null-modem kabel. De kabel kan gewoon aangesloten worden tussen de seriële poorten van de machines. *Een gewone seriële kabel werkt niet*, er is een null-modem kabel nodig omdat daarin sommige draden kruislings zijn verbonden.

4. Opstarten voor het installeren

Nu is het tijd om te beginnen met installeren. Steek de USB-stick in de machine die headless wordt geïnstalleerd en zet hem aan. Als u een voorbereide CD-ROM gebruikt, zet dan de machine aan en steek de CD-ROM erin.

5. Verbinden met de headless machine

Nu moet verbinding gemaakt worden met die machine met `cu(1)`:

```
# cu -l /dev/cuau0
```


Gebruik op FreeBSD 7.x het volgende commando:

```
# cu -l /dev/cua0
```

Dat is alles! De headless machine kan bediend worden via de `cu` sessie. Het zal de kernel laden en vraagt dan wat voor terminal er gebruikt moeten worden. Selecteer de FreeBSD color console en ga verder met de installatie!

2.13. Aangepaste installatiemedia maken

Opmerking: Om herhaling te voorkomen: “FreeBSD-schijf” betekent in deze context een FreeBSD CD-ROM of DVD die gekocht is of zelf is gemaakt.

Er kunnen zich situaties voordoen waarin aangepaste FreeBSD installatiemedia en/of bronnen gemaakt moeten worden. Dat kunnen fysieke media zijn zoals een tape of een bron die **sysinstall** kan gebruiken om bestanden op te halen, zoals een lokale FTP site of een MS-DOS-partitie.

Bijvoorbeeld:

- Er zijn veel machines aangesloten op een lokaal netwerk en er is maar één FreeBSD-schijf. Er moet een lokale FTP site gemaakt worden met de inhoud van de FreeBSD schijf en vervolgens gebruiken andere machines die in plaats van steeds naar het Internet te moeten.
- Er is een FreeBSD-schijf, FreeBSD herkent de CD/DVD-speler niet, maar MS-DOS/Windows wel. De FreeBSD installatiebestanden moeten gekopieerd worden naar een DOS-partitie op dezelfde computer en dan moet FreeBSD geïnstalleerd worden met die bestanden.
- De computer die geïnstalleerd moet worden heeft geen CD/DVD-speler of netwerkkaart, maar kan wel verbonden worden via een “Laplink-achtige” seriële of parallelle kabel met een computer die wel een CD/DVD-speler heeft.
- Er moet een tape gemaakt worden die gebruikt kan worden om FreeBSD te installeren.

2.13.1. Installatie CD-ROM maken

Als onderdeel van elke versie stelt het FreeBSD project tenminste twee CDROM images beschikbaar (“ISO images”) per ondersteunde architectuur. Deze images kunnen op een CD-R gebrand worden en dan gebruikt worden om FreeBSD te installeren. Als een CD-schrijver aanwezig is en bandbreedte is goedkoop, dan is dit de makkelijkste manier om FreeBSD te installeren.

1. De juiste ISO images downloaden

De ISO images voor iedere versie kunnen worden gedownload van

`ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/ISO-IMAGES-arch/versie` of de dichtstbijzijnde mirror. Vervang *arch* en *versie* door de gewenste waarden.

De bovenstaande map bevat meestal de volgende images:

Bestandsnaam **Inhoud**
Tabel 2-4. FreeBSD 7.x en 8.x ISO image-namen en verklaring

Bestandsnaam	Inhoud
<code>FreeBSD-versie-RELEASE-arch-bootonly.iso</code>	Met dit CD-image kunt u het installatieproces starten door vanaf een CD-ROM-drive op te starten maar het bevat geen ondersteuning om FreeBSD van de CD zelf te installeren. U dient hiervoor een installatie vanaf het netwerk (bijvoorbeeld een FTP-server) uit te voeren nadat u van deze CD heeft opgestart.
<code>FreeBSD-versie-RELEASE-arch-disc1.iso.gz</code>	Dit DVD-image bevat alles wat u nodig heeft om het basisgedeelte van FreeBSD te installeren, een verzameling van vooraf gebouwde pakketten, en de documentatie. Het ondersteunt ook het opstarten in een “livefs” gebaseerde reddingsmodus.
<code>FreeBSD-versie-RELEASE-arch-memstick.img</code>	Dit image kan naar een USB-geheugenstick worden geschreven en gebruikt worden om een installatie uit te voeren op machines die vanaf USB-drives kunnen opstarten. Het ondersteunt ook het opstarten in een “livefs” gebaseerde reddingsmodus. De documentatiepakketten worden geleverd, echter geen andere pakketten. Dit image is niet beschikbaar voor FreeBSD 7.x.
<code>FreeBSD-versie-RELEASE-arch-disc1.iso</code>	Dit CD-image bevat het basisgedeelte van FreeBSD en de documentatiepakketten maar geen andere pakketten.
<code>FreeBSD-versie-RELEASE-arch-disc2.iso</code>	Een CD-image met zoveel mogelijk pakketten van derde partijen als er op de schijf passen. Dit image is niet beschikbaar voor FreeBSD 8.x.
<code>FreeBSD-versie-RELEASE-arch-disc3.iso</code>	Nog een CD-image met zoveel mogelijk pakketten van derde partijen als op de schijf passen. Dit image is niet beschikbaar voor FreeBSD 8.0 en hoger.
<code>versie-RELEASE-arch-docs.iso</code>	De FreeBSD documentatie.
<code>FreeBSD-versie-RELEASE-arch-livefs.iso</code>	Dit CD-image bevat ondersteuning om in een “livefs” gebaseerde reddingsmodus op te starten maar het ondersteunt niet het installeren van de CD zelf.

Opmerking: Uitgaven van FreeBSD 7.x voor FreeBSD 7.3 en uitgaven van FreeBSD 8.0 gebruikten een andere naamconventie. Voor de namen van hun ISO-images staat geen `FreeBSD-`.

U *moet* òf het `bootonly` image downloaden, òf het image van `disc1`. Download ze niet allebei, aangezien het image `disc1` alles bevat wat het `bootonly` image bevat.

Gebruik de `bootonly` ISO als toegang tot Internet goedkoop is. Hiermee kan FreeBSD geïnstalleerd worden, waarna pakketten van derde partijen gedownload en geïnstalleerd kunnen worden via het `ports/packages`

systeem (zie Hoofdstuk 4).

Gebruik het `dvd1` image om een uitgave van FreeBSD te installeren en een redelijke hoeveelheid pakketten op de schijf te installeren.

De additionele disc images zijn nuttig, maar niet noodzakelijk, zeker niet als er breedband toegang tot Internet is.

2. CD's branden

Daarna moeten de CD images op een schijf gebrand worden. Als dat wordt gedaan op een ander FreeBSD systeem, dan staat in Paragraaf 18.6 meer informatie (meer in het bijzonder in Paragraaf 18.6.3 en Paragraaf 18.6.4).

Als de CD's op een ander platform worden gebrand, gebruik dan de op dat platform beschikbare hulpprogramma's om een CD-brander aan te sturen. De images zijn samengesteld in het standaard ISO-formaat dat ondersteund wordt door de meeste CD-brandprogramma's.

Opmerking: Als er interesse is in het bouwen van een aangepaste versie van FreeBSD dan staat hierover informatie in het Release Engineering artikel (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/articles/releng).

2.13.2. Een lokale FTP site maken met een FreeBSD-schijf

FreeBSD-schijven zijn op dezelfde manier ingedeeld als de FTP site. Dat maakt het erg gemakkelijk om een lokale FTP site te maken die gebruikt kan worden door andere machines op een netwerk bij het installeren van FreeBSD.

1. Op de FreeBSD computer die de FTP site bevat moet de CD-ROM in het CD-ROM station zitten en aangekoppeld zijn op `/cdrom`.

```
# mount /cdrom
```
2. Maak een gebruikersaccount voor anonieme FTP toegang in `/etc/passwd` het bestand te bewerken met `vipw(8)` en de volgende regel toe te voegen:

```
ftp:*:99:99::0:0:FTP:/cdrom:/nonexistent
```
3. Zorg ervoor dat de dienst FTP aan staat in `/etc/inetd.conf`.

Iedereen met een netwerkverbinding naar de machine kan nu als mediumtype FTP kiezen en `ftp://de-machine` ingeven na het kiezen van "Other" in het menu FTP sites tijdens de installatie.

Opmerking: Als de bootmedia (meestal diskettes) voor een FTP client niet precies dezelfde versie hebben als die van de lokale FTP site, dan kan `sysinstall` de installatie niet volledig afronden. Als de versies niet gelijk zijn, dan kan in het menu Options de distributienaam gewijzigd worden in `any`.

Waarschuwing Deze aanpak is in orde voor een machine die aan een lokaal netwerk hangt en beschermd wordt door een firewall. Het aanbieden van FTP-diensten aan andere machines over Internet (en niet alleen het lokale netwerk) stelt een computer bloot aan de aandacht van krakers en andere ongewenste personen. We raden sterk aan om voldoende voorzorgsmaatregelen te nemen als hiervoor wordt gekozen.

2.13.3. Installatiediskettes maken

Als wordt geïnstalleerd met diskettes (we adviseren om dit *niet* te doen), hetzij vanwege niet ondersteunde hardware of eenvoudigweg omdat de persoon die installeert er op staat dingen op de moeilijkste manier te doen, dan moeten eerst diskettes gemaakt worden voor de installatie.

Er zijn minstens zoveel 1.44 MB diskettes nodig als nodig zijn om alle bestanden die in de map `base` (basisdistributie) staan op te slaan. Als de diskettes worden gemaakt vanuit DOS, dan *moeten* ze geformatteerd worden met het MS-DOS commando `FORMAT`. Als Windows wordt gebruikt, formatteer de schijven dan via de verkenner (rechtermuisklik op `A:` en kies dan “Format”).

Vertrouw voorgeformatteerde schijven *niet*. Formateer ze voor de zekerheid opnieuw. Veel door gebruikers gerapporteerde problemen kwamen voort uit het gebruik van verkeerd geformatteerde media, vandaar dat dit punt hier wordt benadrukt.

Als de diskettes worden gemaakt op een andere FreeBSD machine is formatteren nog steeds geen slecht idee, hoewel niet op elke diskette een DOS bestandssysteem nodig is. Met de commando's `bsdlabel` en `newfs` kan er een UFS bestandssysteem op gezet worden, zoals met de volgende commando's wordt getoond (voor een 3.5" 1.44 MB diskette):

```
# fdformat -f 1440 fd0.1440
# bsdlabel -w fd0.1440 floppy3
# newfs -t 2 -u 18 -l 1 -i 65536 /dev/fd0
```

Daarna kunnen ze aangekoppeld en beschreven worden als elk ander bestandssysteem.

Nadat de diskettes zijn geformatteerd moeten de bestanden op de diskettes gezet worden. De distributiebeelden zijn opgedeeld in porties zodat vijf stuks gemakkelijk op een ouderwetse 1.44 MB diskette passen. Ga door met alle diskettes en zet zoveel bestanden als mogelijk op elke diskette tot alle distributies op die manier gekopieerd zijn. Elke distributie moet in een submap op de diskette komen, bijvoorbeeld: `a:\base\base.aa`, `a:\base\base.ab`, enzovoorts.

Belangrijk: Het bestand `base.inf` dient ook op de eerste diskette van de `base` verzameling te staan aangezien het door het installatieprogramma wordt gelezen om uit te zoeken naar hoeveel aanvullende delen te kijken wanneer de distributie opgehaald en aan elkaar geregen wordt.

Als tijdens de installatie het scherm Media verschijnt kan Floppy gekozen worden en het installatiesysteem vraagt daarna om de overige diskettes.

2.13.4. Installeren vanaf een MS-DOS-partitie

Om een installatie voor te bereiden vanaf een MS-DOS-partitie kunnen alle bestanden vanaf de distributie in een map genaamd `freebsd` in de hoofdmap van de partitie gezet worden, bijvoorbeeld `c:\freebsd`. De mappenstructuur van de CD-ROM of FTP site moet gedeeltelijk worden gereproduceerd in deze map, dus we raden aan het DOS commando `xcopy` te gebruiken als de bron een CD-ROM is. Om bijvoorbeeld een minimale installatie van FreeBSD voor te bereiden:

```
C:\> md c:\freebsd
C:\> xcopy e:\bin c:\freebsd\bin\ /s
C:\> xcopy e:\manpages c:\freebsd\manpages\ /s
```

Hierbij wordt aangenomen dat C: de schijf is met voldoende vrije ruimte en dat E: het CD-ROM station is.

Als er geen CD-ROM station is, dan kan de distributie gedownload worden van ftp.FreeBSD.org (ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/releases/i386/9.0-RELEASE/). Elke distributie heeft zijn eigen map. De *base* distributie staat bijvoorbeeld in de map 9.0/base/ (ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/releases/i386/9.0-RELEASE/base/).

Kopieër de vanaf een MS-DOS-partitie te installeren distributies (en waar schijfruimte voor is) en plaats ze elk onder c:\freebsd. De distributie BIN is de enige noodzakelijke voor een minimale installatie.

2.13.5. Installeren van tape

Het installeren vanaf een tape is waarschijnlijk de gemakkelijkste manier, sneller dan een online FTP installatie of een CD-ROM installatie. Het installatieprogramma verwacht dat de bestanden eenvoudigweg getarred zijn op een tape. Na het ophalen van alle benodigde distributiebesteden moeten ze op een tape getarred worden:

```
# cd /freebsd/distdir
# tar cvf /dev/rwt0 dist1 ... dist2
```

Bij het uitvoeren van de installatie moet ervoor gezorgd worden dat er voldoende ruimte is in een tijdelijke map (die gekozen kan worden) om de *volledige* inhoud van de gemaakte tape te bevatten. Door de sequentiële toegangsmethode van een tape heeft deze manier van installeren nogal wat tijdelijke schijfruimte nodig.

Opmerking: Bij het begin van de installatie moet de tape al in de drive zitten voor het opstarten van de opstartdiskette. Het installatieprogramma kan hem anders niet vinden.

2.13.6. Installeren over een netwerk

Er zijn drie soorten netwerkinstallaties beschikbaar: Ethernet (een standaard Ethernet-controller), seriële poort (PPP), of parallelle poort (PLIP, laplink-kabel).

Voor de snelst mogelijke netwerkinstallatie is een Ethernet adapter altijd een goede keuze! FreeBSD ondersteunt de meeste Ethernetkaarten. Een overzicht van de ondersteunde kaarten (en de benodigde instellingen) is beschikbaar in de Hardware Notes voor elke versie van FreeBSD. Als gebruik gemaakt wordt van een ondersteunde PCMCIA kaart, stop deze dan in het slot *vóór* de laptop wordt aangezet. FreeBSD ondersteunt momenteel helaas geen “hot insertion” van PCMCIA-kaarten tijdens de installatie.

Een toe te wijzen IP-adres op het netwerk, het netmask van de adresklasse en de naam voor de te installeren machine moeten ook bekend zijn. Als wordt geïnstalleerd over een PPP-verbinding en er is geen vast IP-adres, wanhoop dan niet. Het IP-adres kan dynamisch toegekend worden door een ISP. Een systeembeheerder kan aangeven welke waarden gebruikt moeten worden voor netwerkinstellingen. Als andere hosts benaderd moeten worden op naam en niet op IP-adres, dan moet ook een nameserver en mogelijk het adres van een gateway opgegeven worden (als PPP wordt gebruikt is dat het IP-adres van de provider). Bij installatie met FTP via een HTTP-proxy moet ook het adres van de proxy bekend zijn. Als het antwoord op één of meerdere vragen niet bekend is, dan moet echt gesproken worden met de systeembeheerder of ISP *vóór* dit soort installaties worden uitgevoerd.

Als een modem wordt gebruikt is PPP hoogstwaarschijnlijk de enige mogelijkheid. Er dient informatie over de provider beschikbaar te zijn omdat die redelijk vroeg in het installatieproces nodig is.

Als PAP of CHAP wordt gebruikt om een verbinding te maken met een ISP (met andere woorden als een verbinding gemaakt kan worden met een ISP onder Windows zonder een script te gebruiken), dan is alles wat gedaan moet worden het ingeven van het `dia1` commando op de **ppp** prompt. Anders moet bekend zijn hoe de ISP gebeld moet worden met “AT commando’s” die specifiek zijn voor een modem, aangezien de PPP-dialer slechts een erg eenvoudige terminal emulator bevat. In het ppp-gebruikers handboek en de FAQ (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/books/faq/ppp.html) staat meer informatie. Bij problemen kan de log naar het scherm worden gestuurd met het commando `set log local ...`.

Als een hard-wired verbinding naar een andere FreeBSD machine beschikbaar is kan ook overwogen worden te installeren via een “laplink” parallelle poort kabel. De snelheid van een parallelle poort is veel hoger dan wat normaal mogelijk is over een seriële kabel (tot 50 kbytes/sec), resulterend een veel snellere installatie.

2.13.6.1. Installeren via NFS

De installatie via NFS is redelijk rechttoe-rechtaan. Kopiëer gewoon de FreeBSD distributiebestanden die nodig zijn naar een NFS server en geef die server dan aan in de NFS-media selectie.

Als de server alleen zogenaamde “privileged ports” toestaat (zoals in z’n algemeenheid de standaard voor Sun workstations), dan moet ook de optie `NFS Secure` aangezet worden in het menu **Options** voor de installatie verder kan gaan.

Bij het gebruik van een Ethernetkaart van lage kwaliteit die last heeft van erg lage overdrachtssnelheden kan ook de vlag `NFS Slow` aangezet worden.

Om de installatie van NFS te laten werken, moet de server het aankoppelen van submappen ondersteunen. Als bijvoorbeeld een FreeBSD 9.0 distributie op `ziggy:/usr/archive/stuff/FreeBSD` staat, dan moet `ziggy` toestaan dat `/usr/archive/stuff/FreeBSD` rechtstreeks wordt aangekoppeld en niet alleen `/usr` of `/usr/archive/stuff`.

Dit wordt vanuit het FreeBSD-bestand `/etc/exports` geregeld door de opties `-alldirs`. Andere NFS servers kunnen andere gewoontes hebben. Bij een foutbericht `permission denied` van de server is het waarschijnlijk dat deze niet goed is ingesteld.

Hoofdstuk 3.

UNIX® beginnelen

3.1. Overzicht

Het volgende hoofdstuk behandelt de basiscommando's en functionaliteit van het FreeBSD besturingssysteem. Veel van dit materiaal is relevant voor elk UNIX achtig besturingssysteem. Als de lezer reeds bekend is met het materiaal, hoeft dit hoofdstuk niet gelezen te worden. Lezer die nog niet eerder met FreeBSD te maken hebben gehad wordt aangeraden door te lezen.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Hoe “virtuele consoles” in FreeBSD gebruikt kunnen worden;
- Hoe UNIX bestandspermissies werken en hoe bestandsvlaggen in FreeBSD werken;
- Hoe het standaard FreeBSD bestandssysteem eruit ziet;
- Hoe een FreeBSD harde schijf is ingedeeld;
- Hoe bestandssystemen gekoppeld en ontkoppeld worden;
- Wat processen, daemons en signalen zijn;
- Wat een shell is en hoe de standaard omgevingsvariabelen veranderd kunnen worden;
- Hoe elementaire tekstverwerkers te gebruiken;
- Wat apparaten en apparaatkoppelpunten zijn;
- Welk binair formaat FreeBSD gebruikt;
- Hoe handleidingen te gebruiken meer informatie.

3.2. Virtuele consoles en terminals

FreeBSD kan op diverse manieren gebruikt worden. Één van deze manieren is het typen van commando's in een tekstterminal. Veel van de flexibiliteit en kracht van een UNIX besturingssysteem is gemakkelijk beschikbaar als je FreeBSD op deze manier gebruikt. Dit onderdeel beschrijft wat “terminals” en “consoles” zijn en hoe je deze kan gebruiken in FreeBSD.

3.2.1. De console

Als FreeBSD niet is ingesteld om automatisch een grafische omgeving te starten tijdens het opstarten, geeft het systeem een login prompt als het gestart is. Dit gebeurt direct nadat de startscripts klaar zijn. Er wordt iets als het volgende getoond:

```
Additional ABI support:.
Local package initialization:.
Additional TCP options:.
```

```
Fri Sep 20 13:01:06 EEST 2002
```

```
FreeBSD/i386 (pc3.example.org) (ttyv0)
```

```
login:
```

De meldingen op het scherm kunnen wellicht iets anders zijn op een systeem, maar het zal iets soortgelijks zijn. De laatste twee regels zijn de regels waar het nu over gaat. De voorlaatste regel toont:

```
FreeBSD/i386 (pc3.example.org) (ttyv0)
```

Deze regel bevat enkele informatie over het systeem dat net gestart is: dit is een “FreeBSD” console, draaiend op een Intel of soortgelijke processor op de x86 architectuur.¹ De naam van de machine (elke UNIX machine heeft een naam) is `pc3.example.org` en dit is de console van het systeem, de `ttyv0` terminal.

De laatste regel is altijd:

```
login:
```

Dit is het deel waar een “gebruikersnaam” ingevuld moet worden om aan te melden op FreeBSD. Het volgende deel beschrijft hoe dat werkt.

3.2.2. Aanmelden op FreeBSD

FreeBSD is een multi-user en multi-processing systeem. Dit is de formele beschrijving die meestal gegeven wordt aan een systeem dat gebruikt wordt door meerdere personen die gelijktijdig verschillende programma’s draaien op één enkele machine.

Elk multi-user systeem heeft een manier nodig om een “gebruiker” van alle andere gebruikers te kunnen onderscheiden. In FreeBSD (en alle andere UNIX achtige besturingssystemen), wordt dit bereikt door te eisen dat elke gebruiker moet “aanmelden” op het systeem voordat hij/zij programma’s kan draaien. Elke gebruiker heeft een unieke naam (de “gebruikersnaam”) en een persoonlijke, geheime sleutel (het “wachtwoord”). FreeBSD vraagt om deze twee gegevens voordat het een gebruiker toegestaan om programma’s te draaien.

Direct nadat FreeBSD is opgestart en de opstartscripts² afgerond zijn, wordt een prompt getoond dat vraagt om een geldige aanmeldnaam op te geven.

```
login:
```

In dit voorbeeld wordt aangenomen de gebruikersnaam `john` is. Als na deze prompt `john` wordt getype en op **Enter** wordt gedrukt, verschijnt hierna een prompt om het “wachtwoord” in te voeren:

```
login: john
Password:
```

Nu kan `john`’s wachtwoord ingevoerd worden en op **Enter** gedrukt worden. Het wachtwoord wordt *niet getoond*! Daarover hoeft geen zorg te bestaan. Het is voldoende om te zeggen dat dit om veiligheidsredenen gedaan wordt.

Als het juiste wachtwoord is ingegeven, is er aangemeld bij op FreeBSD en in het systeem klaar om alle beschikbare commando's uit te voeren.

Na het aanmelden is de MOTD of het bericht van de dag zichtbaar, gevolgd door een commandoprompt (een #, \$ of een % karakter). Dit geeft aan dat er succesvol is aangemeld op FreeBSD.

3.2.3. Meerdere consoles

UNIX programma's draaien in één console is prima, maar FreeBSD kan veel programma's tegelijk draaien. Om maar één console te hebben waar commando's ingetypt kunnen worden zou zonde zijn van een besturingssysteem als FreeBSD waar meerdere programma's tegelijkertijd op kunnen draaien. Hier kunnen "virtuele consoles" van pas komen.

FreeBSD kan ingesteld worden om verschillende virtuele consoles te tonen. Met toetscombinaties kan van de ene console naar de gewisseld worden. Elke console heeft zijn eigen uitvoerkanaal, en FreeBSD zorgt ervoor dat alle toetsenbordinput en monitoruitvoer goed wordt gezet als er van de ene console naar de volgende wordt gewisseld.

In FreeBSD kunnen speciale toetscombinaties gebruikt worden om te wisselen naar een ander virtueel console.³ In FreeBSD kan **Alt-F1**, **Alt-F2** tot en met **Alt-F8** gebruikt worden om te wisselen naar een ander virtueel console.

Als wordt gewisseld van de ene naar de andere console zorgt FreeBSD dat de uitvoer bewaard blijft. Het resultaat is een "illusie" van het hebben van meerdere schermen en toetsenborden die gebruikt kunnen worden om commando's in te voeren om FreeBSD te laten draaien. De programma's die in de ene virtuele console draaien, stoppen niet als de console niet zichtbaar is. Ze blijven doordraaien als naar een andere virtuele console wordt gewisseld.

3.2.4. Het bestand `/etc/ttys`

De standaardinstelling van FreeBSD start op met acht virtuele consoles. Dit is echter geen vaste waarde en een installatie kan eenvoudig aangepast worden, zodat het systeem gestart wordt met meer of minder virtuele consoles. De hoeveelheid en instellingen van de virtuele consoles worden ingesteld in `/etc/ttys`.

`/etc/ttys` kan gebruikt worden om virtuele consoles in te stellen. Elke niet-commentaar regel in dit bestand (regels die niet beginnen met een # karakter) bevat instellingen voor een terminal of virtuele console. De standaardversie van dit bestand die meegeleverd wordt met FreeBSD stelt negen virtuele consoles in en activeert er acht. Dit zijn de regels die beginnen met `ttyv`:

# naam	getty	type	status	commentaar
#				
ttyv0	"/usr/libexec/getty Pc"	cons25	on secure	
# Virtual terminals				
ttyv1	"/usr/libexec/getty Pc"	cons25	on secure	
ttyv2	"/usr/libexec/getty Pc"	cons25	on secure	
ttyv3	"/usr/libexec/getty Pc"	cons25	on secure	
ttyv4	"/usr/libexec/getty Pc"	cons25	on secure	
ttyv5	"/usr/libexec/getty Pc"	cons25	on secure	
ttyv6	"/usr/libexec/getty Pc"	cons25	on secure	
ttyv7	"/usr/libexec/getty Pc"	cons25	on secure	
ttyv8	"/usr/X11R6/bin/xdm -nodaemon"	xterm	off secure	

Een uitgebreide beschrijving van elke kolom in dit bestand en alle mogelijke opties voor virtuele consoles staan in de `ttys(5)` hulppagina gebruiken.

3.2.5. Single-user console

In Paragraaf 12.6.2 staat een gedetailleerde beschrijving van de “single-user modus”. Het is belangrijk te melden dat er in single-user modus maar één console is. Er zijn geen virtuele consoles beschikbaar. De instellingen van de single-user modus console staan ook in `/etc/ttys`. De regel begint met `console`:

```
# name  getty                                type    status      commentaar
#
# Als een console gemarkeerd is als "insecure", zal het init script om het root-wachtwoord
# vragen wanneer het in single-user mode komt.
console none                                unknown off secure
```

Opmerking: Zoals het commentaar boven de `console` regel aangeeft, kan in deze regel het woord `secure` gewijzigd worden in `insecure`. In dat geval vraagt FreeBSD bij het opstarten in single-user modus nog steeds om een root-wachtwoord.

Pas op als dit wordt veranderd in `insecure`. Als het wachtwoord van de gebruiker `root` zoek is, wordt het opstarten in single-user modus lastig. Het is nog steeds mogelijk, maar het kan vrij moeilijk zijn voor iemand die FreeBSD niet zo goed kent met betrekking tot het opstarten en de programma's die daarbij gebruikt worden.

3.2.6. Het wijzigen van de console video mode

De FreeBSD standaard video mode kan worden gewijzigd in 1024x768, 1280x1024, of een van de vele andere formaten die ondersteund worden door de grafische kaart en monitor. Om gebruik te maken van de verschillende video modes, moet eerst de kernel opnieuw gecompileerd worden met twee extra opties:

```
options VESA
options SC_PIXEL_MODE
```

Zodra de kernel opnieuw gecompileerd is met deze twee opties kan gekeken worden welke video modes er ondersteund worden door de hardware door gebruik te maken van de `vidcontrol(1)` applicatie. Om een overzicht te krijgen van de ondersteunde video modes moet het volgende ingevoerd worden:

```
# vidcontrol -i mode
```

Het resultaat van dit commando is een lijst van video modes welke ondersteund worden door de hardware. Hierna kan de nieuwe video mode gekozen worden door dit aan te geven aan `vidcontrol(1)`:

```
# vidcontrol MODE_279
```

Als de nieuwe video mode acceptabel is, kan dit permanent ingesteld worden door het volgende in `/etc/rc.conf` te zetten:

```
allscreens_flags="MODE_279"
```

3.3. Rechten

FreeBSD, direct afgeleid van BSD UNIX, is gebaseerd op verschillende belangrijke UNIX concepten. Het meest bekende is dat FreeBSD een multi-user systeem is. Het systeem kan meerdere gebruikers behandelen die tegelijkertijd totaal verschillende dingen doen. Het systeem is verantwoordelijk voor het netjes delen en beheren voor aanvragen voor hardware, randapparatuur, geheugen en cpu tijd tussen elke gebruiker.

Omdat het systeem in staat is om meerdere gebruikers te ondersteunen, heeft alles wat door het systeem beheerd wordt een set van rechten die aangeeft wie mag lezen, schrijven en de bron mag uitvoeren. Deze rechten zijn opgeslagen in drie octetten, die weer in drie stukjes onderverdeeld zijn: één voor de eigenaar van het bestand, één voor de groep waar het bestand toe behoort en één voor de overigen. De numerieke weergave werkt als volgt:

Waarde	Recht	Maprecht
0	Niet lezen, niet schrijven, niet uitvoeren	---
1	Niet lezen, niet schrijven, uitvoeren	--x
2	Niet lezen, schrijven, niet uitvoeren	-w-
3	Niet lezen, schrijven, uitvoeren	-wx
4	Lezen, niet schrijven, niet uitvoeren	r--
5	Lezen, niet schrijven, uitvoeren	r-x
6	Lezen, schrijven, niet uitvoeren	rw-
7	Lezen, schrijven, uitvoeren	rwX

De `-l` optie kan gebruikt worden met `ls(1)` om een lange lijst met de inhoud van een map te zien die een kolom heeft met informatie over bestandsrechten voor de eigenaar, groep en de rest. `ls -l` in een willekeurige map kan het volgende laten zien:

```
% ls -l
total 530
-rw-r--r-- 1 root  wheel   512 Sep  5 12:31 myfile
-rw-r--r-- 1 root  wheel   512 Sep  5 12:31 otherfile
-rw-r--r-- 1 root  wheel  7680 Sep  5 12:31 email.txt
...
```

Zo ziet de eerste kolom van `ls -l` eruit:

```
-rw-r--r--
```

Het eerste (meest linkse) karakter geeft aan of dit een reguliere bestand is, een map, een speciaal karakter component(!), een socket of een andere pseudo-file component(!). In dit geval betekent de `-` dat het een regulier bestand is. De volgende drie karakters, `rw-` in dit voorbeeld, geven de rechten voor de eigenaar van het bestand. De drie karakters `r--` erna geven de rechten van voor de groep van het bestand. De overige drie karakters `r--` tonen de rechten voor alle overige gebruikers. Een streepje betekent dat de rechten uitgeschakeld zijn. In het geval van dit bestand zijn de rechten zo ingesteld dat de eigenaar kan lezen en schrijven naar het bestand, de groep het bestand kan lezen, en alle overige gebruikers kunnen ook het bestand lezen. Volgens de tabel hierboven worden de rechten `644`, waar de cijfers de drie stukjes van de rechten aangeven.

Dit is allemaal leuk en aardig, maar hoe controleert het systeem dan rechten voor apparaten? FreeBSD behandelt de meeste hardware apparaten als bestanden die door programma's kunnen worden geopend en gelezen, en waar data

naar toe kan worden geschreven, net zoals elk ander bestand. Deze speciale apparaat bestanden worden bewaard in de map `/dev`.

Mappen worden ook behandeld als bestanden. Ze hebben lees, schrijf en uitvoerbare rechten. De uitvoerbare vlag voor een map heeft een klein verschil qua betekenis dan die voor gewone bestanden. Als een map als uitvoerbaar gemarkeerd is, betekent het dat erin gekeken mag worden. Het is dus mogelijk om te wisselen naar de map met `cd` (wissel van map). Dit betekent ook dat in de map bestanden benaderd kunnen worden waarvan de naam bekend is. Dit is natuurlijk afhankelijk van de rechten op het bestand zelf.

In het bijzonder, om een lijst van de map te kunnen maken, moet een gebruiker leesrechten op de map hebben. Om een bestand te verwijderen zijn de naam van het bestand en schrijf *en* uitvoerrechten op de map nodig waarin het bestand zich bevindt.

Er zijn meer rechtenvlaggen, maar die worden slechts gebruikt in speciale gevallen, zoals bij setuid binaries en sticky mappen. Meer informatie over bestandsrechten en hoe die aangepast kunnen worden staat in `chmod(1)`.

3.3.1. Symbolische rechten

Symbolische rechten, soms ook wel symbolische expressies, gebruiken karakters in plaats van octale getallen om rechten aan bestanden en mappen te geven. Symbolische expressies gebruiken de volgende opbouw: (wie) (actie) (permisies), waar de volgende waardes beschikbaar zijn:

Optie	Letter	Vertegenwoordigt
(wie)	u	Gebruiker
(wie)	g	Groepseigenaar
(wie)	o	Overigen
(wie)	a	Iedereen ("wereld")
(actie)	+	Rechten toevoegen
(actie)	-	Rechten verwijderen
(actie)	=	Stel deze rechten in
(recht)	r	Lezen
(recht)	w	Schrijven
(recht)	x	Uitvoeren
(recht)	t	Sticky bit
(recht)	s	Verander UID of GID

Deze waardes worden gebruikt met `chmod(1)`, net zoals eerder, alleen nu met letters. Het volgende commando kan gebruikt worden om de overige gebruikers toegang tot *BESTAND* te ontzeggen:

```
% chmod go= BESTAND
```

Er kan een door komma's gescheiden lijst geleverd worden als meer dan één wijziging aan een bestand moet worden uitgevoerd. Het volgende commando past de rechten voor de groep en de "wereld" aan door de schrijfrechten te ontnemen om daarna iedereen uitvoerrechten te geven:

```
% chmod go-w,a+x BESTAND
```

3.3.2. FreeBSD bestandsvlaggen

Naast de bestandsrechten die hiervoor zijn besproken, biedt FreeBSD ondersteuning voor “bestandsvlaggen.” Deze vlaggen bieden een aanvullend beveiligingsniveau en controle over bestanden, maar niet over mappen.

Bestandsvlaggen voegen een extra niveau van controle over bestanden, waardoor verzekerd kan worden dat in sommige gevallen zelfs `root` een bestand niet kan verwijderen of wijzigen.

Bestandsvlaggen worden gewijzigd met het hulpprogramma `chflags(1)`, dat een eenvoudige interface heeft. Om bijvoorbeeld de systeemvlag niet verwijderbaar in te stellen op het bestand `file1`:

```
# chflags sunlink file1
```

Om de vlag niet verwijderbaar weer te verwijderen kan het voorgaande command met “no” voor `sunlink` worden uitgevoerd:

```
# chflags nosunlink file1
```

Om de vlaggen op een bestand te bekijken, kan het `ls(1)` commando met de vlaggen `-lo` gebruikt worden:

```
# ls -lo file1
```

De uitvoer hoort er ongeveer als volgt uit te zien:

```
-rw-r--r--  1 trhodes  trhodes  sunlnk 0 Mar  1 05:54 file1
```

Een aantal vlaggen kan alleen ingesteld of verwijderd worden door de gebruiker `root`. In andere gevallen kan de eigenaar van een bestand vlaggen instellen. Meer informatie voor beheerders staat in `chflags(1)` en `chflags(2)`.

3.3.3. De `setuid`-, `setgid`-, en klevende toestemmingen

Buiten de toestemmingen die reeds besproken zijn, zijn er nog drie specifieke instellingen waarvan alle beheerders kennis dienen te hebben. Dit zijn de `setuid`-, `setgid`-, en `sticky` toestemmingen.

Deze instellingen zijn belangrijk voor sommige UNIX-bewerkingen omdat ze functionaliteit bieden die normaliter niet aan normale gebruikers wordt gegeven. Om ze te begrijpen, dient ook het verschil tussen de echte gebruikers-ID en de effectieve gebruikers-ID opgemerkt te worden.

De echte gebruikers-ID is de UID die het proces start of bezit. De effectieve UID is de gebruikers-ID waaronder het proces draait. Bijvoorbeeld, het gereedschap `passwd(1)` draait met de echte gebruikers-ID van de gebruiker die het wachtwoord verandert; echter, om de database met wachtwoorden te manipuleren, draait het met de effectieve ID van de gebruiker `root`. Dit is wat normale gebruikers in staat stelt om hun wachtwoorden te veranderen zonder een fout `Permission Denied` te zien.

Opmerking: De `mount(8)`-optie `nosuid` zorgt ervoor dat deze binairen zwijgend falen. Dit houdt in dat ze niet worden uitgevoerd zonder ooit de gebruiker op de hoogte te stellen. Deze optie is ook niet geheel betrouwbaar aangezien een `nosuid`-wrapper dit volgens de handleidingpagina `mount(8)` kan omzeilen.

De `setuid`-toestemming kan aangezet worden door het cijfer vier (4) voor een toestemmingenverzameling te plaatsen zoals te zien is in het volgende voorbeeld:

```
# chmod 4755 suidvoorbeeld.sh
```

De toestemmingen op het bestand `suidvoorbeeld.sh` dienen er nu als volgt uit te zien:

```
-rwsr-xr-x  1 trhodes  trhodes    63 Aug 29 06:36 suidvoorbeeld.sh
```

Het zou in dit voorbeeld te zien moeten zijn dat een `s` nu deel is van de toestemmingsverzameling bestemd voor de bestandseigenaar, en de uitvoerbare bit vervangt. Dit staat gereedschappen toe die verhoogde toestemmingen nodig hebben, zoals `passwd`.

Open twee terminals om dit in real-time te zien. Start op het ene het proces `passwd` als een normale gebruiker. Controleer de procestabel terwijl het op een nieuw wachtwoord wacht en kijk naar de gebruikersinformatie van het commando `passwd`.

In terminal A:

```
Changing local password for trhodes
Old Password:
```

In terminal B:

```
# ps aux | grep passwd

trhodes  5232  0.0  0.2  3420  1608   0  R+   2:10AM  0:00.00 grep passwd
root      5211  0.0  0.2  3620  1724   2  I+   2:09AM  0:00.01
```

Zoals boven vermeld, wordt `passwd` door een normale gebruiker gedraaid, maar gebruikt het de effectieve UID van `root`.

De `setgid`-toestemming voert dezelfde functie uit als de `setuid`-toestemming; behalve dat het de groepsinstellingen verandert. Wanneer een applicatie of gereedschap met deze instelling wordt gedraaid, krijgt het de toestemmingen gebaseerd op de groep die het bestand bezit, niet op de gebruiker die het proces startte.

Om de `setgid`-toestemming op een bestand aan te zetten, dient een voorlopende twee (2) aan het commando `chmod` gegeven te worden zoals in het volgende voorbeeld:

```
# chmod 2755 sgidvoorbeeld.sh
```

De nieuwe instelling kan zoals hierboven bekeken worden, merk op dat de `s` nu in het veld bestemd voor de instellingen van de groepstoestemmingen staat:

```
-rwxr-sr-x  1 trhodes  trhodes    44 Aug 31 01:49 sgidvoorbeeld.sh
```

Opmerking: In deze voorbeelden zal het shellsript niet met een andere EUID of effectief gebruikers-ID draaien, zelfs al is het shellsript uitvoerbaar. Dit is omdat shellscripts geen toegang hebben tot de `setuid(2)`-systeemaanroepen.

De eerste twee speciale toestemmingsbits die we besproken hebben (de toestemmingsbits `setuid` en `setgid`) kunnen de systeemveiligheid verlagen, door verhoogde toestemmingen toe te staan. Er is een derde bit voor speciale toestemmingen die de veiligheid van een systeem kan verhogen: de `klevende bit`.

De `klevende bit`, wanneer deze op een map is ingesteld, staat alleen het verwijderen van bestanden toe door de eigenaar van die bestanden. Deze toestemmingsverzameling is nuttig om het verwijderen van bestanden in publieke mappen, zoals `/tmp`, door gebruikers die het bestand niet bezitten te voorkomen. Zet een één (1) voor de toestemming om deze toestemming te gebruiken. Bijvoorbeeld:

```
# chmod 1777 /tmp
```

Het effect kan nu met het commando `ls` bekeken worden:

```
# ls -al / | grep tmp
```

```
drwxrwxrwt 10 root wheel          512 Aug 31 01:49 tmp
```

De toestemming klevende `bit` is te onderscheiden met de `t` aan het einde van de verzameling.

3.4. Mappenstructuur

De FreeBSD mappenstructuur is erg belangrijk om het systeem goed te leren kennen. Het belangrijkste concept om greep op te krijgen is die van de rootmap, “/”. Deze map is de eerste die gekoppeld wordt tijdens het opstarten en bevat het basissysteem dat nodig is om het besturingssysteem gereed te maken voor multi-user taken. De rootmap bevat ook koppelpunten voor elk ander bestandssysteem dat misschien gekoppeld wordt.

Een koppelpunt is een map waar extra bestandssystemen aan het een bestandssysteem gekoppeld kunnen worden (meestal het root bestandssysteem). Dit wordt beschreven in Paragraaf 3.5. Standaard koppelpunten zijn `/usr`, `/var`, `/tmp`, `/mnt` en `/cdrom`. Naar deze mappen wordt meestal verwezen in `/etc/fstab`, een tabel met bestandssystemen en koppelpunten ter referentie voor het systeem. De meeste bestandssystemen in `/etc/fstab` worden automatisch gekoppeld tijdens het opstarten door het script `rc(8)`, behalve als de optie `noauto` gedefinieerd is. Details staan beschreven in Paragraaf 3.6.1.

Een complete beschrijving over het bestandssysteem staat in hier(7). Hier wordt volstaan met een overzicht van de voorkomende mappen.

Map	Omschrijving
/	Rootmap van het bestandssysteem.
/bin/	Gebruikersapplicaties, belangrijk voor zowel single user als multi-user omgevingen.
/boot/	Programma’s en instellingenbestanden die gebruikt worden tijdens het opstarten van het besturingssysteem.
/boot/defaults/	Bestanden met standaardinstellingen voor opstarten; zie <code>loader.conf(5)</code> .
/dev/	Apparaatnodes; zie <code>intro(4)</code> .
/etc/	Bestanden met systeeminstellingen en scripts.
/etc/defaults/	Bestanden met standaard systeeminstellingen; zie <code>rc(8)</code> .
/etc/mail/	Instellingenbestanden voor mail transport programma’s zoals <code>sendmail(8)</code> .
/etc/namedb/	Instellingenbestanden voor <code>named</code> , zie <code>named(8)</code> .
/etc/periodic/	Scripts die dagelijks, wekelijks en maandelijks via <code>cron(8)</code> worden uitgevoerd, zie <code>periodic(8)</code> .
/etc/ppp/	Instellingenbestanden voor <code>ppp</code> , zie <code>ppp(8)</code> .
/mnt/	Lege map, veel gebruikt door systeembeheerders als tijdelijk koppelpunt voor opslagruimtes.

Map`/proc/``/rescue/``/root/``/sbin/``/tmp/``/usr/``/usr/bin/``/usr/include/``/usr/lib/``/usr/libdata/``/usr/libexec/``/usr/local/``/usr/obj/``/usr/ports/``/usr/sbin/``/usr/share/``/usr/src/``/usr/X11R6/``/var/``/var/log/``/var/mail/`**Omschrijving**

Process bestandssysteem;, zie `procfs(5)` en `mount_procfs(8)`.

Statisch gelinkte programma's voor noodherstel, zie `rescue(8)`.

Thuismap van de gebruiker `root`.

Systeemprogramma's en administratieprogramma's belangrijk voor zowel single-user en multi-user omgevingen.

Tijdelijke bestanden. De inhoud van `/tmp` blijft meestal NIET bewaard na een herstart. Er wordt vaak een geheugengebaseerd bestandssysteem gekoppeld op `/tmp`. Dit kan geautomatiseerd worden met de `tmpmfs`-gerelateerde variabelen van `rc.conf(5)` (of met een regel in `/etc/fstab`). Zie `mdmfs(8)`.

Hier bevindt zich het leeuwendeel van alle hulpprogramma's en gewone programma's.

Standaard programma's, programmeertools.

Standaard C invoegbestanden.

Functiebibliotheken.

Diverse databestanden voor hulpprogramma's.

Systeemdaemons en systeemhulpprogramma's (uitgevoerd door andere programma's).

Lokale programma's, bibliotheken, etc. Wordt ook gebruikt als standaard locatie voor de FreeBSD ports. Binnen `/usr/local`, wordt de algemene layout bepaald door `hier(7)`, dat ook voor `/usr` wordt gebruikt.

Uitzonderingen is de map `man`, die direct onder `/usr/local` ligt in plaats van onder `/usr/local/share`, en de documentatie voor ports is te vinden in `share/doc/port`.

Architectuur afhankelijke doelstructuur voor resultaten van de bouw van `/usr/src`.

De FreeBSD Portscollectie (optioneel).

Systeemdaemons en systeemhulpprogramma's (uitgevoerd door gebruikers).

Architectuur onafhankelijke bestanden.

BSD en/of lokale broncodebestanden.

Uitvoerbare bestanden en bibliotheken, etc, voor de X11R6 distributie (optioneel).

Multifunctionele logboek-, tijdelijke, transparante en spool bestanden.

Diverse logboekbestanden van het systeem.

Postbusbestanden van gebruikers.

Map

`/var/spool/`
`/var/tmp/`

`/var/yp/`

Omschrijving

Diverse printer- en mailsysteemspoolingmappen.
 Tijdelijke bestanden die bewaard worden bij een herstart van het systeem.
 NIS maps.

3.5. Organisatie van schijven

De kleinste vorm van organisatie die FreeBSD gebruikt om bestanden te vinden is de bestandsnaam. Bestandsnamen zijn hoofdlettergevoelig, wat betekent dat `readme.txt` en `README.TXT` twee verschillende bestanden zijn. FreeBSD gebruikt de extensie niet (`.txt`) van een bestand om te bepalen of het bestand een programma, een document of een vorm van data is.

Bestanden worden bewaard in mappen. Een map kan leeg zijn of honderden bestanden bevatten. Een map kan ook andere mappen bevatten, wat het mogelijk maakt om een hiërarchie van mappen te maken. Dit maakt het veel makkelijker om data te organiseren.

Bestanden en mappen worden aangegeven door het bestand of de map aan te geven, gevolgd door een voorwaardse slash, `/`, gevolgd door andere mapnamen die nodig zijn. Als map `foo` de map `bar` bevat, die op zijn beurt het bestand `readme.txt` bevat, dan wordt de volledige naam of *pad* naar het bestand `foo/bar/readme.txt`.

Mappen en bestanden worden bewaard op een bestandssysteem. Elk bestandssysteem bevat precies één map op het hoogste niveau die *de rootmap* van het bestandssysteem heet. Deze rootmap kan op zijn beurt andere mappen bevatten.

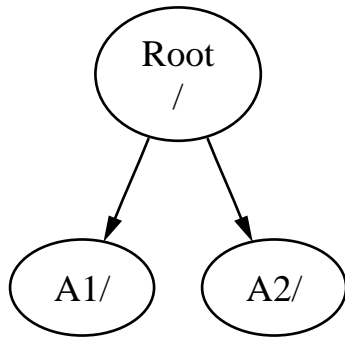
Tot zover is dit waarschijnlijk hetzelfde als voor elk ander besturingssysteem. Er zijn een paar verschillen. MS-DOS gebruikt bijvoorbeeld een `\` om bestanden en mappen te scheiden, terwijl Mac OS® gebruik maakt van `:`.

FreeBSD gebruikt geen schijffletters, of andere schijfnamen in het pad. FreeBSD gebruikt geen `c:/foo/bar/readme.txt`.

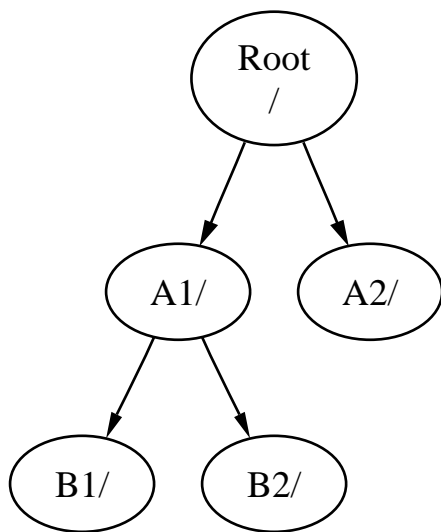
Eén bestandssysteem wordt aangewezen als *root* bestandssysteem, waar naar wordt verwezen met `/`. Elk ander bestandssysteem wordt daarna *gekoppeld* onder het root bestandssysteem. Hoeveel schijven er ook aan een FreeBSD systeem hangen, het lijkt alsof elke map zich op dezelfde schijf bevindt.

Stel er zijn drie bestandssystemen met de namen `A`, `B` en `C`. Elk bestandssysteem heeft één root map die twee andere mappen bevat, `A1` en `A2` (zo ook voor de andere twee: `B1`, `B2`, `C1` en `C2`).

`A` wordt het root besturingssysteem. Met `ls`, dat de inhoud van de map kan tonen, zijn de twee mappen `A1` en `A2` te zien. De mappenstructuur ziet er als volgt uit:

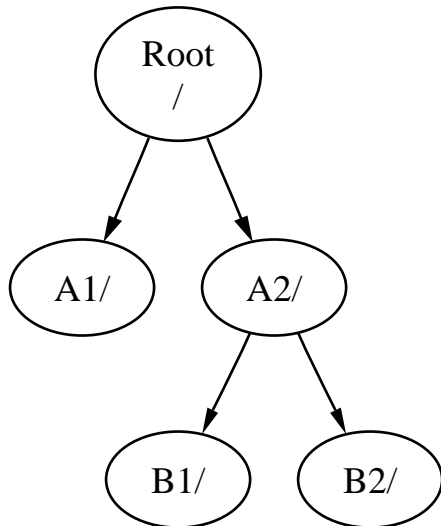


Een bestandssysteem moet gekoppeld worden in een map op een ander bestandssysteem. Als nu bestandssysteem B wordt gekoppeld onder de map A1 vervangt B A1 en zien de koppelingen in B er als volgt uit:



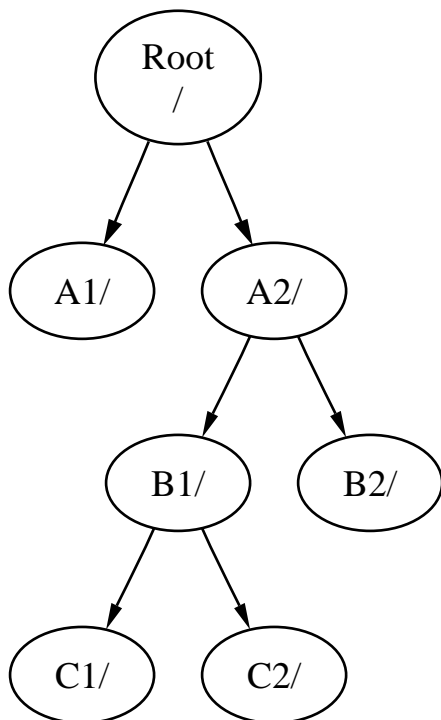
Elk bestand dat in de mappen B1 en B2 aanwezig is, kan benaderd worden met het pad /A1/B1 of /A1/B2. Elk bestand dat in /A1 stond is tijdelijk verborgen en komt tevoorschijn als B is *ontkoppeld* van A.

Als B gekoppeld is onder A2 ziet de diagram er als volgt uit:

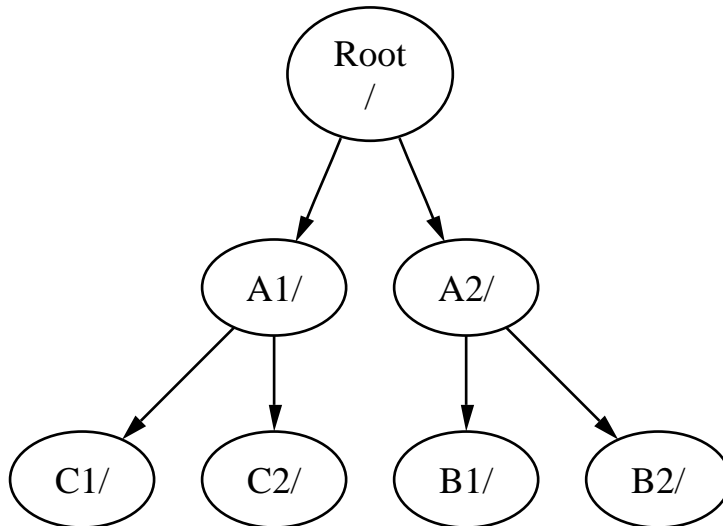


en de paden zouden dan respectievelijk `/A2/B1` en `/A2/B2` zijn.

Bestandssystemen kunnen op elkaar worden gekoppeld. Doorgaand op het vorige voorbeeld kan het bestandssysteem C gekoppeld worden bovenop de map B1 in het bestandssysteem B. Dit resulteert in:



Of C kan direct onder het bestandssysteem A gekoppeld worden, onder de map A1:



Hoewel het niet gelijk is, lijkt het op het gebruik van `join` in MS-DOS.

Beginnende gebruikers hoeven zich hier gewoonlijk niet mee bezig te houden. Normaal gesproken worden bestandssystemen gemaakt als FreeBSD wordt geïnstalleerd en er wordt besloten waar ze gekoppeld worden. Meestal worden ze ook niet gewijzigd tot er een nieuwe schijf aan een systeem wordt toegevoegd.

Het is mogelijk om één groot root bestandssysteem te hebben en geen andere. Deze benadering heeft voordelen en nadelen.

Voordelen van meerdere bestandssystemen

- Verschillende bestandssystemen kunnen verschillende *mount opties* hebben. Met een goede voorbereiding kan het root bestandssysteem bijvoorbeeld als alleen-lezen gekoppeld worden, waardoor het onmogelijk wordt om per ongeluk kritische bestanden te verwijderen of te bewerken. Het scheiden van andere bestandssystemen die beschrijfbaar zijn door gebruikers, zoals `/home` van andere bestandssystemen stelt de beheerder in staat om ze *nosuid* te koppelen. Deze optie voorkomt dat *suid/guid* bits op uitvoerbare bestanden effectief gebruikt kunnen worden, waardoor de beveiliging mogelijk beter wordt.
- FreeBSD optimaliseert automatisch de layout van bestanden op een bestandssysteem, afhankelijk van hoe het bestandssysteem wordt gebruikt. Een bestandssysteem dat veel bestanden bevat waar regelmatig naar geschreven wordt, wordt anders geoptimaliseerd dan een bestandssysteem dat minder maar grotere bestanden bevat. Door het gebruik van één groot bestandssysteem werkt deze optimalisatie niet.
- FreeBSD's bestandssystemen zijn erg robuust als er bijvoorbeeld een stroomstoring is, hoewel een stroomstoring op een kritiek moment nog steeds kan leiden tot schade aan de structuur van het bestandssysteem. Door het verdelen van data over meerdere bestandssystemen, is de kans groter dat het systeem nog opstart, wat terugzetten van een backup makkelijker maakt als dat nodig is.

Voordeel van één bestandssysteem

- Bestandssystemen hebben een vaste grootte. Als bij de installatie van FreeBSD een bestandssysteem wordt gemaakt, is het later mogelijk dat de partitie groter gemaakt moet worden. Dit is niet zo makkelijk zonder een backup, het opnieuw maken van het bestandssysteem met gewijzigde grootte en het terugzetten van de gebackupte data.

Belangrijk: FreeBSD heeft growfs(8) waarmee de grootte van het bestandssysteem is aan te passen terwijl het draait.

Bestandssystemen worden opgeslagen in partities. Dit betekent niet hetzelfde als de algemene betekenis van de term partitie (bijvoorbeeld, MS-DOS partitie), vanwege FreeBSD's UNIX achtergrond. Elke partitie wordt geïdentificeerd door een letter van a tot en met h. Elke partitie kan slechts één bestandssysteem hebben, wat betekent dat bestandssysteem vaak omschreven worden aan de hand van hun koppelpunt in de bestandssysteem hiërarchie of de letter van de partitie waar ze in opgeslagen zijn.

FreeBSD gebruikt ook schijfruimte voor *wisselbestanden*. Wisselbestanden geven FreeBSD *virtueel geheugen*. Dit geeft de computer de mogelijkheid om net te doen alsof er veel meer geheugen in de machine aanwezig is dan werkelijk het geval is. Als FreeBSD geen geheugen meer heeft, verplaatst het data die op dat moment niet gebruikt wordt naar de wisselbestanden en plaatst het terug als het wel nodig is (en zet iets anders in ruil daarvoor terug).

Aan sommige partities zijn bepaalde conventies gekoppeld.

Partitie	Conventie
a	Bevat meestal het root bestandssysteem
b	Bevat meestal de swapruimte
c	Heeft meestal dezelfde grootte als de hele harde schijf. Dit geeft hulpprogramma's de mogelijkheid om op een complete schijf te werken (voor bijvoorbeeld een bad block scanner) om te werken op de c partitie. Meest wordt hierop dan ook geen bestandssysteem gecreeërd.
d	Partitie d had vroeger een speciale betekenis, maar die is verdwenen. d zou nu kunnen werken als een normale partitie.

Elke partitie die een bestandssysteem bevat is opgeslagen in wat FreeBSD noemt een *slice*. Slice is FreeBSD's term voor wat meeste mensen partities noemen. Dit komt wederom door FreeBSD's UNIX achtergrond. Slices zijn genummerd van 1 tot en met 4.

Slicenummers volgen de apparaatnamen, voorafgegaan door een s die begint bij 1. Dus "da0s1" is de eerste slice op de eerste SCSI drive. Er kunnen maximaal vier fysieke slices op een schijf staan, maar er kunnen logische slices in fysieke slices van het correcte type staan. Deze uitgebreide slices zijn genummerd vanaf 5. Dus "ad0s5" is de eerste uitgebreide slice op de eerste IDE schijf. Deze apparaten worden gebruikt door bestandssystemen waarvan verwacht wordt dat ze een slice in beslag nemen.

Slices, "gevaarlijk toegewijde" (dangerously dedicated) fysieke drivers en andere drives bevatten *partities*, die worden weergegeven door letters vanaf a tot h. Deze letter wordt achter de apparaatnaam geplakt. Dus "da0a" is de a partitie op de eerste da drive, die "gevaarlijk toegewijd" is. "ad1s3e" is de vijfde partitie op de derde slice van de tweede IDE schijf.

Elke schijf op het systeem wordt geïdentificeerd. Een schijfnaam start met een code die het type aangeeft en dan een nummer dat aangeeft welke schijf het is. In tegenstelling tot bij slices, start het nummeren van schijven bij 0. Standaardcodes staan beschreven in Tabel 3-1.

Bij een referentie aan een partitie verwacht FreeBSD ook dat de slice en schijf refereert naar die partitie en als naar een slice wordt verwezen moet ook de schijfnaam genoemd worden. Dit kan door de schijfnaam, s, het slice nummer en de partitieletter aan te geven. Voorbeelden staan in Voorbeeld 3-1.

In Voorbeeld 3-2 staat een conceptmodel van een schijflayout die een en ander verduidelijkt.

Voordat FreeBSD geïnstalleerd kan worden moeten eerst de schijfslices gemaakt worden en daarna moeten de partities op de slices voor FreeBSD gemaakt worden. Daarna wordt op elke partitie het bestandssysteem (of wisselbestand) gemaakt en als laatste wordt besloten waar het filesysteem gekoppeld wordt.

Tabel 3-1. Schijf apparaatcodes

Code	Betekenis
ad	ATAPI (IDE) schijf
da	SCSI directe toegang schijf
acd	ATAPI (IDE) CDROM
cd	SCSI CDROM
fd	Floppydisk

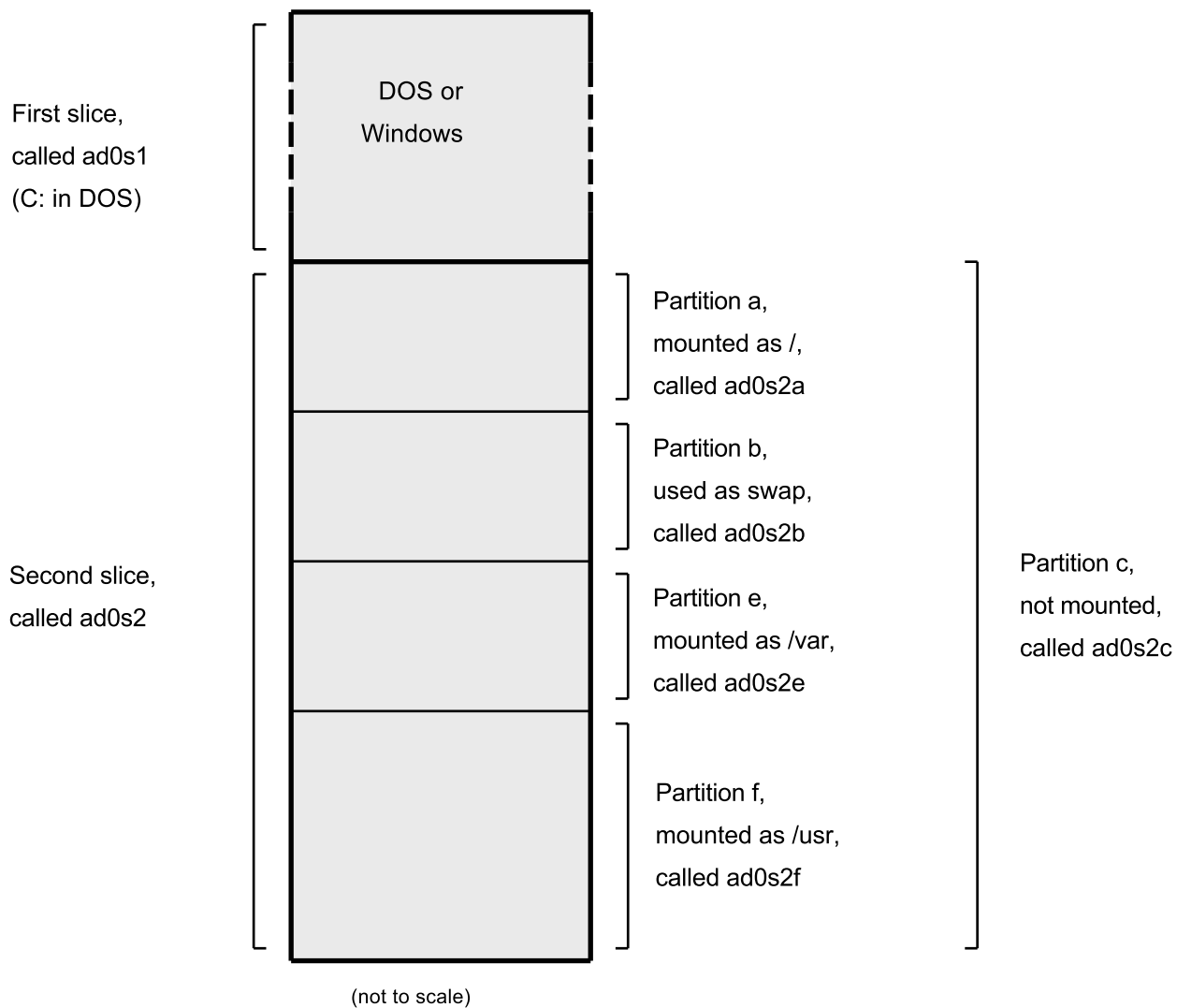
Voorbeeld 3-1. Voorbeeld schijf-, slice- en partitienamen

Name	Betekenis
ad0s1a	De eerste partitie (a) op de eerste slice (s1) op de eerste IDE schijf (ad0).
da1s2e	De vijfde partitie (e) op de tweede slice (s1) op de tweede SCSI schijf (da1).

Voorbeeld 3-2. Conceptmodel van een schijf

Het onderstaande diagram geeft aan hoe FreeBSD de eerste IDE schijf in het systeem ziet. Stel dat de schijf 4 GB groot is en dat deze twee 2 GB slices (MS-DOS partities) bevat. De eerste slice bevat een MS-DOS schijf, c: en de tweede slice bevat een FreeBSD installatie. Deze FreeBSD installatie heeft drie partities en een partitie met een wisselbestand.

De drie partities hebben elk een bestandssysteem. Partitie a wordt gebruikt voor het root bestandssysteem, e voor de map /var en f voor de map /usr.



3.6. Het koppelen en ontkoppelen van bestandssystemen

Het bestandssysteem wordt het best weergegeven als een boom, met de stam als `/`. `/dev`, `/usr` en de andere map in root zijn takken die weer hun eigen takken kunnen hebben, zoals `/usr/local`, etc.

Er zijn verschillende redenen om sommige van deze mappen op aparte bestandssystemen te plaatsen. `/var` bevat de mappen `log/`, `spool/` en verschillende types tijdelijke bestanden en kan volraken. Het laten vollopen van het root bestandssysteem is geen goed idee, dus het splitsen van `/var` van `/` is vaak de favoriet.

Een andere vaak voorkomende reden om bepaalde mapbomen op aparte bestandssystemen te plaatsen, is om ze op verschillende fysieke schijven te zetten of gescheiden virtuele schijven zoals gemounte Netwerk bestandssystemen of cd-rom drives.

3.6.1. Het bestand `fstab`

Tijdens het opstartproces, worden bestandssystemen die vermeld staan in `/etc/fstab` automatisch gekoppeld (tenzij ze vermeld staan met `noauto`).

`/etc/fstab` bevat een lijst van regels die aan het volgende formaat voldoen:

```
apparaat          /koppelpunt fstype      opties      dumpfreq      passno
```

`apparaat`

Een apparaatnaam (die moet bestaan) zoals uitgelegd in Paragraaf 18.2.

`koppelpunt`

Een map (die moet bestaan) waarop het bestandssysteem gekoppeld moet worden.

`fstype`

Het bestandssysteem type dat aan `mount(8)` gegeven wordt. Het standaard FreeBSD bestandssysteem is `ufs`.

`opties`

Dit is of `rw` voor lezen en schrijven bestandssystemen, of `ro` voor alleen lezen, gevolgd door elke andere optie die mogelijk nodig is. Een standaard optie is `noauto` voor bestandssystemen die niet automatisch gekoppeld worden tijdens het opstarten. Andere opties staan in `mount(8)`.

`dumpfreq`

Dit wordt gebruikt door `dump(8)` om te bepalen welke bestandssystemen gedumpt moeten worden. Als het veld niet is ingevuld, wordt aangenomen dat er een nul staat.

`passno`

Dit bepaalt in welke volgorde bestandssystemen gecontroleerd moeten worden. Bestandssystemen die overgeslagen moeten worden moeten hun `passno` waarde op nul hebben staan. Voor het root bestandssysteem (dat voor alle andere gecontroleerd moet worden) moet `passno` op één staan en `passno` waarden voor andere bestandssystemen moeten een waarde hebben groter dan één. Als bestandssysteem dezelfde `passno` waarde hebben probeert `fsck(8)` deze bestandssystemen tegelijkertijd te controleren.

In `fstab(5)` staat meer informatie over de opmaak van `/etc/fstab` en de mogelijke opties.

3.6.2. Het commando `mount`

`mount(8)` wordt gebruikt om bestandssystemen te koppelen.

De meest eenvoudige vorm is:

```
# mount apparaat koppelpunt
```

Alle opties voor het commando staat in `mount(8)`, maar de meest voorkomende zijn:

Mountopties

`-a`

Mount alle bestandssystemen die in `/etc/fstab` staan, behalve die gemarkeerd staan als “noauto”, uitgesloten zijn door de optie `-t` of die al gekoppeld zijn.

`-d`

Doe alles behalve het echt aanroepen van de `mount` systeemopdracht. Deze optie is handig in samen met de optie `-v` om te bepalen wat `mount(8)` eigenlijk probeert te doen.

`-f`

Forceert het koppelen van een niet schoon bestandssysteem (gevaarlijk) of forceert het innemen van schrijftoegang als de koppelstatus van een bestandssysteem wijzigt van lezen en schrijven naar alleen lezen.

`-r`

Mount het bestandssysteem alleen lezen. Dit is identiek aan de optie `ro` voor de optie `-o`.

`-t fstype`

Mount het opgegeven bestandssysteem als het opgegeven type bestandssysteem of koppelt alleen bestandssystemen van het aangegeven type als ook de optie `-a` is opgegeven.

“ufs” is het standaard bestandssysteem.

`-u`

Werk koppel opties van het bestandssysteem bij.

`-v`

Geef uitgebreide informatie (verbose).

`-w`

Mount het bestandssysteem lezen en schrijven.

De optie `-o` accepteert een door komma's gescheiden lijst van opties, waaronder de volgende:

`noexec`

Sta geen uitvoerbare bestanden toe op dit bestandssysteem. Ook dit is een nuttige veiligheidsoptie.

`nosuid`

Interpreteer geen `setuid` of `setgid` opties op het bestandssysteem. Ook dit is een nuttige veiligheidsoptie.

3.6.3. Het commando `umount`

`umount(8)` heeft een koppelpunt, een apparaatnaam, `-a` of `-A` als parameter.

Alle vormen kunnen de optie `-f` hebben om een bestandssysteem te forceren te ontkoppelen en de optie `-v` voor uitgebreide informatie. De optie `-f` is meestal geen goed idee. Forceren dat een bestandssysteem ontkoppeld wordt kan de computer laten crashen of data op het bestandssysteem beschadigen.

De opties `-a` en `-A` worden gebruikt om alle bestandssystemen te unmounten, mogelijk nader gespecificeerd door de optie `-t` met daarachter op welke typen bestandssystemen het betrekking heeft. Voor de optie `-A` geldt dat deze niet probeert het root bestandssysteem te ontkoppelen.

3.7. Processen

FreeBSD is een multi-tasking besturingssysteem. Dit betekent dat het lijkt alsof er meer dan één proces tegelijkertijd draait. Elk programma dat draait wordt een *proces* genoemd. Elk commando dat wordt uitgevoerd start op zijn minst één nieuw proces en er zijn systeemprocessen die continu draaien om het systeem functioneel te houden.

Elk proces wordt geïdentificeerd door een nummer dat *process ID* of *PID* heet, en net zoals bij bestanden heeft elk proces één eigenaar en groep. De eigenaars- en groepsinformatie wordt gebruikt om te bepalen welke bestanden en apparaten het proces mag openen, waarbij gebruik wordt gemaakt van de bestandsrechten die eerder zijn behandeld. Veel processen hebben ook een ouderproces (parent process). Een ouderproces is een proces dat het nieuwe proces heeft gestart. Als commando's in een shell worden ingevoerd, start de shell een proces en elk commando dat draait is ook een proces. De uitzondering hierop is het speciale proces `init(8)`. `init` is altijd het eerste proces, dus het PID is altijd 1. `init` wordt automatisch gestart door de kernel als FreeBSD opstart.

Twee commando's die erg handig zijn om te zien welke processen er draaien zijn `ps(1)` en `top(1)`. `ps` wordt gebruikt om een statische lijst op te vragen van de processen die op het moment van uitvoeren draaien en kan hun PID, geheugengebruik, de startende commandoregel, enzovoort, tonen. `top` geeft alle draaiende processen weer en werkt de status elke paar seconden bij zodat interactief wordt weergegeven wat een computer aan het doen is.

Standaard laat `ps` alleen zien welke commando's draaien waarvan de gebruiker die het uitvoert de eigenaar is:

```
% ps
  PID  TT  STAT      TIME COMMAND
   298  p0  Ss      0:01.10 tcsh
  7078  p0  S        2:40.88 xemacs mdoc.xsl (xemacs-21.1.14)
37393  p0  I        0:03.11 xemacs freebsd.dsl (xemacs-21.1.14)
48630  p0  S        2:50.89 /usr/local/lib/netscape-linux/navigator-linux-4.77.bi
48730  p0  IW       0:00.00 (dns helper) (navigator-linux-)
72210  p0  R+       0:00.00 ps
   390  p1  Is       0:01.14 tcsh
  7059  p2  Is+      1:36.18 /usr/local/bin/mutt -y
  6688  p3  IWs      0:00.00 tcsh
10735  p4  IWs      0:00.00 tcsh
20256  p5  IWs      0:00.00 tcsh
   262  v0  IWs      0:00.00 -tcsh (tcsh)
   270  v0  IW+      0:00.00 /bin/sh /usr/X11R6/bin/startx -- -bpp 16
   280  v0  IW+      0:00.00 xinit /home/nik/.xinitrc -- -bpp 16
   284  v0  IW       0:00.00 /bin/sh /home/nik/.xinitrc
   285  v0  S        0:38.45 /usr/X11R6/bin/sawfish
```

In het bovenstaande voorbeeld is de uitvoer van `ps(1)` georganiseerd in een aantal kolommen. `PID` is het proces ID. `PIDs` worden toegekend vanaf 1 en lopen op tot 99999. Als ze allemaal zijn gebruikt, worden ze hergebruikt. (een `PID` wordt niet hergebruikt als deze reeds in gebruik is). De `TT` kolom toont de tty vanwaar het programma draait en

wordt nu buiten beschouwing gelaten. STAT toont de huidige staat van het programma en ook deze kolom wordt buiten beschouwing gelaten. TIME is de hoeveelheid tijd die het programma gedraaid heeft op de CPU. Dit is meestal niet de verstreken tijd vanaf het moment dat het programma is gestart. Veel programma's wachten omdat er alleen gebruik wordt gemaakt van de CPU als er iets voor het programma te doen is. Als laatste is COMMAND de commandoregel die gebruikt is om het programma te starten.

ps(1) ondersteunt een aantal opties die de informatie wijzigen die wordt weergegeven. Één van de meest nuttige combinaties is auxww. De optie a toont informatie over alle draaiende processen, niet alleen die van de gebruiker die is aangemeld. De optie u toont de gebruikersnaam van de proceseigenaar, evenals geheugengebruik. De optie x toont informatie over daemonprocessen en met de optie ww laat ps(1) de volledige commandoregel zien voor elk proces, in plaats van een mogelijk afgekorte regel omdat die te lang is om op het scherm te passen.

De uitvoer van top(1) is hetzelfde:

```
% top
last pid: 72257; load averages: 0.13, 0.09, 0.03 up 0+13:38:33 22:39:10
47 processes: 1 running, 46 sleeping
CPU states: 12.6% user, 0.0% nice, 7.8% system, 0.0% interrupt, 79.7% idle
Mem: 36M Active, 5256K Inact, 13M Wired, 6312K Cache, 15M Buf, 408K Free
Swap: 256M Total, 38M Used, 217M Free, 15% Inuse

  PID USERNAME PRI NICE  SIZE  RES STATE   TIME  WCPU   CPU COMMAND
72257 nik 28 0 1960K 1044K RUN      0:00 14.86% 1.42% top
 7078 nik 2 0 15280K 10960K select 2:54 0.88% 0.88% xemacs-21.1.14
  281 nik 2 0 18636K 7112K select 5:36 0.73% 0.73% XF86_SVGA
  296 nik 2 0 3240K 1644K select 0:12 0.05% 0.05% xterm
48630 nik 2 0 29816K 9148K select 3:18 0.00% 0.00% navigator-linu
  175 root 2 0 924K 252K select 1:41 0.00% 0.00% syslogd
 7059 nik 2 0 7260K 4644K poll 1:38 0.00% 0.00% mutt
...
```

De uitvoer is gesplitst in twee secties. De kop (de eerste vijf regels) toont het laatst uitgegeven PID, de gemiddelde systeembelasting (hoe druk is een systeem), de uptime van het systeem (tijd verstreken sinds laatste reboot) en de huidige tijd. De andere cijfers in de kop tonen hoeveel processen er draaien (in dit geval 47), hoeveel geheugen en swap er gebruikt wordt en hoeveel processortijd het systeem besteed aan verschillende taakgroepen.

Daaronder staat een serie van kolommen die soortgelijke informatie bevatten als de uitvoer van ps(1). Zo zijn het PID, de gebruikersnaam, de hoeveelheid processortijd en het commando dat gebruikt is om het proces te starten te zien. top(1) laat standaard ook zien hoeveel geheugen er gebruikt wordt door een proces. Dit staat in twee kolommen waarbij in de eerste kolom het maximale geheugengebruik wordt getoond en in de tweede kolom het huidige geheugengebruik. Maximale gebruik is de hoeveelheid geheugen die het proces nodig had in de tijd dat het bestaat en het residente gebruik is hoeveel er op het moment van weergegeven gebruikt wordt. In dit voorbeeld is zichtbaar dat Netscape® bijna 30 MB RAM nodig had, maar op het moment van uitvoeren 9 MB verbruikt.

top(1) werkt het beeld automatisch iedere twee seconden bij. Dat kan gewijzigd worden met de optie s.

3.8. Daemons, signalen en het stoppen van processen

Als een gebruiker een editor draait is het makkelijk om de editor te besturen, te vertellen om bestanden te openen, etc. Dit kan omdat de editor de mogelijkheden geeft om dat te doen en omdat de editor gekoppeld is aan een terminal. Sommige programma's zijn niet ontworpen om te draaien met continue gebruikersinvoer, dus als zij de

kans krijgen ontkoppelen zij zich van de terminal. Een webserver reageert bijvoorbeeld de hele dag op webaanvragen en heeft eigenlijk geen input van een lokale gebruiker nodig. Programma's die email van locatie naar locatie transporteren zijn een ander voorbeeld.

Deze programma's heten *daemons*. Daemons waren karakters in de Griekse mythologie, goed noch slecht, ze waren dienende geesten die op grote schaal nuttige dingen deden voor de mensheid. Net zoals de huidige webserverns en mailserverns nuttige dingen doen. Dit is waarom de mascotte voor BSD al lang een vrolijk kijkende daemon met puntoren en een drietand is.

Er is een overeenkomst om programma's die meestal draaien als daemon te voorzien van het achtervoegsel "d".

BIND is de Berkeley Internet Name Domain (het echte programma heet `named`), de **Apache** webserver heet `httpd`, de printerspooldriver heet `lpd`, etc. Deze overeenkomst geldt niet altijd. De hoofd maildaemon voor **Sendmail** heet bijvoorbeeld `sendmail` en niet `maild`.

Soms is communicatie met een daemon nodig. Een manier om dit te doen is het versturen van een signaal (*signals*). Er zijn een verschillende signalen. Sommige hebben een specifieke bedoeling, andere worden geïntrepeteerd door de applicatie. In de documentatie van de applicatie staat hoe de applicatie signalen intrepeteert. Er kan alleen een signaal naar een proces gezonden worden waar de uitvoerende gebruiker eigenaar van is. Als met `kill(1)` of `kill(2)` een signaal naar een proces van een andere gebruiker wordt gestuurd, wordt de toegang geweigerd. De enige uitzondering hierop is de `root` gebruiker, die signalen naar processen van alle gebruikers kan sturen.

FreeBSD stuurt soms ook signalen naar applicaties. Als een applicatie slecht geschreven is en hij probeert geheugen te benaderen waar hij niet naartoe mag, stuurt FreeBSD het proces een *Segmentation Violation* signaal (`SIGSEGV`). Als een applicatie de systeemaanroep `alarm(3)` heeft gebruikt om na een bepaalde periode een alarm te ontvangen, wordt er een Alarm signaal heen gestuurd (`SIGALRM`), etc.

Twee signalen kunnen gebruikt worden om een proces te stoppen: `SIGTERM` en `SIGKILL`. `SIGTERM` is de nette manier om een proces te killen. Het proces kan het signaal *afvangen*, begrijpen dat de eigenaar wil dat het wordt afgesloten, wellicht logboekbestanden sluiten die geopend zijn en alle onderhanden activiteiten afhandelen. In een aantal gevallen kan een proces `SIGTERM` negeren: als het midden in een taak zit die niet beëindigd kan worden.

`SIGKILL` mag niet worden genegeerd door een proces. Dit is het "Wat je ook aan het doen bent, stop er nu mee" signaal. Na een `SIGKILL` stopt FreeBSD het proces meteen.⁴

Andere veelgebruikte signalen zijn `SIGHUP`, `SIGUSR1` en `SIGUSR2`. Dit zijn algemeen bruikbare signalen en verschillende applicaties zullen verschillend reageren als ze verstuurd worden.

Stel dat het bestand met instellingen voor de webserver is aangepast. Dan moet aan de webserver verteld worden dat die de instellingen opnieuw moet lezen. Hiervoor zou `httpd` gestopt en gestart kunnen worden, maar dit resulteert in een korte onderbreking van de webserverdienst, wat ongewenst kan zijn. De meeste daemons zijn geschreven om te reageren op het `SIGHUP` signaal door het opnieuw inlezen van het instellingenbestand. Dus in plaats van het stoppen en herstarten van `httpd` kan het `SIGHUP` signaal gezonden worden. Omdat er geen standaard manier is om op deze signalen te reageren, reageren verschillende daemons anders. Het is verstandig eerst de documentatie van de daemon in kwestie te lezen.

Zoals onderstaand voorbeeld laat zien, worden signalen door `kill(1)` verzonden.

Het versturen van een signaal naar een proces

Dit voorbeeld toont hoe een signaal naar `inetd(8)` wordt verstuurd. Het bestand met instellingen voor `inetd` is `/etc/inetd.conf` en `inetd` leest dit bestand opnieuw in als er een `SIGHUP` wordt verstuurd.

1. Eerst moet het proces ID worden opgezocht van het proces waar een signaal naar verzonden moeten worden. Dit kan door `ps(1)` en `grep(1)` te gebruiken. `grep(1)` wordt gebruikt om in de uitvoer te zoeken en te kijken naar de

string die de gebruiker opgeeft. Dit commando wordt gedraaid als een normale gebruiker en `inetd(8)` wordt gedraaid onder de gebruiker `root`, dus aan `ps(1)` moet de optie `ax` meegegeven worden.

```
% ps -ax | grep inetd
198  ??  IWS      0:00.00 inetd -wW
```

Dus PID van `inetd(8)` is 198. In sommige gevallen kan `grep inetd` ook voorkomen in de uitvoer. Dit komt door de manier waarop `ps(1)` de lijst van draaiende processen moet vinden.

2. Met `kill(1)` kan het signaal verzonden worden. Omdat `inetd(8)` wordt gedraaid door `root` moet `su(1)` gebruikt worden om `root` te worden.

```
% su
Password:
# /bin/kill -s HUP 198
```

Zoals zovaak met UNIX commando's, geeft `kill(1)` geen uitvoer als het succesvol uitgevoerd is. Als een signaal wordt verzonden naar een proces waarvan de gebruiker niet zelf de eigenaar is, dan is de melding: `kill: PID: Operation not permitted`. Als het PID verkeerd wordt ingevuld, wordt het signaal naar het verkeerde proces verzonden, wat slecht kan zijn, of, als de gebruiker geluk heeft, wordt het verzonden naar een PID dat momenteel niet in gebruik is, waarop de foutmelding `kill: PID: No such process` verschijnt.

Waarom `/bin/kill` gebruiken?: Veel shells leveren `kill` als ingebouwd commando. Dat betekent dat de shell het signaal direct verstuurt in plaats van door het starten van `/bin/kill`. Dit kan erg nuttig zijn, maar verschillende shells hebben een verschillende opdrachtregel voor het specificeren van de naam van het signaal dat verstuurd moet worden. In plaats van ze allemaal te leren, is het eenvoudiger om gewoon `/bin/kill PID` te gebruiken.

Andere signalen versturen werkt bijna hetzelfde door `TERM` of `KILL` op de commandoregel te vervangen door wat nodig is.

Belangrijk: Het stoppen van willekeurige processen op een systeem is meestal een slecht idee. In het bijzonder bij `init(8)` met proces ID 1. Het draaien van `/bin/kill -s KILL 1` is een snelle manier om een systeem uit te zetten. Argumenten die aan `kill(1)` worden meegegeven moeten *altijd* twee keer gecontroleerd worden *voordat* op **Enter** gedrukt wordt.

3.9. Shells

In FreeBSD wordt een groot deel van het alledaagse werk gedaan vanuit een omgeving met een commandoregel die shell heet. De grootste taak van een shell is om commando's van het invoerkanaal op te vangen en deze uit te voeren. Veel shells hebben ook functies ingebouwd om mee te helpen om alledaagse taken zoals bestandsbeheer, bestandsglobbering, bestanden wijzigen vanaf de commandoregel, commandomacro's schrijven en uitvoeren en omgevingsvariabelen instellen en wijzigen. FreeBSD heeft een aantal shells bijgeleverd zoals `sh`, de Bourne Shell en `tcsh`, de verbeterde C-shell. Er zijn veel andere shells beschikbaar in de FreeBSD Portscollectie zoals `zsh` en `bash`.

Welke shell gebruiken? Dit is een kwestie van smaak. Een C-programmeur voelt zich misschien prettiger bij een C-achtige shell, zoals `tcsh`. Een voormalig Linux gebruiker of iemand die niet veel ervaring heeft met een UNIX

commandoregel interface wil misschien `bash` proberen. Elke shell heeft zijn eigen unieke eigenschappen die wel of niet werken voor een bepaalde gebruiker.

Een standaard optie in een shell is bestandsnaam completie. Door het intikken van de eerste paar letters van een commando of bestandsnaam, kan de shell opdracht gegeven worden om automatisch de rest het commando of bestandsnaam toe te voegen met de **Tab** toets op het toetsenbord. Stel dat er twee bestanden zijn met de namen `foobar` en `foo.bar` en `foo.bar` moet verwijderd worden. Dan kan op het toetsenbord `rm fo[Tab].[Tab]` ingevoerd worden.

De shell geeft `rm foo[BEEP].bar` weer.

De `[BEEP]` geeft aan dat de shell in staat was om de bestandsnaam te completeren omdat er meer dan één soortgelijk bestand was. `foobar` en `foo.bar` beginnen met `fo`, maar het was in staat om het af te maken tot `foo`. Na het invoeren van een `.` en daarna **Tab**, is de shell in staat om de rest van de bestandsnaam aan te vullen.

Een andere optie van de shell is het gebruik van omgevingsvariabelen. Omgevingsvariabelen zijn variabele sleutelparen die opgeslagen zijn in de omgevingsruimte van een shell. Deze ruimte kan uitgelezen worden door elk programma dat door de shell wordt uitgevoerd en bevat dus veel programmainstellingen. Hieronder staat een lijst van standaard omgevingsvariabelen en wat ze betekenen:

Variabele	Omschrijving
<code>USER</code>	Gebruikersnaam van de gebruiker die is aangemeld.
<code>PATH</code>	Een lijst van mappen, gescheiden door een <code>:</code> voor het zoeken naar binaire bestanden.
<code>DISPLAY</code>	Netwerknnaam van het X11 scherm om verbinding mee te maken, indien beschikbaar.
<code>SHELL</code>	De huidige shell.
<code>TERM</code>	De naam van de huidige gebruikersterminal. Gebruikt om de mogelijkheden van de terminal te bepalen.
<code>TERMCAP</code>	Databaseregel met terminal escape codes voor het uitvoeren van diverse terminalfuncties.
<code>OSTYPE</code>	Type besturingssysteem, bijvoorbeeld FreeBSD.
<code>MACHTYPE</code>	De CPU architectuur waar het systeem op draait.
<code>EDITOR</code>	De teksteditor waar de gebruiker de voorkeur aan geeft.
<code>PAGER</code>	De tekstpager waar de gebruiker de voorkeur aan geeft.
<code>MANPATH</code>	Lijst van mappen gescheiden door een <code>:</code> voor het zoeken naar handleidingen.

Het instellen van omgevingsvariabelen verschilt van shell tot shell. In de C-achtige shells zoals `tcsh` en `csh` moet `setenv` gebruikt worden om omgevingsvariabelen in te stellen. In Bourne-shells zoals `sh` en `bash` moet `export` gebruikt worden om de omgevingsvariabelen in te stellen. Om bijvoorbeeld de omgevingsvariabele `EDITOR` te wijzigen naar `/usr/local/bin/emacs` onder `csh` of `tcsh` moet het volgende gedaan worden:

```
% setenv EDITOR /usr/local/bin/emacs
```

In Bourne shells is dat:

```
% export EDITOR="/usr/local/bin/emacs"
```

Met de meeste shells kunnen de omgevingsvariabelen ook weergegeven worden door een `$` karakter voor de

variabelenaam te plaatsen op de commandoregel. `echo $TERM` zou weergeven wat er in `$TERM` gezet is, omdat de shell `$TERM` uitbreid en het resultaat doorgeeft aan `echo`.

Shells kennen veel speciale karakters, die meta-karakters heten, als speciale weergaves van data. De meest voorkomende is het karakter `*` karakter, dat elk karakter in een bestandsnaam voorstelt. Deze speciale meta-karakters kunnen gebruikt worden om bestandsnaamglobbering te doen. Door bijvoorbeeld `echo *` in te voeren, is het resultaat bijna hetzelfde als door het uitvoeren van `ls`, omdat de shell alle bestanden die van toepassing zijn aan `echo` geeft om ze daarna te tonen.

Om te voorkomen dat de shell deze speciale tekens verwerkt, kunnen ze uitgeschakeld worden door er het backslash karakter (`\`) voor te plaatsen. `echo $TERM` print de inhoud van `TERM` naar het scherm. `echo \$TERM` print `$TERM` zoals het geschreven is.

3.9.1. Shell wijzigen

De makkelijkste manier om de shell te wijzigen is door het `chsh` commando te gebruiken. Door `chsh` te starten wordt de editor gestart die in de `EDITOR` omgevingsvariable staat. Als deze niet is ingesteld, wordt `vi` gestart. In de editor kan de regel waarop “Shell:” staat gewijzigd worden.

Aan `chsh` kan ook de optie `-s` meegegeven worden. Dit stelt de shell in, zonder dat een editor gebruikt hoeft te worden. Als de shell bijvoorbeeld gewijzigd moet worden in `bash`, kan dat als volgt:

```
% chsh -s /usr/local/bin/bash
```

Opmerking: De te gebruiken shell *moet* geregistreerd zijn in `/etc/shells`. Als een shell uit de Portscollectie is geïnstalleerd, is dit meestal automatisch gebeurd. Als de shell met de hand is geïnstalleerd moet het onderstaande gedaan worden.

Als bijvoorbeeld `bash` met de hand geïnstalleerd is in `/usr/local/bin`, dient het onderstaande te gebeuren:

```
# echo "/usr/local/bin/bash" >> /etc/shells
```

Hierna kan `chsh` weer gedraaid worden.

3.10. Teksteditoren

Een groot deel van de instellingen in FreeBSD wordt gemaakt door het bewerken van tekstbestanden. Hierdoor is het een goed idee om bekend te zijn met een tekstverwerker. FreeBSD heeft er een paar in het basissysteem en veel anderen zijn beschikbaar via de Portscollectie.

De makkelijkste en simpelste editor om te leren is de editor **ee**, wat “easy editor” betekent. Om **ee** te starten, moet op de commandoregel `ee bestandsnaam` ingevoerd worden, waar `bestandsnaam` de naam is van het bestand dat bewerkt moet worden. Om bijvoorbeeld `/etc/rc.conf` te bewerken, wordt `ee /etc/rc.conf` ingegeven. Eenmaal in **ee** worden alle manipulatie commando’s die de editor heeft weergegeven aan de bovenkant van het scherm. Het karakter dakje `^` staat voor de toets **CTRL** op het toetsenbord, dus `^e` vormt de toetscombinatie **Ctrl+e**. Om uit **ee** te komen wordt op de toets **Esc** gedrukt en daar kan gekozen worden om de editor te verlaten. De editor vraagt dan of de wijzigingen bewaard moeten worden als het bestand veranderd is.

FreeBSD heeft ook uitgebreidere tekstverwerkers, zoals **vi**, in het basissysteem en andere editors als **Emacs** en **vim** maken onderdeel uit van de FreeBSD Portscollectie (`editors/emacs` en `editors/vim`). Deze editors leveren veel meer functionaliteit en kracht maar zijn lastiger om te leren. Als echter veel met tekstverwerking gedaan wordt, is het leren van een krachtige editor als **vim** of **Emacs** verstandig omdat deze uiteindelijk veel tijd kan besparen.

Veel applicaties die bestanden wijzigen of getypte invoer nodig hebben zullen automatisch een tekstverwerker openen. Om de tekstverwerker te wijzigen die standaard wordt gebruikt, stelt u de omgevingsvariabele `EDITOR` in. Zie de sectie shells voor meer details.

3.11. Apparaten en apparaatnodes

Apparaat is een term die meestal wordt gebruikt voor hardwareonderdelen in een systeem, zoals schijven, printers grafische kaarten en toetsenborden. Als FreeBSD opstart laat het vooral zien welke apparaten gedetecteerd worden. Deze opstartmeldingen kunnen nagekeken worden door het bestand `/var/run/dmesg.boot` te bekijken.

`acd0` is bijvoorbeeld de eerste IDE cd-rom drive, terwijl `kbd0` staat voor het toetsenbord.

Veel van deze apparaten moeten in een UNIX besturingssysteem benaderd worden via speciale bestanden die apparaatnodes heten en te vinden zijn in de map `/dev`.

3.11.1. Apparaatnodes maken

Als een nieuw apparaat wordt toegevoegd aan een systeem of als ondersteuning voor extra apparaten wordt gecompileerd, dan moeten er misschien nieuwe apparaat nodes aangemaakt worden.

3.11.1.1. DEVFS (apparaatbestandssysteem - DEVICE File System)

Het apparaatbestandssysteem of DEVFS, levert toegang tot de apparaatruimte van de kernel in het globale bestandssysteem. In plaats van dat het nodig is om apparaatnodes te maken en te wijzigen, doet DEVFS dit.

In `devfs(5)` staat meer informatie.

3.12. Binaire formaten

Om te kunnen begrijpen waarom FreeBSD gebruik maakt van het `elf(5)` formaat, is het belangrijk op de hoogte zijn van de drie “dominante” uitvoerbare formaten voor UNIX:

- `a.out(5)`

Het oudste en “klassieke” UNIX object formaat. Het gebruikt een korte en compacte kop met een magisch nummer aan het begin dat veel gebruikt wordt om het formaat aan te geven (`a.out(5)` geeft meer details). Het bevat drie laadbare segmenten: `.tekst`, `.data` en `.bss`, een symbolentabel en een stringtabel.

- COFF

Het SVR3 object formaat. De kop bestaat uit een sectietabel, dus er kunnen meer dan alleen `.tekst`, `.data`, en `.bss` secties zijn.

- `elf(5)`

De opvolger van COFF, heeft meerdere secties en 32-bit of 64-bit als mogelijke waarden. Één nadeel: ELF was ook ontworpen met de aanname dat er maar één ABI per systeemarchitectuur zou zijn. Deze aanname is eigenlijk redelijk incorrect, zelfs niet in de commerciële SYSV wereld (die op zijn minst drie ABIs heeft: SRV4, Solaris en SCO).

FreeBSD probeert om dit probleem heen te werken door een hulpprogramma te leveren voor het *brandmerken* van een bekend ELF uitvoerbaar bestand met informatie over de ABI waar hij mee kan werken. In `brandelf(1)` staat meer informatie.

FreeBSD komt uit het “klassieke” kamp en gebruikt het `a.out(5)` formaat, een technologie die zich bewezen heeft door meerdere generaties van BSD versies heen, tot het begin van de 3.X versies. Alhoewel het al mogelijk was om ELF programma’s en kernels te bouwen en te draaien op een FreeBSD systeem, verzette FreeBSD zich eerst tegen de druk om over te schakelen naar ELF als standaard formaat. Waarom? Toen het Linux kamp hun pijnlijke wissel maakte naar ELF, was dat niet zozeer om van het `a.out` formaat af te komen, maar meer omdat van het op de inflexibele jump-tabel gebaseerde gedeelde bibliotheekmechanisme af te komen, die het maken van gedeelde bibliotheken erg moeilijk maakte voor bedrijven en ontwikkelaars. Omdat de ELF hulpprogramma’s een oplossing voor het gedeelde bibliotheek probleem waren en algemeen gezien werden als een “stap vooruit”, werd de migratie geaccepteerd als noodzakelijk kwaad en werd de wissel uitgevoerd. Het gedeelde bibliotheek mechanisme van FreeBSD is meer gebaseerd op het gedeelde bibliotheek mechanisme van Sun’s SunOS™ en daardoor erg makkelijk te gebruiken.

Waarom zijn er zoveel verschillende formaten?

In het duistere donkere verleden was er simpele hardware. Deze simpele hardware ondersteunde een simpel klein systeem. `a.out` was volledig adequaat voor de taak om binaire bestanden op dat simpele systeem te vertegenwoordigen (een PDP-11). Toen mensen UNIX van deze machine gingen porten, behielden ze het `a.out` formaat omdat het voldeed voor de vroege ports van UNIX naar architecturen als Motorola 68k, VAXen, enzovoort.

Toen besloot een slimme hardware engineer dat als hij de software kon forceren om wat simpele truckjes te doen, hij in staat was om een paar onderdelen van het ontwerp af te schaven, waardoor zijn processorcore sneller kon draaien. Terwijl men probeerde om het met deze nieuwe vorm van hardware te laten werken (vandaag de dag beter bekend als RISC), was `a.out` te beperkt voor deze hardware. Dus werden er vele formaten ontworpen om betere prestaties te krijgen uit deze hardware dan het simpele formaat `a.out` kon leveren. Toen werden COFF, ECOFF en een paar andere duistere formaten uitgevonden en werden de limieten verkend, waarna men besloot om zich te richten op ELF.

Daarnaast werden programma’s groter en bleven schijven (en fysiek geheugen) relatief klein, zodat het concept van een gedeelde bibliotheek werd geboren. Het VM systeem werd ook meer verfijnd. Terwijl al deze verbeteringen bereikt werden door het `a.out` formaat, werd het nut met elke nieuwe eigenschap verder uitgerekt. Daarnaast wilde men dingen dynamisch laden tijdens het starten of delen weggooien nadat het programma zijn intiële code had gedraaid om te blijven hangen in het hoofdgeheugen en in de wisselbestanden. Talen werden verder verfijnd en men wilde dat code automatisch werd aangeroepen voor main. Er werden veel hacks gedaan in het `a.out` formaat om alles mogelijk te maken en dit werkte ook enige tijd. Na verloop van tijd was `a.out` niet meer in staat om alle problemen te adresseren zonder toenemende overhead in code en complexiteit. Hoewel ELF veel van deze problemen verhielp, was het moeilijk om te wisselen naar een systeem dat compleet anders werkte. Dus moest ELF wachten totdat het pijnlijker was om `a.out` te behouden dan het te migreren naar ELF.

Met het verstrijken van de tijd, werden de bouwprogramma’s die FreeBSD heeft afgeleid van hun bouwprogramma’s (vooral de assembler en de loader) ontwikkeld in twee parallel lopende takken. De FreeBSD tree voegde gedeelde bibliotheken toe en heeft wat bugs opgelost. De mensen van GNU die deze programma’s hebben geschreven, hebben ze herschreven en simpelere ondersteuning toegevoegd voor het bouwen van cross-compilers, waarbij verschillende formaten zo nodig ingevoegd konden worden, enzovoort. Omdat veel mensen cross-compilers wilden bouwen die gericht waren op FreeBSD, hadden die pech, omdat de oudere broncode van FreeBSD voor **as** en **ld** niet opgewassen

was tegen deze taak. De nieuwe GNU programmaketen (**binutils**) ondersteunt cross-compiling, ELF, gedeelde bibliotheken, C++ extensies, enzovoort. Daarnaast leveren veel leveranciers ELF binaire bestanden en is het goed voor FreeBSD om het te draaien.

ELF heeft meer expressiemogelijkheden dan `a.out` en geeft meer uitbreidingsmogelijkheden aan het basissysteem. De ELF hulpprogramma's worden beter onderhouden en geven de mogelijkheid tot ondersteuning voor cross compilatie, wat voor veel mensen belangrijk is. ELF is misschien iets trager dan `a.out`, maar het meten daarvan kan vrij lastig zijn. Er zijn ook ontelbare verschillen tussen de twee in hoe ze pages opslaan, initiële code verwerken, enzovoort. Geen van allen zijn ze erg belangrijk, maar er zijn verschillen. Na verloop van tijd verdwijnt de ondersteuning voor `a.out` uit de `GENERIC` kernel en uiteindelijk ook helemaal uit de kernel als de noodzaak voor `a.out` gebaseerde programma's voorbij is.

3.13. Meer informatie

3.13.1. Handleidingen

De meest uitvoerige documentatie van FreeBSD is geschreven in de vorm van handleidingen. Bijna elk programma op het systeem heeft een kleine handleiding die uitlegt wat de basisopties en verschillende argumenten doen. Deze handleidingen bekeken worden met `man`. Het gebruik van `man` gaat als volgt:

```
% man commando
```

`commando` is de naam van het commando waar meer informatie over getoond moet worden. Om bijvoorbeeld meer informatie weer te geven over `ls` kan het volgende uitgevoerd worden:

```
% man ls
```

De handleidingen zijn opgedeeld in genummerde onderdelen:

1. Gebruikerscommando's.
2. Systeemaanroepen en foutnummernummers.
3. Functies in de C bibliotheken.
4. Apparaatdrivers.
5. Bestandsindelingen.
6. Spelletjes en andere afleidingen.
7. Diverse informatie.
8. Systeemonderhoud en commando's
9. Kernelontwikkelaars.

In sommige gevallen kan een bepaald onderwerp vaker voorkomen in een onderdeel van de handleidingen. Er is bijvoorbeeld een gebruikerscommando `chmod` en een systeemaanroep `chmod()`. In deze gevallen kan `man` aangegeven worden welke documentatie weer te geven door het specificeren van het onderdeel:

```
% man 1 chmod
```

Dit geeft de handleiding van het gebruikerscommando `chmod` weer. Verwijzingen naar een bepaald onderdeel van de handleiding worden traditioneel tussen haakjes geplaatst: `chmod(1)` verwijst naar het commando `chmod` en `chmod(2)` verwijst naar de systeemaanroep.

Dit werkt prima als de naam van het commando bekend is en alleen informatie nodig is over het commando gebruikt kan worden, maar wat als de naam van het commando niet bekend is? Dan kan `man` gebruikt worden om naar trefwoorden te zoeken in de commandobeschrijvingen door de optie `-k` te gebruiken:

```
% man -k mail
```

Met dit commando wordt een overzicht getoond met commando's die het trefwoord "mail" in hun omschrijving hebben. Dit is gelijk aan het commando `apropos`.

Dus om meer informatie over spannende commando's met een onbekende functie in `/usr/bin` te krijgen is het volgende commando voldoende:

```
% cd /usr/bin
% man -f *
```

Het onderstaande commando resulteert in hetzelfde:

```
% cd /usr/bin
% whatis *
```

3.13.2. Gnu infobestanden

FreeBSD heeft veel applicaties en hulpmiddelen die gemaakt zijn door de Free Software Foundation (FSF). Als extraatje voor de documentatie hebben deze programma's uitgebreidere html bestanden die `infobestanden` heten, die uitgelezen kunnen worden met `info` of, als **emacs** is geïnstalleerd, de infomodus van **emacs**.

`info(1)` wordt als volgt gebruikt:

```
% info
```

`h` geeft een korte beschrijving en `?` toont een kort commando-overzicht.

Noten

1. Dit betekent `i386`. Let op: ook al draait FreeBSD niet op een Intel 386 processor, toch is dit een `i386`. Het is niet het type processor, maar de processor "architectuur".
2. Opstart scripts zijn programma's die automatisch gestart worden tijdens het opstarten. Het hoofddoel van deze programma's is om dingen goed te zetten zodat alle andere programma's ook kunnen draaien, en om services te starten die je geconfigureerd hebt om bruikbare zaken in de achtergrond te doen.
3. Een redelijk technische en accurate beschrijving van alle details over de FreeBSD console en toetsenborddrivers staan in de hulppagina's van `syscons(4)`, `atkbd(4)`, `vidcontrol(1)` en `kbdcontrol(1)`. Hier wordt niet verder op ingegaan, maar de geïnteresseerde lezer kan altijd de hulppagina's raadplegen voor meer details en een grondige uitleg over hoe alles werkt.

4. Dit is niet geheel waar. Er zijn een aantal dingen die niet onderbroken kunnen worden. Als het proces bijvoorbeeld een bestand probeert uit te lezen dat op een andere computer in het netwerk staat en de andere computer is verdwenen (uitgezet of het netwerk heeft een fout), dan wordt er gezegd dat het proces niet “onderbroken” kan worden. Uiteindelijk loopt het proces uit de tijd, meestal na twee minuten. Zodra het uit de tijd loopt, wordt het proces alsnog gestopt.

Hoofdstuk 4.

Applicaties installeren: pakketten en ports

4.1. Overzicht

FreeBSD bevat een grote collectie aan systeemgereedschappen als onderdeel van het basissysteem. De mogelijkheden reiken echter niet heel ver en daarom is er snel een applicatie van een andere partij nodig. FreeBSD bevat twee complementaire technologieën om andere applicaties te installeren: de FreeBSD Portscollectie (voor het installeren vanuit broncode) en pakketten (voor het installeren vanuit voorgecompileerde binaire bestanden). Beide systemen kunnen gebruikt worden om de nieuwste versies van een gewenste applicatie te installeren van lokale media of rechtstreeks van het netwerk.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Hoe binaire softwarepakketten van derden te installeren;
- Hoe software van derden vanuit de Portscollectie vanuit broncode te installeren;
- Hoe eerder geïnstalleerde pakketten of ports te verwijderen;
- Hoe standaardwaarden die door de ports worden gebruikt te wijzigen;
- Hoe het juiste softwarepakket te vinden;
- Hoe applicaties bij te werken.

4.2. Overzicht van softwareinstallatie

Als u eerder gebruik heeft gemaakt van een UNIX-systeem dan is het bekend dat de standaardprocedure voor het installeren van software van derden ongeveer als volgt is:

1. Download de software als broncode of als binair bestand;
2. Pak de software uit vanuit zijn originele distributietype (meestal een tar-bestand gecomprimeerd met `compress(1)`, `gzip(1)`, of `bzip2(1)`);
3. Zoek de documentatie (meestal een `INSTALL` of `README` bestand of enkele bestanden in een submap `doc/`) en lees zorgvuldig hoe de software geïnstalleerd moet worden;
4. Als de software als broncode is gedistribueerd, moet de broncode gecompileerd worden. Dit kan wijzigingen in een `Makefile` vereisen of het draaien van een `configure` script en andere werkzaamheden;
5. De software installeren en testen.

En dat geldt alleen als alles goed gaat. Als er een softwarepakket geïnstalleerd wordt dat niet specifiek gemaakt is voor FreeBSD moet mogelijkserwijs zelfs de code aangepast worden om alles goed te laten werken.

Als de gebruiker het wenst, kan hij in FreeBSD doorgaan met het installeren van software op de “traditionele” manier. FreeBSD levert echter twee technologieën die veel moeite kunnen besparen: pakketten en ports. Op dit moment zijn zo meer dan 20,000 applicaties beschikbaar.

Voor iedere gewenste applicatie is het FreeBSD pakket voor die applicatie één te downloaden bestand. Het pakket bevat voorgecompileerde kopiën met alle commando's voor de applicatie en alle instellingenbestanden of documentatie. Een gedownload pakketbestand kan gemanipuleerd worden met FreeBSD pakketbeheercommando's zoals `pkg_add(1)`, `pkg_delete(1)`, `pkg_info(1)`, enzovoort. Het installeren van een nieuwe applicatie kan met één commando.

Een FreeBSD port van een applicatie is een groep bestanden ontworpen om het proces van compileren van een applicatie vanuit broncode te automatiseren.

Het is te vergelijken met de stappen die normaal gevolgd worden om een programma te compileren (downloaden, uitpakken, aanpassen, compileren en installeren). De bestanden die samen een port vormen bevatten alle noodzakelijke informatie om het systeem dit te laten doen. Met een aantal eenvoudige commando's wordt de broncode voor de applicatie automatisch gedownload, uitgepakt, aangepast, gecompileerd en geïnstalleerd.

Het portssysteem kan zelfs gebruikt worden om pakketten te maken die later weer gemanipuleerd kunnen worden met `pkg_add` en andere pakketbeheercommando's, waarover later meer uitleg wordt gegeven.

Zowel pakketten als ports kennen afhankelijkheden (*dependencies*). Stel dat er een applicatie geïnstalleerd gaat worden die er vanuit gaat dat een specifieke bibliotheek wordt geïnstalleerd. Zowel de applicatie als de bibliotheek zijn beschikbaar als FreeBSD ports en pakketten. Als het commando `pkg_add` of het portssysteem wordt gebruikt om de applicatie toe te voegen, dan zien beiden dat de bibliotheek niet geïnstalleerd is en wordt deze automatisch eerst geïnstalleerd.

Gezien het feit dat beide technologieën vrijwel identiek zijn, kan de vraag rijzen waarom FreeBSD de moeite neemt om beide te faciliteren. Pakketten en ports hebben ieder hun eigen kracht. Welke gebruikt wordt hangt af van voorkeuren en omstandigheden.

Voordelen van pakketten

- Een gecomprimeerd pakket tar-bestand is meestal kleiner dan het gecomprimeerde tar-bestand met de broncode van de applicatie;
- Pakketten vereisen geen additionele compilatie. Voor grote applicaties als **Mozilla**, **KDE** of **GNOME** kan dit belangrijk zijn, vooral als een systeem wat trager is;
- Pakketten vereisen geen begrip van het proces van het compileren van software op FreeBSD.

Voordelen van ports

- Pakketten worden meestal gecompileerd met conservatieve opties, omdat ze moeten draaien op een maximaal aantal systemen. Bij het installeren vanuit de port kunnen de compilatie-instellingen aangepast worden om zo bijvoorbeeld code te maken die specifiek voor een Pentium 4 of een Athlon processor is;
- Sommige applicaties hebben compilatie-instellingen gerelateerd aan wat ze wel of niet kunnen doen. **Apache** kan bijvoorbeeld ingesteld worden met een uitgebreide hoeveelheid verschillende ingebouwde instellingen. Door vanuit de port te werken hoeven niet alle standaardinstellingen geaccepteerd te worden en kunnen ze ingesteld worden;

In sommige gevallen zijn er meerdere pakketten voor dezelfde applicatie om specifieke instellingen aan te geven. **Ghostscript** is bijvoorbeeld beschikbaar als een `ghostscript` pakket en `ghostscript-nox11` pakket, afhankelijk van het al dan niet geïnstalleerd hebben van een X11 server. Deze ruwe vorm van tweaking is mogelijk met pakketten, maar dit wordt snel onmogelijk als een applicatie meer dan één of twee verschillende compilatie-instellingen heeft;

- De licentievoorwaarden van sommige software distributies verbieden binaire distributie. Ze moeten dus gedistribueerd worden als broncode;
- Sommige mensen vertrouwen binaire distributies niet. Broncode kan tenminste (in theorie) zelf doorgelezen en gecontroleerd worden op potentiële problemen;
- Als er lokale modificaties zijn, is de broncode nodig om ze toe te passen;
- Sommige mensen hebben graag de broncode zodat ze die kunnen lezen als ze zich vervelen, erin kunnen hacken, code kunnen overnemen (indien de licentie dit toestaat natuurlijk), enzovoort.

Om vernieuwingen van ports bij te houden kan een abonnement genomen worden op de FreeBSD ports mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-ports>) en/of de FreeBSD ports bugs mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-ports-bugs>).

Waarschuwing Voordat een applicatie wordt geïnstalleerd is het aan te raden op <http://vuxml.freebsd.org/> na te kijken of er geen beveiligingsproblemen voor de gewenste applicatie bekend zijn.

Het is ook mogelijk om `ports-mgmt/portaudit` te installeren, dat automatisch alle geïnstalleerde applicaties controleert op bekende fouten. Deze controle wordt ook uitgevoerd voordat een port wordt geïnstalleerd. Met het commando `portaudit -F -a` kunnen de pakketten die al geïnstalleerd zijn worden gecontroleerd.

In de rest van dit hoofdstuk wordt uitgelegd hoe pakketten en ports gebruikt kunnen worden om software in FreeBSD te installeren en te beheren.

4.3. Applicaties zoeken

Voordat een applicatie geïnstalleerd kan worden, moeten de doelen bekend zijn en hoe de applicatie heet.

De lijst met voor FreeBSD beschikbare applicaties groeit continu. Gelukkig zijn er een aantal manieren om te zoeken:

- Op de FreeBSD website staat een recente doorzoekbare lijst met alle beschikbare applicaties: <http://www.FreeBSD.org/ports/> (<http://www.FreeBSD.org/ports/index.html>). De ports zijn onderverdeeld in categorieën. Er kan naar een applicatie gezocht worden op naam (als die bekend is) of alle applicaties in een categorie kunnen bekeken worden.
- Dan Langille onderhoudt FreshPorts op <http://www.FreshPorts.org/>. FreshPorts volgt veranderingen in applicaties in de ports en biedt de mogelijkheid om of meer ports te volgen. Er wordt dan een email gestuurd als de port is bijgewerkt.
- Als de naam van de gewenste applicatie niet bekend is, is het wellicht mogelijk deze te achterhalen via een website als FreshMeat (<http://www.freshmeat.net/>) en kan daarna op de FreeBSD site gecontroleerd worden of de applicatie al geschikt gemaakt is voor gebruik met FreeBSD.

- Als de precieze naam van de port bekend is, maar niet bekend is in welke categorie deze staat, kan dit achterhaald worden met `whereis(1)`. Door simpelweg `whereis bestand` in te geven, waar *bestand* het te installeren programma is. Als het op het systeem staat, wordt dat als volgt aangegeven:

```
# whereis lsof
lsof: /usr/ports/sysutils/lsof
```

Dit geeft aan dat `lsof` (een systeemhulpprogramma) in de map `/usr/ports/sysutils/lsof` staat.

- U kunt ook een eenvoudig `echo(1)`-statement gebruiken om uit te zoeken waar een port zich in te ports tree bevindt. Bijvoorbeeld:

```
# echo /usr/ports/*/*lsof*
/usr/ports/sysutils/lsof
```

Merk op dat dit alle overeenkomstige bestanden die gedownload zijn in de map `/usr/ports/distfiles` terruggeeft.

- Nog een andere manier om een port op te sporen is door het ingebouwde zoekmechanisme van de Portscollectie te gebruiken. Hiervoor moet het huidige pad de map `/usr/ports` zijn. Vanuit die map kan `make search name=programmaam` uitgevoerd worden, waar *programmaam* de naam is van het programma dat wordt gezocht. Als bijvoorbeeld `lsof` wordt gezocht:

```
# cd /usr/ports
# make search name=lsof
Port:      lsof-4.56.4
Path:      /usr/ports/sysutils/lsof
Info:      Lists information about open files (similar to fstat(1))
Maint:     obrien@FreeBSD.org
Index:     sysutils
B-deps:
R-deps:
```

Het belangrijkste onderdeel van de uitvoer is in dit geval de regel waarop “Path:” staat, omdat die aangeeft waar de port staat. De andere informatie is niet nodig voor de installatie van de port en wordt hier niet behandeld.

Voor nog dieper zoeken kan ook `make search key=string` gebruikt worden waar *string* tekst is waarnaar gezocht moet worden. Hiermee wordt naar namen van ports, commentaar, beschrijvingen en afhankelijkheden gezocht en dit kan gebruikt worden om ports te vinden die te maken hebben met een bepaald onderwerp als onbekend is hoe het gezochte programma heet.

In beide gevallen is de zoekstring niet hoofdlettergevoelig. Zoeken naar “LSOF” geeft hetzelfde resultaat als zoeken naar “lsof”.

4.4. Het pakkettenstelsel gebruiken

Er zijn verschillende gereedschappen die gebruikt worden om pakketten op FreeBSD te beheren:

- Het gereedschap `sysinstall` kan op een draaiend systeem worden gebruikt om beschikbare en geïnstalleerde pakketten te installeren, te verwijderen, en weer te geven. Zie voor meer informatie Paragraaf 2.10.11.
- De opdrachtregelgereedschappen om pakketten te beheren, welke het onderwerp van de rest van deze sectie zijn.

4.4.1. Pakketten installeren

Met `pkg_add(1)` kan een FreeBSD softwarepakket geïnstalleerd worden vanaf een lokaal bestand of vanaf een server op het netwerk.

Voorbeeld 4-1. Handmatig pakketten downloaden en lokaal installeren

```
# ftp -a ftp2.FreeBSD.org
Connected to ftp2.FreeBSD.org.
220 ftp3.FreeBSD.org FTP server (Version 6.00LS) ready.
331 Guest login ok, send your email address as password.
230-
230-      This machine is in Vienna, VA, USA, hosted by Verio.
230-      Questions? E-mail freebsd@vienna.verio.net.
230-
230-
230 Guest login ok, access restrictions apply.
Remote system type is UNIX.
Using binary mode to transfer files.
ftp> cd /pub/FreeBSD/ports/packages/sysutils/
250 CWD command successful.
ftp> get lsof-4.56.4.tgz
local: lsof-4.56.4.tgz remote: lsof-4.56.4.tgz
200 PORT command successful.
150 Opening BINARY mode data connection for 'lsof-4.56.4.tgz' (92375 bytes).
100% |*****| 92375      00:00 ETA
226 Transfer complete.
92375 bytes received in 5.60 seconds (16.11 KB/s)
ftp> exit
# pkg_add lsof-4.56.4.tgz
```

Als er lokaal geen bron is voor pakketten (zoals de FreeBSD CD-ROM-verzameling) dan is het waarschijnlijk makkelijker om de `-r` optie te gebruiken met `pkg_add(1)`. Deze optie zorgt er voor dat het hulpprogramma automatisch het correcte formaat en de juiste versie bepaalt en die daarna binnenhaalt en installeert vanaf een FTP site.

```
# pkg_add -r lsof
```

Het voorbeeld hierboven haalt het correcte pakket binnen en installeert het zonder dat de gebruiker iets hoeft te doen. Als u een alternatieve FreeBSD Pakkettenmirror wilt specificeren, in plaats van de hoofddistributiesite, dan moet u de omgevingsvariabele `PACKAGESITE` overeenkomstig instellen om de standaardinstellingen aan te passen. `pkg_add(1)` gebruikt `fetch(3)` om de bestanden binnen te halen, dat gebruik maakt van diverse omgevingsvariabelen zoals `FTP_PASSIVE_MODE`, `FTP_PROXY`, en `FTP_PASSWORD`. Mogelijk moeten ook één of meer van deze variabelen gebruikt worden als een machine achter een firewall staat of als gebruik gemaakt moet worden van een FTP/HTTP proxy. In `fetch(3)` staat de complete lijst. In het voorbeeld hierboven is gebruik gemaakt van `lsof` in plaats van `lsof-4.56.4`. Als het pakket wordt binnengehaald met behulp van de bovenstaande instellingen, dan moet het versienummer van het pakket niet gebruikt worden. `pkg_add(1)` haalt automatisch de laatste versie van de applicatie binnen.

Opmerking: `pkg_add(1)` downloadt de meest recente versie van een applicatie als FreeBSD-CURRENT of FreeBSD-STABLE. Als een -RELEASE versie wordt gebruikt, wordt het pakket dat bij die release hoort gebruikt. Het is mogelijk dit gedrag te veranderen door `PACKAGESITE` te wijzigen. Als u bijvoorbeeld

FreeBSD 8.1-RELEASE draait, dan haalt `pkg_add(1)` standaard de pakketten uit `ftp://ftp.freebsd.org/pub/FreeBSD/ports/i386/packages-8.1-release/Latest/`. Om `pkg_add(1)` de FreeBSD 8-STABLE pakketten te laten downloaden kan `PACKAGESITE` ingesteld worden op `ftp://ftp.freebsd.org/pub/FreeBSD/ports/i386/packages-8-stable/Latest/`.

Pakketbestanden worden gedistribueerd in de formaten `.tgz` en `.tbz`. Ze zijn te vinden op `ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/ports/packages/` of op de FreeBSD CD-ROM-distributie. Iedere CD-ROM in de FreeBSD 4-CD-ROM-verzameling (en de PowerPak, enzovoort) bevat pakketten in de map `/packages`. De opbouw van de pakketten is ongeveer gelijk aan die van `/usr/ports`. Iedere categorie heeft zijn eigen map en ieder pakket staat ook in de map `All`.

De mappenstructuur van het pakkettensysteem is gelijk aan die van het portssysteem. Samen vormen ze het pakket/portssysteem.

4.4.2. Pakketten beheren

`pkg_info(1)` is een hulpprogramma dat de diverse geïnstalleerde pakketten toont en beschrijft.

```
# pkg_info
cvsup-16.1      A general network file distribution system optimized for CV
docbook-1.2     Meta-port for the different versions of the DocBook DTD
...
```

`pkg_version(1)` is een hulpprogramma dat een samenvatting van de versie van alle geïnstalleerde pakketten geeft. Het vergelijkt de versie van het pakket met de huidige versie in de Portscollectie.

```
# pkg_version
cvsup           =
docbook         =
...
```

De symbolen in de tweede kolom geven aan hoe de geïnstalleerde versie staat ten opzichte van de versie die beschikbaar is in de lokale Portscollectie.

Symbol	Betekenis
=	De versie van het geïnstalleerde pakket komt overeen met die in de lokale Portscollectie.
<	De geïnstalleerde versie is ouder dan die beschikbaar is in de ports.
>	De geïnstalleerde versie is nieuwer dan die in de lokale Portscollectie. De lokale Portscollectie is waarschijnlijk verouderd.
?	Het geïnstalleerde pakket kan niet gevonden worden in index van de Portscollectie. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren als een geïnstalleerde port uit de Portscollectie wordt verwijderd of hernoemd.
*	Er zijn meerdere versies van het pakket.

Symbool

!

Betekenis

Het geïnstalleerde pakket bestaat in de index maar om de een of andere reden was `pkg_version` niet in staat om het versienummer van het geïnstalleerde pakket met de overeenkomstige ingang in de index te vergelijken.

4.4.3. Pakketten verwijderen

Voor het verwijderen van een geïnstalleerd pakket wordt het hulpprogramma `pkg_delete(1)` gebruikt.

```
# pkg_delete xchat-1.7.1
```

Merk op dat `pkg_delete(1)` de volledige naam en het volledige nummer van het pakket nodig heeft; het bovenstaande commando zou niet werken als `xchat` in plaats van `xchat-1.7.1` was gegeven. Het is echter eenvoudig om `pkg_version(1)` te gebruiken om de versie van het geïnstalleerde pakket te achterhalen. U zou ook eenvoudigweg een wildcard kunnen gebruiken:

```
# pkg_delete xchat\*
```

In dit geval zullen alle pakketten waarvan de naam met `xchat` begint worden verwijderd.

4.4.4. Diversen

Alle informatie over pakketten wordt opgeslagen in de map `/var/db/pkg`. De lijst met geïnstalleerde bestanden en beschrijvingen van ieder pakket staat in de bestanden in deze map.

4.5. De Portscollectie gebruiken

In de volgende paragrafen worden basisinstructies gegeven over het gebruik van de Portscollectie om programma's op een systeem te installeren of ervan te verwijderen. Een gedetailleerde beschrijving van de make-doelen en omgevingsvariabelen staat in `ports(7)`.

4.5.1. De Portscollectie

Voordat ports geïnstalleerd kunnen worden moet eerst de Portscollectie op een systeem staan, die in essentie een set van `Makefiles`, patches en bestanden met beschrijvingen is in `/usr/ports`.

Tijdens het installeren van een FreeBSD systeem, vraagt **sysinstall** of de Portscollectie geïnstalleerd moet worden. Als daar "NO" is aangegeven, dan kan met behulp van de volgende instructies alsnog de Portscollectie op een systeem gezet worden:

Met CVSup

Dit is een snelle methode voor het verkrijgen en bijhouden van een kopie van Portscollectie met behulp van het **CVSup**-protocol. Meer informatie over **CVSup** staat in **CVSup** gebruiken.

Opmerking: De implementatie van het **CVSup**-protocol dat met FreeBSD wordt geleverd heet **csup**.

Zorg ervoor dat `/usr/ports` leeg is voordat **csup** voor het eerst gebruikt wordt! Als er reeds een Ports Collectie aanwezig is die via een andere bron is opgehaald, zal **csup** verwijderde patchbestanden niet verwijderen.

1. Draai `csup`:

```
# csup -L 2 -h cvsup.FreeBSD.org /usr/share/examples/cvsup/ports-supfile
```

Wijzig `cvsup.FreeBSD.org` in een **CVSup** server in de buurt. In CVSup Mirrors (Paragraaf A.6.7) staat een complete lijst van mirrorsites;

Opmerking: Het kan wenselijk zijn een aangepaste `ports-supfile` te gebruiken, bijvoorbeeld om een **CVSup** server niet mee te hoeven geven op de commandoregel.

1. Kopieer in dit geval, als `root`, `/usr/share/examples/cvsup/ports-supfile` naar een nieuwe locatie, zoals `/root` of een thuismap.
2. Wijzig `ports-supfile`.
3. Wijzig `CHANGE_THIS.FreeBSD.org` in een **CVSup** server in de buurt. In CVSup Mirrors (Paragraaf A.6.7) staat een volledige lijst met mirrorsites.
4. Roep nu als volgt `csup` aan:

```
# csup -L 2 /root/ports-supfile
```

2. Het later draaien van `csup(1)` zal alle recente veranderingen aan uw Portscollectie downloaden en toepassen, behalve het eigenlijke herbouwen van ports voor uw eigen systeem.

Met Portsnap

Portsnap is een alternatief systeem voor het distribueren van de Portscollectie. In Portsnap gebruiken staat een gedetailleerde beschrijving van alle mogelijkheden van **Portsnap**.

1. Download een gecomprimeerd snapshot van de Portscollectie naar `/var/db/portsnap`. Na deze stap kan eventueel de verbinding met Internet verbroken worden.

```
# portsnap fetch
```

2. Als **Portsnap** voor de eerste keer draait, pak het snapshot dan uit in `/usr/ports`:

```
# portsnap extract
```

Als `/usr/ports` al gevuld is en er alleen wordt bijgewerkt, voer dan het volgende commando uit in plaats van het bovenstaande:

```
# portsnap update
```

Met sysinstall

Bij deze methode wordt **sysinstall** gebruikt om de Portscollectie van installatiemedia te installeren. Hier wordt wel de Portscollectie op het moment dat de release gemaakt is geïnstalleerd. Bij toegang tot Internet is het advies altijd een andere methode te gebruiken.

1. Draai als `root` `sysinstall` zoals hieronder aangegeven:
`sysinstall`
2. Scroll naar beneden en selecteer **Configure**, druk op **Enter**.
3. Scroll naar beneden en selecteer **Distributions**, druk op **Enter**.
4. Scroll naar **ports**, druk op **Space**.
5. Scroll naar boven naar **Exit**, druk op **Enter**.
6. Selecteer de gewenste installatiemedia, zoals CD-ROM, FTP, enzovoort.
7. Scroll omhoog naar **Exit** en druk op **Enter**.
8. Druk op **X** om `sysinstall` af te sluiten.

4.5.2. Ports installeren

Het eerste wat uitleg behoeft als het over de Portscollectie gaat is de term “skelet” (“skeleton”). In een notendop is een portskelet een minimaal aantal bestanden dat FreeBSD aangeeft hoe een programma gecompileerd en geïnstalleerd kan worden. Ieder portskelet bevat:

- Een `Makefile`. De `Makefile` bevat verschillende definities die aangeven hoe de applicatie gecompileerd moet worden en waar die op een systeem geïnstalleerd moet worden;
- Een bestand `distinfo`. Dit bestand bevat informatie over de bestanden die gedownload moeten worden om de port te bouwen, en hun checksums (door gebruik te maken van `sha256(1)`), om vast te stellen dat de bestanden niet corrupt zijn geraakt tijdens de download;
- Een `map files`. Deze map bevat patches om het programma op een FreeBSD systeem te laten compileren en installeren. Patches zijn in essentie kleine bestanden waarin kleine veranderingen aan andere, specifieke, bestanden staan aangegeven. Ze zijn opgesteld in platte tekst en er staan dingen in als “Verwijder regel 10” of “Wijzig regel 26 in ...”. Patches staan ook wel bekend als “diffs” omdat ze gemaakt worden met het programma `diff(1)`.

Deze map kan ook andere bestanden bevatten die gebruikt worden om de port te bouwen;

- Een bestand `pkg-descr`. Dit is een meer gedetailleerde beschrijving van het programma, vaak in één regel;
- Een bestand `pkg-plist`. Dit is een lijst met alle bestanden die door de port geïnstalleerd worden. Het geeft het portssysteem ook aan welke bestanden bij het verwijderen van de port weer verwijderd kunnen worden.

Sommige ports bevatten nog andere bestanden, zoals `pkg-message`. Het portssysteem gebruikt die bestanden voor het afhandelen van bijzondere situaties. Meer details over die bestanden en over ports in het algemeen zijn na te lezen in het FreeBSD Handboek voor Porters

(http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/books/porters-handbook/index.html).

De port bevat instructies over hoe de broncode gebouwd moet worden, maar de broncode zelf is er geen onderdeel van. De broncode staat op een CD-ROM of op Internet. De broncode wordt verspreid op de wijze waarop de auteur dat wenst. Vaak is dat als een tar of gzip bestand, maar het kan ook ingepakt zijn met een ander programma of helemaal niet ingepakt zijn. De broncode van een programma, in welke vorm dan ook, heet een “distributiebestand”. De twee methoden om een FreeBSD port te installeren worden hieronder beschreven.

Opmerking: Ports installeren dient als `root` te gebeuren.

Waarschuwing Voordat een port wordt geïnstalleerd is het aan te raden op <http://vuxml.freebsd.org/> na kijken of er geen beveiligingsproblemen voor de gewenste port bekend zijn.

Er kan automatisch een controle op beveiligingsproblemen door **portaudit** gedaan worden voordat er een nieuwe applicatie wordt geïnstalleerd. Dit gereedschap kan in de Portscollectie gevonden worden (`ports-mgmt/portaudit`). Overweeg om `portaudit -F` te draaien voordat er een nieuwe port wordt geïnstalleerd, om de huidige database met beveiligingsproblemen op te halen. Tijdens de dagelijkse beveiligingscontrole van het systeem zal er een beveiligingsaudit en een update van de database plaatsvinden. Lees voor meer informatie de hulppagina's `portaudit(1)` en `periodic(8)`.

De Portscollectie neemt aan dat er een werkende Internetverbinding is. Als die niet aanwezig is, zet dan handmatig een kopie van het benodigde distributiebestand in `/usr/ports/distfiles`.

Ga om te beginnen naar de juiste map voor een port:

```
# cd /usr/ports/sysutils/lsof
```

Eenmaal in de map `lsof` is het skelet van de port te zien. In de volgende stap wordt de broncode voor de port gecompileerd of “gebouwd”. Dit wordt gedaan door op het prompt `make` in te voeren. Dat levert iets als het volgende op:

```
# make
>> lsof_4.57D.freebsd.tar.gz doesn't seem to exist in /usr/ports/distfiles/.
>> Attempting to fetch from ftp://lsof.itap.purdue.edu/pub/tools/unix/lsof/.
==> Extracting for lsof-4.57
...
[uitvoer van uitpakken verwijderd]
...
>> Checksum OK for lsof_4.57D.freebsd.tar.gz.
==> Patching for lsof-4.57
==> Applying FreeBSD patches for lsof-4.57
==> Configuring for lsof-4.57
...
[uitvoer van configure verwijderd]
...
==> Building for lsof-4.57
...
[uitvoer van compileren verwijderd]
...
#
```

Als het compileren is afgerond is het prompt weer zichtbaar. In de volgende stap wordt de port geïnstalleerd. Om dat te bewerkstelligen wordt het woord `install` aan `make` toegevoegd:

```
# make install
==> Installing for lsof-4.57
...
[uitvoer installatie verwijderd]
...
==> Generating temporary packing list
==> Compressing manual pages for lsof-4.57
==> Registering installation for lsof-4.57
==> SECURITY NOTE:
```

```
This port has installed the following binaries which execute with
increased privileges.
#
```

Als de prompt weer beschikbaar is, is de applicatie klaar voor gebruik. Omdat `lsOf` met verhoogde rechten wordt uitgevoerd, wordt er een waarschuwing getoond. Tijdens het bouwen en installeren van ports zijn de getoonde waarschuwingen van belang.

Het is verstandig om de submap die als werkmap wordt gebruikt te verwijderen. Hierin staan alle tijdelijke bestanden die tijdens het compileren worden gebruikt. Die bestanden gebruiken niet alleen waardevolle schijfruimte, maar ze kunnen later ook problemen veroorzaken als de port wordt bijgewerkt.

```
# make clean
==> Cleaning for lsof-4.57
#
```

Opmerking: Het is mogelijk twee stappen minder te gebruiken door `make install clean` uit te voeren in plaats van `make`, `make install` en `make clean` als drie afzonderlijke stappen.

Opmerking: Sommige shells houden een cache bij van de commando's die in de mappen uit de omgevingsvariabele `PATH` staan om het opzoeken van een uitvoerbaar bestand te versnellen. Als zo'n shell wordt gebruikt, moet er na de installatie van een port het commando `rehash` worden uitgevoerd voordat zojuist geïnstalleerde commando's kunnen worden gebruikt. Dit commando werkt voor shells zoals `tcsh`. Gebruik voor shells als `sh` `hash -r`. In de documentatie van een shell staat meer informatie.

Sommige DVD-ROM-producten van andere partijen, zoals de FreeBSD Toolkit van de FreeBSD Mall (<http://www.freebsdmail.com/>) bevatten distributiebesteden. Die kunnen met de Portscollectie gebruikt worden. Koppel de DVD-ROM aan op `/cdrom`. Stel bij gebruik van een ander aankoppelpunt de make variabele `CD_MOUNTPTS` in. De benodigde distributiebesteden worden automatisch gebruikt als ze op de schijf aanwezig zijn.

Opmerking: Licenties van sommige ports staan niet toe dat de code wordt opgenomen in een CD-ROM. Dit kan komen doordat er een formulier ingevuld moet worden voor een download of doordat herdistributie niet is toegestaan of om een andere reden. Om een port te installeren die niet op de CD-ROM staat moet de computer waarop de port geïnstalleerd wordt een Internetverbinding hebben.

Het portssysteem gebruikt `fetch(1)` om bestanden te downloaden. Dat programma maakt gebruik van een aantal omgevingsvariabelen, waaronder `FTP_PASSIVE_MODE`, `FTP_PROXY`, en `FTP_PASSWORD`. Als een systeem achter een firewall staat, is het wellicht noodzakelijk om een of meer van deze omgevingsvariabelen in te stellen of om gebruik te maken van een FTP/HTTP proxy. In `fetch(3)` staat een complete lijst.

Als er geen continue Internetverbinding is, kan gebruik gemaakt worden van `make fetch`. Door dit commando in de map `/usr/ports` uit te voeren worden *alle* benodigde bestanden gedownload. Dit commando werkt ook op een lager niveau als `/usr/ports/net` of `/usr/ports/net/xmule`. Als een port afhankelijk is van bibliotheken of andere ports dan worden de distributiebesteden van die ports *niet* opgehaald. Om dat de bereiken dient `fetch` vervangen te worden door `fetch-recursive`.

Opmerking: Het is mogelijk alle ports in een categorie te bouwen door `make` in een hogere map uit te voeren, naar analogie van het voorbeeld voor `make fetch`. Dit is wel gevaarlijk, omdat sommige ports niet tegelijk met andere geïnstalleerd kunnen zijn. In andere gevallen installeren twee ports hetzelfde bestand met een andere inhoud.

In zeldzame gevallen willen of moeten gebruikers de tar-bestanden van een andere site dan de `MASTER_SITES` halen (de locatie waar de bestanden vandaan komen). Dat is mogelijk met de optie `MASTER_SITES` met een volgend commando:

```
# cd /usr/ports/directory
# make MASTER_SITE_OVERRIDE= \
ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/ports/distfiles/ fetch
```

In het voorgaande voorbeeld is de optie `MASTER_SITES` gewijzigd naar `ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/ports/distfiles/`.

Opmerking: Sommige ports staan toe (of schrijven zelfs voor) dat er een aantal instellingen worden meegegeven die bepaalde onderdelen (niet gebruikt, beveiligingsinstellingen en andere aanpassingen) van de applicatie in- of uitschakelen. Voorbeelden van ports waarbij dat het geval is zijn `www/mozilla`, `security/gpgme` en `mail/sylpheed-claws`. Er wordt een bericht getoond als dit soort instellingen beschikbaar zijn.

4.5.2.1. Standaardmappen voor ports wijzigen

Soms is het handig (of verplicht) om een andere map voor werk of ports te gebruiken. Met de variabelen `WRKDIRPREFIX` en `PREFIX` kunnen de standaardmappen veranderd worden:

```
# make WRKDIRPREFIX=/usr/home/example/ports install
```

Het voorbeeld hierboven compileert de port in `/usr/home/example/ports` en installeert alles in `/usr/local`.

```
# make PREFIX=/usr/home/example/local install
```

Het voorbeeld hierboven compileert in `/usr/ports` en installeert in `/usr/home/example/local`.

```
# make WRKDIRPREFIX=../ports PREFIX=../local install
```

Het voorbeeld hierboven combineert de twee instellingen. Het gaat te ver om dit volledig in het handboek te beschrijven, maar hier krijgt de lezer een idee van de mogelijkheden.

Het is ook mogelijk de bovenstaande variabelen als deel van de omgeving in te stellen. In de hulppagina's van de gebruikte shell staat hoe dat mogelijk is.

4.5.2.2. Omgaan met `imake`

Er zijn ports die `imake` gebruiken (een onderdeel van het X Window systeem) die niet goed werken met `PREFIX` en erop staan te installeren in `/usr/X11R6`. Er zijn ook een aantal Perl ports die `PREFIX` negeren en in de Perl hiërarchie installeren. Deze ports op de `PREFIX` locatie laten installeren is meestal erg moeilijk of onmogelijk.

4.5.2.3. Ports herconfigureren

Tijdens het bouwen van bepaalde ports kan er een menu dat op ncurses is gebaseerd verschijnen waaruit u bepaalde bouwopties kunt selecteren. Het is niet ongebruikelijk dat gebruikers dit menu opnieuw willen bezoeken om deze opties toe te voegen, te verwijderen, of te veranderen nadat een port is gebouwd. Er zijn vele manieren om dit te doen. Eén optie is om naar de map waarin de port staat te gaan en `make config` te typen, wat eenvoudigweg het menu opnieuw toont met daarin de zelfde opties geselecteerd. Een andere optie is om `make showconfig` te gebruiken, wat alle instelopties voor de port aan u laat zien. Nog een andere optie is om `make rmconfig` uit te voeren wat alle geselecteerde opties zal verwijderen en u toestaat opnieuw te beginnen. Al deze opties, en anderen, worden zeer gedetailleerd uitgelegd in de hulppagina voor ports(7).

4.5.3. Geïnstalleerde ports verwijderen

Nu u weet hoe ports te installeren, zult u zich waarschijnlijk afvragen hoe ze te verwijderen, in het geval dat u er een installeert en later besluit dat u de verkeerde port heeft geïnstalleerd. We zullen ons vorige voorbeeld (`lsof`) verwijderen. Ports worden op precies dezelfde manier verwijderd als pakketten met het commando `pkg_delete(1)` (zoals beschreven in het onderdeel Pakketten):

```
# pkg_delete lsof-4.57
```

4.5.4. Ports bijwerken

Stel als eerste een lijst samen met ports waarvoor een nieuwere versie beschikbaar is in de Portscollectie met het commando `pkg_version(1)`:

```
# pkg_version -v
```

4.5.4.1. `/usr/ports/UPDATING`

Als de Portscollectie eenmaal is bijgewerkt vóór het bijwerken van ports, is het verstandig het bestand `/usr/ports/UPDATING` te raadplegen. In dat bestand staan aanwijzingen en wijzigingen voor gebruikers die van belang zijn bij het bijwerken van ports, zoals het veranderen van bestandsformaten, veranderen van de locatie van configuratie bestanden, en andere incompatibiliteiten met voorgaande versies.

Als `UPDATING` tegenstrijdig is met wat hier beschreven is, moet men `UPDATING` als waar beschouwen.

4.5.4.2. Ports bijwerken met `portupgrade`

Het hulpprogramma **portupgrade** is ontworpen om geïnstalleerde ports eenvoudig bij te werken. Het is beschikbaar via de port `ports-mgmt/portupgrade`. Installeer het net als iedere andere port met het commando `make install clean`:

```
# cd /usr/ports/ports-mgmt/portupgrade
# make install clean
```

Scan de lijst met geïnstalleerde ports met het commando `pkgdb -F` en corrigeer alle gerapporteerde inconsistenties. Het is verstandig dit regelmatig te doen, voor iedere keer bijwerken.

Door het draaien van `portupgrade -a` zal **portupgrade** beginnen met het bijwerken van alle geïnstalleerde ports op een systeem waarvoor een nieuwere versie beschikbaar is. Met de vlag `-i` is het mogelijk in te stellen dat voor iedere bij te werken port om bevestiging wordt gevraagd.

```
# portupgrade -ai
```

Gebruik om alleen een specifieke applicatie bij te werken en niet alle beschikbare ports `portupgrade pkgname`. Gebruik de vlag `-R` om **portupgrade** eerst alle ports bij te laten werken die voor een bij te werken toepassing benodigd zijn.

```
# portupgrade -R firefox
```

Gebruik de vlag `-P` om bij installatie van pakketten in plaats van ports gebruik te maken. Met deze optie zoekt **portupgrade** in de lokale mappen uit `PKG_PATH` of haalt de pakketten via het netwerk op als ze lokaal niet worden aangetroffen. Als een pakket niet lokaal en niet via het netwerk wordt gevonden, dan gebruikt **portupgrade** ports. Om het gebruik van ports te voorkomen kan gebruik gemaakt worden van de optie `-PP`:

```
# portupgrade -PP gnome2
```

Om alleen de distributiebestanden op te halen (of pakketten als `-P` is opgegeven), zonder bouwen of installeren, is `-F` beschikbaar. Meer informatie staat in `portupgrade(1)`.

4.5.4.3. Ports bijwerken met portmanager

Portmanager is een ander hulpprogramma voor het eenvoudig bijwerken van geïnstalleerde ports. Het is beschikbaar via de port `ports-mgmt/portmanager`:

```
# cd /usr/ports/sysutils/portmanager
# make install clean
```

Alle geïnstalleerde ports kunnen bijgewerkt worden met het volgende eenvoudige commando:

```
# portmanager -u
```

Met de vlag `-ui` kan ingesteld worden dat voor iedere stap die **Portmanager** wil uitvoeren vooraf toestemming moet worden gegeven. **Portmanager** kan ook nieuwe ports op een systeem installeren. Anders dan met het bekende commando `make install clean` worden alle afhankelijkheden bijgewerkt voordat de geselecteerde port wordt gebouwd en geïnstalleerd:

```
# portmanager x11/gnome2
```

Als er problemen zijn ten aanzien van de afhankelijkheden voor een geselecteerde port, dan kan **Portmanager** ze allemaal herbouwen in de juiste volgorde. Als dat is afgerond, wordt daarna ook de port die problemen opleverde opnieuw gebouwd:

```
# portmanager graphics/gimp -f
```

Meer informatie staat in `portmanager(1)`.

4.5.4.4. Ports bijwerken met Portmaster

Portmaster is nog een gereedschap voor het bijwerken van geïnstalleerde ports. **Portmaster** was ontworpen om gebruik te maken van de gereedschappen die in het “basis” systeem te vinden zijn (het hangt niet af andere ports) en het gebruikt de informatie in `/var/db/pkg` om te bepalen welke ports bij te werken. Het is beschikbaar via de port `ports-mgmt/portmaster`:

```
# cd /usr/ports/ports-mgmt/portmaster
# make install clean
```

Portmaster verdeelt ports in vier categorieën:

- Wortelpoorten (geen afhankelijkheden, wordt niet van afgehangen)
- Stampoorten (geen afhankelijkheden, wordt van afgehangen)
- Takpoorten (hebben afhankelijkheden, wordt van afgehangen)
- Bladpoorten (hebben afhankelijkheden, wordt niet van afgehangen)

U kunt de optie `-L` gebruiken om alle geïnstalleerde ports tonen en naar updates te zoeken:

```
# portmaster -L
====>> Root ports (No dependencies, not depended on)
====>> ispell-3.2.06_18
====>> screen-4.0.3
====>>      ====>> New version available: screen-4.0.3_1
====>> tcpflow-0.21_1
====>> 7 root ports
...
====>> Branch ports (Have dependencies, are depended on)
====>> apache-2.2.3
====>>      ====>> New version available: apache-2.2.8
...
====>> Leaf ports (Have dependencies, not depended on)
====>> automake-1.9.6_2
====>> bash-3.1.17
====>>      ====>> New version available: bash-3.2.33
...
====>> 32 leaf ports

====>> 137 total installed ports
====>> 83 have new versions available
```

Alle geïnstalleerde ports kunnen met dit eenvoudige commando worden bijgewerkt:

```
# portmaster -a
```

Opmerking: Standaard maakt **Portmaster** een backup-pakket aan voordat het een bestaande port verwijderd. Als de installatie van de nieuwe versie succesvol is, zal **Portmaster** de reservekopie verwijderen. Het gebruik van `-b` zal **Portmaster** instrueren om de reservekopie niet automatisch te verwijderen. Het toevoegen van de optie `-i` zal **Portmaster** in interactieve modus opstarten, en u vragen voordat het elke port bijwerkt.

Als u fouten tegenkomt tijdens het bijwerkproces, kunt u de optie `-f` gebruiken om alle ports bij te werken/te herbouwen:

```
# portmaster -af
```

U kunt **Portmaster** ook gebruiken om nieuwe ports op het systeem te installeren, en alle afhankelijkheden bijwerken voordat de nieuwe port gebouwd en geïnstalleerd wordt:

```
# portmaster shells/bash
```

Bekijk `portmaster(8)` voor meer informatie.

4.5.5. Ports en schijfruimte

Werken met de Portscollectie kan in de loop der tijd veel schijfruimte gebruiken. Na het bouwen en installeren van software uit de ports, is het van belang altijd de tijdelijke mappen `work` op te ruimen met het commando `make clean`. De complete Portscollectie kan geschoond worden met het volgende commando:

```
# portsclean -C
```

In de loop der tijd komen ook veel oude bestanden met broncode in de map `distfiles` te staan. Die kunnen handmatig verwijderd worden of met het volgende commando dat alle distributiebestanden waarnaar in de huidige ports geen verwijzingen meer staan verwijdert:

```
# portsclean -D
```

Of om alle distributiebestanden te verwijderen waardoor momenteel door geen één geïnstalleerde port op uw systeem wordt verwezen:

```
# portsclean -DD
```

Opmerking: Het hulpprogramma `portsclean` is onderdeel van de suite **portupgrade**.

Vergeet niet ports die niet langer gebruikt worden te verwijderen. Een handig hulpmiddel hiervoor kan de port `ports-mgmt/pkg_cutleaves` zijn.

4.6. Activiteiten na het installeren

Na het installeren van een nieuwe applicatie is het meestal verstandig om de documentatie te lezen die bij een applicatie zit, bestanden met instellingen die vereist zijn aan te passen, ervoor te zorgen dat de applicatie start na het opstarten (als het een daemon is), enzovoort.

De exacte stappen om een applicatie in te stellen zijn natuurlijk voor iedere applicatie anders. Maar als er net een nieuwe applicatie is geïnstalleerd en het is niet vanzelfsprekend hoe verder te gaan, dan kunnen de volgende tips helpen:

- Met `pkg_info(1)` kan uitgevonden worden welke bestanden geïnstalleerd zijn en waar. Om bijvoorbeeld uit te vinden welke bestanden door `FooPackage` versie 1.0.0 zijn geïnstalleerd:

```
# pkg_info -L foopackage-1.0.0 | less
```

Bestanden in mapnamen met `man/` zijn hulppagina's, `etc/` bevat bestanden met instellingen en `doc/` bevat uitgebreidere documentatie.

Als niet helemaal duidelijk is welke versie van het programma is geïnstalleerd, kan een commando als volgt gebruikt worden:

```
# pkg_info | grep -i foopackage
```

Hiermee worden alle pakketten getoond waar `foopackage` in de pakketnaam voorkomt.

- Als de hulppagina's zijn gevonden, kunnen die bekeken worden met `man(1)`. Zo kan er ook in de bestanden met voorbeeldinstellingen gekeken worden en naar aanvullende documentatie, als die is bijgeleverd.
- Als er een website is voor de applicatie staat daar vaak ook aanvullende documentatie, veelgestelde vragen, enzovoort. Als het webadres niet bekend is, kan dat nog staan in de uitvoer van het volgende commando:

```
# pkg_info foopackage-1.0.0
```

Als er een regel met `WWW:` in staat, is dat de URL naar de website voor de applicatie.

- Ports die na het opstarten moeten starten (zoals Internet diensten) hebben meestal een voorbeeldscript in `/usr/local/etc/rc.d`. Dit script kan bekeken, aangepast en hernoemd worden waar nodig. Meer informatie staat in **Diensten Starten**.

4.7. Omgaan met kapotte ports

Als een port niet werkt, zijn er een aantal mogelijke manieren om verder te komen:

1. Zoek uit of er een oplossing voor de port staat te wachten in de Problem Report database (<http://www.FreeBSD.org/support.html#gnats>). Als dat zo is kan wellicht de voorgestelde reparatie gebruikt worden.
2. Vraag de beheerder van de port om hulp. Voor het emailadres van de beheerder kan `make maintainer` getypt worden of het kan in de `Makefile` staan. Zet in de mail in ieder geval de naam en versie van de port (de regel met `$FreeBSD:` in de `Makefile`) en de uitvoer tot en met de foutmelding.

Opmerking: Sommige ports worden niet beheerd door een individu maar in plaats daarvan door een mailinglijst (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/articles/mailling-list-faq/article.html). Veel, maar niet alle, van deze adressen zien eruit als `<freebsd-lijstnaam@FreeBSD.org>`. Houd hier alstublieft rekening mee bij het formuleren van vragen.

In het bijzonder worden ports die geregistreerd staan als onderhouden door `<ports@FreeBSD.org>` helemaal niet onderhouden. Reparaties en ondersteuning, als dat al beschikbaar is, komt vanuit de gemeenschap die is geabonneerd op die mailinglijst. Meer vrijwilligers zijn altijd nodig!

Als er geen antwoord komt, stuur dan met `send-pr(1)` een foutrapport in. Zie **Writing FreeBSD Problem Reports** (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/articles/problem-reports/article.html)).

3. Repareren! In het Handboek voor de Porter

(http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/books/porters-handbook/index.html) is gedetailleerde informatie te vinden over de infrastructuur van de “Ports”, zodat een kapotte port gemaakt kan worden of er zelfs een nieuwe port ingestuurd kan worden.

4. Zoek een pakket van een FTP site in de buurt. De “master” pakketcollectie staat op `ftp.FreeBSD.org` in de map pakketten (`ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/ports/packages/`), maar het is van belang dat er *eerst* in de buurt wordt gekeken! Dat het pakket werkt is waarschijnlijker dan wanneer uit de broncode wordt gecompileerd en het is nog sneller ook. Een pakket kan met `pkg_add(1)` geïnstalleerd worden.

Hoofdstuk 5.

Het X Window systeem

5.1. Overzicht

FreeBSD gebruikt X11 om gebruikers een krachtige grafische gebruikersschil te bieden. X11 is een vrij beschikbare versie van het X Window System dat geïmplementeerd is in **Xorg XFree86** (en andere softwarepakketten die hier niet worden besproken). De standaard en officiële smaak van X11 in FreeBSD is **Xorg**, de X11-server die is ontwikkeld door de X.Org Foundation onder een licentie die veel lijkt op degene die door FreeBSD wordt gebruikt. Er zijn ook commerciële X-servers voor FreeBSD beschikbaar.

Meer informatie over de videohardware die X11 ondersteunt kan gevonden worden op de Xorg (<http://www.x.org/>) website.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Wat de componenten van het X Window systeem zijn en hoe zij samenwerken.
- Hoe X11 geïnstalleerd en ingesteld kan worden.
- Hoe verschillende window managers geïnstalleerd en gebruikt kunnen worden.
- Hoe TrueType® lettertypen in X11 te gebruiken.
- Hoe het systeem ingesteld moet worden voor grafisch aanmelden (**XDM**).

Aangeraden voorkennis:

- Hoe extra software van derden te installeren (Hoofdstuk 4).

5.2. X begrijpen

X voor de eerste keer gebruiken kan een hele schok zijn voor mensen die gewend zijn aan andere grafische omgevingen, zoals Microsoft Windows of Mac OS.

Het is niet noodzakelijk om alle details te kennen over de X componenten en hoe zij samenwerken, maar enige basiskennis draagt wel bij aan krachtiger gebruik kunnen maken van X.

5.2.1. Waarom X?

X is niet het eerste windows systeem dat geschreven is voor UNIX, maar wel het meest populaire. Het oorspronkelijke X ontwikkelteam werkte eerst aan een ander window systeem. De naam van dat systeem was “W” (van “Window”). X was gewoon de volgende letter in het alfabet.

X kan gewoon “X”, “X Window systeem”, “X11” of nog anders genoemd worden. X11 “X Windows” noemen kan door sommigen als een belediging opgevat worden. X(7) kan hierover wat licht laten schijnen.

5.2.2. Het X client/server model

X is vanaf het begin aan ontworpen om netwerk-centraal te zijn en gebruikt een “client-server” model.

In het X model draait de “X server” op de computer waar het toetsenbord, beeldscherm en muis aan vast zit. De server is verantwoordelijk voor het regelen van beeldinformatie, verwerken van invoer van toetsenbord en muis, en andere invoer- of uitvoerapparaten (i.e. een “tablet” kan als invoerapparaat worden gebruikt, en een videoprojector kan een alternatief uitvoerapparaat zijn). Iedere X applicatie (zoals **XTerm**, of **Netscape**) is een “cliënt”. Een cliënt stuurt berichten naar de server zoals “teken een venster op deze coördinaten” en de server stuurt berichten terug zoals “de gebruiker heeft op de OK knop gedrukt”.

Thuis of in kleine bedrijven draaien zowel de X server als de X clients op dezelfde machine. Het is heel goed mogelijk dat de X server op een minder krachtige desktop computer draait en de X applicaties (de clients) op een, zeg maar, dure krachtige machine van het bedrijf. Hier vindt de communicatie tussen de X client en server plaats over het netwerk.

Dit verwart sommige mensen, omdat de X terminologie geheel omgekeerd is aan wat ze verwachten. Dat is namelijk dat de “X server” de grote krachtige machine aan het eind van de gang is en de “X client” de machine op hun bureau is.

Opmerking: De X server is de machine met het beeldscherm en het toetsenbord en de X clients zijn de programma's die de vensters tonen.

Het protocol vereist niet dat de clients en servers hetzelfde besturingssysteem moeten draaien of hetzelfde soort computer moeten zijn. Het is heel goed mogelijk om X server op een Microsoft Windows of Apple's Mac OS te draaien en er zijn verschillende gratis en commerciële applicaties die dat doen.

5.2.3. De window manager

De filosofie van het X ontwerp lijkt veel op die van UNIX: “gereedschappen, geen beleid”. Dit houdt in dat X niet bepaalt hoe een taak volbracht moet worden. In plaats daarvan worden gereedschappen geleverd aan de gebruiker die verantwoordelijk is voor het juiste gebruik hiervan.

Deze filosofie verbreedt zich door X niet te laten bepalen hoe vensters er moeten uitzien op het scherm, hoe ze verplaatst moeten worden met de muis, welke toetsaanslagen gebruikt moeten worden om te schakelen tussen vensters (bijvoorbeeld **Alt+Tab** in het geval van Microsoft Windows), hoe de titelbalken eruit moeten zien, of ze wel of niet sluitknoppen moeten hebben, enzovoort.

In plaats daarvan delegeert X deze verantwoordelijkheid aan een applicatie die “Window Manager” heet. Er zijn tientallen window managers voor X: **AfterStep**, **Blackbox**, **ctwm**, **Enlightenment**, **fwm**, **Sawfish**, **twm**, **Window Maker** en vele anderen. Elk van deze window managers heeft een eigen voorkomen en werking. Er zijn window managers met “virtual desktops” of met eigen toetscombinaties om de desktop te beheren; of hebben een “Start” knop of iets gelijksoortig. Sommige gebruiken “thema's” die uiterlijk en beleving compleet veranderen door een nieuw thema te kiezen. Window managers zijn te vinden in de categorie `x11-wm` van de Portscollectie.

De **KDE** en **GNOME** desktop omgevingen hebben hun eigen window managers die in het bureaublad zijn geïntegreerd.

Iedere windows manager heeft zijn eigen manier van instellen. Sommige werken met handgetypte bestanden, anderen beschikken over grafische gereedschappen voor de meeste instellingen. Er is er minstens één (**Sawfish**) waarvan het instellingenbestand is geschreven in een dialect van de taal Lisp.

Focusbeleid: De window manager is ook verantwoordelijk voor het “focusbeleid” van de muis. Ieder window geïntegreerd systeem heeft een manier nodig om te bepalen welk venster actief is, toetsaanslagen ontvangt en daarbij zichtbaar aangeeft welk venster actief is.

Een bekend focus beleid heet “click-to-focus”. Dit model wordt gebruikt door Microsoft Windows, waarbij een venster actief wordt door er met de muis op te klikken.

X ondersteunt geen specifiek focusbeleid. In plaats daarvan bepaalt de window manager op welk venster, op welk moment, de focus ligt. Een aantal window managers ondersteunen verschillende focusmethoden. Ze ondersteunen allemaal “click to focus” en de meerderheid ondersteunt ook nog andere.

De meest populaire zijn:

focus-volgt-muis (focus-follows-mouse)

Het venster dat onder de muis zit is het venster waarop de focus ligt. Dit hoeft niet het venster te zijn dat bovenop alle andere vensters ligt. De focus verandert door te wijzen naar een ander venster. Het is niet nodig om er ook nog eens op te klikken.

slordige-focus (sloppy-focus)

Dit beleid is een kleine uitbreiding op focus-follows-mouse. Indien bij focus-follows-mouse de muis over het root venster (of de achtergrond) gaat, ligt op geen enkel venster de focus en gaan alle toetsaanslagen verloren. Bij sloppy-focus, verandert de focus alleen als de muis in een nieuw venster komt en niet als het huidige venster wordt verlaten.

klik-voor-focus (click-to-focus)

Het actieve venster wordt geselecteerd door erop te klikken. Het venster wordt dan “opgetild” en verschijnt dan voor alle andere vensters. Alle toetsaanslagen worden nu naar dit venster gestuurd, zelfs als de cursor naar een ander scherm wordt verplaatst.

Veel window managers ondersteunen andere soorten of variaties op de bovenstaande typen muisbeleid. Hierover staat meestal meer in de documentatie van de betreffende window manager.

5.2.4. Widgets

De X aanpak door gereedschappen te leveren en niets af te dwingen breidt zich uit naar de widgets die in elk applicatievenster te zien zijn.

“Widget” is een term voor alle dingen van de gebruikersinterface waarop geklikt kan worden of een andere actie mee uitgevoerd kan worden: knoppen, vinkvakjes, iconen, lijsten en ga zo maar door. Microsoft Windows noemt ze “controls”.

Microsoft Windows en Apple’s Mac OS hebben beide een erg strikt widgetbeleid. Van de applicatieontwikkelaars wordt verwacht dat hun applicaties eenduidig zijn wat betreft uiterlijk en beleving. Bij X is ervoor gekozen geen grafische stijl of widgets te verplichten.

X applicaties hebben dus niet allemaal hetzelfde uiterlijk. Er zijn populaire widgetsets en variaties, inclusief de originele Athena widgetset van MIT, **Motif®** (waarvan de widgetset van Microsoft Windows is afgeleid: schuine randen en drie gradaties grijs), **OpenLook** en anderen.

De meeste nieuwe X applicaties gebruiken een modern uitziende widgetset: Qt, gebruikt door **KDE**, of GTK+ van het **GNOME** project. Vanuit dit oogpunt lijkt het enigszins op de UNIX desktop, wat het makkelijker maakt voor de beginnende gebruiker.

5.3. X11 installeren

Xorg is de standaard X11 implementatie voor FreeBSD. **Xorg** is de X11 server van de open source implementatie die is uitgebracht door de X.Org Foundation. **Xorg** is gebaseerd op de code van **XFree86 4.4RC2** en X11R6.6. De versie van **Xorg** die momenteel beschikbaar is in de FreeBSD Portscollectie is 7.5.1.

Om **Xorg** vanuit de Portscollectie te bouwen en te installeren:

```
# cd /usr/ports/x11/xorg
# make install clean
```

Opmerking: Om **Xorg** compleet te bouwen is tenminste 4 GB vrije schijfruimte nodig.

X11 kan ook als pakket geïnstalleerd worden doordat er binaire pakketten beschikbaar zijn voor `pkg_add(1)`. Als hiervoor de optie “remote fetching” van `pkg_add(1)` wordt gebruikt, dan moet het versienummer verwijderd worden. `pkg_add(1)` haalt automatisch de laatste versie van het programma op.

Om het pakket voor **Xorg** op te halen en te installeren:

```
# pkg_add -r xorg
```

Opmerking: Het voorbeeld hierboven installeert de complete X11 distributie inclusief de servers, clients, lettertypen enz. Er zijn ook afzonderlijke pakketten en ports beschikbaar voor verschillende delen van X11.

Om een minimale X11-distributie te installeren kunt u als alternatief `x11/xorg-minimal` installeren.

De rest van dit hoofdstuk licht toe hoe X11 wordt ingesteld en hoe een productieve desktopomgeving gebouwd kan worden.

5.4. X11 instellen

5.4.1. Voorbereiding

Voordat er wordt begonnen met het instellen van X11 is de volgende informatie van de te installeren machine nodig:

- Monitor specificaties
- Chipset van de videokaart
- Geheugen van de videokaart

De specificaties van de monitor worden door X11 gebruikt om de resolutie en ververssnelheid te bepalen. Deze specificaties kunnen normaal gesproken verkregen worden uit de bij de monitor geleverde documentatie of van de website van de leverancier. Er zijn twee nummerreeksen nodig: de horizontale scansnelheid (scan rate) en de verticale synchronisatiesnelheid (vertical synchronization).

De chipset van de videokaart bepaalt welk stuurprogramma X11 gebruikt om de grafische hardware aan te spreken. Bij de meeste chipsets kan dit automatisch bepaald worden, maar het is altijd handig om dit te weten voor het geval de automatische detectie niet correct werkt.

Het geheugen op de videokaart bepaalt de resolutie en kleurdiepte waarmee het systeem kan werken. Dit is belangrijk omdat de gebruiker zo de grenzen van zijn systeem kent.

5.4.2. X11 instellen

Sinds versie 7.3 kan **Xorg** vaak zonder enig instellingenbestand werken door eenvoudig op de prompt te typen:

```
% startx
```

Beginnend met versie 7.4 kan **Xorg** HAL gebruiken om toetsenborden en muizen automatisch te detecteren. De ports `sysutils/hal` en `devel/dbus` worden als afhankelijkheden van `x11/xorg` geïnstalleerd, maar moeten met de volgende regels in het bestand `/etc/rc.conf` worden aanzet:

```
hald_enable="YES"
dbus_enable="YES"
```

Deze diensten dienen gestart te worden (ofwel handmatig of door opnieuw op te starten) voordat er verder wordt gegaan met de configuratie van **Xorg**.

De automatische configuratie kan met sommige hardware mislukken, of het kan dingen anders instellen dan gewenst is. In deze gevallen is handmatige configuratie nodig.

Opmerking: Bureaubladomgevingen als **GNOME**, **KDE**, of **Xfce** hebben gereedschappen waarmee de gebruiker eenvoudig de schermparameters zoals de resolutie kan instellen. Dus als de standaardconfiguratie niet acceptabel is en u van plan bent om een bureauomgeving te installeren kunt u gewoon doorgaan met de installatie van de bureauomgeving en het juiste scherminstelgereedschap gebruiken.

Het instellen van X11 bestaat uit meerdere stappen. De eerste stap is het bouwen van een instellingenbestand. Dit kan als de supergebruiker met:

```
# Xorg -configure
```

Dit genereert een kaal X11-instellingenbestand in de map `/root` met de naam `xorg.conf.new`. Feitelijk wordt bepaald waar de map staat door hoe er superuser rechten zijn verkregen. `$HOME` is anders bij gebruik van `su(1)` of bij direct aanmelden. Het X11 programma probeert dan de grafische hardware te detecteren en schrijft een instellingenbestand dat de juiste stuurprogramma's laadt voor de gevonden hardware van het systeem.

De volgende stap is het testen van de bestaande instellingen om te controleren of **Xorg** met de grafische kaart van het doelsysteem kan werken. Typ in **Xorg** tot en met versie 7.3:

```
# Xorg -config xorg.conf.new
```

Beginnend met **Xorg** 7.4 en hoger produceert deze test een zwart scherm wat het moeilijk kan maken om vast te stellen of X11 juist werkt. Het oudere gedrag is nog steeds beschikbaar door de optie `retro` te gebruiken:

```
# Xorg -config xorg.conf.new -retro
```

Als er een zwart/grijs rooster en een X muis cursor verschijnen was de instelling succesvol. Om de test te stoppen dient naar de virtuele console waarmee de test werd gestart overgeschakeld te worden door op **Ctrl+Alt+F1** (F1 voor de eerste virtuele console) en **Ctrl+C** te drukken.

Opmerking: Tot en met versie 7.3 van **Xorg** kon de toetsencombinatie **Ctrl+Alt+Backspace** gebruikt worden om uit **Xorg** te breken. Om het in versie 7.4 en hoger aan te zetten, kunt u òfwel het volgende commando uitvoeren vanaf elke X-terminal-emulator:

```
% setxkbmap -option terminate:ctrl_alt_bksp
```

òf een instellingenbestand voor het toetsenbord genaamd `x11-input.fdi` voor **hald** aanmaken en het in de map `/usr/local/etc/hal/fdi/policy` opslaan. Dit bestand dient het volgende te bevatten:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<deviceinfo version="0.2">
  <device>
    <match key="info.capabilities" contains="input.keyboard">
      <merge key="input.x11_options.XkbOptions" type="string">terminate:ctrl_alt_bksp</merge>
    </match>
  </device>
</deviceinfo>
```

U moet uw machine opnieuw opstarten om **hald** te forceren om dit bestand te lezen.

De volgende regel dient ook aan de sectie `ServerLayout` of `ServerFlags` van `xorg.conf.new` te worden toegevoegd:

```
Option "DontZap" "off"
```

Als de muis niet werkt, dan moet deze eerst ingesteld worden. Zie Paragraaf 2.10.10 in het FreeBSD installatiehoofdstuk. Verder worden beginnend met versie 7.4 de secties `InputDevice` in `xorg.conf` genegeerd ten voorkeur van de automatisch verbonden apparaten. Voeg de volgende regel aan de sectie `ServerLayout` of `ServerFlags` van dit bestand toe om het oude gedrag te herstellen:

```
Option "AutoAddDevices" "false"
```

Invoerapparaten kunnen dan zoals in vorige versies worden geconfigureerd, tezamen met eventuele andere benodigde opties (b.v. omschakelen van toetsenbordindeling).

Opmerking: Zoals al eerder is uitgelegd zal sinds versie 7.4 de daemon **hald** automatisch uw toetsenbord detecteren. Het kan zijn dat de indeling of het model van uw toetsenbord niet juist zijn. Bureaubladomgevingen zoals **GNOME**, **KDE** of **Xfce** bieden gereedschappen om het toetsenbord in te stellen. Het is echter mogelijk om de eigenschappen direct in te stellen met behulp van het gereedschap `setxkbmap(1)` of met een configuratieregel van **hald**.

Als men bijvoorbeeld een PC-toetsenbord met 102 toetsen met een Franse indeling wilt gebruiken, dienen we een instellingenbestand voor het toetsenbord voor **hald** aan te maken genaamd `x11-input.fdi` en het op te slaan in de map `/usr/local/etc/hal/fdi/policy`. Het dient de volgende regels te bevatten:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<deviceinfo version="0.2">
  <device>
    <match key="info.capabilities" contains="input.keyboard">
      <merge key="input.x11_options.XkbModel" type="string">pc102</merge>
      <merge key="input.x11_options.XkbLayout" type="string">fr</merge>
    </match>
  </device>
</deviceinfo>
```

Als dit bestand al bestaat, kunt u de regels betreffende de configuratie van het toetsenbord kopiëren en aan uw bestand toevoegen.

U dient uw machine opnieuw op te starten om **hald** te forceren om dit bestand te lezen.

Het is mogelijk om hetzelfde te bereiken vanaf een X-terminal of een script met dit commando:

```
% setxkbmap -model pc102 -layout fr
```

Het bestand `/usr/local/share/X11/xkb/rules/base.lst` noemt de beschikbare toetsenborden, indelingen en opties.

Nu moet `xorg.conf.new` worden aangepast aan de smaak van de gebruiker. Hiervoor moet het bestand in een teksteditor zoals `emacs(1)` of `ee(1)` worden geladen. Eerst moeten de frequenties van de monitor toegevoegd worden. Die zijn meestal weergegeven als horizontale en verticale synchronisatiesnelheid. Deze waarden worden toegevoegd aan `xorg.conf.new` in het onderdeel "Monitor":

```
Section "Monitor"
    Identifier      "Monitor0"
    VendorName      "Monitor Vendor"
    ModelName       "Monitor Model"
    HorizSync       30-107
    VertRefresh     48-120
EndSection
```

In het instellingenbestand kunnen de sleutelwoorden `HorizSync` en `VertRefresh` missen. Als ze er niet staan, moeten ze toegevoegd worden met de juiste horizontale synchronisatiesnelheid achter het `HorizSync` sleutelwoord en de verticale synchronisatiesnelheid achter het `VertRefresh` sleutelwoord. In het bovenstaande voorbeeld werden de gegevens van de monitor ingevoerd.

X kan DPMS (Energy Star) eigenschappen gebruiken bij monitoren die dit ondersteunen. `xset(1)` regelt de timeouts en kan de statussen standby, suspend of uit forceren. Om DPMS eigenschappen voor een monitor te activeren, moet de volgende regel toegevoegd worden aan de monitor sectie:

```
Option      "DPMS"
```

Als het instellingenbestand `xorg.conf.new` toch open staat in de editor dan kan ook meteen de gewenste standaardresolutie en kleurdiepte gekozen worden. Dit staat in het onderdeel "Screen":

```
Section "Screen"
    Identifier "Screen0"
    Device     "Card0"
    Monitor    "Monitor0"
    DefaultDepth 24
    SubSection "Display"
        Viewport 0 0
        Depth    24
        Modes     "1024x768"
    EndSubSection
EndSection
```

Het sleutelwoord `DefaultDepth` beschrijft de kleurdiepte die standaard wordt gebruikt. Met de commandoregeloctie `-depth` van `Xorg(1)` kan dit overschreven worden. Het sleutelwoord `Modes` beschrijft de

resolutie waarmee gewerkt wordt bij de opgegeven kleurdiepte. Alleen VESA standaarden die door de grafische kaart van het systeem worden gedefinieerd worden ondersteund. In het voorbeeld hierboven is de standaard kleurdiepte 24 bits per pixel. Bij deze kleurdiepte is de toegestane resolutie 1024 bij 768 pixels.

Opmerking: Bij het oplossen van problemen zijn de logboekbestanden van X11 vaak een goede hulp. Ze bevatten informatie voor ieder apparaat waar de X11 server verbinding mee maakt. Namen van **Xorg** logboekbestanden hebben de vorm `/var/log/Xorg.0.log`. De precieze naam van een logboekbestand van variëren van `Xorg.0.log` tot `Xorg.8.log` enzovoort.

Als alles is ingesteld, moet het instellingenbestand op een plaats gezet worden waar Xorg(1) het kan vinden. Dit is meestal `/etc/X11/xorg.conf` of `/usr/local/etc/X11/xorg.conf`:

```
# cp xorg.conf.new /etc/X11/xorg.conf
```

Het instellen van X11 is nu gereed. **Xorg** gestart worden met `startx(1)`. De X11-server kan ook gestart worden met behulp van `xdm(1)`.

5.4.3. Bijzondere instellingen

5.4.3.1. Instellen met de Intel® i810 grafische chipset

Instellen met Intel i810 geïntegreerde chipsets vereist de agpgart AGP programmeerinterface voor X11 om de kaart aan te sturen. Zie de `agp(4)` handleiding voor meer informatie.

Hierdoor wordt het instellen van de hardware net als ieder andere grafische kaart. Bij systemen die zonder `agp(4)` stuurprogramma gecompileerd zijn slaagt het laden van module met `kldload(8)` niet. Het stuurprogramma moet in de kernel geladen zijn tijdens het opstarten door te compileren of door `/boot/loader.conf` te gebruiken.

5.4.3.2. Een Breedbeeld Flatpanel toevoegen

Deze sectie gaat uit van wat diepere configuratiekennis. Als pogingen om de bovenstaande standaard instelgereedschappen niet tot een werkende configuratie leidden, dan is er genoeg informatie in de logbestanden om de opstelling aan de praat te krijgen. Het gebruik van een tekstverwerker zal nodig zijn.

Huidige breedbeeldformaten (WSXGA, WSXGA+, WUXGA, WXGA, WXGA+, et. al.) ondersteunen 16:10 en 10:9 formaten of aspectverhoudingen die problematisch kunnen zijn. Voorbeelden van enkele veelvoorkomende schermresoluties voor 16:10 aspectverhoudingen zijn:

- 2560x1600
- 1920x1200
- 1680x1050
- 1440x900
- 1280x800

Op een gegeven moment zal het toevoegen van een van deze resoluties net zo eenvoudig zijn als een mogelijke mode in het Section "Screen":

```

Section "Screen"
Identifier "Screen 0"
Device      "Card0"
Monitor     "Monitor0"
DefaultDepth 24
SubSection "Display"
    Viewport 0 0
    Depth    24
    Modes    "1680x1050"
EndSubSection
EndSection

```

Xorg is slim genoeg om de resolutie-informatie via I2C/DDC-informtie uit het flatpanel te onttrekken zodat het weet wat de monitor aan kan wat betreft frequenties en resoluties.

Als die ModeLines niet bestaan in de stuurprogramma's, dient men **Xorg** een kleine hint te geven. Met behulp van `/var/log/Xorg.0.log` kan men genoeg informatie onttrekken om handmatig een werkende ModeLine aan te maken. Kijk naar informatie die op deze lijkt:

```

(II) MGA(0): Supported additional Video Mode:
(II) MGA(0): clock: 146.2 MHz   Image Size:  433 x 271 mm
(II) MGA(0): h_active: 1680   h_sync: 1784   h_sync_end 1960 h_blank_end 2240 h_border: 0
(II) MGA(0): v_active: 1050   v_sync: 1053   v_sync_end 1059 v_blanking: 1089 v_border: 0
(II) MGA(0): Ranges: V min: 48   V max: 85 Hz, H min: 30   H max: 94 kHz, PixClock max 170 MHz

```

Deze informatie wordt EDID-informatie genoemd. Hiervan een ModeLine maken is gewoon een kwestie van de nummers in de juiste volgorde zetten:

```
ModeLine <name> <clock> <4 horiz. timings> <4 vert. timings>
```

Dus de ModeLine in Section "Monitor" zou er voor dit voorbeeld uitzien als:

```

Section "Monitor"
Identifier      "Monitor1"
VendorName     "GroteNaam"
ModelName      "BesteModel"
ModeLine       "1680x1050" 146.2 1680 1784 1960 2240 1050 1053 1059 1089
Option         "DPMS"
EndSection

```

Na het voltooien van deze eenvoudige stappen, zou X moeten starten op uw nieuwe breedbeeldmonitor.

5.5. Lettertypen gebruiken in X11

5.5.1. Type1 lettertypen

De standaard lettertypen van X11 zijn allerm minst ideaal voor het typische bureaubladprogramma. Grote presentatielettertypen zien er hoekig en onprofessioneel uit en kleine lettertypen in **Netscape** zijn bijna onleesbaar. Er zijn diverse gratis, kwalitatief goede Type1 (PostScript®) lettertypen die meteen gebruikt kunnen worden met

X11. De URW lettertypecollectie (`x11-fonts/urwfonts`) heeft bijvoorbeeld hoge kwaliteit versies van standaard Type1 lettertypen (Times Roman®, Helvetica®, Palatino® en anderen). De Freefonts collectie (`x11-fonts/freefonts`) heeft nog meer lettertypen, maar de meesten ervan zijn bedoeld om in grafische software als **Gimp** gebruikt te worden en zijn niet compleet genoeg om als schermlettertypen te gebruiken. Daarbij kan X11 zonder veel moeite ingesteld worden om TrueType lettertypen te gebruiken. Meer informatie staat in X(7) of de paragraaf over TrueType Lettertypen.

Om de bovenstaande Type1 lettertypecollectie van de Portscollectie te installeren:

```
# cd /usr/ports/x11-fonts/urwfonts
# make install clean
```

Dat geldt ook voor de freefont en andere collecties. Om de X server te vertellen dat deze lettertypen bestaan, dient de volgende regel toegevoegd te worden aan het instellingenbestand van de X server (`/etc/X11/xorg.conf`):

```
FontPath "/usr/local/lib/X11/fonts/URW/"
```

Ook kan op de commando regel in de X sessie het volgende gestart worden:

```
% xset fp+ /usr/local/lib/X11/fonts/URW
% xset fp rehash
```

Dit werkt wel, maar zodra de X sessie wordt afgesloten is het weer verdwenen tenzij het is toegevoegd aan het opstartbestand (`~/.xinitrc` voor een normale `startx` sessie of `~/.xsession` als er wordt aangemeld met een grafische aanmeldmanager als **XDM**). Een derde manier is het gebruik van het nieuwe bestand `/usr/local/etc/fonts/local.conf`: zie hiervoor de paragraaf over over Anti-aliasing.

5.5.2. TrueType® lettertypen

Xorg heeft ingebouwde ondersteuning voor het renderen van TrueType lettertypen. Er zijn twee verschillende modules die deze functionaliteit activeren. In dit voorbeeld wordt de freetype module gebruikt omdat deze beter werkt met de andere lettertypen die back-ends renderen. Om de freetype module te activeren dient de volgende regel toegevoegd te worden aan het onderdeel "Module" van `/etc/X11/xorg.conf`.

```
Load "freetype"
```

Hierna dient een map voor de TrueType lettertypen gemaakt te worden (bijvoorbeeld `/usr/local/lib/X11/fonts/TrueType`) en alle TrueType lettertypen moeten naar deze map gekopieerd worden. TrueType lettertypen kunnen niet direct van een Macintosh® gehaald worden. Ze moeten in een UNIX/MS-DOS/Windows formaat zijn voor X11. Zodra de bestanden naar deze map zijn gekopieerd, kan **ttmkfdir** gestart worden om een `fonts.dir` bestand te maken zodat de X lettertyperenderer weet waar deze nieuwe bestanden zijn geïnstalleerd. `ttmkfdir` zit in de FreeBSD Portscollectie als `x11-fonts/ttmkfdir`.

```
# cd /usr/local/lib/X11/fonts/TrueType
# ttmkfdir -o fonts.dir
```

Nu moet de TrueType map toe aan het lettertypepad toegevoegd worden. Dit gebeurt op dezelfde wijze als boven is beschreven voor Type1 lettertypen:

```
% xset fp+ /usr/local/lib/X11/fonts/TrueType
% xset fp rehash
```

of door een `FontPath` regel toe te voegen aan `xorg.conf`.

Dat is alles. Nu herkennen **Netscape**, **Gimp**, **StarOffice™** en alle andere X applicaties de geïnstalleerde TrueType lettertypen. Extreem kleine lettertypen (zoals hoge resolutie tekst op een webpagina) en extreme grote lettertypen (in **StarOffice**) zien er nu veel beter uit.

5.5.3. Antialias lettertypen

Alle lettertypen die X11 in de mappen `/usr/local/lib/X11/fonts/` en `~/.fonts/` staan zijn automatisch beschikbaar voor anti-aliasing in applicaties die Xft ondersteunen. De meeste recente applicaties ondersteunen Xft, inclusief **KDE**, **GNOME**, en **Firefox**.

Om te kunnen regelen welke lettertypen gebruik maken van anti-alias of om de eigenschappen van anti-aliasing in te stellen kan `/usr/local/etc/fonts/local.conf` gemaakt of gewijzigd worden. In dit bestand kunnen speciale eigenschappen van het Xft lettertypesysteem aangepast worden. Deze paragraaf beschrijft wat eenvoudige mogelijkheden. Meer details staan in `fonts-conf(5)`.

Dit bestand moet in het XML formaat opgemaakt worden. Hoofdletters en kleine letters worden onderscheiden en alle tags moeten netjes worden afgesloten. Het bestand begint met de gewone XML header gevolgd door een DOCTYPE definitie en daarna de `<fontconfig>` tag:

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE fontconfig SYSTEM "fonts.dtd">
<fontconfig>
```

Zoals al eerder is vermeld zijn alle lettertypen in `/usr/local/lib/X11/fonts/` en in `~/.fonts/` al geschikt gemaakt voor Xft applicaties. Als naast deze twee mappen nog een andere lettertypen moeten kunnen bevatten, dan dient een soortgelijke regel als de onderstaande aan `/usr/local/etc/fonts/local.conf` toegevoegd te worden:

```
<dir>/pad/naar/mijn/fonts</dir>
```

Na het toevoegen van nieuwe lettertypen en zeker nieuwe lettertypemappen dienen de lettertypecaches opnieuw opgebouwd worden met:

```
# fc-cache -f
```

Anti-aliasing maakt randen een beetje wazig wat kleine teksten beter leesbaar maakt en voorkomt “trapvorming” van grote letters. Maar het kan oogkramp veroorzaken als het op normale tekst wordt toegepast. Om lettertypen kleiner dan 14 punten uit te sluiten van anti-aliasing moeten de volgende regels toegevoegd worden:

```
<match target="font">
  <test name="size" compare="less">
    <double>14</double>
  </test>
  <edit name="antialias" mode="assign">
    <bool>>false</bool>
  </edit>
</match>
<match target="font">
  <test name="pixelsize" compare="less" qual="any">
    <double>14</double>
  </test>
```



```

    <edit mode="assign" name="antialias">
      <bool>false</bool>
    </edit>
  </match>

```

Spatiëring voor sommige enkel gespatieerde lettertypen kan ook ongepast zijn bij anti-aliasing. Dit lijkt vooral een probleem te zijn bij **KDE**. Een mogelijke oplossing hiervoor is het vergroten van de spatiëring van die lettertypen naar 100:

```

<match target="pattern" name="family">
  <test qual="any" name="family">
    <string>fixed</string>
  </test>
  <edit name="family" mode="assign">
    <string>mono</string>
  </edit>
</match>
<match target="pattern" name="family">
  <test qual="any" name="family">
    <string>console</string>
  </test>
  <edit name="family" mode="assign">
    <string>mono</string>
  </edit>
</match>

```

Het bovenstaande hernoemt de standaardnamen van lettertypen naar "mono"). Voeg daarna het volgende toe:

```

<match target="pattern" name="family">
  <test qual="any" name="family">
    <string>mono</string>
  </test>
  <edit name="spacing" mode="assign">
    <int>100</int>
  </edit>
</match>

```

Bepaalde lettertypen, zoals Helvetica, kunnen problemen hebben met anti-aliasing. Dit uit zich meestal in een lettertype dat verticaal door midden lijkt gesneden. Op zijn ergst kan het applicaties laten crashen. Om dit te voorkomen kan overwogen worden om ook de volgende regels toe te voegen aan `local.conf`:

```

<match target="pattern" name="family">
  <test qual="any" name="family">
    <string>Helvetica</string>
  </test>
  <edit name="family" mode="assign">
    <string>sans-serif</string>
  </edit>
</match>

```

Als de wijzigingen in `local.conf` zijn gemaakt dient niet vergeten te worden het bestand te eindigen met de tag `</fontconfig>` tag. Als dit niet gedaan wordt, dan worden de wijzigingen niet gezien.

Als laatste kunnen gebruikers hun eigen instellingen aan een persoonlijk `.fonts.conf` bestand toevoegen. Om dit te doen moet iedere gebruiker het bestand `~/.fonts.conf` maken. Ook dit bestand moet in het XML formaat zijn.

Nog een laatste punt: bij een LCD scherm kan sub-pixel sampling prettig zijn. Eigenlijk zorgt dit er voor dat de (horizontaal gesplitste) rode, groene en blauwe componenten gewijzigd worden om de horizontale resolutie te verbeteren. Het resultaat is geweldig. Voeg hiervoor de volgende regels ergens aan `local.conf` toe:

```
<match target="font">
  <test qual="all" name="rgba">
    <const>unknown</const>
  </test>
  <edit name="rgba" mode="assign">
    <const>rgb</const>
  </edit>
</match>
```

Opmerking: Afhankelijk van het soort beeldscherm kan `rgb` veranderd moeten worden in `bgr`, `vrgb` of `vbgr`. Experimenteren levert de beste instelling op.

5.6. De X beeldschermmanager

5.6.1. Overzicht

De X beeldschermmanager (**XDM**) is een optioneel onderdeel van het X Window systeem dat gebruikt wordt voor beheer van aanmeldsessies. Dit is vaak erg handig bij bijvoorbeeld “X Terminals”, desktops en grote netwerk beeldschermserver. Omdat het X Window systeem netwerk- en protocolonafhankelijk is, zijn er veel mogelijkheden om X clients en servers op verschillende machines in een netwerk te verbinden. **XDM** levert een grafische interface waarmee er gekozen kan worden welke beeldschermserver gebruikt moet worden en handelt autorisatie informatie (gebruikersnaam en wachtwoord) af.

XDM levert de gebruiker dezelfde functionaliteit als `getty(8)` (zie Paragraaf 26.3.2). Dus het regelt de systeemaanmeldingen voor de schermen waaraan verbonden moet worden en start dan een sessie manager namens de gebruiker (meestal een X window manager). **XDM** wacht dan tot het programma stopt en geeft aan dat de gebruiker klaar is en afgemeld kan worden. Hierna kan **XDM** het aanmeldscherm weer tonen zodat de volgende gebruiker kan aanmelden.

5.6.2. XDM gebruiken

Om **XDM** te gebruiken moet de port `x11/xdm` geïnstalleerd worden (het wordt in recente versies van **Xorg** niet standaard geïnstalleerd). Het daemon-programma **XDM** is daarna beschikbaar in `/usr/local/bin/xdm`. Dit programma kan als `root` altijd gestart worden en regelt dan het X weergavegedeelte van de lokale machine. Als **XDM** iedere keer bij het opstarten moet starten is het handig om een regel toe te voegen aan `/etc/ttys`. Meer informatie over het gebruik van dit bestand staat in Paragraaf 26.3.2.1. In de standaardversie van `/etc/ttys` staat een regel om de applicatie daemon **XDM** op een virtuele terminal te draaien:

```
tttyv8    "/usr/local/bin/xdm -nodaemon"  xterm    off secure
```

Standaard staat deze regel uit. Om hem aan te zetten moet veld 5 van `off` naar `on` gewijzigd worden en moet met `init(8)` herstart worden met gebruikmaking van de aanwijzingen in Paragraaf 26.3.2.2. Het eerste veld, de naam van de terminal die het programma aanstuurt, is `tttyv8`. Dit houdt in dat **XDM** op de negende virtuele terminal begint te draaien.

5.6.3. XDM instellen

De map met instellingen voor **XDM** is `/usr/local/lib/X11/xdm`. In deze map staan diverse bestanden die gebruikt kunnen worden om het gedrag en uiterlijk van **XDM** te veranderen. Meestal zijn dit de volgende bestanden:

Bestand	Omschrijving
<code>Xaccess</code>	Regels voor client autorisatie.
<code>Xresources</code>	Standaard waarden voor X bronnen.
<code>Xservers</code>	Lijst met op afstand en lokaal te beheren schermen.
<code>Xsession</code>	Standaard sessie script voor logins.
<code>Xsetup_*</code>	Script die applicaties start voordat de login interface start.
<code>xdm-config</code>	Algehele instellingen voor alle schermen op deze machine.
<code>xdm-errors</code>	Fouten die gegenereerd zijn door het serverprogramma.
<code>xdm-pid</code>	Het proces ID van de draaiende XDM .

Tevens staan in deze map een aantal scripts en programma's om het bureaublad in te stellen als **XDM** draait. Het doel van elk van deze bestanden wordt kort omschreven. De juiste syntaxis en het gebruik van deze bestanden staat in `xdm(1)`.

De standaardinstelling regelt een eenvoudig rechthoekig aanmeldvenster met bovenin de hostnaam van de machine in een groot lettertype met een "Login:" en "Password:" prompt eronder. Dit is een goed beginpunt om het uiterlijk en werking van het **XDM** venster te veranderen.

5.6.3.1. Xaccess

Om een verbinding te maken met **XDM**-gestuurde schermen wordt het protocol X Display Manager Connection Protocol (XDMCP) gebruikt. Het bestand is een set regels die XDMCP verbindingen met andere machines bestuurt. Het wordt genegeerd, tenzij `xdm-config` is gewijzigd zodat er wordt geluisterd naar inkomende verbindingen. Standaard wordt het clients niet toegestaan te verbinden.

5.6.3.2. Xresources

Dit is een bestand met standaarden voor de schermkiezer en de aanmeldschermen. Hier kan het uiterlijk van het aanmeldprogramma gewijzigd worden. De indeling is hetzelfde als bij het `app-defaults` bestand en is beschreven in de X11 documentatie.

5.6.3.3. Xservers

Dit is een lijst met netwerkschermen waaruit gekozen kan worden.

5.6.3.4. Xsession

Dit is het standaard sessiescript voor **XDM** dat start nadat de gebruiker is aangemeld. Normaal heeft iedere gebruiker een eigen sessiescript in `~/ .xsession` dat dit script overheerst.

5.6.3.5. Xsetup_*

Deze starten automatisch voordat de kiezers of aanmeldschermen getoond worden. Er is een script voor ieder gebruikt scherm met de naam `Xsetup_` gevolgd door het lokale schermnummer (bijvoorbeeld `Xsetup_0`). Normaal draaien deze scripts één of twee programma's in de achtergrond zoals `xconsole`.

5.6.3.6. xdm-config

Dit bevat de instellingen die toegepast worden op ieder scherm die deze installatie aanstuurt. De indeling is hetzelfde als van `app-defaults`.

5.6.3.7. xdm-errors

Hierin staan de meldingen die de X servers geven als **XDM** ze probeert te starten. Als een scherm dat gestart is door **XDM** om onduidelijke reden hangt, is dit een goede plaats om te zoeken naar foutmeldingen. Deze meldingen worden ook per sessie naar het `~/ .xsession-errors` van de gebruiker gestuurd.

5.6.4. Een netwerk beeldschermserver gebruiken

Om gebruikers een verbinding te laten maken met een X server moeten de toegangsregels gewijzigd worden en de connectielistener moet aangezet worden. Deze hebben standaard wat terughoudende waarden. Om **XDM** te laten luisteren naar verbindingen moet als eerste een regel uitgecommentarieerd worden in `xdm-config`:

```
! SECURITY: do not listen for XDMCP or Chooser requests
! Comment out this line if you want to manage X terminals with XDM
DisplayManager.requestPort:      0
```

Hierna moet **XDM** herstart worden. Afwijkend in dit bestand is dat commentaar in `app-defaults` bestanden begint met het karakter “!” en niet met het karakter “#”. Het kan wenselijk zijn om de toegangscontrole aan te scherpen — hiervoor staan voorbeeldregels in `Xaccess` en lees de hulppagina `xdm(1)` voor meer informatie.

5.6.5. Alternatieven voor XDM

Er bestaan diverse alternatieven voor **XDM** programma. **kdm** (wordt geleverd bij **KDE**) wordt later in dit hoofdstuk behandeld. De **kdm** beeldschermmanager biedt vele grafische verbeteringen en cosmetische franje en de mogelijkheid om de gebruiker de kans te geven een window manager te laten kiezen bij het aanmelden.

5.7. Bureaubladomgevingen

Deze sectie beschrijft de verschillende bureaubladomgevingen voor X op FreeBSD. Een “bureaubladomgeving” kan van alles inhouden: van een simpele window manager tot een complete suite van bureaubladapplicaties zoals **KDE** of **GNOME**.

5.7.1. GNOME

5.7.1.1. Over GNOME

GNOME is een gebruikersvriendelijke bureaubladomgeving die de gebruiker de mogelijkheid geeft om gemakkelijk de computer te gebruiken en in te stellen. **GNOME** heeft een paneel (voor het starten en tonen van statusinformatie van applicaties), een bureaublad (waar data en applicaties geplaatst kunnen worden), een set standaard bureaubladapplicaties en een regels die het makkelijker maakt voor applicaties om eenduidig met elkaar samen te werken. Gebruikers van andere besturingssystemen of omgevingen voelen zich meestal meteen thuis bij het gebruik van de krachtige grafisch gestuurde omgeving die **GNOME** biedt. Meer informatie over **GNOME** op FreeBSD staat op de FreeBSD GNOME Project (<http://www.FreeBSD.org/gnome>) website. De website bevat ook redelijk complete FAQ's over het installeren, instellen en beheren van **GNOME**.

5.7.1.2. GNOME installeren

De software kan eenvoudig worden geïnstalleerd vanuit een pakket of de Portscollectie:

Om het **GNOME** pakket te installeren:

```
# pkg_add -r gnome2
```

Om **GNOME** vanuit de Portscollectie te installeren:

```
# cd /usr/ports/x11/gnome2
# make install clean
```

Voor een correcte werking, vereist **GNOME** dat het `/proc` bestandssysteem gekoppeld is. Voeg

```
proc          /proc          procfs  rw  0  0
```

toe aan `/etc/fstab` om `procfs(5)` automatisch te koppelen tijdens het opstarten.

Zodra **GNOME** geïnstalleerd is, moet de X server verteld worden dat in plaats van de standaard window manager **GNOME** gebruikt moet worden.

De meest eenvoudige manier om **GNOME** te starten is via **GDM**, de GNOME Display Manager. **GDM** wordt meegeïnstalleerd met de **GNOME** bureaubladomgeving, maar staat standaard uitgeschakeld. Dit programma kan ingeschakeld worden door het volgende toe te voegen aan `/etc/rc.conf`:

```
gdm_enable="YES"
```

Na een herstart zal **GDM** automatisch gestart worden.

Meestal is het gewenst om alle **GNOME** applicaties tegelijkertijd met **GDM** te starten. Om dit te bereiken moet de volgende regel worden toegevoegd aan `/etc/rc.conf`:

```
gnome_enable="YES"
```

GNOME kan ook gestart worden vanaf de commandoregel door het bestand `.xinitrc` juist in te stellen. Als er al een `.xinitrc` is, dan hoeft alleen de regel die de huidige window manager start veranderd te worden in een regel die `/usr/local/bin/gnome-session` start. Als er niets speciaals met dit instellingenbestand is gedaan:

```
% echo "/usr/local/bin/gnome-session" > ~/.xinitrc
```

Nu kan met `startx` de **GNOME** bureaubladomgeving gestart worden.

Opmerking: Als een beeldschermmanager als **XDM** gebruikt wordt werkt het bovenstaande niet. In plaats daarvan moet een uitvoerbaar `.xsession` gemaakt worden met hetzelfde commando erin. Hiervoor moet het bestand aangepast worden door het bestaande window manager commando te vervangen door `/usr/local/bin/gnome-session`:

```
% echo "#!/bin/sh" > ~/.xsession
% echo "/usr/local/bin/gnome-session" >> ~/.xsession
% chmod +x ~/.xsession
```

Het is ook mogelijk de beeldschermmanager zo in te stellen dat de window manager gekozen kan worden tijdens het aanmelden. In de paragraaf **Meer KDE Details** wordt uitgelegd hoe dit gedaan moet worden voor de **kdm** beeldschermmanager van **KDE**.

5.7.2. KDE

5.7.2.1. Over KDE

KDE is een bureaubladomgeving die eigentijds is en makkelijk in gebruik. **KDE** biedt de gebruiker:

- Een schitterende eigentijdse desktop;
- Een desktop die volledig netwerktransparant is;
- Een geïntegreerd hulpsysteem dat eenvoudig bruikbare informatie geeft over het gebruik van het **KDE** bureaublad en de applicaties;
- Alle **KDE** applicaties werken op dezelfde manier en zien er hetzelfde uit;
- Gestandaardiseerde menu's en werkbalken, keybindings, kleurschema's, enzovoort;
- Internationalisatie: **KDE** is beschikbaar in meer dan 40 talen;
- Gecentraliseerde, consistente, dialooggedreven bureaubladinstelling;
- Een grote hoeveelheid bruikbare **KDE** applicaties;

KDE wordt geleverd met een webbrowser genaamd **Konqueror** die niet onder doet voor de andere bestaande webbrowsers op UNIX systemen. Meer informatie over **KDE** staat op de KDE website (<http://www.kde.org/>). Voor FreeBSD specifieke informatie en bronnen over **KDE** is er de KDE op FreeBSD team (<http://freebsd.kde.org/>) website.

Er zijn twee versies van **KDE** beschikbaar op FreeBSD. Versie 3 is al een lange tijd aanwezig, en is zeer volwassen. Versie 4, de volgende generatie, is ook beschikbaar in de Portscollectie. Ze kunnen zelfs naast elkaar geïnstalleerd worden.

5.7.2.2. KDE installeren

Net als bij **GNOME** of iedere andere bureaubladomgeving kan de software eenvoudig geïnstalleerd met een pakket of uit de Portscollectie:

Om het **KDE3** pakket van het netwerk te installeren:

```
# pkg_add -r kde
```

Om het **KDE4** pakket van het netwerk te installeren:

```
# pkg_add -r kde4
```

`pkg_add(1)` haalt automatisch de laatste versie van de applicatie op.

Om **KDE3** vanuit de Portscollectie te bouwen en te installeren:

```
# cd /usr/ports/x11/kde3
# make install clean
```

Gebruik de Portscollectie om **KDE4** vanuit de broncode te bouwen:

```
# cd /usr/ports/x11/kde4
# make install clean
```

Nadat **KDE** geïnstalleerd is, moet de X server verteld worden dat deze applicatie gestart moet worden in plaats van de standaard window manager. Hiervoor kan `.xinitrc` aangepast worden:

Voor **KDE3**:

```
% echo "exec startkde" > ~/.xinitrc
```

Voor **KDE4**:

```
% echo "exec /usr/local/kde4/bin/startkde" > ~/.xinitrc
```

Als het X Window System wordt gestart met `startx` is **KDE** het bureaublad.

Als er een beeldschermmanager als **XDM** gebruikt wordt, is de instelling anders. Dan moet `.xsession` gewijzigd worden. Instructies voor **kdm** worden later in dit hoofdstuk beschreven.

5.7.3. Meer KDE details

Nadat **KDE** geïnstalleerd is op een systeem, kunnen de meeste dingen uitgezocht worden via de hulppagina's of door de verschillende menu's aan te wijzen en erop te klikken. Windows en Mac® gebruikers voelen zich meestal helemaal thuis.

Het beste naslagwerk voor **KDE** is de on-line documentatie. **KDE** heeft zijn eigen web browser, **Konqueror**, tientallen handige applicaties en uitgebreide documentatie. De volgende paragrafen beschrijven de technische zaken die moeilijk proefondervindelijk te achterhalen zijn.

5.7.3.1. De KDE beeldschermmanager

Een beheerder van een multi-user systeem die een grafisch aanmeldscherm willen hebben voor zijn gebruikers kan hiervoor XDM gebruiken, zoals eerder beschreven. **KDE** biedt **kdm** als alternatief. Dat is ontworpen met een beter uiterlijk en heeft meer aanmeldopties. Gebruikers kunnen via een menu kiezen welke bureaubladomgeving (**KDE**, **GNOME** of een andere) zij na het aanmelden willen gebruiken.

Om **kdm** te starten, moeten verschillende bestanden gewijzigd worden, afhankelijk van de versie van **KDE**.

Voor **KDE3** dient de regel met `tttyv8` als volgt aangepast te worden:

```
tttyv8 "/usr/local/bin/kdm -nodaemon" xterm on secure
```

Voor **KDE4** dienen de volgende regels aan `/etc/rc.conf` toegevoegd te worden:

```
local_startup="{local_startup} /usr/local/kde4/etc/rc.d"
kdm4_enable="YES"
```

5.7.4. Xfce

5.7.4.1. Over Xfce

Xfce is een bureaubladomgeving die gebaseerd is op de GTK+ toolkit die gebruikt wordt bij **GNOME**, maar is eenvoudiger en bedoeld voor gebruikers die een simpel en efficiënt bureaublad willen dat toch eenvoudig en makkelijk in te stellen is. Het ziet er bijna hetzelfde uit als **CDE** dat bij commerciële UNIX systemen zit. Een aantal **Xfce** functies zijn:

- Een eenvoudige, makkelijk te bedienen desktop;
- Geheel in te stellen met de muis, met klikken en slepen, enzovoort;
- Hoofdpaneel hetzelfde als **CDE** met menu's, applets en applicaties
- Geïntegreerde window manager, bestandsmanager, geluidsmanager, **GNOME** compliance module en meer zaken;
- Thema's (sinds het gebruik van GTK+);
- Snel, licht en efficiënt: ideaal voor de oudere of langzamere machines of machines met beperkte hoeveelheid geheugen;

Meer informatie over **Xfce** staat op de Xfce website (<http://www.xfce.org/>).

5.7.4.2. Installeren van Xfce

Xfce is met een pakket te installeren:

```
# pkg_add -r xfce4
```

Of vanuit de Portscollectie:

```
# cd /usr/ports/x11-wm/xfce4
# make install clean
```


Nu moet de X server weten dat **Xfce** gestart moet worden als X de volgende keer start:

```
% echo "/usr/local/bin/startxfce4" > ~/.xinitrc
```

De volgende keer dat X start is **Xfce** het bureaublad. Wederom: als een beeldschermmanager als **XDM** gebruikt wordt, moet `.xsession` gemaakt worden zoals beschreven in de paragraaf over **GNOME**. Nu moet echter het command `/usr/local/bin/startxfce4` gebruikt. Het is ook mogelijk de beeldschermmanager in te stellen om bureaublad te kiezen bij het aanmelden, zoals is uitgelegd in de paragraaf over `kdm`.

II. Algemene taken

Na de inleiding gaat dit deel van het FreeBSD handboek over een aantal vaak gebruikte mogelijkheden van FreeBSD. De volgende hoofdstukken:

- Geven een inleiding in populaire en handige desktop toepassingen: browsers, productiviteitsgereedschappen, documentviewers, etc;
- Geven een inleiding in een aantal multimedietoepassingen die in FreeBSD beschikbaar zijn;
- Geven uitleg over het proces waarmee een aangepaste kernel voor FreeBSD kan worden gemaakt om extra functionaliteit aan een systeem toe te voegen;
- Beschrijven gedetailleerd het afdruksysteem, zowel voor met een desktop verbonden als met het netwerk verbinden printers;
- Beschrijven hoe applicaties voor Linux op FreeBSD kunnen draaien.

In een aantal van de hoofdstukken wordt voorkennis aangeraden. Dit staat vermeld in de inleiding van ieder hoofdstuk.

Hoofdstuk 6.

Bureaubladapplicaties

6.1. Overzicht

FreeBSD kan een groot aantal bureaubladapplicaties draaien, zoals browsers en tekstverwerkers. De meeste hiervan zijn beschikbaar als pakketten of kunnen automatisch vanuit de Portscollectie gebouwd worden. Veel nieuwe gebruikers verwachten dit soort applicaties op hun bureaublad. Dit hoofdstuk laat zien hoe populaire bureaubladapplicaties moeiteloos geïnstalleerd kunnen worden vanuit een pakket of vanuit de Portscollectie.

Als programma's vanuit ports geïnstalleerd worden, wordt hun broncode gecompileerd. Dit kan erg lang duren, afhankelijk van wat er gecompileerd wordt en de rekenkracht van een machine. Als compileren vanuit broncode te veel tijd kost, kunnen de meeste programma's van de Portscollectie als een voorgebouwd pakket geïnstalleerd worden.

Omdat FreeBSD compatibel is met Linux, zijn veel applicaties die voor Linux zijn ontwikkeld beschikbaar een FreeBSD bureaublad. Het wordt sterk aanbevolen om Hoofdstuk 10 te lezen voordat Linux applicaties geïnstalleerd worden. Veel ports die gebruik maken van Linux compatibiliteit beginnen met "linux-". Dit is handig om te onthouden wanneer er naar een port gezocht wordt met bijvoorbeeld `whereis(1)`. In dit hoofdstuk wordt aangenomen dat Linux binaire compatibiliteit is ingeschakeld voordat Linux applicaties worden geïnstalleerd.

In dit hoofdstuk worden de volgende categorieën behandeld:

- Browsers (zoals **Firefox**, **Opera**, **Konqueror**)
- Productiviteit (zoals **KOffice**, **AbiWord**, **The GIMP**, **OpenOffice.org**, **LibreOffice**)
- Documentviewers (zoals **Acrobat Reader®**, **gv**, **Xpdf**, **GQview**)
- Financieel (zoals **GnuCash**, **Gnumeric**, **Abacus**)

Er wordt aangenomen dat de lezer van dit hoofdstuk:

- Weet hoe aanvullende software van derde partijen geïnstalleerd wordt (Hoofdstuk 4).
- Weet hoe aanvullende Linux software geïnstalleerd wordt (Hoofdstuk 10).

Meer informatie over een multimedia-omgeving staat in Hoofdstuk 7. Installatie van email staat beschreven in Hoofdstuk 28.

6.2. Browsers

FreeBSD wordt zonder een voorgeïnstalleerde browser geleverd. In plaats hiervan bevat de `www` (<http://www.FreeBSD.org/ports/www.html>) map van de Portscollectie browsers om te installeren. Het is ook mogelijk voor de meeste ports een pakket te installeren als compileren niet gewenst is. Compileren kan soms lang duren.

KDE en **GNOME** bevatten reeds HTML-browsers. In Paragraaf 5.7 staat meer informatie over de installatie van deze complete bureaubladen.

Lichtgewicht browsers uit de Portscollectie zijn onder andere `www/dillo2`, `www/links` of `www/w3m`.

Dit gedeelte behandelt deze applicaties:

Applicatie	Bronnen	Ports	Grote afhankelijkheden
Firefox	gemiddeld	zwaar	Gtk+
Opera	weinig	licht	FreeBSD en Linux versies beschikbaar. De Linux versie is afhankelijk van de Linux binaire compatibiliteit en linux-openmotif .
Konqueror	gemiddeld	zwaar	KDE bibliotheken

6.2.1. Firefox

Firefox is een moderne, gratis, stabiele open-source browser die volledig geporteerd is naar FreeBSD: het heeft een motor voor HTML-weergave die zich zeer strikt aan de standaarden houdt, browsen met tabbladen, blokkeren van pop-ups, uitbreidingen, verbeterde veiligheid, en meer. **Firefox** is gebaseerd op de codebase van **Mozilla**.

Installeer het pakket door het volgende te typen:

```
# pkg_add -r firefox
```

Dit zal **Firefox** 7.0 installeren, als u in plaats hiervan **Firefox** 3.6 wilt draaien, gebruik dan:

```
# pkg_add -r firefox36
```

De Portscollectie kan ook gebruikt worden als u liever vanuit de broncode installeert.

```
# cd /usr/ports/www/firefox
# make install clean
```

Voor **Firefox** 3.6 dient `firefox` in het vorige commando vervangen te worden door `firefox36`.

6.2.2. Firefox en Java™ plugin

Opmerking: In deze en de volgende twee secties wordt er vanuit gegaan dat **Firefox** reeds geïnstalleerd is.

Installeer **OpenJDK 6** vanuit de Ports Collectie door het volgende typen:

```
# cd /usr/ports/java/openjdk6
# make install clean
```

Installeer daarna de port `java/icedtea-web`:

```
# cd /usr/ports/java/icedtea-web
# make install clean
```

Zorg ervoor dat de standaard configuratieopties voor beide ports zijn geselecteerd.

Start de browser en voer `about:plugins` in de locatie balk en druk op **Enter**. Er zal een pagina gepresenteerd worden die de geïnstalleerde plugins toont; de **Java™** plugin zal nu getoond moeten worden.

Als de browser de plugin niet kan vinden, dient elke gebruiker het volgende commando uit te voeren en de browser opnieuw te starten:

```
% ln -s /usr/local/lib/IcedTeaPlugin.so \
  $HOME/.mozilla/plugins/
```

6.2.3. Firefox en Adobe® Flash™ plugin

De Adobe® Flash™ plugin is niet beschikbaar voor FreeBSD. Er is echter wel een softwarelaag (wrapper) om de Linux-versie van de plugin te draaien. Deze wrapper ondersteunt ook Adobe Acrobat® plugin, RealPlayer® plugin en meer.

Afhankelijk van de versie van FreeBSD die u draait zijn er verschillende stappen nodig:

1. Op FreeBSD 7.X

Installeer de port `www/nspluginwrapper`. Deze port heeft `emulators/linux_base-fc4` nodig, wat een grote port is.

De volgende stap is om de port `www/linux-flashplugin9` te installeren. Dit zal Flash 9.X installeren, van deze versie is bekend dat die correct werkt op FreeBSD 7.X.

Opmerking: Op versies van FreeBSD ouder dan 7.1-RELEASE dient u `www/linux-flashplugin7` te installeren en het gedeelte over `linprocfs(5)` hieronder over te slaan.

2. Op FreeBSD 8.X

Installeer de port `www/nspluginwrapper`. Deze port heeft `emulators/linux_base-f10` nodig, wat een grote port is.

De volgende stap is om de port `www/linux-f10-flashplugin10` te installeren. Dit zal Flash 10.X installeren, van deze versie is bekend dat die correct werkt op FreeBSD 8.X.

Voor deze versie is het nodig om de volgende koppeling aan te maken:

```
# ln -s /usr/local/lib/npapi/linux-f10-flashplugin/libflashplayer.so \
  /usr/local/lib/browser_plugins/
```

De `/usr/local/lib/browser_plugins` directory moet handmatig aangemaakt worden als deze nog niet op het systeem bestaat.

Wanneer de juiste Flash port, afhankelijk van de versie van FreeBSD die u draait, is geïnstalleerd, moet de plugin door elke gebruiker worden geïnstalleerd met `nspluginwrapper`:

```
% nspluginwrapper -v -a -i
```

Het Linux procesbestandssysteem, `linprocfs(5)`, moet zijn aangekoppeld op `/usr/compat/linux/proc`, indien het gewenst is om Flash-animaties af te spelen. Dit kan met het volgende commando gedaan worden:

```
# mount -t linprocfs linproc /usr/compat/linux/proc
```

Dit punt kan geautomatiseerd worden tijdens het opstarten door het toevoegen van deze regel aan `/etc/fstab`:

```
linproc /usr/compat/linux/proc linprocfs rw 0 0
```

Start dan de browser en voer op de adresbalk `about:plugins` in en druk op **Enter**. Een pagina met alle geïnstalleerde plugins wordt nu getoond.

6.2.4. Firefox en Swfdec Flash plugin

Swfdec is de bibliotheek om Flash-animaties te decoderen en af te beelden. Swfdec-Mozilla is een plugin voor **Firefox**-browsers dat de Swfdec-bibliotheek gebruikt om SWF-bestanden af te spelen. Er wordt nog steeds veel aan ontwikkeld.

Als u het niet kunt of wilt compileren, kan het pakket vanaf het netwerk worden geïnstalleerd:

```
# pkg_add -r swfdec-plugin
```

Als het pakket niet beschikbaar is, kunt u het vanuit de Portscollectie compileren en installeren:

```
# cd /usr/ports/www/swfdec-plugin
# make install clean
```

Herstart hierna uw browser om deze plugin effectief te maken.

6.2.5. Opera

Opera is een volledige en een standaard volgende browser. Hij wordt standaard geleverd met een ingebouwde email-client, een nieuwslezer, een IRC client, een RSS/ATOM feed lezer en nog veel meer. Ondanks dat is **Opera** relatief gezien niet zwaar en erg snel. Hij komt in twee smaken: een FreeBSD versie en een versie die draait onder Linux emulatie.

De FreeBSD pakketversie van **Opera** wordt zo geïnstalleerd:

```
# pkg_add -r opera
```

Sommige FTP-sites hebben niet alle pakketten, maar **Operakan** worden nog altijd via de Portscollectie worden verkregen door te typen:

```
# cd /usr/ports/www/opera
# make install clean
```

De Linux versie van **Opera** kan geïnstalleerd worden door bij de bovenstaande voorbeelden `linux-opera` te gebruiken in plaats van `opera`.

De Adobe Flash plugin is niet beschikbaar voor FreeBSD. Er bestaat echter een Linux versie van de plugin. Om deze versie te installeren moet de port `www/linux-f10-flashplugin10` geïnstalleerd zijn, installeer daarna de port `www/opera-linuxplugins`:

```
# cd /usr/ports/www/linux-f10-flashplugin10
# make install clean
# cd /usr/ports/www/opera-linuxplugins
# make install clean
```

U kunt controleren of de plugin aanwezig is: start uw browser, geef `opera:plugins` in op de adresbalk en druk op **Enter**. Er zou een lijst moeten verschijnen met alle huidige beschikbare plugins.

Volg de instructies voor Firefox om de **Java** plugin te installeren.

6.2.6. Konqueror

Konqueror is deel van **KDE**, maar kan ook buiten **KDE** gebruikt worden door `x11/kdebase3` te installeren.

Konqueror is meer dan een browser, het is ook een bestandsbeheerder en multimedia-viewer.

Er is ook een verzameling plugins beschikbaar voor **Konqueror**, beschikbaar in `misc/konq-plugins`.

Konqueror ondersteunt ook **Flash**; een “How To” gids om ondersteuning voor **Flash** in **Konqueror** te krijgen is beschikbaar op <http://freebsd.kde.org/howtos/konqueror-flash.php>.

6.3. Productiviteit

Als het op productiviteit aankomt, zoeken nieuwe gebruikers vaak een goed kantoorpakket of een vriendelijke tekstverwerker. Hoewel sommige bureaubladomgevingen zoals **KDE** reeds een kantoorpakket verschaffen, is er geen standaard produktiviteitspakket. FreeBSD kan alles verschaffen wat nodig is, ongeacht de bureaubladomgeving.

In dit gedeelte worden de onderstaande applicaties beschreven:

Applicatie	Bronnen	Ports	Afhankelijkheden
KOffice	weinig	zwaar	KDE
AbiWord	weinig	licht	Gtk+ of GNOME
The GIMP	weinig	licht	Gtk+
OpenOffice.org	veel	erg zwaar	JDK™ , Mozilla
LibreOffice	enigszins veel	zwaar	Gtk+ , of KDE / GNOME , of JDK

6.3.1. KOffice

De KDE-gemeenschap heeft zijn bureaubladomgeving met een kantoorpakket geleverd dat buiten **KDE** gebruikt kan worden. Het bevat de vier standaardcomponenten uit andere kantoorpakketten. **KWord** is de tekstverwerker, **KSpread** is het spreadsheetprogramma, **KPresenter** beheert diaprojecties en **Kontour** voorziet in grafische mogelijkheden.

Voordat de nieuwste **KOffice** wordt geïnstalleert, moet er een recente versie van **KDE** geïnstalleerd zijn.

KOffice als pakket installeren gaat met het volgende commando:

```
# pkg_add -r koffice
```

Als het pakket niet beschikbaar is, kan de Portscollectie gebruikt worden. Om **KOffice** voor **KDE3** te installeren:

```
# cd /usr/ports/editors/koffice-kde3
# make install clean
```

6.3.2. AbiWord

AbiWord is een vrij tekstverwerkingsprogramma, ongeveer gelijk aan **Microsoft Word**. Het is geschikt om verslagen, brieven, rapporten, memo's, enzovoort mee te typen. Het programma is snel, bevat veel mogelijkheden en is gebruikersvriendelijk.

AbiWord kan veel bestandsformaten importeren en exporteren, waaronder enkele gesloten formaten, zoals Microsoft's .doc.

AbiWord is beschikbaar als pakket en te installeren met:

```
# pkg_add -r abiword
```

Als het pakket niet beschikbaar is, kan het worden gecompileerd vanuit de Portscollectie. De Portscollectie is meer recent. Dat kan als volgt:

```
# cd /usr/ports/editors/abiword
# make install clean
```

6.3.3. The GIMP

Voor het bewerken of retoucheren van afbeeldingen is **The GIMP** een zeer geavanceerd afbeeldingenmanipulatieprogramma. Het kan als eenvoudig tekenprogramma worden gebruikt of als kwaliteitspakket voor het retoucheren van foto's. Het ondersteunt een groot aantal plugins en bevat een scripting interface. **The GIMP** kan een groot aantal bestandsformaten lezen en schrijven. Het ondersteunt interfaces met scanners en tabletten.

Het pakket is te installeren met:

```
# pkg_add -r gimp
```

Als een FTP-site dit pakket niet heeft, kan de Portscollectie gebruikt worden. De graphics (<http://www.FreeBSD.org/ports/graphics.html>) map van de Portscollectie bevat ook **The GIMP Manual**. Die kan zo geïnstalleerd worden:

```
# cd /usr/ports/graphics/gimp
# make install clean
# cd /usr/ports/graphics/gimp-manual-pdf
# make install clean
```

Opmerking: De graphics (<http://www.FreeBSD.org/ports/graphics.html>) map van de Portscollectie bevat de ontwikkelversie van **The GIMP** in `graphics/gimp-devel`. Een HTML versie van **The GIMP Manual** staan in `graphics/gimp-manual-html`.

6.3.4. OpenOffice.org

OpenOffice.org bevat alle noodzakelijke applicaties in een compleet kantoorproductiviteitspakket: een tekstverwerker, een spreadsheet, een presentatiebeheerder en een tekenprogramma. De gebruikersinterface is vrijwel gelijk aan die van andere kantoorpakketten en het kan veel populaire bestandsformaten in- en uitvoeren. Het is beschikbaar in een aantal verschillende talen — internationalisatie is uitgebreid tot interfaces, spellingcontrole, en woordenboeken.

De tekstverwerker van **OpenOffice.org** gebruikt een eigen XML-bestandsformaat voor overdraagbaarheid en flexibiliteit. Het spreadsheetprogramma bevat een macrotaal en kan gekoppeld worden aan externe databases. **OpenOffice.org** is stabiel en draait zonder aanpassingen op Windows, Solaris™, Linux, FreeBSD en Mac OS X. Meer informatie over **OpenOffice.org** staat op de OpenOffice.org website (<http://www.openoffice.org/>). Voor specifieke FreeBSD informatie en om direct pakketten te downloaden is er de website van het FreeBSD OpenOffice.org Porting Team (<http://porting.openoffice.org/freebsd/>).

Om **OpenOffice.org** te installeren:

```
# pkg_add -r openoffice.org
```

Opmerking: Dit hoort te werken als er een -RELEASE versie van FreeBSD wordt gedraaid. In andere gevallen is het verstandig om te kijken op de website van het FreeBSD OpenOffice.org Porting Team en het juiste pakket met `pkg_add(1)` te downloaden en te installeren. Zowel de huidige release als de ontwikkelversie kunnen op die locatie gedownload worden.

Als het pakket geïnstalleerd is, start dan met het volgende commando **OpenOffice.org**:

```
% openoffice.org
```

Opmerking: Tijdens de eerste keer starten worden er een aantal vragen gesteld en wordt de map `.openoffice.org` in de thuismap van de aangemelde gebruiker gemaakt.

Als de **OpenOffice.org** pakketten niet beschikbaar zijn, kan het uit de ports gecompileerd worden. Hiervoor is veel schijfruimte en tijd nodig:

```
# cd /usr/ports/editors/openoffice.org-3
# make install clean
```

Opmerking: Vervang om een gelokaliseerde versie te bouwen de voorgaande commandoregel door de volgende:

```
# make LOCALIZED_LANG=uw_taal install clean
```

Vervang `taal` door de juiste ISO-taalcode. Een lijst met ondersteunde taalcodes is beschikbaar in het bestand `files/Makefile.localized` in de map van de port.

Start hierna **OpenOffice.org** met:

```
% openoffice.org
```

6.3.5. LibreOffice

LibreOffice is een gratis kantoorpakket ontwikkeld door The Document Foundation (<http://www.documentfoundation.org/>) en is compatibel met andere grote kantoorpakketten en is beschikbaar op meerdere platforms. Het is een afsplitsing van **OpenOffice.org** onder een nieuw merk en bevat alle verwachte toepassingen van een compleet kantoorpakket: een tekstverwerker, een spreadsheet, een presentatiebeheerder, een tekenprogramma, een databasebeheerprogramma, en een programma om wiskundige formules te bewerken. Het is beschikbaar in een aantal verschillende talen — internationalisatie heeft zich uitgebreid naar interfaces, spellingcheckers en woordenboeken.

De tekstverwerker van **LibreOffice** gebruikt een eigen XML-bestandsformaat voor verhoogde portabiliteit en flexibiliteit. Het spreadsheetprogramma bevat een macrotaal en kan met externe databases gebruikt worden.

LibreOffice is reeds stabiel en draait op Windows, Linux, FreeBSD, en Mac OS X. Meer informatie over **LibreOffice** is te vinden op de website van LibreOffice (<http://www.libreoffice.org/>).

Om **LibreOffice** als een pakket te installeren:

```
# pkg_add -r libreoffice
```

Opmerking: Dit zou moeten werken met een -RELEASE-versie van FreeBSD.

Als het pakket is geïnstalleerd, dient de volgende opdracht gebruikt te worden om **LibreOffice** te draaien:

```
% libreoffice
```

Opmerking: Tijdens de eerste keer draaien worden u wat vragen gesteld en wordt er een map `.libreoffice` aangemaakt in uw thuismap.

Als er geen pakket voor **LibreOffice** beschikbaar is, heeft u nog altijd de optie om de port te compileren. Denk er echter aan dat dit veel schijfruimte en redelijk veel tijd kost.

```
# cd /usr/ports/editors/libreoffice
# make install clean
```

Opmerking: Als u een gelokaliseerde versie wilt bouwen, dient u de vorige opdracht door het volgende te vervangen:

```
# make LOCALIZED_LANG=uw_taal install clean
```

U dient `uw_taal` te vervangen door de juiste ISO-taalcode. Een lijst met ondersteunde talen is beschikbaar in het doel `pre-fetch` van de Makefile van de port.

Wanneer dit is gedaan, kan **LibreOffice** gestart worden met deze opdracht:

```
% libreoffice
```

6.4. Documentviewers

Sommige nieuwe documentformaten hebben aan populariteit gewonnen sinds de komst van UNIX; het kan zijn dat de standaardviewers die ze vereisen niet in het basissysteem zitten. In dit gedeelte wordt aangegeven hoe zulke viewers geïnstalleerd kunnen worden.

Dit gedeelte behandelt de onderstaande applicaties:

Applicatie	Bronnen	Ports	Afhankelijkheden
Acrobat Reader	weinig	licht	Linux binaire compatibiliteit
gv	weinig	licht	Xaw3d
Xpdf	weinig	licht	FreeType
GQview	weinig	licht	Gtk+ of GNOME

6.4.1. Acrobat Reader®

Documenten worden vaak als PDF-bestanden, “Portable Document Format”, verspreid. Een van de aanbevolen viewers voor dit bestandstype is **Acrobat Reader** dat Adobe voor Linux heeft uitgegeven. Omdat FreeBSD Linux binaries kan draaien, is het ook beschikbaar voor FreeBSD.

Om **Acrobat Reader 8** te installeren uit de Portscollectie:

```
# cd /usr/ports/print/acroread8
# make install clean
```

Vanwege de licentie is een pakket niet beschikbaar.

6.4.2. gv

gv is een PostScript en PDF viewer. Het is gebaseerd op **ghostview** maar heeft een vriendelijker uiterlijk dankzij de **Xaw3d** bibliotheek. Het is snel en heeft mogelijkheden, zoals oriëntatie, papiergrootte, schalen en anti-aliassen. Bijna elke bewerking kan met het toetsenbord of de muis worden gedaan.

gv is als pakket te installeren:

```
# pkg_add -r gv
```

Of uit de Portscollectie:

```
# cd /usr/ports/print/gv
# make install clean
```

6.4.3. Xpdf

Xpdf een efficiënte lichtgewicht PDF-viewer voor FreeBSD. Het heeft erg weinig bronnen nodig en is zeer stabiel. Het gebruikt de standaard X-fonts en is niet afhankelijk van **Motif** of andere X-toolkits.

Xpdf is als pakket te installeren:

```
# pkg_add -r xpdf
```

Of uit de Portscollectie:

```
# cd /usr/ports/graphics/xpdf
# make install clean
```

Als de installatie voltooid is, kan **Xpdf** gestart worden en het menu kan met de rechtermuisknop geactiveerd worden.

6.4.4. GQview

GQview is een afbeeldingenbeheerder. Een bestand kan met één klik bekeken worden, er kan een externe editor opgestart worden er kunnen thumbnail-voorbeelden gemaakt worden en nog veel meer. Het bevat ook een diapresentatie-modus en enkele standaard bestandsoperaties. Er kunnen afbeeldingsverzamelingen beheerd worden en eenvoudig duplicaten gevonden worden. **GQview** kan het complete scherm gebruiken en ondersteunt meerdere talen.

GQview is als pakket te installeren:

```
# pkg_add -r gqview
```

Of uit de Portscollectie:

```
# cd /usr/ports/graphics/gqview
# make install clean
```

6.5. Financiën

Om financiën via het FreeBSD bureaublad te beheren zijn er krachtige en gemakkelijk te gebruiken applicaties om te installeren. Sommige zijn compatibel met wijdverbreide bestandsformaten, zoals de formaten gebruikt door **Quicken®** en **Excel** om documenten op te slaan.

Dit gedeelte behandelt deze programma's:

Applicatie	Bronnen	Ports	Afhankelijkheden
GnuCash	weinig	zwaar	GNOME
Gnumeric	weinig	zwaar	GNOME
Abacus	weinig	licht	Tcl/Tk
KMyMoney	weinig	zwaar	KDE

6.5.1. GnuCash

GnuCash is onderdeel van **GNOME** dat gebruikersvriendelijke en krachtige applicaties aan eindgebruikers wil leveren. Met **GnuCash** kunnen inkomsten en uitgaven, bankrekeningen en voorraden bijgehouden worden. Het bevat een intuïtieve interface terwijl het erg professioneel blijft.

GnuCash levert een slim kasboek, een hiërarchisch systeem van rekeningen, en veel toetsenbordversnellers en auto-invul mogelijkheden. Het kan een transactie splitsen in meer gedetailleerde stukken. **GnuCash** kan **Quicken** QIF-bestanden invoeren en samenvoegen. Het kan ook met de meeste internationale datum- en valutaformaten omgaan.

GnuCash is als pakket te installeren:

```
# pkg_add -r gnuCash
```

Of uit de Portscollectie:

```
# cd /usr/ports/finance/gnuCash
# make install clean
```

6.5.2. Gnumeric

Gnumeric is een spreadsheetprogramma uit de **GNOME** bureaubladomgeving. Het maakt gebruik van “auto-invullen” afhankelijk van het celformaat. Het kan bestanden in een aantal populaire formaten zoals **Excel**, **Lotus 1-2-3** en **Quattro Pro** inlezen. **Gnumeric** ondersteunt grafieken door middel van het grafiekprogramma **math/guppi**. Het heeft een groot aantal ingebouwde functies en kent gebruikelijke celformaten als nummer, valuta, datum, tijd en veel meer.

Gnumeric is als pakket te installeren:

```
# pkg_add -r gnumeric
```

Of uit de Portscollectie:

```
# cd /usr/ports/math/gnumeric
# make install clean
```

6.5.3. Abacus

Abacus is een kleine en gemakkelijk te gebruiken spreadsheetprogramma. Het bevat veel ingebouwde functies die nuttig zijn in verschillende domeinen zoals statistiek, financiën, en wiskunde. Het kan **Excel**-bestanden lezen en schrijven. **Abacus** kan PostScript uitvoer produceren.

Abacus is als pakket te installeren:

```
# pkg_add -r abacus
```

Of uit de Portscollectie:

```
# cd /usr/ports/deskutils/abacus
# make install clean
```

6.5.4. KMyMoney

KMyMoney is een persoonlijke financiële beheerder gebouwd voor **KDE**. **KMyMoney** poogt om alle belangrijke eigenschappen die in commerciële persoonlijke financiële beheerders zitten te bieden en te integreren.

Gebruiksgemak en degelijke dubbele accounting zijn eigenschappen die worden benadrukt. **KMyMoney** importeert vanuit standaard Quicken Interchange Format (QIF) bestanden, houdt investeringen bij, kan met meerdere munteenheden overweg, en biedt een waaier aan rapporten. Mogelijkheden om OFX te importeren zijn via een aparte plugin beschikbaar.

Om **KMyMoney** als een pakket te installeren:

```
# pkg_add -r kmymoney2
```

Als het pakket niet beschikbaar is, kan de Portscollectie gebruikt worden:

```
# cd /usr/ports/finance/kmymoney2
# make install clean
```

6.6. Samenvatting

Hoewel FreeBSD populair is bij ISP's om zijn prestaties en stabiliteit, is het behoorlijk klaar voor dagelijks gebruik als een bureaublad. Met enkele duizenden applicaties als pakketten (<http://www.FreeBSD.org/applications.html>) of ports (<http://www.FreeBSD.org/ports/index.html>), is een perfect bureaublad te bouwen dat aan alle noden voldoet.

Nu volgt nog een overzicht van alle bureaubladapplicaties die in dit hoofdstuk zijn behandeld:

Applicatie	Package	Port
Opera	linux-opera	www/linux-opera
Firefox	firefox	www/firefox
KOffice	koffice	editors/koffice-kde3
AbiWord	abiword	editors/abiword
The GIMP	gimp	graphics/gimp
OpenOffice.org	openoffice	editors/openoffice.org-3
LibreOffice	libreoffice	editors/libreoffice
Acrobat Reader	acroread	print/acroread8
gv	gv	print/gv
Xpdf	xpdf	graphics/xpdf
GQview	gqview	graphics/gqview
GnuCash	gnucash	finance/gnucash
Gnumeric	gnumeric	math/gnumeric
Abacus	abacus	deskutils/abacus
KMyMoney	kmymoney2	finance/kmymoney2

Hoofdstuk 7.

Multimedia

7.1. Overzicht

FreeBSD ondersteunt een breed bereik aan geluidskaarten, waardoor het mogelijk is van geluid van hoge kwaliteit op een computer te genieten. Hieronder vallen mogelijkheden om geluid op te nemen en af te spelen in de MPEG Audio Layer 3 (MP3), WAV en Ogg Vorbis formaten en vele andere formaten. De FreeBSD Portscollectie bevat ook programma's waarmee opgenomen audio bewerkt kan worden, waarmee geluidseffecten toegevoegd kunnen worden en aangesloten MIDI apparaten bestuurd kunnen worden.

Met wat experimenteren kunnen met FreeBSD videobestanden en DVD's afgespeeld worden. Er zijn minder programma's om video te encoderen, te converteren en af te spelen dan er zijn voor audio. Op het moment van schrijven is er bijvoorbeeld geen goed hercoderingsprogramma in de FreeBSD Portscollectie beschikbaar wat gebruikt kan worden om tussen formaten onderling te converteren, zoals mogelijk is met `audio/sox`. De software in dit landschap is echter sterk aan verandering onderhevig.

In dit hoofdstuk worden de stappen beschreven die uitgevoerd moeten worden om een geluidskaart in te stellen. Bij de installatie en instelling van X11 (Hoofdstuk 5) is al beschreven hoe videokaarten ingesteld kunnen worden, hoewel er nog wel een aantal mogelijkheden zijn om het afspelen te verbeteren.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Hoe een systeem zo in te stellen dat een geluidskaart wordt herkend;
- Hoe getest kan worden of een kaart werkt;
- Hoe problemen op te lossen met betrekking tot geluidsinstellingen;
- Hoe MP3's en andere audio af te spelen en te maken;
- Hoe video wordt ondersteund door de X server;
- Welke video speler/encoderports goede resultaten geven;
- Hoe DVD's, `.mpg` en `.avi` bestanden af te spelen;
- Hoe de inhoud van CD's en DVD's naar bestanden geript kan worden;
- Hoe een TV-kaart in te stellen;
- Hoe een scanner in te stellen.

Er wordt aangenomen dat de lezer van dit hoofdstuk:

- Weet hoe een nieuwe kernel in te stellen en te installeren (Hoofdstuk 8).

Waarschuwing Het proberen aan te koppelen van audio-CD's met mount(8) resulteert in ieder geval in een foutmelding en in het ergste geval tot een *kernel panic*. Dat type media heeft een formaat dat afwijkt van het gebruikelijke ISO-bestandssysteem.

7.2. Geluidskaart installeren

7.2.1. Systeem instellen

Alvorens te beginnen is het van belang te weten welk model een geluidskaart is, welke chip erop wordt gebruikt en of het een PCI of ISA kaart is. FreeBSD ondersteunt vele PCI en ISA kaarten. De ondersteunde audio-apparaten staan in een lijst in de Hardware Notes (<http://www.FreeBSD.org/releases/9.0R/hardware.html>). In de Hardware Notes staat ook beschreven welk stuurprogramma uw kaart ondersteunt.

Om een geluidsapparaat te gebruiken dient het juiste apparaatstuurprogramma geladen te worden. Dit kan op twee manieren. De meest eenvoudige manier is simpelweg een kernelmodule te laden voor de gewenste geluidskaart met kldload(8). Dit kan vanaf de commandoregel:

```
# kldload snd_emu10k1
```

Of door als volgt de juiste regel toe te voegen aan `/boot/loader.conf`:

```
snd_emu10k1_load="YES"
```

De bovenstaande voorbeelden zijn voor een Creative SoundBlaster® Live! geluidskaart. De overige beschikbare laadbare geluidsmodules staan beschreven in `/boot/defaults/loader.conf`. Als niet compleet duidelijk is welk stuurprogramma gebruikt dient te worden, dan kan het met de module `snd_driver` geprobeerd worden:

```
# kldload snd_driver
```

Dit is een metastuurprogramma, dat in één keer de meest voorkomende apparaatstuurprogramma's laadt. Hiermee kan het zoeken naar het juiste stuurprogramma versneld worden. Het is ook mogelijk om alle geluidsstuurprogramma's te laden via de optie `/boot/loader.conf`.

Om uit te vinden welk stuurprogramma na het laden van het metastuurprogramma `snd_driver` wordt geladen kan de inhoud van het bestand `/dev/sndstat` nagekeken worden met `cat /dev/sndstat`.

Een tweede mogelijkheid is ondersteuning voor een geluidskaart statisch in de kernel te compileren. In de onderstaande paragrafen staat meer informatie over hoe op die manier ondersteuning voor hardware toegevoegd kan worden. Meer informatie over het hercompileren van een kernel staat in Hoofdstuk 8.

7.2.1.1. Aangepaste kernel maken met geluidsondersteuning

Eerst moet het stuurprogramma voor het audioraamwerk `sound(4)` aan de kernel toegevoegd worden. Daarvoor dient het volgende te worden opgenomen in het bestand met kernelinstellingen:

```
device sound
```

Daarna kan ondersteuning voor de specifieke geluidskaart toegevoegd worden. Daarvoor moet bekend zijn welk stuurprogramma de kaart ondersteunt. Dit kan opgezocht worden in de lijst met ondersteunde audio-apparaten in de

Hardware Notes (<http://www.FreeBSD.org/releases/9.0R/hardware.html>), waar de correcte stuurprogramma's voor geluidskaarten beschreven staan. Zo wordt een Creative SoundBlaster Live! geluidskaart bijvoorbeeld ondersteund door het stuurprogramma `snd_emu10k1(4)`. Ondersteuning voor deze kaart kan als volgt worden toegevoegd:

```
device snd_emu10k1
```

In de hulppagina voor een stuurprogramma staat welke syntaxis gebruikt kan worden. De expliciete syntaxis voor de kernelinstellingen voor elk ondersteund geluidsstuurprogramma staat ook in `/usr/src/sys/conf/NOTES`.

Voor niet-PnP ISA-geluidskaarten kan het nodig zijn dat de kernel informatie gegeven moet worden over de instellingen van de kaart (IRQ, I/O poort, enzovoort), zoals dat geldt voor alle niet-PnP ISA-kaarten. Dit kan via het bestand `/boot/device.hints`. Bij het starten van een systeem leest de loader(8) dat bestand uit en geeft de instellingen door aan de kernel. Zo gebruikt een oude Creative SoundBlaster 16 ISA niet-PnP-kaart het stuurprogramma `snd_sbc(4)` samen met `snd_sb16` en dient de volgende regel toegevoegd te worden aan het kernelinstellingenbestand:

```
device snd_sbc
device snd_sb16
```

Daarnaast moet het volgende worden toegevoegd aan `/boot/device.hints`:

```
hint.sbc.0.at="isa"
hint.sbc.0.port="0x220"
hint.sbc.0.irq="5"
hint.sbc.0.drq="1"
hint.sbc.0.flags="0x15"
```

In dit geval gebruikt de kaart I/O poort 0x220 en IRQ 5.

De gebruikte syntaxis voor `/boot/device.hints` staat beschreven in de hulppagina `sound(4)` en de hulppagina voor het gevraagde stuurprogramma.

De bovenstaande instellingen zijn de standaardinstellingen. In sommige gevallen moeten IRQ of andere instellingen gewijzigd worden om een apparaat juist te laten werken. In `snd_sbc(4)` staat meer informatie over deze kaart.

7.2.2. Geluidskaart testen

Na het herstarten met de aangepaste kernel of na het laden van de benodigde module, hoort de geluidskaart ongeveer als volgt te verschijnen in de systeemberichtbuffer (`dmesg(8)`):

```
pcm0: <Intel ICH3 (82801CA)> port 0xdc80-0xdcbf,0xd800-0xd8ff irq 5 at device 31.5 on pci0
pcm0: [GIANT-LOCKED]
pcm0: <Cirrus Logic CS4205 AC97 Codec>
```

De status van de geluidskaart kan gecontroleerd worden via het bestand `/dev/sndstat`:

```
# cat /dev/sndstat
FreeBSD Audio Driver (newpcm)
Installed devices:
pcm0: <Intel ICH3 (82801CA)> at io 0xd800, 0xdc80 irq 5 bufsz 16384
kld snd_ich (1p/2r/0v channels duplex default)
```

De uitvoer kan per systeem wat verschillen. Als er geen apparaten `pcm` genoemd worden, dienen eerdere stappen herzien te worden. Bekijk nogmaals de instellingen van de kernel en bevestig dat het juiste apparaatstuurprogramma was gekozen. Veel voorkomende problemen staan beschreven in Paragraaf 7.2.2.1.

Als het goed is werkt de geluidskaart nu. Als pinnen voor audio-out van de CD-ROM- of DVD-ROM-drive juist zijn aangesloten op de geluidskaart, dan kan er een CD in de drive gestopt worden en kan deze met `cdcontrol(1)` afgespeeld worden:

```
% cdcontrol -f /dev/acd0 play 1
```

Applicaties als `audio/workman` kunnen een vriendelijker interface bieden. Wellicht is het handig om een applicatie als `audio/mpg123` te installeren om naar MP3 audiobestanden te luisteren.

Een snelle manier om de kaart te testen is het als volgt sturen van gegevens naar `/dev/dsp`:

```
% cat bestandsnaam > /dev/dsp
```

`bestandsnaam` kan ieder bestand zijn. Deze commandoregel hoort wat ruis te maken, waardoor wordt bevestigd dat de geluidskaart echt werkt.

Opmerking: De apparaat nodes `/dev/dsp*` worden automatisch aangemaakt wanneer dat nodig is. Als deze niet worden gebruikt, bestaan ze niet en zullen ze niet terugkomen in de terugkoppeling van `ls(1)`.

Niveaus voor de geluidskaartmixer kunnen aangepast worden met het commando `mixer(8)`. Er staan meer details in `mixer(8)`.

7.2.2.1. Bekende problemen

Fout	Oplossing
<code>sb_dspwr(XX) timed out</code>	De I/O poort is niet correct ingesteld.
<code>bad irq XX</code>	Het IRQ is niet correct ingesteld. Zorg dat het ingestelde IRQ en het IRQ voor het geluid hetzelfde zijn.
<code>xxx: gus pcm not attached, out of memory</code>	Er is niet genoeg geheugen beschikbaar om het apparaat te gebruiken.
<code>xxx: can't open /dev/dsp!</code>	Controleer <code>fstat grep dsp</code> of een ander programma het apparaat geopend heeft. Bekende probleemgevallen zijn esound en KDE's geluidsondersteuning.

Een ander euvel is dat moderne grafische kaarten voor het gebruik van HDMI en dergelijken vaak zijn uitgerust met hun eigen geluidsstuurprogramma. Dit geluidsapparaat wordt soms opgesomd voor het eigenlijke geluidskaart en daardoor wordt deze niet gebruikt als het standaard afspeelapparaat. Om te zien of dit het geval is, kan **dmesg** worden gedraaid en gezocht worden naar `pcm`. De uitvoer ziet er ongeveer als volgt uit:

```
...
hdac0: HDA Driver Revision: 20100226_0142
hdac1: HDA Driver Revision: 20100226_0142
hdac0: HDA Codec #0: NVidia (Unknown)
hdac0: HDA Codec #1: NVidia (Unknown)
```

```
hdac0: HDA Codec #2: NVidia (Unknown)
hdac0: HDA Codec #3: NVidia (Unknown)
pcm0: <HDA NVidia (Unknown) PCM #0 DisplayPort> at cad 0 nid 1 on hdac0
pcm1: <HDA NVidia (Unknown) PCM #0 DisplayPort> at cad 1 nid 1 on hdac0
pcm2: <HDA NVidia (Unknown) PCM #0 DisplayPort> at cad 2 nid 1 on hdac0
pcm3: <HDA NVidia (Unknown) PCM #0 DisplayPort> at cad 3 nid 1 on hdac0
hdac1: HDA Codec #2: Realtek ALC889
pcm4: <HDA Realtek ALC889 PCM #0 Analog> at cad 2 nid 1 on hdac1
pcm5: <HDA Realtek ALC889 PCM #1 Analog> at cad 2 nid 1 on hdac1
pcm6: <HDA Realtek ALC889 PCM #2 Digital> at cad 2 nid 1 on hdac1
pcm7: <HDA Realtek ALC889 PCM #3 Digital> at cad 2 nid 1 on hdac1
...
```

Hier is de grafische kaart (NVidia) opgesomd voor de geluidskaart (Realtek ALC889). Om de geluidskaart als standaard afspeelapparaat te gebruiken, dient `hw.snd.default_unit` veranderd te worden in de eenheid dat voor afspelen gebruikt moet worden:

```
# sysctl hw.snd.default_unit=n
```

Hier is `n` het nummer van het geluidsapparaat wat gebruikt dient te worden, in dit voorbeeld 4. U kunt deze verandering permanent maken door de volgende regel aan `/etc/sysctl.conf` toe te voegen:

```
hw.snd.default_unit=4
```

7.2.3. Meerdere geluidsbronnen gebruiken

Het is vaak wenselijk om meerdere geluidsbronnen tegelijkertijd af te kunnen spelen, zoals wanneer **esound** of **artsd** het delen van een geluidsapparaat met een andere applicatie niet ondersteunen.

Met FreeBSD kan dit met *Virtuele Geluidskanalen*, die aangezet kunnen worden met de faciliteit `sysctl(8)`. Met virtuele kanalen kunnen het afspelen van een geluidskaart gemultiplext worden door het geluid in de kernel te mixen.

Het aantal virtuele kanalen kan met drie `sysctl` knoppen als `root` als volgt ingesteld worden:

```
# sysctl dev.pcm.0.play.vchans=4
# sysctl dev.pcm.0.rec.vchans=4
# sysctl hw.snd.maxautovchans=4
```

In het bovenstaande voorbeeld worden vier virtuele kanalen toegewezen, wat in het dagelijks gebruik voldoende is. Zowel `dev.pcm.0.play.vchans=4` als `dev.pcm.0.rec.vchans=4` zijn het aantal virtuele kanalen dat `pcm0` heeft voor afspelen en opnemen, en zijn instelbaar als een apparaat is aangesloten. In `hw.snd.maxautovchans` staat het aantal virtuele kanalen dat aan een nieuw audio-apparaat wordt gegeven als het wordt aangesloten met `kldload(8)`. Omdat de module `pcm` onafhankelijk van de hardware stuurprogramma's geladen kan worden, kan in `hw.snd.maxautovchans` opgeslagen worden hoeveel virtuele kanalen apparaten die later worden aangesloten krijgen. Voor meer informatie wordt naar `pcm(4)` verwezen.

Opmerking: Het aantal virtuele kanalen voor een apparaat kan niet gewijzigd worden als het in gebruik is. Sluit eerst alle programma's die het apparaat gebruiken, zoals muziekspelers of geluidsdaemons.

Het juiste pcm apparaat zal automatisch en transparant gealloceerd worden voor programma's die `/dev/dsp0` aanroepen.

7.2.4. Standaardwaarden voor mixerkanalen instellen

De standaardwaarden voor de mixerkanalen zijn ingesteld in de broncode van het stuurprogramma `pcm(4)`. Er zijn vele applicaties en daemons waarmee waarden voor de mixer ingesteld en onthouden kunnen worden en iedere keer bij het starten weer kunnen worden ingesteld, maar dit is geen nette oplossing. Het is mogelijk om de standaardwaarden in te stellen op het niveau van het stuurprogramma — dit wordt bereikt door de gewenste waarden in te stellen in `/boot/device.hints`, bijvoorbeeld:

```
hint.pcm.0.vol="50"
```

Met de bovenstaande instelling wordt het volume van een kanaal standaard op 50 ingesteld bij het laden van de module `pcm(4)`.

7.3. MP3 audio

Met MP3 (MPEG Layer 3 Audio) kan geluid bijna in CD-kwaliteit weergegeven worden en dus is er een goede reden om dit vooral niet na te laten op een FreeBSD werkstation.

7.3.1. MP3 spelers

Verreweg de meest populaire X11 MP3 speler is **XMMS** (X Multimedia Systeem). In **XMMS** kunnen **Winamp** skins gebruikt worden, omdat de GUI vrijwel gelijk is aan die van Nullsoft's **Winamp**. **XMMS** heeft ook een eigen plug-in ondersteuning.

XMMS kan geïnstalleerd worden via de `multimedia/xmms` port of pakket.

De interface van **XMMS** is intuïtief met een afspeellijst, grafische equalizer en meer. Gebruikers die bekend zijn met **Winamp** vinden **XMMS** vast eenvoudig te gebruiken.

De port `audio/mpg123` is een alternatieve MP3-speler die gebruik maakt van de commandoregel.

mpg123 werkt door het geluidsapparaat en het MP3-bestand aan te geven op de commandoregel. Aangenomen dat uw audio-apparaat `/dev/dsp1.0` is en u het MP3-bestand *Foobar-GreatestHits.mp3* wilt afspelen, zou u het volgende opgeven:

```
# mpg123 -a /dev/dsp1.0 Foobar-GreatestHits.mp3
High Performance MPEG 1.0/2.0/2.5 Audio Player for Layer 1, 2 and 3.
Version 0.59r (1999/Jun/15). Written and copyrights by Michael Hipp.
Uses code from various people. See 'README' for more!
THIS SOFTWARE COMES WITH ABSOLUTELY NO WARRANTY! USE AT YOUR OWN RISK!
```

```
Playing MPEG stream from Foobar-GreatestHits.mp3 ...
MPEG 1.0 layer III, 128 kbit/s, 44100 Hz joint-stereo
```

7.3.2. CD audio tracks rippen

Voordat een CD of een CD track naar MP3 ge-encodeerd kan worden moeten de audiogegevens naar de harde schijf geript worden. Dit gaat door de ruwe CDDA (CD Digital Audio) gegevens naar WAV-bestanden te kopiëren.

Het hulpprogramma `cdda2wav`, dat onderdeel is van de suite `sysutils/cdrtools`, kan gebruikt worden om audio-informatie en de daarbij behorende informatie van CD's te rippen.

Als de audio CD in de drive zit, kan het volgende commando als `root` uitgevoerd worden om een hele CD naar individuele (per track) WAV-bestanden te rippen:

```
# cdda2wav -D 0,1,0 -B
```

`cdda2wav` ondersteunt ATAPI (IDE) CD-ROM-drives. Om van een IDE drive te rippen, dient de apparaatnaam aangegeven te worden in plaats van de SCSI eenheidsnummers. Om bijvoorbeeld track 7 van een IDE drive te rippen:

```
# cdda2wav -D /dev/acd0 -t 7
```

De optie `-D 0,1,0` geeft het SCSI apparaat `0,1,0` aan, dat overeenkomt met de uitvoer van `cdrecord -scanbus`.

Om individuele tracks te rippen kan gebruik gemaakt worden van de optie `-t`:

```
# cdda2wav -D 0,1,0 -t 7
```

In het bovenstaande voorbeeld wordt track 7 van de audio CD geript. Om een reeks tracks te rippen, bijvoorbeeld van 1 tot 7, kan een reeks opgegeven worden:

```
# cdda2wav -D 0,1,0 -t 1+7
```

Ook het hulpprogramma `dd(1)` kan gebruikt worden om audio tracks van ATAPI drives af te halen. Deze mogelijkheid wordt beschreven in Paragraaf 18.6.5.

7.3.3. MP3's encoderen

Tegenwoordig is *de* MP3 encoder **lame**. **Lame** staat in `audio/lame` in de portsstructuur.

Met de geripte WAV-bestanden converteert het volgende commando `audio01.wav` naar `audio01.mp3`:

```
# lame -h -b 192 \
--tt "Foo Titel" \
--ta "FooBar Artiest" \
--tl "FooBar Album" \
--ty "2005" \
--tc "Geript en encoded door Foo" \
--tg "Genre" \
audio01.wav audio01.mp3
```

192 kbits lijkt de standaard bitrate voor MP3 te zijn. Het is ook mogelijk 128 of 160 of andere bitrates te gebruiken. Hoe hoger de bitrate, hoe meer schijfruimte de uiteindelijke MP3-bestanden gebruiken, maar ook de kwaliteit wordt dan hoger. Met de optie `-h` wordt de modus “hogere kwaliteit, maar iets langzamer” ingeschakeld. Met de opties vanaf `--t` worden de ID3 tags ingegeven, die meestal informatie over een nummer bevatten en onderdeel uitmaken van het MP3-bestand. In de hulppagina voor **lame** staan nog meer opties die gebruikt kunnen worden bij het encoderen beschreven.

7.3.4. MP3's decoderen

Om een CD te kunnen branden van MP3's, moeten ze omgezet worden naar een niet gecomprimeerd WAV-formaat. Zowel **XMMS** als **mpg123** ondersteunen de uitvoer van MP3 naar een niet gecomprimeerd bestandsformaat.

Naar schijf schrijven met **XMMS**:

1. Start **XMMS**;
2. Klik rechts op het venster om het **XMMS** menu te zien;
3. Selecteer Preference onder Options;
4. Wijzig de Output Plugin naar "Disk Writer Plugin";
5. Klik Configure;
6. Voer een map in (of kies "browse") waar de ongecomprimeerde bestanden naar toe geschreven moeten worden;
7. Laad de MP3-bestanden zoals gewoonlijk in **XMMS**, met het volume op 100% en de EQ instellingen uitgeschakeld;
8. Klik Play. **XMMS** lijkt nu de MP3 af te spelen, maar er is geen muziek te horen. Nu wordt feitelijk de MP3 afgespeeld naar een bestand;
9. Zorg ervoor dat de standaard Output Plugin wordt teruggezet naar hoe de instellingen waren om weer naar MP3's te kunnen luisteren.

Schrijven naar stdout vanuit **mpg123**:

1. Voer `mpg123 -s audio01.mp3 > audio01.pcm` uit.

XMMS schrijft een bestand in het WAV-formaat, terwijl **mpg123** de MP3 converteert naar ruwe PCM audio data. Beide formaten kunnen gebruikt worden met **cdrecord** om audio CD's te maken. Met **burncd(8)** moeten ruwe PCM-bestanden gebruikt worden. Als er WAV-bestanden worden gebruikt, is er een tikgeluid te horen bij het begin van iedere track. Dit is het geluid van de kop van ieder WAV-bestand. Met het hulpprogramma **SoX** kan de kop van WAV-bestanden verwijderd worden. Dit programma kan geïnstalleerd worden met de port of pakket `audio/sox`

```
% sox -t wav -r 44100 -s -w -c 2 track.wav track.raw
```

In Paragraaf 18.6 staat meer informatie over het gebruiken van een CD-brander in FreeBSD.

7.4. Video afspelen

Video afspelen is een relatief nieuwe en zich snel ontwikkelende richting voor applicaties. In tegenstelling tot voor audio werkt alles hier niet zo soepel.

Voor er wordt begonnen is het van belang te weten welk model videokaart zich in een systeem bevindt en welke chip die gebruikt. Hoewel **Xorg** vele videokaarten ondersteunt, zijn er veel minder geschikt om goed video mee af te spelen. Er kan een lijst met ondersteunde extensies getoond worden voor X server met de gebruikte videokaart door het commando `xdpyinfo(1)` uit te voeren terwijl X11 draait.

Het is verstandig een kort MPEG-bestand beschikbaar te hebben dat gebruikt kan worden als testbestand voor het evalueren van de spelers en hun opties. Omdat sommige DVD-spelers standaard zoeken naar DVD media in

/dev/dvd of deze apparaatnaam standaard in de broncode hebben staan, is het wellicht verstandig om een symbolische link te maken naar de juiste apparaten:

```
# ln -sf /dev/acd0 /dev/dvd
# ln -sf /dev/acd0 /dev/rdvd
```

Vanwege de werking van devfs(5), blijven handmatig aangemaakte links niet bestaan als een systeem wordt herstart. Om automatisch symbolische links aan te laten maken als een systeem start, kunnen de volgende regels toegevoegd worden aan /etc/devfs.conf:

```
link acd0 dvd
link acd0 rdvd
```

Daarnaast zijn voor het decoderen van DVD, waarvoor bijzondere DVD-ROM functies aangeroepen worden, schrijfrechten op de DVD-apparaten nodig.

Om de gedeeld-geheugeninterface van X11 te verbeteren, wordt aangeraden dat een aantal variabelen van sysctl(8) worden verhoogd:

```
kern.ipc.shmmax=67108864
kern.ipc.shmall=32768
```

7.4.1. Videomogelijkheden vaststellen

Er zijn een aantal methoden om video weer te geven onder X11. Welke echt werkt, is voornamelijk afhankelijk van de gebruikte hardware. Iedere hieronder beschreven methode geeft andere resultaten op andere hardware. De laatste tijd krijgt het renderen van video in X11 veel aandacht en bij iedere versie van **Xorg** kan er een aanzienlijke verbetering zijn.

Een lijst van veel gebruikte video-interfaces:

1. X11: normale X11 uitvoer met gebruikmaking van gedeeld geheugen;
2. XVideo: een uitbreiding op de X11 interface die video in een door X11 getekend object ondersteunt;
3. SDL: de Simple Directmedia Layer;
4. DGA: de Direct Graphics Access;
5. SVGAlib: low level console grafische laag.

7.4.1.1. XVideo

Xorg kent een uitbreiding *XVideo*, ook bekend als Xvideo, Xv of xv, waarmee video direct weergegeven kan worden in getekende objecten door een speciale versneller. Deze uitbreiding geeft een goede afspeelkwaliteit, zelfs op machines met mindere specificaties.

Of de uitbreiding actief is, kan gecontroleerd worden met het commando `xvinfo`:

```
% xvinfo
```

XVideo wordt ondersteund als de uitvoer er ongeveer als volgt uitziet:

```
X-Video Extension version 2.2
screen #0
```

```

Adaptor #0: "Savage Streams Engine"
  number of ports: 1
  port base: 43
  operations supported: PutImage
  supported visuals:
    depth 16, visualID 0x22
    depth 16, visualID 0x23
  number of attributes: 5
    "XV_COLORKEY" (range 0 to 16777215)
      client settable attribute
      client gettable attribute (current value is 2110)
    "XV_BRIGHTNESS" (range -128 to 127)
      client settable attribute
      client gettable attribute (current value is 0)
    "XV_CONTRAST" (range 0 to 255)
      client settable attribute
      client gettable attribute (current value is 128)
    "XV_SATURATION" (range 0 to 255)
      client settable attribute
      client gettable attribute (current value is 128)
    "XV_HUE" (range -180 to 180)
      client settable attribute
      client gettable attribute (current value is 0)
  maximum XvImage size: 1024 x 1024
  Number of image formats: 7
    id: 0x32595559 (YUY2)
      guid: 59555932-0000-0010-8000-00aa00389b71
      bits per pixel: 16
      number of planes: 1
      type: YUV (packed)
    id: 0x32315659 (YV12)
      guid: 59563132-0000-0010-8000-00aa00389b71
      bits per pixel: 12
      number of planes: 3
      type: YUV (planar)
    id: 0x30323449 (I420)
      guid: 49343230-0000-0010-8000-00aa00389b71
      bits per pixel: 12
      number of planes: 3
      type: YUV (planar)
    id: 0x36315652 (RV16)
      guid: 52563135-0000-0000-0000-000000000000
      bits per pixel: 16
      number of planes: 1
      type: RGB (packed)
      depth: 0
      red, green, blue masks: 0x1f, 0x3e0, 0x7c00
    id: 0x35315652 (RV15)
      guid: 52563136-0000-0000-0000-000000000000
      bits per pixel: 16
      number of planes: 1
      type: RGB (packed)
      depth: 0

```



```

    red, green, blue masks: 0x1f, 0x7e0, 0xf800
id: 0x31313259 (Y211)
    guid: 59323131-0000-0010-8000-00aa00389b71
    bits per pixel: 6
    number of planes: 3
    type: YUV (packed)
id: 0x0
    guid: 00000000-0000-0000-0000-000000000000
    bits per pixel: 0
    number of planes: 0
    type: RGB (packed)
    depth: 1
    red, green, blue masks: 0x0, 0x0, 0x0

```

Opmerking: Sommige van de weergegeven formaten (YUV2, YUV12, enzovoort) zijn niet in iedere implementaties van XVideo beschikbaar en hun afwezigheid kan sommige spelers hinderen.

Als het resultaat er als hieronder uitziet, is er geen ondersteuning voor XVideo aanwezig op de videokaart in een systeem:

```

X-Video Extension version 2.2
screen #0
no adaptors present

```

Als XVideo voor een kaart niet wordt ondersteund, dan betekent dat alleen dat het lastiger wordt om op een beeldscherm aan de vereisten voor het renderen van video te voldoen. Afhankelijk van de videokaart en de processor kan het toch nog mogelijk zijn om acceptabele prestaties neer te zetten. In Paragraaf 7.4.3 staan verwijzingen naar leesvoer over mogelijkheden voor het verbeteren van prestaties.

7.4.1.2. Eenvoudige Directmedia Laag

De Eenvoudige Directmedia Laag (Simple Directmedia Layer), SDL, was bedoeld als een porting-laag tussen Microsoft Windows, BeOS en UNIX, waardoor cross-platform toepassingen konden worden ontwikkeld die efficiënt gebruik maken van geluid en beelden. De SDL laag biedt een abstractie op laag niveau naar de hardware die soms efficiënter kan zijn dan de X11 interface.

De SDL staat in `devel/sdl12`.

7.4.1.3. Directe Grafische Toegang

Directe Grafische Toegang (Direct Graphics Access) is een X11 uitbreiding die een programma in staat stelt voorbij te gaan aan de X server en de framebuffer direct kan wijzigen. Omdat hij afhankelijk is van geheugenmapping op een laag niveau om dit delen uit te voeren, moeten programma's die er gebruik van maken als `root` draaien.

De DGA uitbreiding kan getest en gebenchmarkt worden met `dga(1)`. Als `dga` draait, verandert het de kleuren op een scherm als er een toets wordt ingedrukt. Om te stoppen kan de toets `q` gebruikt worden.

7.4.2. Ports en pakketten met video

In dit onderdeel wordt de software die vanuit de FreeBSD Portscollectie beschikbaar is voor het afspelen van video beschreven. Het afspelen van video is een tak van softwareontwikkeling die erg in beweging is en de mogelijkheden van de verschillende applicaties verschillen zeer waarschijnlijk van wat hier is beschreven.

Als eerste is het belangrijk om te weten dat veel applicaties die met video te maken hebben en op FreeBSD draaien ontwikkeld zijn als Linux applicaties. Veel van die applicaties zijn op het moment van schrijven van beta-kwaliteit. Problemen die te verwachten zijn bij het gebruik van de beschreven videopakketten op FreeBSD zijn:

1. Een applicatie kan geen bestanden afspelen die zijn gemaakt met een andere applicatie;
2. Een applicatie kan geen bestanden afspelen die met de applicatie zelf zijn gemaakt;
3. Dezelfde applicatie, op twee verschillende machines gebouwd, speelt hetzelfde bestand op twee machines anders af;
4. Een ogenschijnlijk triviale filter, zoals het herschalen van beeldgrootte, kan resulteren in vreselijk vervelende artefacten door fouten in de routine voor het herschalen;
5. Een applicatie dumpst zijn core regelmatig;
6. Documentatie wordt niet geïnstalleerd bij de port en staat op het web of in de map `work` van de port.

Veel van deze applicaties kunnen ook “Linux-ismes” vertonen. Zo kunnen er bijvoorbeeld problemen ontstaan door de wijze waarop standaard bibliotheken zijn geïmplementeerd in de Linux distributies of een aantal van de mogelijkheden van de Linux-kernel, waarvan door de makers van de applicatie wordt aangenomen dat ze aanwezig zijn. Dit soort problemen zijn niet altijd zichtbaar en er wordt ook omheen gewerkt door de beheerders van ports, wat tot de volgende mogelijke problemen kan leiden:

1. Het gebruik van `/proc/cpuinfo` om processorkarakteristieken uit te lezen;
2. Het verkeerd gebruiken van threads, waardoor een programma hangt als het klaar is, in plaats van dat het echt eindigt;
3. Software die nog niet in de FreeBSD Portscollectie zit en vaak gebruikt wordt samen met een applicatie die daar wel onderdeel van uitmaakt.

Tot nu toe is gebleken dat de ontwikkelaars van applicaties wel coöperatief waren met de beheerders van ports om zo het aantal work-arounds dat nodig was voor het overzetten tot een minimum te beperken.

7.4.2.1. MPlayer

MPlayer is een zich snel ontwikkelende videospeler. De doelen van het **MPlayer**-team zijn snelheid en flexibiliteit onder Linux en andere Unices. Het project is gestart toen de oprichter van het team genoeg had van de slechte afspeelprestaties van de destijds beschikbare spelers. Er zijn mensen die zeggen dat het grafische ontwerp is opgeofferd voor het stroomlijnen van het ontwerp, maar het blijkt dat, als een gebruiker gewend is aan de commandoregelopties en de toetsencommando's, de applicatie erg goed werkt.

7.4.2.1.1. MPlayer bouwen

MPlayer staat in `multimedia/mplayer`. **MPlayer** voert een aantal hardwarecontroles uit tijdens het bouwen, wat resulteert in een binair bestand dat niet van het ene naar het andere systeem verplaatst kan worden. Daarom is het van belang dat het uit de ports wordt gebouwd en niet als binair pakket wordt geïnstalleerd. Daarnaast staan er ook nog

opties die vanaf de `make` commandoregel meegegeven kunnen worden beschreven in de `Makefile` en aan het begin van de build:

```
# cd /usr/ports/multimedia/mplayer
# make
N - O - T - E
```

Take a careful look into the `Makefile` in order to learn how to tune `mplayer` towards you personal preferences! For example, `make WITH_GTK1` builds `MPlayer` with `GTK1-GUI` support. If you want to use the GUI, you can either install `/usr/ports/multimedia/mplayer-skins` or download official skin collections from <http://www.mplayerhq.hu/homepage/dload.html>

De standaard portopties zijn voor de meeste gebruikers voldoende. Maar als bijvoorbeeld de `XviD` codec nodig is, dan moet de optie `WITH_XVID` op de commandoregel meegegeven worden. Het standaard DVD-apparaat kan ook gedefinieerd worden met de optie `WITH_DVD_DEVICE`, waarbij standaard `/dev/acd0` wordt gebruikt.

Op het moment van schrijven wordt de **MPlayer** port gebouwd met de HTML documentatie en twee uitvoerbare bestanden, `mplayer` en `mencoder`, wat een hulpmiddel is voor het opnieuw encoderen van video.

De HTML documentatie voor **MPlayer** is erg informatief. Als de lezer vindt dat er informatie over videohardware en interfaces in dit hoofdstuk mist, dan is de documentatie van **MPlayer** een zeer grondige aanvulling. Het is de moeite waard de tijd te nemen om de documentatie van **MPlayer** te lezen, als meer informatie over de ondersteuning van video in UNIX welkom is.

7.4.2.1.2. MPlayer gebruiken

Iedere gebruiker van **MPlayer** dient een submap `.mplayer` in zijn thuismap te hebben. Die kan als volgt gemaakt worden:

```
% cd /usr/ports/multimedia/mplayer
% make install-user
```

De commando-opties voor `mplayer` staan in de hulppagina. Nog meer details staan in de HTML documentatie. In dit onderdeel worden slechts een aantal gebruiksmogelijkheden beschreven.

Om een bestand als `testbestand.avi` af te spelen met een van de beschikbare video-interfaces, kan de optie `-vo` gebruikt worden:

```
% mplayer -vo xv testbestand.avi

% mplayer -vo sdl testbestand.avi

% mplayer -vo x11 testbestand.avi

# mplayer -vo dga testbestand.avi

# mplayer -vo 'sdl:dga' testbestand.avi
```

Het is de moeite waard alle bovenstaande opties uit te proberen omdat hun relatieve prestatie afhangt van vele factoren die aanzienlijk verschillen tussen hardware.

Om een DVD af te spelen dient *testbestand.avi* vervangen te worden door `dvd://N -dvd-device APPARAAT` waar *N* het titelnummer is dat afgespeeld moeten worden en *APPARAAT* het apparaatknooppunt is voor de DVD-ROM. Om bijvoorbeeld titel 3 van `/dev/dvd` af te spelen:

```
# mplayer -vo xv dvd://3 -dvd-device /dev/dvd
```

Opmerking: Het standaard DVD-apparaat kan ingesteld worden bij het bouwen van de **MPlayer** port met de optie `WITH_DVD_DEVICE`. Standaard is dit apparaat `/dev/acd0`. Meer details staan in de `Makefile` van de port.

Om te stoppen, pauzeren, verder te spoelen, enzovoort, kunnen de toetsendefinities gebruikt worden, die in te zien zijn door `mplayer -h` uit te voeren of de hulppagina te lezen.

Overige belangrijke opties voor het afspelen zijn: `-fs` `-zoom`, waarmee het volledige scherm wordt gebruikt, en `-framedrop`, die prestatieverhogend werkt.

Om ervoor te zorgen dat de commandoregels niet te lang worden, kan het bestand `.mplayer/config` met voorkeursinstellingen gemaakt worden:

```
vo=xv
fs=yes
zoom=yes
```

Tenslotte kan `mplayer` gebruikt worden om een DVD naar een bestand van het type `.vob` te rippen. Om de tweede titel van een DVD de dumpen kan het volgende commando gebruikt worden:

```
# mplayer -dumpstream -dumpfile out.vob dvd://2 -dvd-device /dev/dvd
```

Het uitvoerbestand `out.vob`, is van het type MPEG en kan bewerkt worden met andere in dit onderdeel besproken programma's.

7.4.2.1.3. *mencoder*

Voordat `mencoder` wordt gebruikt, is het verstandig de opties uit de HTML-documentatie te bekijken. Er is een hulppagina, maar die is niet echt bruikbaar zonder de HTML-documentatie. Er zijn ontelbare mogelijkheden om de kwaliteit te verhogen, de bitrate te verlagen en formaten te wijzigen en een aantal van die truuks maken het verschil tussen goede en slechte prestaties. Hieronder staan een aantal voorbeelden beschreven. Eerst een eenvoudige kopie:

```
% mencoder invoer.avi -oac copy -ovc copy -o uitvoer.avi
```

Verkeerde combinaties van commandoregelopties kunnen resulteren in uitvoerbestanden die zelfs niet af te spelen zijn door `mplayer`. Daarom wordt aangeraden om het bij de optie `-dumpfile` in `mplayer` te houden als het alleen maar nodig is een bestand te rippen.

Om *invoer.avi* te converteren naar de MPEG4-codec met MPEG3-audio encoding (`audio/lame` is verplicht):

```
% mencoder invoer.avi -oac mp3lame -lameopts br=192 \
-oac lavc -lavcopts vcodec=mpeg4:vhq -o uitvoer.avi
```

Hiermee wordt uitvoer gemaakt die af te spelen is met `mplayer` en `xine`.

`invoer.avi` kan worden vervangen door `dvd://1 -dvd-device /dev/dvd` en als `root` gedraaid worden om een DVD-titel direct te hercoderen. Omdat het waarschijnlijk is dat de eerste experimenten niet direct tevredenstellend zijn, wordt aangeraden een titel eerst naar een bestand te dumpen en dat als werkbestand te gebruiken.

7.4.2.2. xine videospeler

De **xine** videospeler is een project met een brede scope, dat niet alleen tracht een allesomvattende video-oplossing te bieden, maar ook probeert een herbruikbare basisbibliotheek en een modulair uitvoerbaar bestand te maken dat uitgebreid kan worden met plug-ins. Het kan als pakket en port geïnstalleerd worden uit `multimedia/xine`.

De **xine** speler heeft nog wat ruwe randjes, maar is zeker goed van start gegaan. In de praktijk heeft **xine** een snelle CPU met een snelle videokaart of ondersteuning voor de XVideo extensie nodig. De GUI is bruikbaar, maar wat onhandig.

Op het moment van schrijven wordt er geen invoermodule bij **xine** geleverd waarmee CSS gecodeerde DVD's afgespeeld kunnen worden. Er zijn er die door andere partijen zijn gebouwd die dat type modules wel hebben, maar die zijn niet beschikbaar in de FreeBSD Portscollectie.

Vergeleken met **MPlayer**, doet **xine** meer voor de gebruiker, maar tegelijkertijd neemt het wat van de fijnafstellingsmogelijkheden weg. De videospeler **xine** werkt het beste op XVideo-interfaces.

Standaard start de **xine** speler op in een grafische gebruikersinterface. Via het menu kan een specifiek bestand geopend worden:

```
% xine
```

Het is ook mogelijk om zonder de GUI direct een bestand af te laten spelen:

```
% xine -g -p mijnfilm.avi
```

7.4.2.3. transcode hulpprogramma's

De software **transcode** is geen speler, maar een verzameling hulpprogramma's voor het hercoderen van video- en audiobestanden. Met **transcode** wordt het mogelijk om videobestanden samen te voegen, kapotte bestanden te repareren en commandoregelprogramma's te gebruiken met `stdin/stdout` stream interfaces.

Tijdens het bouwen van de port `multimedia/transcode` kan een groot aantal opties opgegeven worden en de volgende commandoregel wordt geadviseerd om **transcode** te bouwen:

```
# make WITH_OPTIMIZED_CFLAGS=yes WITH_LIBA52=yes WITH_LAME=yes WITH_OGG=yes \
WITH_MJPEG=yes -DWITH_XVID=yes
```

De geadviseerde instellingen zijn toereikend voor de meeste gebruikers.

Om de mogelijkheden van `transcode` te illustreren volgt nu een voorbeeld van hoe een DivX-bestand om te zetten in een PAL MPEG-1-bestand (PAL VCD):

```
% transcode -i invoer.avi -V --export_prof vcd-pal -o uitvoer_vcd
% mplex -f 1 -o uitvoer_vcd.mpg uitvoer_vcd.mlv uitvoer_vcd.mpa
```

Het resulterende MPEG-bestand, `uitvoer_vcd.mpg`, is klaar om afgespeeld te worden met **MPlayer**. Het kan ook op een CD-R gebrand worden om er een Video-CD mee te maken. In dat geval is het nodig om de programma's `multimedia/vcdimager` en `sysutils/cdrdao` te installeren.

Er is een hulppagina voor `transcode`, maar kijk ook op `transcode` wiki (<http://www.transcoding.org/cgi-bin/transcode>) voor meer informatie en voorbeelden.

Als de twee vergeleken worden, draait `transcode` aanzienlijk langzamer dan `mencoder`, maar is de kans wel groter dat er een bestand uit komt dat op de meeste spelers afgespeeld kan worden. MPEG-bestanden die met `transcode` zijn gemaakt, zijn bijvoorbeeld al afgespeeld op **Windows Media® Player** en Apple's **Quicktime®**.

7.4.3. Verder lezen

De beschikbare videosoftware pakketten voor FreeBSD zijn fors in ontwikkeling. Het is goed mogelijk dat in de nabije toekomst de meeste problemen die hier aan de kaak zijn gesteld, zijn opgelost. Intussen kunnen zij die het hoogst haalbare uit de A/V mogelijkheden voor FreeBSD willen halen, dat het beste doen door wat beschikbaar is bij elkaar te scharrelen uit de beschikbare FAQ's and tutorials en meerdere programma's gebruiken. Het doel van deze paragraaf is de lezer wat richting te geven op dat vlak.

De MPlayer documentatie (<http://www.mplayerhq.hu/DOCS/>) is technisch erg informatief. Deze documenten kunnen het beste bekeken worden door iemand die veel kennis wil opdoen over video in UNIX. Op de **MPlayer** mailinglijst wordt het niet op prijs gesteld als iemand de documentatie niet heeft gelezen, dus het is verstandig RTFM in gedachten te houden alvorens bug rapportages naar ze te mailen.

De xine HOWTO (http://dvd.sourceforge.net/xine-howto/en_GB/html/howto.html) bevat een hoofdstuk over het verbeteren van prestaties, dat op alle spelers van toepassing is.

Tenslotte zijn er nog een aantal veelbelovende applicaties die het proberen waard zijn:

- Avifile (<http://avifile.sourceforge.net/>) bestaat ook als port: `multimedia/avifile`;
- Ogle (<http://www.dtek.chalmers.se/groups/dvd/>) is er ook als port: `multimedia/ogle`;
- Xtheater (<http://xtheater.sourceforge.net/>);
- `multimedia/dvdauthor`, een open source pakket voor authoring van DVD content.

7.5. TV-kaarten installeren

7.5.1. Inleiding

Met TV-kaarten is het mogelijk om naar (kabel)uitzendingen te kijken op een computer. Op de meeste kaarten kan composiet video aangeleverd worden via een RCA of S-video input en sommige kaarten hebben ook een FM tuner.

FreeBSD biedt ondersteuning voor PCI-gebaseerde TV-kaarten met een Brooktree Bt848/849/878/879 of een Conexant CN-878/Fusion 878a Video Capture Chip met het stuurprogramma `bktr(4)`. Het is van belang dat er op de kaart ook een ondersteunde tuner zit. Hiervoor kan `bktr(4)` geraadpleegd worden, waarin een lijst met ondersteunde tuners staat.

7.5.2. Stuurprogramma toevoegen

Voordat de kaart gebruikt kan worden, dient het stuurprogramma bktr(4) geladen te worden. Dit kan door de volgende regel aan `/boot/loader.conf` toe te voegen:

```
bktr_load="YES"
```

Daarnaast is het ook mogelijk om statisch ondersteuning voor de TV-kaart in de kernel te compileren. Dan dient de volgende regel toegevoegd te worden aan de kernelinstellingen:

```
device bktr
device iicbus
device iicbb
device smbus
```

De extra stuurprogramma's zijn nodig omdat de kaartcomponenten verbonden zijn via een I2C bus. Met deze instellingen kan een nieuwe kernel gebouwd en geïnstalleerd worden.

Als een systeem eenmaal ondersteuning biedt, hoort de TV-kaart ongeveer als volgt bij een herstart getoond te worden:

```
bktr0: <BrookTree 848A> mem 0xd7000000-0xd7000fff irq 10 at device 10.0 on pci0
iicbb0: <I2C bit-banging driver> on bti2c0
iicbus0: <Philips I2C bus> on iicbb0 master-only
iicbus1: <Philips I2C bus> on iicbb0 master-only
smbus0: <System Management Bus> on bti2c0
bktr0: Pinnacle/Miro TV, Philips SECAM tuner.
```

Deze berichten kunnen afwijken, afhankelijk van de gebruikte hardware. Het is van belang te controleren of de tuner juist herkend wordt; er kunnen nog een aantal instellingen gemaakt worden voor parameters met sysctl(8) MIB's en in het kernelinstellingenbestand. Om bijvoorbeeld het gebruik van een Philips SECAM tuner te forceren, kan de volgende regel aan het bestand met kernelinstellingen worden toegevoegd:

```
options OVERRIDE_TUNER=6
```

Dit kan ook via een instelling van sysctl(8):

```
# sysctl hw.bt848.tuner=6
```

In de hulppagina voor bktr(4) en `/usr/src/sys/conf/NOTES` staan meer details over de beschikbare opties.

7.5.3. Handige programma's

Om een TV-kaart te gebruiken, dient een van de volgende applicaties geïnstalleerd te worden:

- `multimedia/fxTV` biedt TV-in-een-window en beeld/audio/videocapture mogelijkheden;
- `multimedia/xawTV` is ook een TV applicatie met dezelfde mogelijkheden als **fxTV**;
- `misc/alevt` decodeert Videotext/Teletext en kan deze weergeven;
- `audio/xmradio`, een applicatie om de FM-tuner die bij sommige TV-kaarten zit te gebruiken;
- `audio/wmtune`, een handige bureaubladapplicatie voor radiotuners.

Er zijn nog meer applicaties beschikbaar in de Portscollectie.

7.5.4. Problemen oplossen

Bij problemen met een TV-kaart dient eerst gecontroleerd te worden of de videocapture chip en de tuner echt ondersteund worden door het stuurprogramma bktr(4) en of de juiste instellingen worden gebruikt. Voor meer ondersteuning en vragen over een specifieke TV-kaart is het aan te raden de archieven van de freebsd-multimedia (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-multimedia>) mailinglijst te raadplegen of er contact mee op te nemen.

7.6. Scanners

7.6.1. Inleiding

In FreeBSD is toegang tot scanners mogelijk met **SANE** (Scanner Access Now Easy) API uit de FreeBSD Portscollectie. **SANE** gebruikt ook een aantal FreeBSD apparaatstuurprogramma's om toegang te krijgen tot de hardware van de scanner.

FreeBSD ondersteunt SCSI en USB scanners. Het is van belang te controleren of een scanner door **SANE** wordt ondersteund voordat er instellingen worden gemaakt. **SANE** heeft een lijst met ondersteunde apparaten (<http://www.sane-project.org/sane-supported-devices.html>) waarin gekeken kan worden of een scanner wordt ondersteund en wat de status voor ondersteuning is. Op systemen van vóór FreeBSD 8.X staat in de handleidingpagina van uscanner(4) een lijst met ondersteunde USB-scanners.

7.6.2. Kernel instellen

Zoals hierboven al is aangegeven, worden zowel SCSI als USB-scanners ondersteund. Afhankelijk van de gebruikte scannerinterface zijn verschillende apparaatstuurprogramma's nodig.

7.6.2.1. USB-interface

In de **GENERIC** kernel zitten standaard de apparaatstuurprogramma's die nodig zijn voor ondersteuning van USB-scanners. In het geval wordt besloten tot het maken van een aangepaste kernel, dan dienen de volgende regels in het kernelinstellingenbestand te worden opgenomen:

```
device usb
device uhci
device ohci
device uscanner
device ehci
```

Op systemen van vóór FreeBSD 8.X is de volgende regel ook nodig:

```
device uscanner
```

Op deze versies van FreeBSD biedt het apparaat uscanner(4) ondersteuning voor de USB-scanners. Sinds FreeBSD 8.0 ondersteunt de bibliotheek libusb(3) dit direct.

Na een herstart met de juiste kernel kan de USB-scanner aangesloten worden. Een regel die de detectie van uw scanner aangeeft zou in de berichtenbuffer van het systeem (dmesg(8)) moeten verschijnen:

```
ugen0.2: <EPSON> at usb0
```

Of op een FreeBSD 7.X systeem:

```
usscanner0: EPSON EPSON Scanner, rev 1.10/3.02, addr 2
```

Deze berichten geven aan dat de scanner òfwel /dev/ugen0.2 òf /dev/usscanner0 als apparaatknooppunt gebruikt afhankelijk van de versie van FreeBSD die we draaien. Voor dit voorbeeld was een EPSON Perfection® 1650 USB-scanner gebruikt.

7.6.2.2. SCSI interface

Als een scanner een SCSI interface heeft, is het belangrijk te weten welk SCSI controllerbord gebruikt gaat worden. Afhankelijk van de gebruikte SCSI chipset, dient het bestand met kernelinstellingen aangepast te worden. De GENERIC kernel ondersteunt de meest voorkomende SCSI controllers. In het bestand NOTES is de juiste instelling te vinden die toegevoegd moet worden aan het bestand met kernelinstellingen. Naast het toevoegen van het juiste SCSI-adapter stuurprogramma, dienen ook de volgende regels opgenomen te worden in het kernelinstellingenbestand:

```
device scbus
device pass
```

Als de kernel juist gecompileerd en geïnstalleerd is, horen de apparaten tijdens het opstarten zichtbaar te zijn in de systeemberichtbuffer:

```
pass2 at aic0 bus 0 target 2 lun 0
pass2: <AGFA SNAPSCAN 600 1.10> Fixed Scanner SCSI-2 device
pass2: 3.300MB/s transfers
```

Als een scanner niet aan staat tijdens het opstarten, is het nog mogelijk handmatig detectie te forceren door de SCSI-bus te laten scannen met camcontrol(8):

```
# camcontrol rescan all
Re-scan of bus 0 was successful
Re-scan of bus 1 was successful
Re-scan of bus 2 was successful
Re-scan of bus 3 was successful
```

In het bovenstaande geval zal de scanner ongeveer als volgt verschijnen in de lijst met SCSI-apparaten:

```
# camcontrol devlist
<IBM DDRS-34560 S97B>          at scbus0 target 5 lun 0 (pass0,da0)
<IBM DDRS-34560 S97B>          at scbus0 target 6 lun 0 (pass1,da1)
<AGFA SNAPSCAN 600 1.10>      at scbus1 target 2 lun 0 (pass3)
<PHILIPS CDD3610 CD-R/RW 1.00> at scbus2 target 0 lun 0 (pass2,cd0)
```

Meer details over SCSI-apparaten staan in de hulppagina's voor scsi(4) en camcontrol(8).

7.6.3. SANE instellen

Het **SANE** systeem is opgesplitst in twee delen: de backends (`graphics/sane-backends`) en de frontends (`graphics/sane-frontends`). Het deel met de backends zorgt voor de toegang tot de scanner zelf. In de lijst met door **SANE** ondersteunde apparaten (<http://www.sane-project.org/sane-supported-devices.html>) staat welk backend welke scanner(s) ondersteunt. Het is echt nodig het juiste backend vast te stellen, omdat het anders bijzonder lastig wordt een scanner aan de praat te krijgen. Het deel met frontends levert een grafische scaninterface (**xscanimage**).

De eerste stap is om de port of het pakket `graphics/sane-backends` te installeren. Daarna kan met het commando `sane-find-scanner` gecontroleerd worden welke scanner er door het **SANE** systeem is gedetecteerd:

```
# sane-find-scanner -q
found SCSI scanner "AGFA SNAPSCAN 600 1.10" at /dev/pass3
```

In de uitvoer is te lezen welk type interface en welk apparaatknooppunt worden gebruikt om de scanner met een systeem te verbinden. Het merk en het model worden wellicht niet getoond, maar dat is ook niet echt van belang.

Opmerking: Sommige USB-scanners verlangen dat er firmware wordt geladen. Dit wordt uitgelegd in de hulppagina van het backend. Het is ook van belang `sane-find-scanner(1)` en `sane(7)` te lezen.

Hierna kan gecontroleerd worden of de scanner ook te zien is voor een scanner-frontend. Er zit bij de **SANE** backends een standaard hulpprogramma `scanimage(1)`. Met dit commando kunnen de apparaten zichtbaar gemaakt worden en kan vanaf de commandoregel gescand worden. Met de optie `-L` kunnen de scannerapparaten getoond worden:

```
# scanimage -L
device 'snapscan:/dev/pass3' is a AGFA SNAPSCAN 600 flatbed scanner
```

Of, met bijvoorbeeld de USB-scanner die in Paragraaf 7.6.2.1 wordt gebruikt:

```
# scanimage -L
device 'epson2:libusb:/dev/usb:/dev/ugen0.2' is a Epson GT-8200 flatbed scanner
```

Deze uitvoer komt van een FreeBSD 8.X systeem, het item `'epson2:libusb:/dev/usb:/dev/ugen0.2'` geeft de naam van het backend (`epson2`) en het apparaatknooppunt (`/dev/ugen0.2`) dat door onze scanner wordt gebruikt.

Opmerking: De afwezigheid van uitvoer of een bericht dat aangeeft dat er geen scanners zijn aangetroffen, betekent dat `scanimage(1)` niet in staat is een scanner te identificeren. Als dit gebeurt, dient het instellingenbestand voor het backend aangepast te worden en dient daar de juiste instelling gemaakt te worden. De map `/usr/local/etc/sane.d/` bevat alle bestanden met instellingen voor de backends. Het is bekend dat dit identificatieprobleem optreedt bij bepaalde USB-scanners.

De USB-scanner die in Paragraaf 7.6.2.1 wordt gebruikt, wordt in FreeBSD 8.X prima gedetecteerd en werkt daar, maar in eerdere versies van FreeBSD (waar `uscanner(4)` wordt gebruikt) toont het de volgende informatie met `sane-find-scanner`:

```
# sane-find-scanner -q
found USB scanner (UNKNOWN vendor and product) at device /dev/uscanner0
```

De bovenstaande uitvoer geeft aan dat de scanner juist is gedetecteerd, dat het de USB-interface gebruikt en is aangesloten op het apparaatknooppunt `/dev/usb/lp0`. Nu kan gecontroleerd worden of de scanner juist wordt geïdentificeerd:

```
# scanimage -L
```

```
No scanners were identified. If you were expecting something different,
check that the scanner is plugged in, turned on and detected by the
sane-find-scanner tool (if appropriate). Please read the documentation
which came with this software (README, FAQ, manpages).
```

Omdat in het bovenstaande voorbeeld de scanner niet wordt geïdentificeerd, dient het bestand `/usr/local/etc/sane.d/epson2.conf` gewijzigd te worden. De gebruikte scanner is een EPSON Perfection 1650, dus in dit geval dient voor de scanner het backend `epson2` gebruikt te worden. Het is van belang om het commentaar in de instellingenbestanden van de backends te lezen. Het aanpassen van regels is eenvoudig: plaats een commentaarkarakter voor alle regels voor andere interfaces dan die nodig zijn weg (in dit geval worden alle regels die beginnen met het woord `scsi` uitgeschakeld, omdat er een USB-interface wordt gebruiken), en dan kan onderaan het bestand een regel met de gebruikte interface en apparaatknooppunt geplaatst worden:

```
usb /dev/usb/lp0
```

Het is aan te raden de opmerkingen te lezen in het bestand met instellingen voor het backend en ook de hulppagina, omdat daarin meer details en de correcte syntaxis te vinden zijn. Nu kan gecontroleerd worden of de scanner wél juist wordt geïdentificeerd:

```
# scanimage -L
device 'epson:/dev/usb/lp0' is a Epson GT-8200 flatbed scanner
```

De USB-scanner is geïdentificeerd. Het is niet belangrijk dat het merk en model niet overeenkomen met de scanner. Het belangrijkste is het veld `'epson:/dev/usb/lp0'`, dat de juiste benamingen voor het backend en het apparaatknooppunt aangeeft.

Als `scanimage -L` in staat is een scanner goed te zien, dan zijn de instellingen compleet. Er kan nu met het apparaat gescand worden.

Hoewel `scanimage(1)` in staat is om vanaf de commandoregel te scannen, is het aan te raden beelden te scannen vanuit de grafische gebruikersinterface. **SANE** heeft een eenvoudige, maar efficiënte grafische interface: **xscanimage** (`graphics/sane-frontends`).

Xsane (`graphics/xsane`) is een ander populair grafisch scanfrontend, dat geavanceerde mogelijkheden biedt, zoals meerdere scanmodi (fotokopie, fax, enzovoort), kleurcorrectie, batchscannen, enzovoort. Beide applicaties zijn als plug-in voor **GIMP** te gebruiken.

7.6.4. Andere gebruikers toegang tot de scanner geven

Alle voorgaande taken zijn uitgevoerd met `root` rechten, maar het is wellicht ook nodig dat andere gebruikers de scanner kunnen gebruiken. Dan heeft een gebruiker lees- en schrijfrechten nodig op de apparaatknooppunt voor een scanner. Onze USB-scanner gebruikt bijvoorbeeld apparaatknooppunt `/dev/ugen0.2` wat in feite slechts een symbolische koppeling is naar het echte apparaatknooppunt genaamd `/dev/usb/lp0.2.0` (een blik op de inhoud van de map `/dev` bevestigt dit). Zowel de symbolische koppeling als het apparaatknooppunt zijn van respectievelijk de groepen `wheel` en `operator`. Door de gebruiker `joe` aan deze groepen toe te voegen kan hij de scanner zien, maar

vanwege duidelijke veiligheidsredenen dient het toevoegen van een gebruiker aan elke groep met zorg te gebeuren, vooral aan de groep `wheel`. Een betere oplossing is om een specifieke groep aan te maken voor het gebruik van USB-apparaten en de scanner toegankelijk te maken voor leden van deze groep.

We zullen dus bijvoorbeeld een groep genaamd `usb` gebruiken. De eerste stap is het aanmaken van deze groep met behulp van het commando `pw(8)`:

```
# pw groupadd usb
```

Hierna moeten we de symbolische koppeling `/dev/ugen0.2` aanmaken en het apparaatknooppunt `/dev/usb/0.2.0` met de juiste schrijfpermissies toegankelijk maken voor de groep `usb` (0660 of 0664), omdat standaard alleen de eigenaar van deze bestanden (`root`) ernaar kan schrijven. Dit alles wordt gedaan door de volgende regels aan `/etc/devfs.rules` toe te voegen:

```
[system=5]
add path ugen0.2 mode 0660 group usb
add path usb/0.2.0 mode 0666 group usb
```

Gebruikers van FreeBSD 7.X hebben waarschijnlijk de volgende regels met het juiste apparaatknooppunt, `/dev/uscanner0`, nodig:

```
[system=5]
add path usscanner0 mode 0660 group usb
```

Daarna kan de volgende regel aan `/etc/rc.conf` toegevoegd worden en dient een machine herstart te worden:

```
devfs_system_ruleset="system"
```

Meer informatie over de bovenstaande instellingen staan in de hulppagina voor `devfs(8)`.

Nu dienen er alleen nog gebruikers aan de groep `usb` toegevoegd te worden om toegang tot de scanner toe te staan:

```
# pw groupmod usb -m joe
```

Lees voor meer details de handleidingpagina van `pw(8)`.

Hoofdstuk 8.

De FreeBSD-kernel instellen

8.1. Samenvatting

De kernel is de kern van het FreeBSD-besturingssysteem en is verantwoordelijk voor het geheugenbeheer, het opleggen van beveiligingsregels, het aansturen van het netwerk, de toegang tot schijven en nog veel meer. Hoewel steeds meer in FreeBSD dynamisch instelbaar wordt, is het af en toe nodig om de kernel opnieuw in te stellen en te compileren.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Waarom het nodig is om een aangepaste kernel te bouwen;
- Hoe een nieuw kernelinstellingenbestand te schrijven of een bestaand kernelinstellingenbestand aan te passen;
- Hoe het kernelinstellingenbestand te gebruiken om een nieuwe kernel aan te maken en te bouwen;
- Hoe een nieuwe kernel te installeren;
- Hoe problemen op te lossen als er iets verkeerd gaat.

Alle opdrachten die in dit hoofdstuk als voorbeeld zijn gegeven moeten als `root` uitgevoerd worden om te slagen.

8.2. Redenen om een aangepaste kernel te bouwen

Traditioneel heeft FreeBSD zoals dat heet een “monolitische” kernel gehad. Dit betekent dat de kernel één groot programma was, een vaste lijst van apparaten ondersteunde en als het gewenst was om het gedrag van de kernel te veranderen, moest er een nieuwe kernel gecompileerd worden en moest daarna de computer opnieuw gestart worden met de nieuwe kernel.

Vandaag de dag beweegt FreeBSD zich snel naar een model waar veel van de functionaliteit van de kernel in modules zit die dynamisch in en uit de kernel kunnen worden geladen, naargelang dat noodzakelijk is. Dit stelt de kernel in staat om zich aan nieuwe hardware aan te passen die plotseling beschikbaar komt (zoals PCMCIA-kaarten in een laptop) of om nieuwe functionaliteit in zich op te nemen die niet noodzakelijk was toen de kernel oorspronkelijk werd gecompileerd. Dit staat bekend als een modulaire kernel.

Desondanks is het nog steeds nodig om enkele dingen van de kernel statisch in te stellen. In sommige gevallen komt dit doordat de functionaliteit zo diep geworteld zit in de kernel dat het niet dynamisch laadbaar gemaakt kan worden. In andere gevallen kan het simpelweg komen doordat nog niemand de tijd heeft genomen om een dynamisch laadbare kernelmodule voor die functionaliteit te schrijven.

Het bouwen van een aangepaste kernel is een van de meest belangrijke beproevingen die geavanceerde BSD-gebruikers moet doorstaan. Hoewel dit proces veel tijd in beslag neemt, levert het veel voordelen op voor een FreeBSD systeem. In tegenstelling tot de `GENERIC`-kernel, die vele typen hardware moet ondersteunen, ondersteunt

een aangepaste kernel alleen de hardware van de computer waar hij voor gemaakt is. Dit biedt een aantal voordelen, zoals:

- Een snellere opstarttijd. Aangezien de kernel alleen de hardware zoekt die zich in het systeem bevindt, kan de tijd die het systeem nodig heeft om op te starten aanzienlijk korter worden;
- Minder geheugengebruik. Een aangepaste kernel gebruikt vaak minder geheugen dan de `GENERIC`-kernel door ongebruikte mogelijkheden en apparaatstuurprogramma's weg te laten. Dit is van belang aangezien de kernelcode altijd in het fysieke geheugen aanwezig blijft, waardoor dit geheugen niet door applicaties gebruikt kan worden. Om deze reden is een aangepaste kernel geknipt voor een systeem met een kleine hoeveelheid RAM;
- Aanvullende hardware-ondersteuning. Een aangepaste kernel kan ingebouwde ondersteuning bieden voor apparaten die zich niet in de `GENERIC`-kernel bevinden, zoals geluidskaarten.

8.3. De systeemhardware vinden

Alvorens in de kernelconfiguratie te duiken, zou het verstandig zijn om een inventarisatie van de hardware van de machine te maken. In het geval dat FreeBSD niet het primaire besturingssysteem is, kan de inventarisatielijst eenvoudig worden gemaakt door de configuratie van het huidige besturingssysteem te bekijken. De **Device Manager** van Microsoft bijvoorbeeld bevat normaliter belangrijke informatie over geïnstalleerde apparaten. De **Device Manager** bevindt zich in het controlepaneel.

Opmerking: Sommige versies van Microsoft Windows hebben een icoon **System** dat een scherm weer zal geven waarmee **Device Manager** kan worden benaderd.

Als er geen ander besturingssysteem op de machine staat, moet de beheerder deze informatie handmatig vinden. Eén manier is om de gereedschappen `dmesg(8)` en `man(1)` te gebruiken. De meeste apparaatstuurprogramma's van FreeBSD hebben een handleiding, die de ondersteunde hardware noemen, en tijdens het opstarten wordt gevonden hardware getoond. De volgende regels geven bijvoorbeeld aan dat het stuurprogramma voor `psm` een muis heeft gevonden:

```
psm: <PS/2 Mouse> irq 12 on atkbd0
psm0: [GIANT-LOCKED]
psm0: [ITHREAD]
psm0: model Generic PS/2 mouse, device ID 0
```

Dit stuurprogramma zal in het eigen kernelinstellingenbestand opgenomen moeten worden of worden geladen met `loader.conf(5)`.

Soms geven de gegevens van `dmesg` alleen de systeemboodschappen weer in plaats van de uitvoer van de opstartonderzoeken. In deze gevallen kan de uitvoer worden verkregen door het bestand `/var/run/dmesg.boot` te bekijken.

Een andere methode om hardware te vinden is door `pciconf(8)` te gebruiken welke meer gedetailleerde uitvoer geeft. Bijvoorbeeld:

```
ath0@pci0:3:0:0:      class=0x20000 card=0x058a1014 chip=0x1014168c rev=0x01 hdr=0x00
    vendor      = 'Atheros Communications Inc.'
    device      = 'AR5212 Atheros AR5212 802.11abg wireless'
```

```
class      = network
subclass   = ethernet
```

Dit beetje uitvoer, verkregen met `pciconf -lv` geeft aan dat het stuurprogramma `ath` een draadloos Ethernetapparaat heeft gevonden. Het gebruik van `man ath` zal de handleiding voor `ath(4)` teruggeven.

Wanneer de vlag `-k` aan `man(1)` wordt gegeven kan deze nuttige informatie geven. Met het bovenstaande kan dit gedaan worden:

```
# man -k Atheros
```

om een lijst handleidingen te krijgen die dat ene woord bevatten:

```
ath(4)                - Atheros IEEE 802.11 wireless network driver
ath_hal(4)             - Atheros Hardware Access Layer (HAL)
```

Gewapend met een inventarisatielijst van de hardware zou het proces van het bouwen van een eigen kernel minder angstaanjagend moeten lijken.

8.4. Kernel stuurprogramma's, subsystemen, en modules

Bekijk, voordat er een eigen kernel gebouwd wordt, de redenen om dit te doen. Als er de noodzaak is voor specifieke hardwareondersteuning, kan dit reeds beschikbaar zijn als een module.

Kernelmodules staan in de map `/boot/kernel` en kunnen dynamisch in de draaiende kernel worden geladen met `kldload(8)`. De meeste, als niet alle, kernelstuurprogramma's hebben een specifieke module en een handleiding. De laatste sectie merkte bijvoorbeeld het draadloze Ethernetstuurprogramma `ath` op. Van dit stuurprogramma staat de volgende informatie in de handleiding:

Plaats de volgende regel in `loader.conf(5)` om het stuurprogramma tijdens het opstarten als een module te laden:

```
if_ath_load="YES"
```

Zoals aangegeven, zal het toevoegen van de regel `if_ath_load="YES"` aan `/boot/loader.conf` deze module dynamisch laden tijdens het opstarten.

In sommige gevallen is er geen geassocieerde module. Dit geldt het vaakst voor bepaalde subsystemen en zeer belangrijke stuurprogramma's, het fast file system (FFS) bijvoorbeeld is een verplichte optie in de kernel, net zoals netwerkondersteuning (INET). Helaas is de enige manier om te zien of een stuurprogramma nodig is naar de module zelf zoeken.

Waarschuwing Het is nogal eenvoudig om ingebouwde ondersteuning voor een apparaat of optie te verwijderen en met een kapotte kernel opgezadeld te zitten. Als bijvoorbeeld het stuurprogramma `ata(4)` uit het kernelinstellingenbestand gehaald wordt, zal een systeem dat ATA schijfstuurprogramma's gebruikt niet opstarten zonder een regel aan `loader.conf` toe te voegen. Kijk bij twijfel of de module aanwezig is en laat ondersteuning dan gewoon in de kernel.

8.5. Bouwen en installeren van een aangepaste kernel

Opmerking: Het is noodzakelijk om de volledige broncode van FreeBSD geïnstalleerd te hebben om de kernel te bouwen.

Eerst wordt er een overzicht gegeven van de mappen waarin de kernel gebouwd wordt. Alle genoemde mappen staan onder de map `/usr/src/sys`, die ook toegankelijk is via de padnaam `/sys`. Er zijn hier een aantal mappen aanwezig die de verschillende delen van de kernel representeren, maar de meest belangrijke hiervan zijn `arch/conf`, waarin de kernelinstellingen bewerkt worden en `compile`, waarin de aangepaste kernel gebouwd wordt. `arch` representeert hier één van `i386`, `amd64`, `ia64`, `powerpc`, `sparc64` of `pc98` (een alternatieve ontwikkelingstak van PC-hardware die populair is in Japan). Alles binnen de map van een bepaalde architectuur is er alleen voor die architectuur. De rest van de code is machine-onafhankelijk en hetzelfde op alle platformen waarnaar FreeBSD eventueel overgezet kan worden. De indeling van de mapstructuur is logisch: alle ondersteunde apparaten, bestandssystemen en opties staan in een eigen submap.

Dit voorbeelden in dit hoofdstuk veronderstellen dat de `i386`-architectuur gebruikt wordt. Als dit voor de lezer anders is, moeten de bijhorende aanpassingen aan de padnamen worden gemaakt.

Opmerking: Als de map `/usr/src/` *niet* aanwezig is op een systeem (of als het leeg is), dan is de broncode niet geïnstalleerd. De eenvoudigste manier om de volledige broncode te installeren is door `sysinstall` te draaien als `root` en Configure, dan Distributions, dan `src`, en tenslotte `All`. Als het niet bestaat, dient u een symbolische link naar `/usr/src/sys` aan te maken:

```
# ln -s /usr/src/sys/ /sys/
```

Daarna kan vanuit de map `arch/conf` het instellingenbestand `GENERIC` naar de naam voor de aangepaste kernel gekopieerd worden. Bijvoorbeeld:

```
# cd /usr/src/sys/i386/conf
# cp GENERIC MIJNKERNEL
```

Traditioneel bestaat deze naam geheel uit hoofdletters en als er meerdere FreeBSD-machines worden beheerd met verschillende hardware is het een goed idee om het te vernoemen naar de hostnaam van de machine. Omwille van dit voorbeeld wordt het `MIJNKERNEL` genoemd.

Tip: Het kernelinstellingenbestand direct onder `/usr/src` opslaan kan een slecht idee zijn. In geval van problemen kan het verleidelijk zijn om `/usr/src` te verwijderen en opnieuw te beginnen. Nadat dit gedaan is kost het vaak maar enkele seconden om te realiseren dat het instellingenbestand voor de aangepaste kernel verwijderd is. Ook moet `GENERIC` niet gewijzigd worden, omdat het tijdens de volgende keer dat de broncodeboom bijgewerkt wordt, overschreven kan worden waarbij de wijzigingen in de kernelinstellingen verloren gaan.

Het kan gewenst zijn om het kernelinstellingenbestand ergens anders op te slaan en een symbolische link naar het bestand in de map `i386` aan te maken:

```
# cd /usr/src/sys/i386/conf
# mkdir /root/kernels
# cp GENERIC /root/kernels/MIJNKERNEL
# ln -s /root/kernels/MIJNKERNEL
```


Nu moet *MIJNKERNEL* met de favoriete tekstverwerker bewerkt worden. Voor beginners is waarschijnlijk alleen de tekstverwerker **vi** beschikbaar, die te ingewikkeld is om hier te beschrijven, maar goed is beschreven in vele boeken in de bibliografie. FreeBSD biedt ook de eenvoudigere tekstverwerker **ee**, die voor een beginner de keuze bij uitstek is. De commentaarregels in het begin kunnen gewijzigd worden om de persoonlijke instellingen of de veranderingen die gemaakt zijn ten opzichte van *GENERIC* weer te geven.

Voor degenen die een kernel op SunOS of een andere BSD hebben gebouwd zal veel van dit bestand bekend voorkomen. Echter, voor degenen die van een ander besturingssysteem zoals DOS komen, kan het instellingenbestand *GENERIC* overdonderend overkomen, dus moeten de beschrijvingen in de sectie **Het Instellingenbestand** zorgvuldig opgevolgd worden.

Opmerking: Als de broncodeboom gesynchroniseerd is met de nieuwste broncode van het FreeBSD-project, moet altijd `/usr/src/UPDATING` gelezen worden voordat enige bijwerkstappen worden genomen. Dit bestand beschrijft alle belangrijke zaken en gebieden binnen de broncodestructuur die speciale aandacht nodig hebben. `/usr/src/UPDATING` komt altijd overeen met de lokale versie van de FreeBSD-broncode en is daarom meer bijgewerkt met nieuwe informatie dan dit handboek.

Nu moet de broncode voor de kernel gecompileerd worden.

Een kernel bouwen

Opmerking: Het is noodzakelijk om de volledige broncode van FreeBSD geïnstalleerd te hebben om te kernel te bouwen.

1. Ga naar de map `/usr/src`:

```
# cd /usr/src
```

2. Compileer de kernel:

```
# make buildkernel KERNCONF=MIJNKERNEL
```

3. Installeer de nieuwe kernel:

```
% make installkernel KERNCONF=MIJNKERNEL
```

Tip: Bij het bouwen van een aangepaste kernel worden standaard *alle* kernelmodules ook herbouwd. Om de kernel sneller bij te werken en alleen de aangepaste modules te bouwen kan `/etc/make.conf` aangepast worden voordat de kernel wordt gebouwd:

```
MODULES_OVERRIDE = linux acpi sound/sound sound/driver/dsl ntfs
```

Met deze variabele wordt een lijst van te bouwen modules ingesteld die gebouwd moeten worden in plaats van allen.

```
WITHOUT_MODULES = linux acpi sound ntfs
```

Deze variabele stelt een lijst in van modules op het topniveau die moeten worden uitgesloten van het bouwproces. Andere variabelen die mogelijk ook nuttig zijn in het proces van het bouwen van een kernel staan beschreven in de handleiding voor `make.conf(5)`.

De nieuwe kernel wordt naar de map `/boot/kernel` gekopieerd als `/boot/kernel/kernel` en de oude kernel wordt verplaatst naar `/boot/kernel.old/kernel`. Nu moet het systeem afgesloten worden en opnieuw worden opgestart om gebruik te maken van de nieuwe kernel. Er zijn wat instructies voor problemen oplossen aan het einde van dit hoofdstuk, die erg nuttig kunnen zijn als er iets misgaat. Vergeet niet om het gedeelte te lezen waarin staat uitgelegd hoe te herstellen als de nieuwe kernel niet opstart.

Opmerking: Andere bestanden die te maken hebben met het opstartproces, zoals de boot loader(8) en instellingen worden opgeslagen in `/boot`. Modules van derde partijen of eigen modules kunnen in `/boot/kernel` opgeslagen worden, alhoewel gebruikers erop bedacht moeten zijn dat het erg belangrijk is dat de modules synchroon worden gehouden met de gecompileerde kernel. Modules die niet bedoeld zijn om met de gecompileerde kernel te draaien kunnen voor instabiliteit of onjuistheden zorgen.

8.6. Het instellingenbestand

Het algemene formaat van een instellingenbestand is vrij eenvoudig. Elke regel bevat een sleutelwoord en één of meer argumenten. Omwille van de eenvoud bevatten de meeste regels maar één argument. Alles wat na een `#` komt, wordt als commentaar beschouwd en genegeerd. De volgende gedeeltes beschrijven elk sleutelwoord, in het algemeen in dezelfde volgorde als `GENERIC`, alhoewel sommige samenhangende sleutelwoorden gegroepeerd zijn in een enkel gedeelte (zoals Netwerken) zelfs al staan ze verspreid in het bestand `GENERIC`. Een uitputtende lijst van architectuurafhankelijke opties en apparaten staat in het bestand `NOTES`, dat in dezelfde map staat als het bestand `GENERIC`. Architectuurafhankelijke opties staan in `/usr/src/sys/conf/NOTES`.

Een nieuwe directief `include` is beschikbaar om te gebruiken in instellingenbestanden. Hiermee kan een ander instellingenbestand logisch in het huidige worden opgenomen, waardoor het eenvoudig wordt om kleine veranderingen relatief aan een bestaand bestand te onderhouden. Als u bijvoorbeeld een `GENERIC` kernel nodig heeft met slechts een klein aantal aanvullende opties of stuurprogramma's, hoeft u hiermee slechts een delta ten opzichte van `GENERIC` te onderhouden:

```
include GENERIC
ident MIJNKERNEL

options IPFIREWALL
options DUMMYNET
options IPFIREWALL_DEFAULT_TO_ACCEPT
options IPDIVERT
```

Veel beheerders zullen aanzienlijke voordelen in dit model zien vergeleken met de vroegere gewoonte om instellingenbestanden vanuit het niets te schrijven: het lokale instellingenbestand zal alleen lokale verschillen uitdrukken ten opzichte van een `GENERIC` kernel en wanneer upgrades worden uitgevoerd zullen nieuwe mogelijkheden die aan `GENERIC` zijn toegevoegd ook aan de lokale kernel worden toegevoegd tenzij dit expliciet verhinderd wordt met `noptions` of `nodevice`. De rest van dit hoofdstuk behandelt de inhoud van een typisch instellingenbestand en de verschillende rollen die opties en apparaten spelen.

Opmerking: Draai het volgende commando als `root` om een bestand te bouwen dat alle beschikbare opties bevat, wat normaliter voor testdoeleinden gedaan wordt:

```
# cd /usr/src/sys/i386/conf && make LINT
```

Het volgende is een voorbeeld van het kernelinstellingenbestand `GENERIC` met aanvullend commentaar omwille van de helderheid. Dit voorbeeld is redelijk gelijk aan de versie in `/usr/src/sys/i386/conf/GENERIC`.

```
machine    i386
```

Dit is de architectuur van de machine. Het moet één van `amd64`, `i386`, `ia64`, `pc98`, `powerpc` of `sparc64` zijn.

```
cpu        I486_CPU
cpu        I586_CPU
cpu        I686_CPU
```

Bovenstaande optie geeft het type CPU aan dat in een systeem zit. De CPU-regel kan meerdere keren voorkomen (als bijvoorbeeld onbekend is of `I586_CPU` of `I686_CPU` gebruikt moet worden), maar voor een aangepaste kernel is het beter om alleen de aanwezige CPU aan te geven. Als er twijfel bestaat over het type CPU, kan het bestand `/var/run/dmesg.boot` worden bekeken voor de opstartberichten.

```
ident      GENERIC
```

Dit is de identificatie van de kernel. Dit moet veranderd worden in de naam van de kernel, dus *MIJNKERNEL* als de instructies van de voorgaande voorbeelden gevolgd zijn. De waarde in de string `ident` wordt afgebeeld wanneer de kernel opstart, dus is het handig om de nieuwe kernel een andere naam te geven als deze apart moet worden gehouden van de gebruikelijke kernel (als er bijvoorbeeld een experimentele kernel gebouwd wordt).

```
#Om apparaatbindingen statisch in te compileren in plaats van via /boot/device.hints.
#hints      "GENERIC.hints"      # Standaardlocatie voor devices.
```

`device.hints(5)` wordt gebruikt om opties van de programma's die de apparaten aansturen in te stellen. De standaardplaats die loader(8) controleert tijdens het opstarten is `/boot/device.hints`. Met de optie `hints` is het mogelijk om deze aanwijzingen statisch in de kernel te compileren, waardoor er geen noodzaak is om een bestand `device.hints` in `/boot` aan te maken.

```
makeoptions      DEBUG=-g # Bouw kernel met gdb(1) debugsymbolen.
```

Het normale bouwproces van FreeBSD voegt debuginformatie toe wanneer de kernel met de optie `-g` gebouwd wordt, wat debuginformatie doorgeeft aan `gcc(1)`.

```
options    SCHED_ULE      # ULE taakplanner
```

De standaard taakplanner voor FreeBSD. Laat dit staan.

```
options      PREEMPTION # Zet kernelthreadpreëemptie aan
```

Sta toe dat threads in de kernel worden gepreëempt door threads met een hogere prioriteit. Het helpt bij interactiviteit en staat toe dat interruptthreads eerder draaien in plaats van te moeten wachten.

```
options      INET          # internetwerken
```

Netwerkondersteuning. Laat dit aanstaan, zelfs als een verbinding met een netwerk niet gepland is. De meeste programma's hebben tenminste een teruglusnetwerk nodig (dat wil zeggen het maken van netwerkverbindingen binnen de PC), dus dit is eigenlijk verplicht.

```
options    INET6        # IPv6 communicatieprotocollen
```

Dit zet de IPv6-communicatieprotocollen aan.

```
options    FFS          # Berkeley Fast Bestandssysteem
```

Dit is het basisbestandssysteem voor de harde schijf. Laat dit erin staan als er vanaf de harde schijf wordt opgestart.

```
options    SOFTUPDATES   # Schakel FFS Softupdates ondersteuning in
```

Deze optie zet softupdates in de kernel aan en helpt om de schijftoegang voor schrijven te verhogen. Zelfs als deze functionaliteit door de kernel geleverd wordt, moet die voor specifieke schijven worden aangezet. Bekijk de uitvoer van mount(8) om te zien of softupdates aanstaat voor de systeemschijven. Als de optie `soft-updates` niet zichtbaar is, dient deze geactiveerd te worden met behulp van tuneefs(8) voor bestaande bestandssystemen of newfs(8) voor nieuwe bestandssystemen.

```
options    UFS_ACL       # Ondersteuning voor toegangscontrolelijsten
```

Met deze optie wordt de ondersteuning voor toegangscontrolelijsten aangezet. Hiervoor zijn uitgebreide attributen en UFS2 nodig. Een en ander wordt in detail beschreven in Paragraaf 14.11. ACL's staan standaard aan en moeten niet uitgezet worden in de kernel als ze al eerder op een bestandssysteem zijn gebruikt, omdat dit de toegangscontrolelijsten verwijdert en hierdoor de manier waarop bestanden beschermd worden op onvoorspelbare wijze verandert.

```
options    UFS_DIRHASH   # Verbeter prestaties in grote mappen
```

Deze optie bevat functionaliteit om schijfoperaties op grote mappen te versnellen, ten koste van extra geheugen. Deze staat normaalgesproken, zoals voor een grote server of interactief werkstation, aan en wordt uitgezet als FreeBSD op een kleiner systeem wordt gebruikt waar geheugen het belangrijkste en schijfsnelheid minder belangrijk is, zoals voor een firewall.

```
options    MD_ROOT       # MD is een potentieel rootapparaat
```

Deze optie zet ondersteuning aan voor een virtuele schijf die in het geheugen wordt geïmplementeerd en als rootapparaat wordt gebruikt.

```
options    NFSCLIENT     # Netwerk Bestandssysteem Client
options    NFSSERVER      # Netwerk Bestandssysteem Server
options    NFS_ROOT       # NFS bruikbaar als /, NFSCLIENT nodig
```

Het netwerkbestandssysteem. Dit kan weggelaten worden tenzij er gepland is om partities te aan te koppelen van een UNIX bestandsserver over TCP/IP.

```
options    MSDOSFS        # MSDOS Bestandssysteem
```

Het MS-DOS bestandssysteem. Dit kan veilig weggelaten worden, tenzij er gepland is om een DOS-geformatteerde partitie van de harde schijf tijdens het opstarten aan te koppelen. Het wordt automatisch geladen als er voor de eerste keer een DOS-partitie wordt aangekoppeld, zoals boven beschreven. Bovendien geeft de uitstekende software

emulators/mttools toegang tot DOS-floppies zonder dat ze aangekoppeld en afgekoppeld moeten worden en heeft het MSDOSFS helemaal niet nodig.

```
options    CD9660      # ISO 9660 Bestandssysteem
```

Het ISO 9960-bestandssysteem voor CD-ROMs. Commentarieer dit uit als er geen CD-ROM drive aanwezig is of als er slechts af en toe gegevens-CD-ROMs aangekoppeld worden (aangezien het dynamisch geladen wordt als er voor de eerste keer een gegevens-CD-ROM aangekoppeld wordt). Audio-CD's hebben dit bestandssysteem niet nodig.

```
options    PROCFS      # Procesbestandssysteem (vereist PSEUDofs)
```

Het procesbestandssysteem. Dit is een “als-of” bestandssysteem, aangekoppeld op `/proc`, dat programma's als `ps(1)` in staat stelt om meer informatie over de draaiende processen te geven. Het is in de meeste omstandigheden niet nodig om `PROCFS` te gebruiken, omdat de meeste debug- en monitorgereedschappen zijn aangepast om zonder `PROCFS` te draaien: installaties koppelen dit bestandssysteem standaard niet aan.

```
options    PSEUDofs    # Pseudo-bestandssysteem raamwerk
```

Kernels die `PROCFS` gebruiken moeten ook ondersteuning voor `PSEUDofs` opnemen.

```
options    GEOM_PART_GPT # GUID Partitietabellen.
```

Met deze optie kan een groot aantal partities op een enkele schijf aanwezig zijn.

```
options    COMPAT_43 # Compatibel met BSD 4.3 [ERIN HOUDEN!]
```

Compatibiliteit met 4.3BSD. Laat dit aanstaan. Sommige programma's gedragen zich vreemd als dit uitgecommentarieerd wordt.

```
options    COMPAT_FREEBSD4      # Compatibel met FreeBSD 4
```

Deze optie is nodig om ondersteuning te bieden aan applicaties die gecompileerd zijn op oudere versies van FreeBSD en gebruik maken van oudere systeemaanroep-interfaces. Het is aanbevolen dat deze optie gebruikt wordt op alle i386 systemen die mogelijk oudere applicaties draaien. Voor platformen die pas in 5.X ondersteuning verwierven, zoals ia64 en SPARC64, is deze optie niet nodig.

```
options    COMPAT_FREEBSD5      # Compatibel met FreeBSD5
```

Deze optie is vereist om ondersteuning te geven aan applicaties die gecompileerd zijn op FreeBSD 5.X die gebruik maken van de systeemaanroepinterfaces van FreeBSD 5.X.

```
options    COMPAT_FREEBSD6      # Compatibel met FreeBSD5
```

Deze optie is vereist om ondersteuning te geven aan applicaties die gecompileerd zijn op FreeBSD 6.X die gebruik maken van de systeemaanroepinterfaces van FreeBSD 6.X.

```
options    COMPAT_FREEBSD7      # Compatibel met FreeBSD5
```

Deze optie is vereist om ondersteuning te geven aan applicaties die gecompileerd zijn op FreeBSD 7.X die gebruik maken van de systeemaanroepinterfaces van FreeBSD 7.X.

```
options    SCSI_DELAY=5000      # Vertraging (in ms) voordat SCSI wordt ondergezocht.
```

Dit zorgt ervoor dat de kernel vijf seconden wacht voordat die elk SCSI-apparaat in het systeem onderzoekt. Als er alleen IDE-harde schijven zijn, kan deze optie genegeerd worden, anders kan geprobeerd worden dit getal te verlagen, om het opstarten te versnellen. Uiteraard moet deze waarde weer verhoogd worden als FreeBSD problemen heeft om de SCSI-apparaten te herkennen.

```
options    KTRACE      # ktrace(1) ondersteuning
```

Dit schakelt kernelondersteuning voor het volgen processen in, wat handig is tijdens debuggen.

```
options    SYSVSHM     # SYSV-stijl gedeeld geheugen
```

Deze optie biedt System V gedeeld geheugen. Meestal wordt dit wegens de XSHM-uitbreiding in X gebruikt, waar door vele grafische programma's automatisch gebruik van wordt gemaakt voor extra snelheid. Als X gebruik wordt, is het raadzaam om dit op te nemen.

```
options    SYSVMSG     # SYSV-stijl berichtwachtrijen
```

Dit biedt ondersteuning voor System V berichten. Ook deze optie voegt slechts een paar honderd bytes aan de kernel toe.

```
options    SYSVSEM     # SYSV-stijl semaforen
```

Dit biedt ondersteuning voor System V semaforen. Het wordt minder vaak gebruikt, maar voegt slechts een paar honderd bytes aan de kernel toe.

Opmerking: De optie `-p` van het commando `ipcs(1)` geeft een lijst van alle processen die een van deze System V faciliteiten gebruikt.

```
options    _KPOSIX_PRIORITY_SCHEDULING # POSIX P1003_1B real-time extensies
```

Dit biedt real-time-uitbreidingen die in de 1993 POSIX® zijn toegevoegd. Bepaalde applicaties in de Portscollectie gebruiken deze (zoals **StarOffice**).

```
options    KBD_INSTALL_CDEV # installeer een CDEV-ingang in /dev
```

Deze optie is nodig om apparaatknooppunten voor het toetsenbord aan te maken in `/dev`.

```
options    ADAPTIVE_GIANT # Giant mutex is adaptief.
```

Giant is de naam van een wederzijds uitsluitingsmechanisme (een sleep mutex) dat een grote verzameling kernelbronnen beschermt. Vandaag de dag is dit een onacceptabele prestatie-bottleneck die actief door sloten wordt vervangen die individuele bronnen beschermen. De optie `ADAPTIVE_GIANT` zorgt ervoor dat Giant in de verzamelingen van mutexen wordt opgenomen waar actief wordt opgespind. Dit betekent dat wanneer een thread de Giant-mutex wil nemen, maar die reeds door een thread op een andere CPU genomen is, de eerste thread blijft draaien en wacht tot er een slot vrijkomt. Normaalgesproken zou de thread weer gaan slapen en wachten op de volgende kans om te draaien. Laat dit er in geval van twijfel instaan.

Opmerking: Merk op dat in FreeBSD 8.0-RELEASE en later alle mutexen standaard adaptief zijn, tenzij ze expliciet op niet-adaptief zijn gezet door met de optie `NO_ADAPTIVE_MUTEXES` te compileren. Een gevolg is dat Giant nu standaard adaptief is, en dat de optie `ADAPTIVE_GIANT` uit de kernelinstellingen is verwijderd.

```
device    apic        # I/O APIC
```

Het apic-apparaat zet de ondersteuning voor I/O-APIC voor het afleveren van interrupts aan. Het apic-apparaat kan zowel in UP- als in SMP-kernels gebruikt worden, maar is noodzakelijk voor SMP-kernels. Voeg `options SMP` toe om ondersteuning voor meerdere processoren op te nemen.

Opmerking: Het apic-apparaat bestaat alleen in de i386-architectuur, deze instelregel dient niet op andere architecturen gebruikt te worden.

```
device    eisa
```

Neem dit op voor een EISA-moederbord. Dit zet ondersteuning voor zelfdetectie en -instelling aan voor alle apparaten op de EISA-bus.

```
device    pci
```

Neem dit op voor een PCI-moederbord. Dit zet ondersteuning voor zelfdetectie van PCI-kaarten en gatewaying van PCI-naar-ISA-bus aan.

```
# Floppy drives
device    fd
```

Dit is de controller voor de floppydrive.

```
# ATA- en ATAPI-apparaten
device    ata
```

Dit stuurprogramma biedt ondersteuning aan alle ATA- en ATAPI-apparaten. Er is slechts één `device ata`-regel nodig om de kernel alle PCI ATA/ATAPI-apparaten te laten ontdekken op moderne machines.

```
device    atadisk    # ATA schijven
```

Dit is samen met `device ata` nodig voor ATA schijven.

```
device    ataraid    # ATA RAID schijven
```

Dit is samen met `device ata` nodig voor ATA RAID-schijven.

```
device    atapicd    # ATAPI CD-ROM drives
```

Dit is samen met `device ata` nodig voor ATAPI CD-ROM drives.

```
device    atapifd    # ATAPI floppy drives
```

Dit is samen met `device ata` nodig voor ATAPI floppydrives.

```
device    atapist    # ATAPI tape drives
```

Dit is samen met `device ata` nodig voor ATAPI tapedrives.

```
options    ATA_STATIC_ID    # Statische apparaatnummering
```

Dit zorgt ervoor dat de controller statisch nummert. Zonder deze optie worden nummers dynamisch toegewezen.

```
# SCSI Controllers
device      ahb          # EISA AHA1742 familie
device      ahc          # AHA2940 en onboard AIC7xxx apparaten
options     AHC_REG_PRETTY_PRINT  # Print registerbitvelden in
                                # debuguitvoer. Voegt ~128k
                                # aan stuurprogramma toe.
device      ahd          # AHA39320/29320 en onboard AIC79xx apparaten
options     AHD_REG_PRETTY_PRINT  # Print registerbitvelden in
                                # debuguitvoer. Voegt ~215k
                                # aan stuurprogramma toe.

device      amd          # AMD 53C974 (Teckram DC-390(T))
device      isp          # Qlogic familie
#device     ispfw        # Firmware voor QLogic HBAs- normaliter een module
device      mpt          # LSI-Logic MPT-Fusion
#device     ncr          # NCR/Symbios Logic
device      sym          # NCR/Symbios Logic (nieuwere chipsets + die van 'ncr')
device      trm          # Tekram DC395U/UW/F DC315U adapters

device      adv          # Advansys SCSI adapters
device      adw          # Advansys wide SCSI adapters
device      aha          # Adaptec 154x SCSI adapters
device      aic          # Adaptec 15[012]x SCSI adapters, AIC-6[23]60.
device      bt           # Buslogic/Mylex MultiMaster SCSI adapters

device      ncv          # NCR 53C500
device      nsp          # Workbit Ninja SCSI-3
device      stg          # TMC 18C30/18C50
```

SCSI controllers. Commentarieer de regels uit voor apparaten die niet in het systeem aanwezig zijn. Als het een systeem met alleen IDE apparaten betreft, kunnen ze allemaal weggelaten worden. De regels met `*_REG_PRETTY_PRINT` zijn debugopties voor hun respectievelijke stuurprogramma's.

```
# SCSI randapparaten
device      scbus        # SCSI bus (nodig voor SCSI)
device      ch           # SCSI media changers
device      da           # Direct Access (schijven)
device      sa           # Sequential Access (tape, enzovoort)
device      cd           # CD
device      pass         # Passthrough apparaat (directe SCSI-toegang)
device      ses          # SCSI Omgevingsdiensten (en SAF-TE)
```

SCSI-aanhangsels. Ook hier geldt dat apparaten die niet aanwezig zijn uitgecommentarieerd kunnen worden, of als alleen IDE-hardware aanwezig aanwezig is, ze allemaal weggelaten kunnen worden.

Opmerking: Het USB-stuurprogramma `umass(4)` en enkele andere stuurprogramma's gebruiken het SCSI-subsysteem, alhoewel ze geen echte SCSI-apparaten zijn. Daarom mag SCSI-ondersteuning niet verwijderd worden als dit soort stuurprogramma's in de kernelinstellingen worden opgenomen.


```
# RAID controllers met interfaces naar het SCSI subsysteem
device      amr          # AMI MegaRAID
device      arcmsr       # Areca SATA II RAID
device      asr          # DPT SmartRAID V, VI en Adaptec SCSI RAID
device      ciiss        # Compaq Smart RAID 5*
device      dpt          # DPT Smartcache III, IV - Zie NOTES voor opties
device      hptmv        # Highpoint RocketRAID 182x
device      hprr         # Highpoint RocketRAID 17xx, 22xx, 23xx, 25xx
device      iir          # Intel Integrated RAID
device      ips          # IBM (Adaptec) ServeRAID
device      mly          # Mylex AcceleRAID/eXtremeRAID
device      twa          # 3ware 9000 series PATA/SATA RAID
```

```
# RAID controllers
device      aac          # Adaptec FSA RAID
device      aacp         # SCSI passthrough voor aac (heeft CAM nodig)
device      ida          # Compaq Smart RAID
device      mfi          # LSI MegaRAID SAS
device      mlx          # Mylex DAC960 familie
device      pst          # Promise Supertrak SX6000
device      tve          # 3ware ATA RAID
```

Ondersteunde RAID-controllers. Als een van deze niet aanwezig is, kan deze uitgecommentarieerd of verwijderd worden.

```
# atkbdc0 bestuurt het toetsenbord en de PS/2 muis
device      atkbdc       # AT toetsenbordcontroller
```

De toetsenbordcontroller (atkbdc) biedt I/O-diensten aan voor het AT-toetsenbord en het PS/2-type van aanwijsapparaten. Deze controller is noodzakelijk voor het toetsenbordstuurprogramma (atkbd) en het PS/2-aanwijsapparaatstuurprogramma (psm).

```
device      atkbd        # AT toetsenbord
```

Het stuurprogramma atkbd biedt samen met de controller atkbdc toegang tot het AT84-toetsenbord of het uitgebreide AT-toetsenbord dat verbonden is met de controller voor het AT-toetsenbord.

```
device      psm          # PS/2 muis
```

Dit apparaat kan gebruikt worden als de muis in de PS/2-muispoort wordt geplugd.

```
device      kbdmux       # toetsenbordmultiplexer
```

Basisondersteuning voor multiplexing van toetsenborden. Als u niet van plan bent om meerdere toetsenborden op het systeem te gebruiken, kunt u deze regel veilig verwijderen.

```
device      vga          # VGA videokaart stuurprogramma
```

Het stuurprogramma voor de videokaart.

```
device      splash       # Splash screen en screensaver ondersteuning
```

Een splash-scherm tijdens het opstarten! Screensavers hebben deze optie ook nodig.

```
# syscons is het standaard consolestuurprogramma, lijkt op een SCO console
device    sc
```

sc is het standaard consolestuurprogramma en lijkt op een SCO-console. Aangezien de meeste programma's die met een volledig scherm werken de console via een terminaldatabase zoals `termcap` benaderen, moet het niet uitmaken of dit of `vt`, het VT220-compatibele consolestuurprogramma, gebruikt wordt. Wanneer er aangemeld wordt, dient de variabele `TERM` op `scoansi` gezet worden indien programma's die met een volledig scherm werken problemen hebben om met dit console te draaien.

```
# Schakel dit in voor het pcvt (VT220 compatibele) consolestuurprogramma
#device        vt
#options       XSERVER      # ondersteuning voor X server op een vt console
#options       FAT_CURSOR   # begin met een blokcursor
```

Dit is een VT220-compatibel consolestuurprogramma, achterwaarts compatibel met de VT100/102. Het werkt goed op enkele laptops die hardware-incompatibiliteiten hebben met `sc`. Ook dient de variabele `TERM` op `vt100` of `vt220` gezet te worden bij het aanmelden. Dit stuurprogramma kan ook nuttig zijn wanneer er verbinding wordt gemaakt met een groot aantal verschillende machines in een netwerk, waarbij de ingangen `termcap` of `terminfo` voor het apparaat `sc` vaak niet beschikbaar zijn. `vt100` is op bijna elk platform beschikbaar.

```
device    agp
```

Neem dit op als er een AGP-kaart in het systeem aanwezig is. Dit zet ondersteuning voor AGP aan, en ondersteuning voor AGP GART voor borden die deze mogelijkheden hebben.

```
# Ondersteuning voor energiebeheer (zie NOTES voor meer opties)
#device    apm
```

Ondersteuning voor geavanceerd energiebeheer (Advanced Power Management). Dit is nuttig voor laptops, alhoewel dit standaard uitgeschakeld is in `GENERIC`.

```
# Schakel suspend/resume ondersteuning voor de i8254 in.
device    pmtimer
```

Het stuurprogramma voor het timerapparaat voor energiebeheergebeurtenissen, zoals APM en ACPI.

```
# PCCARD (PCMCIA) ondersteuning.
# PCMCIA en cardbus bridge ondersteuning.
device    cbb          # cardbus (yenta) bridge
device    pccard       # PC Card (16-bit) bus
device    cardbus      # CardBus (32-bit) bus
```

Ondersteuning voor PCMCIA. Dit is wenselijk voor laptopgebruikers.

```
# Serial (COM) poorten
device    sio          # 8250, 16[45]50-gebaseerde seriële poorten
```

Dit zijn de seriële poorten waarnaar in de wereld van MS-DOS/Windows verwezen wordt als COM-poorten.

Opmerking: Als er een intern modem op `COM4` en een seriële poort op `COM2` aanwezig is, moet het IRQ van het modem in 2 worden veranderd (om duistere technische redenen geldt dat `IRQ2 = IRQ9`) om er vanuit FreeBSD

toegang toe te krijgen. Als er een multipoort seriële kaart aanwezig is, staat in sio(4) meer informatie over de juiste waarden die aan `/boot/device.hints` toegevoegd moeten worden. Sommige videokaarten (vaak gebaseerd op S3 chips) gebruiken IO-adressen van de vorm `0x*2e8`, en omdat vele goedkope seriële kaarten de 16-bits IO-adresruimte niet volledig decoderen, botsen ze met deze kaarten waardoor de COM4-poort praktisch onbruikbaar is.

Elke seriële poort moet een uniek IRQ hebben (tenzij er gebruik wordt gemaakt van een van de multipoortkaarten waarbij gedeelde interrupts ondersteund worden), dus kunnen de standaard IRQ's voor COM3 en COM4 niet gebruikt worden.

```
# Parallele poort
device    ppc
```

Dit is de interface voor de parallelle poort op de ISA-bus.

```
device    ppbus    # Parallele poortbus (verplicht)
```

Biedt ondersteuning voor de parallelle poortbus.

```
device    lpt      # Printer
```

Ondersteuning voor parallelle poort-printers.

Opmerking: Alle van de bovenstaande drie zijn noodzakelijk om ondersteuning voor parallelle printers aan te zetten.

```
device    plip      # TCP/IP over parallel
```

Dit is het stuurprogramma voor de parallelle netwerkinterface.

```
device    ppi      # Parallele poort interface apparaat
```

De algemene I/O (“geek-poort”) + IEEE1284 I/O.

```
#device    vpo      # scbus en da verplicht
```

Dit is voor een Iomega Zipdrive. Hiervoor is ondersteuning voor scbus en da nodig. De beste prestaties worden gehaald met poorten in EPP 1.9-modus.

```
#device    puc
```

Dit dient uitgecommentarieerd te worden indien er een “domme” seriële of parallelle PCI-kaart aanwezig is die ondersteund wordt door het puc(4) verbindingssuurprogramma.

```
# PCI Ethernet NIC's.
device    de        # DEC/Intel DC21x4x ("Tulip")
device    em        # Intel PRO/1000 adapter Gigabit Ethernet Card
device    ixgb      # Intel PRO/10GbE Ethernet Card
device    txp       # 3Com 3cR990 ("Typhoon")
device    vx        # 3Com 3c590, 3c595 ("Vortex")
```

Verscheidene PCI-netwerkkkaartstuurprogramma's. Degenen die niet in het systeem aanwezig zijn kunnen uitgecommentarieerd of verwijderd worden.

```
# PCI Ethernet NIC's die de MII bus controller code gebruiken.
# NB: 'device miibus' moet behouden blijven om deze NIC's te kunnen gebruiken!
device    miibus    # MII bus ondersteuning
```

Ondersteuning voor MII-bus is noodzakelijk voor sommige PCI 10/100 Ethernet-NICs, namelijk voor diegenen die MII-geldige transceivers gebruiken of interfaces voor transceiverbesturing implementeren die als een MII werken. Door `device miibus` aan de kernelinstellingen toe te voegen wordt de ondersteuning voor de generieke miibus-API en voor alle PHY-stuurprogramma's opgenomen, waaronder een generieke voor PHYs die niet specifiek door een individueel stuurprogramma worden behandeld.

```
device    bce        # Broadcom BCM5706/BCM5708 Gigabit Ethernet
device    bfe        # Broadcom BCM440x 10/100 Ethernet
device    bge        # Broadcom BCM570xx Gigabit Ethernet
device    dc         # DEC/Intel 21143 en verschillende gelijkwerkenden
device    fxp        # Intel EtherExpress PRO/100B (82557, 82558)
device    lge        # Level 1 LXT1001 gigabit Ethernet
device    msk        # Marvell/SysKonnect Yukon II Gigabit Ethernet
device    nge        # NatSemi DP83820 gigabit Ethernet
device    nve        # nVidia MCP on-board Ethernet Networking
device    pcn        # AMD Am79C97x PCI 10/100 (voorrang op 'lnc')
device    re         # RealTek 8139C+/8169/8169S/8110S
device    rl         # RealTek 8129/8139
device    sf         # Adaptec AIC-6915 ("Starfire")
device    sis        # Silicon Integrated Systems SiS 900/SiS 7016
device    sk         # SysKonnect SK-984x & SK-982x gigabit Ethernet
device    ste        # Sundance ST201 (D-Link DFE-550TX)
device    stge       # Sundance/Tamarack TC9021 gigabit Ethernet
device    ti         # Alteon Networks Tigon I/II gigabit Ethernet
device    tl         # Texas Instruments ThunderLAN
device    tx         # SMC EtherPower II (83c170 "EPIC")
device    ge         # VIA VT612x gigabit Ethernet
device    vr         # VIA Rhine, Rhine II
device    wb         # Winbond W89C840F
device    xl         # 3Com 3c90x ("Boomerang", "Cyclone")
```

Stuurprogramma's die gebruik maken van de MII bus-controllercode.

```
# ISA Ethernet NIC's. Inclusief pccard NIC's.
device    cs         # Crystal Semiconductor CS89x0 NIC
# 'device ed' heeft 'device miibus' nodig
device    ed         # NE[12]000, SMC Ultra, 3c503, DS8390 kaarten
device    ex         # Intel EtherExpress Pro/10 en Pro/10+
device    ep         # Etherlink III-gebaseerde kaarten
device    fe         # Fujitsu MB8696x-gebaseerde kaarten
device    ie         # EtherExpress 8/16, 3C507, StarLAN 10, etc.
device    lnc        # NE2100, NE32-VL Lance Ethernet kaarten
device    sn         # SMC's 9000 serie Ethernet chips
device    xe         # Xircom pccard Ethernet
```

```
# ISA apparaten die de oude ISA shims gebruiken
```

```
#device    le
```

ISA Ethernetstuurprogramma's. In `/usr/src/sys/i386/conf/NOTES` staan details over welke kaarten door welk stuurprogramma ondersteund worden.

```
# Draadloze NIC kaarten
device     wlan          # 802.11 ondersteuning
```

Generieke 802.11 ondersteuning. Deze regel is vereist voor draadloos netwerken.

```
device     wlan_wep      # 802.11 WEP-ondersteuning
device     wlan_ccmp     # 802.11 CCMP-ondersteuning
device     wlan_tkip     # 802.11 TKIP-ondersteuning
```

Crypto-ondersteuning voor 802.11-apparaten. Deze regels zijn nodig als u van plan bent om versleuteling en 802.11i-beveiligingsprotocollen te gebruiken.

```
device     an             # Aironet 4500/4800 802.11 draadloze NIC's.
device     ath            # Atheros PCI/CardBus NICs
device     ath_hal        # Atheros HAL (Hardware Access Layer)
device     ath_rate_sample # SampleRate verzendsnelheidbeheer voor ath
device     awi            # BayStack 660 en anderen
device     ral            # Ralink Technologies RT2500 draadloze NICs.
device     wi             # WaveLAN/Intersil/Symbol 802.11 draadloze NIC's.
#device    wl             # Oudere niet-802.11 Wavelan draadloze NIC.
```

Ondersteuning voor verscheidene draadloze kaarten.

```
# Pseudo-apparaten
device     loop          # Netwerk teruglussen
```

Dit is het generieke teruglusapparaat voor TCP/IP. Als telnet of FTP op localhost (ook bekend als 127.0.0.1) gebruikt wordt, loopt dat via dit apparaat. Dit is *verplicht*.

```
device     random        # Entropy apparaat
```

Cryptografisch veilige willekeurige getallengenerator.

```
device     ether         # Ethernet ondersteuning
```

ether is allen noodzakelijk als er een Ethernetkaart aanwezig is. Het bevat code voor het generieke Ethernetprotocol.

```
device     sl            # Kernel SLIP
```

sl dient voor SLIP-ondersteuning. Dit is bijna geheel overgenomen door PPP, wat eenvoudiger is op te zetten, beter geschikt is voor modem-naar-modem-verbindingen en krachtiger is.

```
device     ppp           # Kernel PPP
```

Dit dient voor PPP-ondersteuning van inbelverbindingen door de kernel. Er is ook een versie van PPP als gebruikersapplicatie geïmplementeerd die tun gebruikt en meer flexibiliteit en mogelijkheden biedt zoals demand-bellen.

```
device    tun          # Packet tunnel.
```

Dit wordt gebruikt door de gebruikers-PPP-software. In PPP staat meer informatie.

```
device    pty          # Pseudo-ttys (telnet, etc.)
```

Dit is een “pseudo-terminal” of gesimuleerde aanmeldpoort. Die wordt gebruikt door binnenkomende sessies van telnet en rlogin, door **xterm** en voor sommige andere applicaties zoals **Emacs**.

```
device    md           # “Geheugenschijven”
```

Pseudo-apparaten die een schijf in het geheugen implementeren.

```
device    gif          # IPv6 en IPv4 tunnels
```

Dit implementeert IPv6-over-IPv4-tunneling, IPv4-over-IPv6-tunneling, IPv4-over-IPv4-tunneling en IPv6-over-IPv6-tunneling. Het apparaat gif is “zelfklonend” en zal naar behoefte apparaatknooppunten aanmaken.

```
device    faith        # IPv6-naar-IPv4-relay (vertaling)
```

Dit pseudo-apparaat onderschept pakketten die ernaar verzonden worden en leidt ze om naar het IPv4/IPv6-vertaaldamon.

```
# Het 'bpf' apparaat schakelt de Berkeley Pakketfilter in.
# Wees bewust van de administratieve consequenties die dit heeft!
# 'bpf' is nodig bij gebruik van DHCP.
device    bpf          # Berkeley pakketfilter
```

Dit is het Berkeley Pakketfilter. Dit pseudo-apparaat staat netwerkinterfaces toe om in luistermodus gezet te worden, zodat elk pakket op een uitzendnetwerk (bijvoorbeeld een Ethernet) onderschept wordt. Deze pakketten kunnen naar schijf onderschept en/of onderzocht worden met het programma tcpdump(1).

Opmerking: Het apparaat bpf(4) wordt ook gebruikt door dhclient(8) om het IP-adres van de standaardrouter (gateway) te verkrijgen, enzovoorts. Als DHCP gebruikt wordt, dient dit ingeschakeld te blijven.

```
# USB-ondersteuning
device    uhci          # UHCI PCI->USB interface
device    ohci          # OHCI PCI->USB interface
device    ehci          # EHCI PCI->USB interface (USB 2.0)
device    usb           # USB Bus (verplicht)
#device   udbp          # USB Double Bulk Pipe apparaten
device    ugen          # Generic
device    uhid          # "Human Interface Devices"
device    ukbd          # Toetsenbord
device    ulpt          # Printer
device    umass         # Schijven/Massaopslag - heeft scbus en da nodig
device    ums           # Muis
device    ural          # Ralink Technology RT2500USB draadloze NICs
device    urio          # Diamond Rio 500 MP3 speler
device    uscanner      # Scanners
# USB Ethernet, heeft mii nodig
device    aue           # ADMtek USB Ethernet
```

```

device      axe          # ASIX Electronics USB Ethernet
device      cdce         # Generic USB over Ethernet
device      cue          # CATC USB Ethernet
device      kue          # Kawasaki LSI USB Ethernet
device      rue          # RealTek RTL8150 USB Ethernet

```

Ondersteuning voor verscheidene USB-apparaten.

```

# FireWire ondersteuning
device      firewire     # FireWire bus code
device      sbp          # SCSI over FireWire (scbus en da nodig)
device      fwe          # Ethernet over FireWire (niet-standaard!)

```

Ondersteuning voor verscheidene Firewire-apparaten.

Meer informatie en aanvullende apparaten die door FreeBSD ondersteund worden staan in `/usr/src/sys/i386/conf/NOTES`.

8.6.1. Instellingen bij veel geheugen (PAE)

Sommige machines (PAE) hebben meer geheugen nodig dan limiet van 4 gigabyte op User+Kernel Virtual Address (KVA) ruimte. Vanwege deze limiet voegde Intel ondersteuning toe voor toegang tot 36-bits fysieke adresruimte in de Pentium® Pro en nieuwere lijn van CPU's.

De Physical Address Extension (PAE) mogelijkheden van de Intel Pentium Pro en nieuwere CPU's staan geheugenhoeveelheden toe tot 64 gigabyte. FreeBSD biedt ondersteuning voor deze mogelijkheid via de kernelinsteloptie `PAE`, die beschikbaar is in alle recent uitgegeven versies van FreeBSD. Vanwege de beperkingen van de geheugenarchitectuur van Intel wordt er geen onderscheid gemaakt tussen geheugen boven of beneden 4 gigabytes. Geheugen dat boven de 4 gigabytes is toegewezen wordt gewoon bij het beschikbare gevoegd.

Om ondersteuning voor PAE in de kernel aan te zetten, dient de volgende regel aan het kernelinstellingenbestand te worden toegevoegd:

```
options      PAE
```

Opmerking: De ondersteuning voor PAE in FreeBSD is alleen beschikbaar voor Intel IA-32-processoren. Ook dient opgemerkt te worden dat ondersteuning voor PAE nog niet wijdverbreid getest is en als betakwaliteit beschouwd dient te worden vergeleken met andere stabiele kenmerken van FreeBSD.

Ondersteuning voor PAE in FreeBSD heeft enige beperkingen:

- Een proces kan niet meer dan 4 gigabyte VM-ruimte krijgen;
- Apparaatstuurprogramma's die geen gebruik maken van de `bus_dma(9)`-interface zullen gegevenscorruptie veroorzaken in een kernel die PAE aan heeft staan en hun gebruik wordt afgeraden. Om deze reden wordt er de kernelinstellingenbestand voor de PAE-kernel geleverd met FreeBSD, dat alle stuurprogramma's uitsluit waarvan niet bekend is dat ze werken in een kernel die PAE aan heeft staan;
- Sommige systeeminstellingen bepalen het geheugenbronverbruik aan de hand van de hoeveelheid beschikbaar fysiek geheugen. Zulke instellingen kunnen onnodig veel toewijzen vanwege de grote hoeveelheid geheugen in een PAE systeem. Een voorbeeld hiervan is de `sysctl kern.maxvnodes`, die het maximum aantal vnodes dat in de

kernel aanwezig mag zijn beheert. Het is aan te raden om deze en andere van dit soort instellingen aan te passen aan een redelijke waarde;

- Het kan nodig zijn om de virtuele kerneladresruimte (KVA) te vergroten of om het aantal kernelbronnen dat veel gebruikt wordt (zie boven) te verminderen om zo uitputting van KVA te voorkomen. De kerneloptie `KVA_PAGES` kan gebruikt worden om de KVA-ruimte te vergroten.

Om prestatie- en stabiliteitsredenen is het aan te raden om tuning(7) te raadplegen. `pae(4)` bevat bijgewerkte informatie over de ondersteuning voor PAE in FreeBSD.

8.7. Problemen oplossen

Er zijn vier probleemcategoriën die op kunnen treden tijdens het bouwen van een aangepaste kernel:

config faalt

Als het commando `config(8)` faalt bij het verwerken van de kernelbeschrijving, is er waarschijnlijk ergens een eenvoudige fout gemaakt. Gelukkig geeft `config(8)` het nummer van de regel weer waarmee het problemen had, dus kan snel de regel gevonden worden waarin de fout zit. In het onderstaande voorbeeld dient gecontroleerd te worden of het sleutelwoord juist is ingevoerd door het met de kernel `GENERIC` of een andere referentie te vergelijken:

```
config: line 17: syntax error
```

make faalt

Als `make` faalt, duidt dit meestal op een fout in de kernelbeschrijving die niet erg genoeg is om door `config(8)` opgemerkt te worden. De instellingen dienen nogmaals nagekeken te worden. Als het probleem nog steeds niet is op te lossen, stuur dan een mail naar de FreeBSD algemene vragen mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-questions>) met de kernelinstellingen. Dat leidt meestal snel tot een diagnose.

De kernel start niet op

Als de nieuwe kernel niet opstart of de apparaten niet herkent is kalmt geboden. FreeBSD heeft een uitstekend mechanisme om van niet-compatibele kernels te herstellen. De gewenste kernel om mee op te starten kan vanuit de FreeBSD boot loader gekozen worden. Als het systeemopstartmenu verschijnt, kan deze gekozen worden. Selecteer de optie “Escape to a loader prompt”, nummer zes. Typ op de prompt `boot kernel.old` of de naam van een andere kernel die correct opstart. Als de kernelinstellingen gewijzigd worden, is het altijd aan te raden om een kernel bij de hand te houden waarvan bekend is dat die juist werkt.

Nadat er met een goede kernel is opgestart, kan het instellingenbestand gecontroleerd worden en geprobeerd worden om de kernel nogmaals te bouwen. Een behulpzame bron is het bestand `/var/log/messages`, dat onder andere alle kernelberichten van alle keren dat er succesvol is opgestart vastlegt. Ook geeft `dmesg(8)` alle kernelberichten weer van de huidige opstartprocedure.

Opmerking: Als er problemen zijn met het bouwen van een kernel, dient een `GENERIC`, of een andere kernel waarvan bekend is dat die werkt, bewaard te worden onder een andere naam die niet verwijderd wordt als de volgende kernel gebouwd wordt. Er kan niet op `kernel.old` vertrouwd worden omdat bij de installatie van een nieuwe kernel `kernel.old` overschreven wordt met de laatst geïnstalleerde kernel, die niet hoeft te werken. Ook dient de werkende kernel zo snel mogelijk naar de juiste plaats `/boot/kernel`

verplaatst te worden, omdat anders commando's als ps(1) eventueel onjuist werken. Hiervoor dient simpelweg de map met de goede kernel hernoemd te worden:

```
# mv /boot/kernel /boot/kernel.slecht  
# mv /boot/kernel.goed /boot/kernel
```

De kernel werkt, maar ps(1) werkt niet meer

Als er een andere versie van de kernel is geïnstalleerd dan degene waarmee de systeemgereedschappen gebouwd zijn, bijvoorbeeld een kernel voor -CURRENT op een -RELEASE-systeem, werken vele systeemstatuscommando's als ps(1) en vmstat(8) niet langer. De wereld moet opnieuw gecompileerd en geïnstalleerd worden en met dezelfde broncodestructuur als de kernel zijn gebouwd. Dit is een van de redenen waarom het normaliter geen goed idee is om een afwijkende versie van de kernel ten opzichte van de rest van de wereld te gebruiken.

Hoofdstuk 9.

Afdrukken

9.1. Overzicht

FreeBSD kan gebruikt worden om op een scala aan printers af te drukken, van de oudste matrixprinter tot de nieuwste laserprinters en alles er tussenin, waardoor op hoge kwaliteit afgedrukt kan worden vanuit de gebruikte programma's.

FreeBSD kan ook ingesteld worden als printserver in een netwerk. Dan kan FreeBSD afdrupkopdrachten ontvangen van uiteenlopende computers, waaronder FreeBSD computers, Windows en Mac OS hosts. FreeBSD zorgt ervoor dat er één afdrupkopdracht per keer wordt afgedrukt, houdt statistieken bij van gebruikers en computers die de meeste afdrupken maken, drukt “voorbladen” af, zodat duidelijk is van wie de afdrup is en nog veel meer.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Hoe het FreeBSD afdrupwachtrijsysteem moet worden ingesteld;
- Hoe afdrupfilters kunnen worden geïnstalleerd, om bepaalde afdrupkopdrachten op een andere manier af te handelen, zoals het omzetten van documenten naar formaten die een printer begrijpt;
- Hoe voorbladen kunnen worden afgedrukt;
- Hoe er op printers die op andere computers zijn aangesloten kan worden afgedrukt;
- Hoe er op printers die direct op het netwerk zijn aangesloten kan worden afgedrukt;
- Hoe afdrupbeperkingen kunnen worden opgelegd, zoals het beperken van de grootte van de afdrupkopdracht, en bepaalde gebruikers verbieden af te drukken;
- Hoe afdrupstatistieken kunnen worden bijgehouden en het printergebruik in de gaten kan worden gehouden;
- Hoe problemen met afdrupken kunnen worden opgelost.

Aangeraden voorkennis:

- Hoe een nieuwe kernel wordt ingesteld, gebouwd en geïnstalleerd (Hoofdstuk 8).

9.2. Inleiding

Om printers onder FreeBSD te kunnen gebruiken moeten ze kunnen werken met het Berkeley lijnafdrukwachtrijsysteem, ook wel bekend als het wachtrijsysteem **LPD** of simpelweg **LPD**. Dit is het standaard afdrupstelsel onder FreeBSD. Dit hoofdstuk introduceert **LPD** en begeleidt bij het instellen.

Als de gebruiker al bekend is met **LPD** of een ander afdrupwachtrijsysteem, dan kan verder worden lezen vanaf Standaardinstallatie.

LPD regelt alles met betrekking tot de printer van een host. Het is verantwoordelijk voor een aantal zaken:

- Het regelt de toegang tot aangesloten printers en printers die op andere hosts op het netwerk zijn aangesloten;
- Het geeft gebruikers de mogelijkheid bestanden aan te bieden die afgedrukt moeten worden; deze aangeboden bestanden worden *afdrukopdrachten* genoemd;
- Het voorkomt dat gebruikers tegelijkertijd een printer benaderen door een *wachtrij* bij te houden voor elke printer;
- Het kan *voorbladen* afdrukken (in het Engels ook wel bekend als *banner*, of *burst* pagina's) zodat gebruikers hun afdruk tussen andere afdrukken makkelijk terug kunnen vinden;
- Het handelt de communicatie af voor printers die op een seriële poort zijn aangesloten;
- Het kan afdrukopdrachten over een netwerk versturen naar een **LPD** wachtrij op een andere host;
- Het kan speciale filters aanroepen die afdrukopdrachten converteren voor verschillende printertalen of afdrukmogelijkheden;
- Het houdt statistieken bij van het printergebruik.

Middels een instellingenbestand (`/etc/printcap`) en door speciale filters beschikbaar te stellen, kan het **LPD** systeem alle, of enkele van bovenstaande taken uitvoeren op een grote verscheidenheid aan afdrukhardware.

9.2.1. Waarom het wachtrijsysteem gebruikt zou moeten worden

Als er maar één gebruiker is op een systeem, staat terecht ter discussie waarom het wachtrijsysteem nodig is als toegangscontrole, voorbladen en printerstatistieken niet nodig zijn. Hoewel directe toegang tot de printer is in te stellen, is het raadzaam het wachtrijsysteem toch te gebruiken, omdat:

- **LPD** afdrukopdrachten in de achtergrond afhandelt. Dan is het niet nodig te wachten tot de gegevens naar de printer zijn verzonden;
- **LPD** op eenvoudige wijze een afdrukopdracht door een filter kan afdrukken om kopteksten met datum/tijd toe te voegen of een speciaal bestandsformaat (zoals een TeX DVI-bestand) om te zetten naar een formaat dat de printer begrijpt. Deze handelingen hoeven dan niet handmatig uitgevoerd te worden;
- Veel gratis en commerciële software met een afdrukfunctie verwacht dat er een wachtrijsysteem aanwezig is op een systeem om afdrukopdrachten naar te sturen. Door een wachtrijsysteem op te zetten, wordt toekomstig te installeren of reeds geïnstalleerde software op eenvoudige wijze ondersteund.

9.3. Standaardinstallatie

Waarschuwing Vanaf FreeBSD 8.0; zijn de apparaat nodes voor seriële poorten hernoemd van `/dev/ttydN` naar `/dev/ttyuN`. FreeBSD 7.X gebruikers moeten de volgende documentatie aanpassen naar aanleiding van deze wijzigingen.

Om printers met het **LPD** wachtrijsysteem te kunnen gebruiken, dienen zowel de printerhardware als de **LPD** software geïnstalleerd te worden. Dit document beschrijft deze installatie in twee stappen:

- In het onderdeel Eenvoudige printerinstallatie staat hoe een printer moet worden aangesloten, hoe **LPD** er mee kan communiceren en hoe tekstbestanden afgedrukt kunnen worden.

- In Geavanceerde printerinstallatie staat beschreven hoe een scala aan bestandsformaten afgedrukt kan worden, hoe voorbladen kunnen worden afgedrukt en hoe statistieken van de printer kunnen worden bijgehouden.

9.3.1. Eenvoudige printerinstallatie

Nu wordt toegelicht hoe de printerhardware en de **LPD** software ingesteld moeten worden om een printer te kunnen gebruiken. Het behandelt de basis:

- Hardware-instellingen geeft een aantal aanwijzingen voor het aansluiten van een printer op een poort van een computer.
- Software-instellingen toont hoe het instellingenbestand (`/etc/printcap`) voor het **LPD**-systeem moet worden opgezet.

Hoe een printer geïnstalleerd moet worden die via een netwerkprotocol gegevens ontvangt, in plaats van een seriële of parallelle poort, staat in **Printers met netwerkinterfaces**.

Hoewel dit onderdeel “Eenvoudige printerinstallatie” heet, is het redelijk complex. De printer met de computer en het **LPD**-systeem laten samenwerken is het moeilijkste. De geavanceerde opties, zoals voorbladen en statistieken, zijn relatief makkelijk als de printer eenmaal werkt.

9.3.1.1. Hardware-instellingen

Hier worden de verschillende manieren waarop een printer op een computer kan worden aangesloten beschreven. Het bespreekt de soorten poorten en kabels en de kernelinstellingen die nodig kunnen zijn om FreeBSD met een printer te laten communiceren.

Als een printer al is aangesloten en succesvol is gebruikt onder een ander besturingssysteem, dan kan waarschijnlijk verder gelezen worden in **Software-instellingen**.

9.3.1.1.1. Poorten en kabels

De printers die tegenwoordig voor PC's verkocht worden hebben eigenlijk altijd een van de volgende drie poorten:

- *Seriële* poort, ook bekend als RS-232- of COM-poorten, gebruiken een seriële poort op een computer om gegevens naar een printer te sturen. Seriële poorten zijn heel gebruikelijk in de computerindustrie en kabels zijn eenvoudig verkrijgbaar en makkelijk te maken. Seriële poorten hebben soms speciale kabels nodig en vereisen soms het instellen van ingewikkelde communicatieparameters. De meeste seriële poorten hebben een maximale doorvoersnelheid van 115.200 bps waardoor het afdrukken van grote grafische afdrakopdrachten erg onpraktisch wordt.
- *Parallelle* poorten gebruiken een parallelle poort op een computer om gegevens naar een printer te sturen. Parallelle poorten zijn gebruikelijk in de PC-markt en zijn sneller dan RS-232 serieel. Kabels zijn goed verkrijgbaar, maar moeilijker handmatig te vervaardigen. Meestal zijn er geen communicatieparameters bij parallelle poorten, wat het instellen erg eenvoudig maakt.

Parallelle poorten staan ook wel bekend als “Centronics” poorten, genoemd naar het soort aansluiting op de printer.

- USB poorten, genoemd naar de Universal Serial Bus, kunnen zelfs op nog hogere snelheid werken dan parallelle of RS-232 seriële poorten. De kabels zijn eenvoudig en goedkoop. USB is voor afdrukken superieur aan RS-232 Serieel en Parallel, maar wordt op UNIX-systemen niet altijd goed ondersteund. Een van de manieren om dit te omzeilen is de aanschaf van een printer met zowel een USB als een parallelle poort, zoals veel printers die hebben.

Over het algemeen kunnen parallelle poorten meestal in één richting communiceren (van computer naar printer), terwijl seriële en USB poorten in twee richtingen kunnen communiceren. Nieuwere parallelle poorten (EPP en ECP) en printers kunnen onder FreeBSD in beide richtingen communiceren, mits een IEEE-1284 gekeurde kabel wordt gebruikt.

Tweewegcommunicatie met een printer over een parallelle poort verloopt meestal op een van de volgende twee manieren. De eerste manier is door gebruik te maken van een op maat gemaakt stuurprogramma voor FreeBSD dat de taal spreekt die door de printer wordt gebruikt. Dit geldt meestal voor inkjet printers en er kan dan gebruikt gemaakt worden van rapportagemogelijkheden over bijvoorbeeld inktniveaus en andere statusinformatie. De tweede methode wordt gebruikt als een printer PostScript ondersteunt.

PostScript-taken zijn eigenlijk programma's die naar de printer worden gestuurd. Het hoeft zelfs niet in een afdruk te resulteren; het resultaat van de opdracht kan direct weer naar de computer worden gestuurd. PostScript gebruikt ook tweewegcommunicatie om een computer op de hoogte te stellen van opgetreden fouten, zoals fouten in het PostScript-programma of vastgelopen papier. Gebruikers kunnen dit soort informatie handig vinden. De beste manier om bij een PostScript-printer effectief bij te houden wat het printergebruik is, vraagt om tweewegcommunicatie: de printer wordt gevraagd om het totaal aantal afgedrukt pagina's, de afdrukopdracht wordt verzonden en vervolgens wordt nogmaals om het totaal aantal afgedrukte pagina's gevraagd. Het verschil van deze getallen geeft het aantal afgedrukte pagina's van de afdrukopdracht van de betreffende gebruiker.

9.3.1.1.2. Parallelle poorten

Om een printer met een parallelle poort aan te sluiten, moet een Centronics kabel de printer met de computer verbinden. De instructies die geleverd zijn bij de printer, de computer of beide, moeten voldoende zijn om dit te verduidelijken.

Onthoud op welke parallelle poort de printer is aangesloten. De eerste parallelle poort heet onder FreeBSD `ppc0`, de tweede `ppc1`, enzovoort. De benaming voor de printer gaat analoog: `/dev/lpt0` voor de printer op de eerste parallelle poort enzovoort.

9.3.1.1.3. Seriële poorten

Gebruik de juiste seriële kabel om een printer met een seriële poort op een computer aan te sluiten. De instructies die geleverd zijn bij de printer, de computer of beide, moeten voldoende zijn om dit te verduidelijken.

Als onduidelijk is wat de "juiste seriële kabel" is, kan een van onderstaande opties geprobeerd worden:

- Een *modem*kabel verbindt elke pin van de stekker aan het ene eind direct met de corresponderende pin van de stekker aan het andere eind. Dit type kabel heet ook wel een "DTE-naar-DCE"-kabel.
- Een *null-modem* kabel verbindt enkele pinnetjes direct, verwisselt andere (bijvoorbeeld van verstuur gegevens naar ontvang gegevens) en sluit sommige draden kort in de stekker. Dit type kabel heet ook wel een "DTE-to-DTE"-kabel.
- Een *seriële printer*kabel, nodig bij sommige ongebruikelijke printers, is als een null-modem kabel, maar stuurt sommige signalen naar hun tegenhangers in plaats van ze intern kort te sluiten.

Het is ook nodig de communicatieparameters voor de printer in te stellen, meestal via het bedieningspaneel of middels DIP-schakelaars op de printer. Selecteer de hoogste `bps` (bits per seconde, soms *baud*) die zowel door de computer als de printer wordt ondersteund. Kies 7 of 8 data bits. Geen, even of oneven pariteit en 1 of 2 stop bits.

Selecteer ook het flow-control protocol: ofwel geen, ofwel XON/XOFF (ook bekend als “in-band” of “software”) flow-control. Onthoud deze instellingen voor de hier op volgende software-instellingen.

9.3.1.2. Software-instellingen

Nu wordt beschreven welke software-instellingen nodig zijn om onder FreeBSD af te drukken met behulp van het wachtrijsysteem **LPD**.

Een overzicht van de te doorlopen stappen:

1. Maak, indien nodig, de kernel geschikt voor de poort die door de printer wordt gebruikt. In Kernelinstellingen is te lezen hoe dit gedaan kan worden.
2. Stel de communicatievorm voor de parallelle poort in, als gebruik wordt gemaakt van een parallelle printer. In Communicatietype instellen voor een parallelle poort staan de details.
3. Test of het besturingssysteem gegevens naar de printer kan sturen. In Printercommunicatie controleren staat een aantal suggesties.
4. Stel **LPD** in voor de printer door `/etc/printcap` aan te passen. Dat wordt later in het hoofdstuk beschreven.

9.3.1.2.1. Kernelinstellingen

Het besturingssysteem is gecompileerd om met een beperkte verzameling apparaten te kunnen werken. De seriële en parallelle poorten zijn onderdeel van deze verzameling. Daarom kan het nodig zijn om ondersteuning voor een extra seriële of parallelle poort toe te voegen als een kernel hier nog niet voor is ingesteld.

Om te achterhalen of de huidige kernel een seriële poort ondersteunt:

```
# grep sioN /var/run/dmesg.boot
```

Hier is N het aantal seriële poorten, beginnende bij nul. Als de uitvoer op het volgende lijkt, dan wordt de poort door de kernel ondersteund:

```
sio2 at port 0x3e8-0x3ef irq 5 on isa
sio2: type 16550A
```

Om te achterhalen of de kernel een parallelle poort ondersteunt:

```
# grep ppcN /var/run/dmesg.boot
```

Hier is N het aantal parallelle poorten beginnende bij nul. Als de uitvoer er ongeveer als volgt uit ziet, dan wordt de poort door de kernel ondersteund:

```
ppc0: <Parallel port> at port 0x378-0x37f irq 7 on isa0
ppc0: SMC-like chipset (ECP/EPP/PS2/NIBBLE) in COMPATIBLE mode
ppc0: FIFO with 16/16/8 bytes threshold
```

Het kan nodig zijn een kernel aan te passen om het besturingssysteem in staat te stellen een parallelle of seriële poort die voor een printer wordt gebruikt te herkennen en te gebruiken.

In het onderdeel over kernelinstellingen staat meer informatie om ondersteuning voor een seriële poort toe te voegen. Lees de betreffende *en* de volgende sectie om ondersteuning voor een parallelle poort toe te voegen.

9.3.1.3. Communicatietype instellen voor een parallele poort

Wanneer een parallele poort wordt gebruikt, kan worden aangegeven of FreeBSD voor de printer interrupt-gestuurde of “polled” communicatie moet gebruiken. Het generieke printerapparaatstuurprogramma (`lpt(4)`) onder FreeBSD gebruikt het systeem `ppbus(4)`. Dit bestuurt de chipset van de poort met het stuurprogramma `ppc(4)`.

- De *interrupt-gestuurde* methode is standaard in de GENERIC kernel. In dit geval gebruikt het besturingssysteem een IRQ om te bepalen of de printer klaar is om gegevens te ontvangen.
- Bij de *polled* methode vraagt het besturingssysteem met vaste intervallen aan de printer of deze klaar is om gegevens te ontvangen. Als de printer antwoordt met “klaar”, stuurt de kernel meer gegevens.

De interrupt-gestuurde methode is meestal iets sneller, maar gebruikt een kostbaar IRQ-nummer. Van sommige HP printers wordt beweerd dat ze niet goed werken in interruptmodus, schijnbaar door een (nog niet begrepen) timing-probleem. Deze printers moeten gebruik maken van de polled methode. Gebruik de methode die werkt. Sommige printers werken met beide methodes, maar zijn tergend langzaam in de interrupt modus.

Het communicatietype kan op twee manieren worden ingesteld: door de kernel in te stellen of door gebruik te maken van `lptcontrol(8)`.

Het communicatietype instellen door de kernel aan te passen:

1. Pas het kernelinstellingenbestand aan. Zoek naar een `ppc0` ingang. Gebruik `ppc1` voor het opzetten van een tweede parallele poort. Gebruik `ppc2` voor de derde poort, enzovoort.
 - Als u gebruik wilt maken van de interrupt gestuurde modus, bewerk dan de regel hieronder:


```
hint.ppc.0.irq="N"
```

 Het kernelinstellingenbestand moet ook het stuurprogramma `ppc(4)` bevatten:


```
device ppc
```
 - Om gebruik te maken van polled modus verwijder dan het volgende regel uit `/boot/device.hints`:


```
hint.ppc.0.irq="N"
```

 In sommige gevallen is het onder FreeBSD niet voldoende om een poort in polled modus te zetten. In veel gevallen komt dat door het stuurprogramma `acpi(4)`. Dit is in staat om apparaten te testen en aan te sluiten en kan zodoende het communicatietype van de printer wijzigen. Raadpleeg de instellingen voor `acpi(4)` om dit probleem te verhelpen.
2. Sla het bestand op. Maak en installeer de nieuwe kernel en herstart de computer. In De FreeBSD-kernel instellen staan meer details.

Communicatietype instellen met `lptcontrol(8)`:

1. Typ:


```
# lptcontrol -i -d /dev/lptN
```

 om `lptN` op interrupt-gestuurde modus in te stellen.
2. Typ:


```
# lptcontrol -p -d /dev/lptN
```

 om `lptN` op polled modus in te stellen.


```
# lptcontrol -p -d /dev/lptN
```

Zet deze commando's in het bestand `/etc/rc.local` zodat het communicatietype juist wordt ingesteld bij het opstarten. In `lptcontrol(8)` staat meer informatie.

9.3.1.4. Printercommunicatie controleren

Voor het instellen van het wachtrijsysteem, is het verstandig te controleren of het besturingssysteem gegevens naar een printer kan versturen. Het is een stuk makkelijker om problemen met printercommunicatie en het wachtrijsysteem apart op te lossen.

De printer wordt getest door er tekst naar toe te sturen. Voor printers die direct tekens kunnen afdrukken is het programma `lptest(1)` handig: het genereert alle 96 afdrukbare ASCII-tekens op 96 regels.

Voor PostScript (of andere op taal gebaseerde) printers, is een meer geavanceerde test nodig. Een eenvoudig PostScript-programma zoals het volgende volstaat:

```
%!PS
100 100 moveto 300 300 lineto stroke
310 310 moveto /Helvetica findfont 12 scalefont setfont
(Werkt dit?) show
showpage
```

Bovenstaande PostScript-code kan in een bestand worden opgeslagen en in de voorbeelden in de volgende paragrafen gebruikt worden.

Opmerking: Als in dit document wordt gesproken over een printertaal, wordt uitgegaan van een taal als PostScript en niet PCL van HP. Hoewel PCL zeer functioneel is, kan het direct platte tekst afdrukken door gebruik te maken van escape-tekens. PostScript kan niet direct platte tekst afdrukken. Voor dat soort printertalen zijn speciale aanpassingen nodig.

9.3.1.4.1. Parallele printer controleren

In deze sectie wordt beschreven hoe te controleren of FreeBSD kan communiceren met een printer die op een parallelle poort is aangesloten.

Voer de volgende stappen uit om een printer op een parallelle poort te testen:

1. `su(1)` naar `root`.
2. Stuur gegevens naar de printer.
 - Gebruik `lptest(1)` als de printer platte tekst af kan drukken:

```
# lptest > /dev/lptN
```

Hier is *N* het nummer van de parallelle poort, beginnende bij nul.

- Als de printer PostScript of een andere printertaal begrijpt, stuur dan een klein programma naar de printer:

```
# cat > /dev/lptN
```

Geef het programma regel voor regel *heel nauwkeurig* in. Een regel kan niet worden gewijzigd als er op RETURN of ENTER is gedrukt. Geef na het afronden van de invoer voor het programma het einde-van-invoer-teken. Dit is meestal CONTROL+D.

Het programma kan ook in een bestand worden opgeslagen:

```
# cat bestand > /dev/lptN
```

Hier is *bestand* de naam van het bestand waarin het programma is opgeslagen dat naar een printer gestuurd kan worden.

Nu moet er iets worden afgedrukt. Tekst die er niet goed uitziet is geen probleem. Dit wordt later gerepareerd.

9.3.1.4.2. Seriële printer controleren

In deze sectie wordt beschreven hoe te controleren of FreeBSD kan communiceren met een printer die op een seriële poort is aangesloten.

Voer de volgende stappen uit om een printer op de seriële poort te testen:

1. su(1) naar root.
2. Voeg de volgende regel toe aan /etc/remoted:

```
printer:dv=/dev/poort:br#bps-snelheid:pa=pariteit
```

Hier is *poort* de apparaatgave voor de seriële poort (ttyu0, ttyu1, enzovoort), *bps-snelheid* is het aantal bits per seconde waarop de printer communiceert en *pariteit* is de pariteit die door de printer wordt vereist (even, odd, none of zero).

Hier volgt een voorbeeldregel voor een printer verbonden met een seriële lijn op de derde seriële poort op 19200 bps, zonder pariteit:

```
printer:dv=/dev/ttyu2:br#19200:pa=none
```

3. Maak verbinding met de printer met tip(1):

```
# tip printer
```

Als dit niet werkt, pas dan /etc/remoted opnieuw aan en probeer gebruik te maken van /dev/cuaa*N* in plaats van /dev/ttyu*N*.

4. Stuur gegevens naar de printer.

- Gebruik lptest(1) als de printer platte tekst af kan drukken:

```
% $lptest
```

- Als de printer PostScript of een andere printertaal begrijpt, stuur dan een klein programma naar de printer. Geef het programma regel voor regel *heel nauwkeurig* in. Backspace of andere speciale toetsen kunnen een speciale betekenis hebben voor de printer. Het kan ook nodig zijn een speciaal einde-van-invoer-teken te geven zodat de printer weet dat het gehele programma ontvangen is. Druk voor PostScript-printers CONTROL+D.

Het programma kan ook in een bestand worden opgeslagen:

```
% >bestand
```

Hier is *bestand* de naam van het bestand waarin het programma is opgeslagen. Nadat tip(1) het bestand heeft verstuurd kan het juiste einde-van-invoer-teken ingegeven worden.

Nu moet er iets worden afgedrukt. Tekst die er niet goed uitziet is geen probleem. Dit wordt later gerepareerd.

9.3.1.5. De wachtrij aanzetten: `/etc/printcap`

Op dit punt moet de printer zijn aangesloten, de kernel ingesteld zijn om met de printer te communiceren (indien nodig) en is het mogelijk eenvoudige gegevens naar de printer te sturen. Nu kan **LPD** ingesteld worden zodat de toegang tot de printer wordt geregeld.

LPD wordt ingesteld door het bestand `/etc/printcap` aan te passen. Het wachtrijsysteem **LPD** leest dit bestand iedere keer dat het systeem wordt aangeroepen zodat wijzigingen direct van toepassing zijn.

De opmaak van het bestand `printcap(5)` is voor de hand liggend. Met een willekeurige tekstverwerker kunnen wijzigen in `/etc/printcap` aangebracht worden. De opmaak is identiek aan die van andere bestanden die voor dergelijke instellingen worden gebruikt, zoals `/usr/share/misc/termcap` en `/etc/remote`. In `cgetent(3)` staat een uitgebreid overzicht van dit formaat.

De vereenvoudigde instellingen bestaan uit de volgende stappen:

1. Kies een naam (en een paar handige aliases) voor de printer en voeg ze toe aan `/etc/printcap`. In *Printernaamgeving* staat meer informatie over het toekennen van een naam aan een printer.
2. Het afdrukken van voorbladen (standaard) kan uitgezet worden met de optie `sh`. In *Voorbladen onderdrukken* staat meer informatie.
3. Maak een wachtrijmap aan en specificeer de locatie door middel van de optie `sd`. In *Wachtrijmap aanmaken* staat meer informatie.
4. Bepaal welke ingave in `/dev` voor de printer wordt gebruikt en geef dit in `/etc/printcap` aan door gebruik te maken van de optie `lp`. In *Printerapparaat identificeren* staat meer informatie. Als de printer is aangesloten op een seriële poort moeten de communicatieparameters worden ingesteld met de optie `ms#`. Dit wordt beschreven in *Communicatieparameters voor het wachtrijsysteem instellen*.
5. Installeer een filter voor platte tekst. In *Tekstfilter installeren* staan details.
6. Test de instellingen door iets met `lpr(1)` af te drukken. Details staan in *Printer uitproberen en Problemen oplossen*.

Opmerking: Op taal gebaseerde printers, zoals PostScript-printers, kunnen niet direct platte tekst afdrukken. De vereenvoudigde instellingen, zoals hierboven beschreven en hieronder verder beschreven, gaan er van uit dat alleen bestanden naar een printer worden gestuurd die de printer begrijpt.

Gebruikers verwachten vaak dat ze platte tekst naar printers op een systeem kunnen sturen. Programma's die **LPD** gebruiken om af te drukken gaan hier ook vaak van uit. Als een dergelijke printer wordt geïnstalleerd en het moet mogelijk zijn zowel afdrukopdrachten in de printertaal als in platte tekst naar een printer te sturen, dan is het zeer aan te raden een extra stap in deze vereenvoudigde opzet in te voegen: installeer een conversieprogramma dat automatisch platte tekst omzet in PostScript (of een andere printertaal). In *Platte tekst op PostScript-printers afdrukken* staat hoe dit in zijn werk gaat.

9.3.1.5.1. *Printernaamgeving*

De eerste (makkelijke) stap is het kiezen van een naam voor een printer. Het maakt niet uit of een naam functioneel of grappig is, aangezien ook een aantal aliases aan een printer toegekend kunnen worden.

Ten minste één van de printers die in `/etc/printcap` worden genoemd moet het alias `lp` hebben. Dit is de standaardnaam voor de printer. Als gebruikers de omgevingsvariabele `PRINTER` niet ingesteld hebben en ook geen printernaam specificeren als ze **LPD** gebruiken, dan wordt standaard de printer `lp` gebruikt.

Het is verder gebruikelijk om het laatste alias zo te kiezen dat het een volledige beschrijving van de printer is, inclusief merk en model.

Als een naam en een aantal aliassen zijn gekozen, kunnen ze aan `/etc/printcap` worden toegevoegd. De naam van een printer wordt in de meest linker kolom geplaatst. Scheid ieder alias met een verticale streep en plaats een dubbele punt achter het laatste alias.

In het volgende voorbeeld is de beginsituatie een uitgekleeft `/etc/printcap` waarin twee printers worden gedefinieerd (een Diablo 630 lijnprinter en een Panasonic KX-P4455 PostScript-laserprinter):

```
#
# /etc/printcap voor host rose
#
rattan|line|diablo|lp|Diablo 630 Line Printer:

bamboo|ps|PS|S|panasonic|Panasonic KX-P4455 PostScript v51.4:
```

In dit voorbeeld heet de eerste printer `rattan` en heeft de volgende aliassen: `line`, `diablo`, `lp` en `Diablo 630 Line Printer`. Omdat deze printer het alias `lp` heeft, is het de standaard printer. De tweede printer heet `bamboo` en heeft de aliassen `ps`, `PS`, `S`, `panasonic` en `Panasonic KX-P4455 PostScript v51.4`.

9.3.1.5.2. Voorbladen onderdrukken

Het wachtrijsysteem **LPD** drukt standaard een *voorblad* af voor elke afdrukopdracht. Het voorblad bevat de gebruikersnaam van de gebruiker die de afdrukopdracht gaf, de computer waar de opdracht is gegeven en, in mooie grote letters, de naam van de afdrukopdracht. Het nadeel hiervan is dat al deze extra tekst het debuggen van de eenvoudige printerinstallatie bemoeilijkt. Daarom wordt het afdrukken van voorbladen onderdrukt.

Om voorbladen te onderdrukken, wordt de optie `sh` toegevoegd voor de relevante printer in `/etc/printcap`. Hieronder staat een voorbeeld van `/etc/printcap` met de optie `sh`:

```
#
# /etc/printcap voor host rose - nergens worden voorbladen afgedrukt
#
rattan|line|diablo|lp|Diablo 630 Line Printer:\
    :sh:

bamboo|ps|PS|S|panasonic|Panasonic KX-P4455 PostScript v51.4:\
    :sh:
```

Het juiste formaat is gebruikt: de eerste regel begint in de meest linker kolom, volgende regels springen in. Elke regel eindigt met een backslash, behalve de laatste.

9.3.1.5.3. Wachtrijmap aanmaken

De volgende stap in deze eenvoudige opzet is het aanmaken van een *wachtrijmap*. Dit is een map waar afdrukopdrachten geplaatst worden totdat ze worden afgedrukt. Ook wordt er een aantal bestanden geplaatst die nodig zijn voor het functioneren van het wachtrijsysteem.

Vanwege het veranderlijke karakter van wachtrijmappen is het gebruikelijk om deze mappen onder `/var/spool` te plaatsen. Het is niet nodig om een reservekopie van de inhoud van deze mappen te maken. Ze kunnen eenvoudigweg opnieuw worden aangemaakt met `mkdir(1)`.

Het is ook gebruikelijk om de naam van de map overeen te laten komen met die van de printer, zoals onder is weergegeven:

```
# mkdir /var/spool/printernaam
```

Als er veel printers zijn aangesloten op een netwerk, is het beter de wachtrijmappen aan te maken in een enkele map die speciaal wordt gebruikt voor afdrukken met **LPD**. In dit voorbeeld wordt dat gedaan voor de printers `rattan` en `bamboo`:

```
# mkdir /var/spool/lpd
# mkdir /var/spool/lpd/rattan
# mkdir /var/spool/lpd/bamboo
```

Opmerking: Als de afdrupkopdrachten privé moeten blijven, dan is het belangrijk de wachtrijmap niet algemeen toegankelijk te maken. Wachtrijmappen moeten eigendom zijn van gebruiker `daemon` en groep `daemon`. Uitsluitend deze gebruiker en groep moeten de map kunnen lezen, schrijven en doorzoeken. We doen dit voor onze voorbeeldprinters:

```
# chown daemon:daemon /var/spool/lpd/rattan
# chown daemon:daemon /var/spool/lpd/bamboo
# chmod 770 /var/spool/lpd/rattan
# chmod 770 /var/spool/lpd/bamboo
```

Tenslotte moet **LPD** verteld worden dat deze mappen bestaan. Dit kan met het bestand `/etc/printcap`. De locatie van de wachtrijmap wordt opgegeven met de optie `sd`:

```
#
# /etc/printcap voor host rose - wachtrijmappen toegevoegd
#
rattan|line|diablo|lp|Diablo 630 Line Printer:\
      :sh:sd=/var/spool/lpd/rattan:

bamboo|ps|PS|S|panasonic|Panasonic KX-P4455 PostScript v51.4:\
      :sh:sd=/var/spool/lpd/bamboo:
```

De naam van de printer staat in de eerste kolom, maar alle andere regels die de printer beschrijven worden ingesprongen en elke regel eindigt met een backslash.

Als geen wachtrijmap wordt opgegeven met `sd`, dan wordt standaard `/var/spool/lpd` gebruikt.

9.3.1.5.4. Printerapparaat identificeren

In de sectie **Hardware-instellingen** is bepaald welke poort en ingang in de map `/dev` door FreeBSD worden gebruikt om met een printer te communiceren. Nu moet **LPD** dit ook weten. Als het wachtrijsysteem een afdrupkopdracht krijgt, opent het het relevante apparaat namens het filterprogramma (dat verantwoordelijk is voor het sturen van gegevens naar een printer).

Geef de locatie van de ingang in `/dev` op in `/etc/printcap` door gebruik te maken van de optie `lp`.

In het huidige voorbeeld wordt aangenomen dat rattan op de eerste parallelle poort is aangesloten en bamboe op de zesde seriële poort. Hier volgen de toevoegingen voor `/etc/printcap`:

```
#
# /etc/printcap voor host rose - bepaald welke apparaten te gebruiken
#
rattan|line|diablo|lp|Diablo 630 Line Printer:\
    :sh:sd=/var/spool/lpd/rattan:\
    :lp=/dev/lpt0:

bamboo|ps|PS|S|panasonic|Panasonic KX-P4455 PostScript v51.4:\
    :sh:sd=/var/spool/lpd/bamboo:\
    :lp=/dev/ttyu5:
```

Als voor een printer de optie `lp` niet wordt gebruikt in `/etc/printcap`, dan gebruikt **LPD** standaard `/dev/lp`. Momenteel bestaat `/dev/lp` niet in FreeBSD.

Als de te installeren printer is aangesloten op een parallelle poort, dan staan verdere instructies in Tekstfilter installeren. In andere gevallen kunnen de instructies in de volgende paragraaf gevold worden.

9.3.1.5.5. Communicatieparameters voor het wachtrijsysteem instellen

Voor printers die zijn aangesloten op een seriële poort kan **LPD** de bps-snelheid, pariteit en andere seriële communicatie parameters instellen voor het filterprogramma dat gegevens naar een printer stuurt. Dit is gunstig omdat:

- De verschillende communicatieparameters uitgetest kunnen worden door `/etc/printcap` aan te passen. Het is niet nodig het filterprogramma opnieuw te compileren;
- Het wachtrijsysteem kan hetzelfde filter gebruiken voor verschillende printers die mogelijk verschillende seriële communicatie-instellingen hebben.

Met de volgende opties in `/etc/printcap` kunnen seriële communicatieparameters worden ingesteld voor het apparaat waar `lp` naar verwijst:

`br#bps-snelheid`

Stelt de communicatiesnelheid van het apparaat in op `bps-snelheid`, waarbij `bps-snelheid` de waarde 50, 75, 110, 134, 150, 200, 300, 600, 1200, 1800, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 of 115200 bits-per-seconde kan aannemen.

`ms#stty-modus`

Bepaalt de opties voor het geval het printerapparaat een terminal is. In `stty(1)` staat uitleg over de beschikbare opties.

Als **LPD** het apparaat opent dat met `lp` is opgegeven, worden de eigenschappen van het apparaat bepaald door de optie `ms#`. Met name van belang zijn de modi `parenb`, `parodd`, `cs5`, `cs6`, `cs7`, `cs8`, `cstopb`, `crtsets` en `ixon`. Deze worden uitgelegd in `stty(1)`.

Nu wordt de voorbeeldprinter op de zesde seriële poort aangepast. De bps-snelheid wordt ingesteld op 38400. Als modus wordt gekozen: geen pariteit met `-parenb`, 8-bit tekens met `cs8`, geen modemcontrole met `clocal` en hardware flow-control met `crtsets`:

```
bamboo|ps|PS|S|panasonic|Panasonic KX-P4455 PostScript v51.4:\
      :sh:sd=/var/spool/lpd/bamboo:\
      :lp=/dev/ttyu5:ms#-parenb cs8 clocal crtsets:
```

9.3.1.5.6. Tekstfilter installeren

Nu kan **LPD** verteld worden welke tekstfilters gebruikt moeten worden bij het versturen van afdrukopdrachten. Een *tekstfilter* is een programma dat **LPD** aanroept als het een afdrukopdracht krijgt. Wanneer **LPD** het tekstfilter aanroept, wordt de standaard invoer van het filter gekoppeld aan de afdrukopdracht en de standaard uitvoer aan het printerapparaat dat door de optie `lp` is opgegeven. Er wordt aangenomen dat het filter van standaard invoer leest, vervolgens de nodige handelingen uitvoert en het resultaat naar de standaard uitvoer schrijft, zodat het afgedrukt wordt. In *Filters* staat meer informatie over het tekstfilter.

Voor deze eenvoudige printerinstallatie kan het tekstfilter een klein shellscript zijn dat `/bin/cat` aanroept om de afdrukopdracht naar de printer te sturen. FreeBSD wordt geleverd met een ander filter, `lpf`, dat backspaces en onderlijnde tekst afhandelt voor printers die hier niet mee overweg kunnen. Natuurlijk kan elk filter gebruikt worden dat gewenst is. Het filter `lpf` wordt uitgebreid beschreven in *lpf: een tekstfilter*.

Nu wordt eerst het shellscript `/usr/local/libexec/if-simple` gemaakt dat als simpel tekstfilter dient. Plaats de volgende tekst in het bestand met een tekstverwerker naar keuze:

```
#!/bin/sh
#
# if-simple - Eenvoudig tekstfilter voor lpd
# Geïnstalleerd in /usr/local/libexec/if-simple
#
# Kopieert eenvoudigweg stdin naar stdout.
# Filterargumenten worden genegeerd.

/bin/cat && exit 0
exit 2
```

Zorg dat het bestand uitvoerbaar is:

```
# chmod 555 /usr/local/libexec/if-simple
```

Zorg dat **LPD** het filter gebruikt door dit aan te geven met de optie `if` in `/etc/printcap`. Nu volgt hoe dit te doen voor de twee printers uit het voorbeeld:

```
#
# /etc/printcap voor host rose - met tekstfilter
#
rattan|line|diablo|lp|Diablo 630 Line Printer:\
      :sh:sd=/var/spool/lpd/rattan:\ :lp=/dev/lpt0:\
      :if=/usr/local/libexec/if-simple:

bamboo|ps|PS|S|panasonic|Panasonic KX-P4455 PostScript v51.4:\
      :sh:sd=/var/spool/lpd/bamboo:\
```

```
:lp=/dev/ttyu5:ms#-parenb cs8 clocal crtscts:\
:if=/usr/local/libexec/if-simple:
```

Opmerking: Een kopie van het script `if-simple` staat in de map `/usr/share/examples/printing`.

9.3.1.5.7. **LPD** aanzetten

`lpd(8)` wordt gestart vanuit `/etc/rc` door de variabele `lpd_enable`. Standaard staat deze variabele op `NO`. Als dit nog niet is gedaan, voeg dan de volgende regel toe aan `/etc/rc.conf` en herstart de computer:

```
lpd_enable="YES"
```

Of voer het commando `lpd(8)` uit:

```
# lpd
```

9.3.1.5.8. *Printer uitproberen*

Nu volgt het laatste onderdeel van de eenvoudige **LPD** installatie. Helaas zijn felicitaties nog niet gepast. De printer moet worden getest en eventuele problemen moeten worden opgelost. Om de installatie te testen kan iets afgedrukt worden. Afdrukken gaat met het commando `lpr(1)`. Dit stuurt een opdracht naar een printer.

Het programma `lpr(1)` is te combineren met het programma `lpctest(1)` uit *Printercommunicatie controleren* om tekst te genereren.

*Om de eenvoudige **LPD** installatie te testen:*

```
# lpctest 20 5 | lpr -Pprinternaaam
```

Hier is *printernaaam* de naam van een printer (of een alias) die in `/etc/printcap` wordt genoemd. De standaard printer kan worden getest door bij het aanroepen van `lpr(1)` de optie `-P` weg te laten. Nogmaals: test een PostScript-printer door een PostScript-programma naar een printer te sturen en maak geen gebruik van `lpctest(1)`. Dit kan door het programma in een bestand op te slaan en de volgende commandoregel uit te voeren: `lpr bestand`.

Voor een PostScript-printer moet het resultaat van het programma verschijnen. Als gebruik wordt gemaakt van `lpctest(1)` ziet het resultaat er ongeveer zo uit:

```
!"#$%&'()*+,-./01234
"# $%&'()*+,-./012345
#$%&'()*+,-./0123456
$%&'()*+,-./01234567
%&'()*+,-./012345678
```

Om de printer uitvoeriger te testen kunnen grotere programma's geprobeerd worden (voor taalgebaseerde printers) of kan `lpctest(1)` aangeroepen worden met andere argumenten. Bijvoorbeeld: `lpctest 80 60`, drukt 60 regels af met elk 80 karakters.

Als de printer niet werkt, lees dan verder in *Problemen oplossen*.

9.4. Geavanceerde printerinstallatie

Waarschuwing Vanaf FreeBSD 8.0; zijn de apparaat nodes voor seriële poorten hernoemd van `/dev/ttydN` naar `/dev/ttyuN`. FreeBSD 7.X gebruikers moeten de volgende documentatie aanpassen naar aanleiding van deze wijzigingen.

Deze sectie behandelt het gebruik van filters om speciaal opgemaakte tekst en voorbladen af te drukken, via het netwerk af te drukken en printergebruik te beperken en statistieken bij te houden.

9.4.1. Filters

Hoewel **LPD** veel van het afdrukwerk afhandelt (netwerkverkeer, wachtrijafhandeling, toegangscontrole, enzovoort), wordt het *echte* werk door de filters gedaan. Filters zijn programma's die met een printer communiceren en inspelen op printerspecifieke eigenschappen. In de eenvoudige printeropzet is een filter geïnstalleerd voor platte tekst, een zeer eenvoudig filter dat met de meeste printers zou moeten werken (Tekstfilter installeren).

Om echter gebruik te maken van formaatomzetting, printeradministratie, printerspecifieke aanpassingen, enzovoort, is het nodig te weten hoe filters werken. Uiteindelijk is het de verantwoordelijkheid van het filter om deze zaken af te handelen. Het slechte nieuws is dat *de beheerder* in het merendeel van de gevallen het filter moet aanleveren. Het goede nieuws is dat veel filters algemeen beschikbaar zijn en als ze dat niet zijn, zijn ze vaak makkelijk te schrijven.

FreeBSD heeft een ingebouwd filter, `/usr/libexec/lpr/lpf`, die met veel printers werkt die platte tekst kunnen afdrukken. Het filter regelt backspace en tabs in bestanden en administreert printergebruik, maar dat is zo'n beetje alles wat dit filter doet. Er zijn ook diverse filters en filtercomponenten in de FreeBSD Portscollectie.

Hieronder wordt het volgende beschreven:

- In Hoe filters werken staat een overzicht van de rol die een filter speelt in het afdrukproces. Lees dat onderdeel om een indruk te krijgen wat er “onder de motorkap” gebeurt als **LPD** filters gebruikt. Deze kennis helpt mogelijke problemen te voorkomen of op te lossen als meerdere filters worden geïnstalleerd voor printers.
- **LPD** gaat er van uit dat elke printer standaard platte tekst af kan drukken. Dit geeft problemen voor PostScript (of andere op taal gebaseerde) printers die niet in staat zijn direct platte tekst af te drukken. In Platte tekst op PostScript-printers afdrukken staat wat er kan worden gedaan om dit probleem te verhelpen. Lees verder in dit onderdeel als het om PostScript-printers gaat.
- Voor veel programma's is PostScript een populair uitvoerformaat. Sommige mensen schrijven PostScript code zelfs direct. PostScript-printers zijn echter kostbaar. In PostScript simuleren op niet-PostScript-printers staat hoe de tekstfilter van een printer aangepast moet worden zodat die PostScript accepteert en afdrukt op een *niet-PostScript*-printer. Dit onderdeel is van toepassing voor niet-PostScript-printers.
- In Conversiefilters wordt een methode beschreven om de conversie van bepaalde bestandsformaten te automatiseren, zoals van grafische of tekstopmaakprogramma's, naar formaten die een printer kan begrijpen. Na het lezen van dit onderdeel is een beheerder in staat om een printer zodanig in te stellen dat gebruikers `lpr -t` kunnen invoeren om troff-gegevens af te drukken, `lpr -d` om TeX DVI-gegevens af te drukken of `lpr -v` om rasterplaatjes af te drukken, enzovoorts. Het wordt aangeraden deze sectie te lezen.
- In Uitvoerfilters wordt een niet vaak gebruikte functionaliteit van **LPD** behandeld: uitvoerfilters. Tenzij voorbladen worden afgedrukt (Voorbladen), kan deze sectie waarschijnlijk overgeslagen worden.

- `lpf`: een tekstfilter beschrijft `lpf`, een redelijk complete, eenvoudige tekstfilter voor lijnprinters (en laserprinters die zich als lijnprinters voordoen) dat wordt geleverd bij FreeBSD. Voor een snelle manier om printeradministratie aan de praat te krijgen voor platte tekst of voor printers waar rook uit komt bij het zien van backspace karakters, is het serieus te overwegen gebruik te maken van `lpf`.

Opmerking: Een kopie van de scripts die hieronder worden beschreven, staan in de map
`/usr/share/examples/printing`.

9.4.1.1. Hoe filters werken

Zoals eerder genoemd, is een filter een programma dat wordt uitgevoerd door **LPD** voor het afhandelen van het apparaatafhankelijke deel van de communicatie met een printer.

Als **LPD** een bestand wil afdrukken uit een afdrukopdracht, start het een filterprogramma. Het koppelt de standaard invoer van de filter aan het af te drukken bestand, de standaard uitvoer aan de printer en de standaard foutmelding aan het logboekbestand voor foutmeldingen (zoals opgegeven via de optie `lf` in `/etc/printcap` of standaard `/dev/console`).

Welk filter **LPD** start en de argumenten van het filter hangen af van wat er in het bestand `/etc/printcap` wordt opgegeven en de argumenten die de gebruiker geeft op de commandoregel van `lpr(1)`. Als een gebruiker bijvoorbeeld `lpr -t` ingeeft, start **LPD** het filter `troff`, zoals wordt opgegeven via de optie `tf` voor de betreffende printer. Als een gebruiker platte tekst wilt afdrukken, dan wordt het filter `if` gestart (dit klopt bijna: zie Uitvoerfilters voor de details).

Er zijn drie soorten filters die in `/etc/printcap` kunnen worden opgegeven:

- Het tekstfilter, dat in de **LPD** documentatie verwarrend genoeg *input filter* wordt genoemd, verwerkt het afdrukken van gewone tekst. Beschouw het als het standaardfilter. **LPD** verwacht dat elke printer standaard platte tekst kan afdrukken en het is de taak van het tekstfilter om er voor te zorgen dat backspaces, tabs en andere speciale karakters de printer niet in de war sturen. In een omgeving waar moet worden bijgehouden hoeveel er wordt afgedrukt, moet het tekstfilter ook administreren hoeveel pagina's er zijn afgedrukt. Dit gaat meestal door het aantal afgedrukte regels te tellen en dit te vergelijken met het aantal regels per pagina dat door de printer wordt ondersteund. Het tekstfilter wordt aangeroepen met de volgende lijst argumenten:

```
filter-name [-c] -w width -l length -i indent -n login -h host acct-file
```

met

`-c`

wordt gebruikt als de afdrukopdracht is gegeven met `lpr -l`

`width`

is de waarde van de optie `pw` (*page width*: paginabreedte), zoals opgegeven in `/etc/printcap`, standaard 132

`length`

is de waarde van de optie `pl` (*page length*: paginalengte), standaard 66

indent

geeft aan hoeveel wordt ingesprongen door `lpr -i`, standaard 0

login

de gebruikersnaam van de gebruiker die de afdrukopdracht gaf

host

de hostnaam waar de afdrukopdracht gegeven is

acct-file

de naam van het administratiebestand zoals opgegeven via de optie `af`.

- Een *conversiefilter* converteert een specifiek bestandsformaat naar een formaat dat een printer begrijpt. Bijvoorbeeld: ditroff typesettinggegevens kunnen niet direct worden afgedrukt, maar er bestaat wel een conversiefilter om ditroff-gegevens te converteren naar een formaat dat een printer kan verteren en afdrukken. Dit wordt in Conversiefilters beschreven. Conversiefilters zijn ook nodig om printergebruik te administreren, mocht dat nodig zijn. Conversiefilters worden met de volgende argumenten aangeroepen:

```
filter-name -x pixel-width -y pixel-height -n login -h host acct-file
```

Hier is *pixel-width* de waarde van de optie `px` (standaard 0) en *pixel-height* is de waarde van de optie `py` (standaard 0).

- Het *uitvoerfilter* wordt alleen gebruikt als er geen tekstfilter is of als er voorbladen worden afgedrukt. De ervaring leert dat uitvoerfilters zelden worden gebruikt. In sectie Uitvoerfilters worden ze beschreven. Er zijn slechts twee argumenten die aan een uitvoerfilter worden meegegeven:

```
filter-name -w width -l length
```

Deze zijn identiek aan de argumenten `-w` en `-l` van het tekstfilter.

Filters moeten *afsluiten* met de volgende waarde:

`exit 0`

Als het filter een bestand succesvol heeft afgedrukt.

`exit 1`

Als het filter niet geslaagd is om een bestand af te drukken, maar wil dat **LPD** het nogmaals probeert. **LPD** herstart het filter als die afsluit met deze status.

`exit 2`

Als het filter niet geslaagd is om een bestand af te drukken, maar niet wil dat **LPD** het nogmaals probeert. **LPD** verwijdert het bestand uit de wachtrij.

Het tekstfilter dat bij FreeBSD wordt geleverd, `/usr/libexec/lpr/lpf`, benut de argumenten voor paginabreedte en `-lengte` om te bepalen wanneer een nieuwe pagina moet worden begonnen en om het printergebruik bij te houden. Het gebruikt de argumenten voor `login`, `host` en administratiebestand om accountingregels aan te maken.

Controleer bij het zoeken naar filters of ze LPD-compatibel zijn. Zo ja, dan ondersteunen ze de argumenten zoals hierboven beschreven. Zorg bij het zelf schrijven van filters voor algemeen gebruik dat ze dezelfde argumenten en exitcodes ondersteunen.

9.4.1.2. Platte tekst op PostScript®-printers afdrukken

Als een computer en PostScript (of andere op taal gebaseerde) printer maar één gebruiker hebben die belooft nooit platte tekst naar de printer te sturen of programma's te gebruiken die dat doen, dan is dit onderdeel overbodig.

Als gebruikers zowel PostScript als platte tekst naar een printer willen sturen, dan is het aan te raden de printerinstellingen hierop aan te passen. Hiervoor moet het tekstfilter bij elke nieuwe opdracht bepalen of het om platte tekst of PostScript gaat. Alle PostScript-opdrachten beginnen met `%!` (raadpleeg de printerhandleiding voor andere printertalen). Als dit de eerste twee karakters zijn van een opdracht is het PostScript en kan de rest van een opdracht direct doorgestuurd worden. Is dit niet het geval, dan moet de filter de tekst omzetten in PostScript en het resultaat afdrukken.

Hoe gaat dat werken?

Voor seriële printers kan het meest eenvoudig `lprps` geïnstalleerd worden. `lprps` is een PostScript-afdrukfilter die tweewegcommunicatie met een printer heeft. Het werkt het statusbestand van een printer bij met uitgebreide informatie afkomstig van een printer, zodat gebruikers en beheerders precies kunnen zien wat de status van een printer is (zoals: toner bijna op of papier vastgelopen). Maar belangrijker, het omvat het programma `psif` dat bepaalt of een binnenkomende opdracht platte tekst is en `textps` (dat ook geleverd wordt met `lprps`) om opdrachten om te zetten naar PostScript. Vervolgens wordt een opdracht met `lprps` naar een printer gestuurd.

`lprps` is onderdeel van de FreeBSD Portscollectie (zie De Portscollectie). U kunt één van de ports `print/lprps-a4` of `print-lprps-letter` installeren afhankelijk van de gebruikte papiermaat. Nadat `lprps` is geïnstalleerd moet de installatielocatie ervan aan `psif` worden doorgegeven dat onderdeel is van `lprps`. Als `lprps` is geïnstalleerd via de Portscollectie, gebruik dan het volgende voor de seriële PostScript-printer in `/etc/printcap`:

```
:if=/usr/local/libexec/psif:
```

Ook moet de optie `rw` worden opgegeven, die **LPD** vertelt om een printer in lezen/schrijvenmodus te openen.

Als een parallelle PostScript-printer wordt ingesteld (en dus geen tweewegcommunicatie toegepast kan worden met de printer, zoals vereist door `lprps`), dan kan het volgende shellsript gebruikt worden als tekstfilter:

```
#!/bin/sh
#
# psif - Druk PostScript of platte tekst af op een PostScript
# printer. Script versie; NIET de versie die wordt geleverd bij lprps
# Geïnstalleerd in /usr/local/libexec/psif
#

IFS="" read -r first_line
first_two_chars='expr "$first_line" : '\''(..\)'\'`

if [ "$first_two_chars" = "%!" ]; then
#
# PostScript opdracht, afdrukken.
#
echo "$first_line" && cat && printf "\004" && exit 0
exit 2
```

```

else
    #
    # Platte tekst, converteren en dan afdrukken.
    #
    ( echo "$first_line"; cat ) | /usr/local/bin/textps && printf "\004" && exit 0
    exit 2
fi

```

In bovenstaand script is `textps` een programma dat geïnstalleerd is om platte tekst om te zetten naar PostScript. Elk tekst-naar-PostScript programma volstaat. De FreeBSD Portscollectie (zie [De Portscollectie](#)) bevat een uitgebreid tekst-naar-PostScript-programma, `a2ps`, dat wellicht handig is om te gebruiken.

9.4.1.3. PostScript simuleren op niet-PostScript-printers

PostScript is *de facto* de standaard voor op hoge kwaliteit typesetten en afdrukken. PostScript is echter een *dure* standaard. Gelukkig heeft Aladdin Enterprises een gratis PostScript-kloon, **Ghostscript**, die werkt onder FreeBSD. **Ghostscript** kan de meeste PostScript-bestanden lezen en de pagina's op verschillende soorten apparaten weergeven, waaronder veel niet-PostScript-printers. Door **Ghostscript** te installeren en een printer gebruik te laten maken van een speciaal tekstfilter voor uw printer, kan uw niet-PostScript-printer zich gedragen als een echte PostScript-printer. Ghostscript is beschikbaar via de FreeBSD Portscollectie, vele versies zijn beschikbaar, de meest gebruikte versie is `print/ghostscript-gpl`.

Om PostScript te simuleren moet een tekstfilter detecteren of het een PostScript-bestand aan het afdrukken is. Zo niet, dan stuurt het filter het bestand direct naar een printer, anders gebruikt het filter **Ghostscript** om het bestand om te zetten naar een formaat dat door een printer wordt begrepen.

Een voorbeeld: het volgende script is een tekstfilter voor Hewlett Packard DeskJet 500 printers. Voor andere printers moet het argument `-sDEVICE` voor het commando `gs` (**Ghostscript**) vervangen worden. (Met `gs -h` wordt een lijst met apparaten getoond worden die de huidige installatie van **Ghostscript** ondersteunt.)

```

#!/bin/sh
#
# ifhp - Druk Ghostscript-gesimuleerd PostScript af op een DeskJet
# 500. Geïnstalleerd in /usr/local/libexec/ifhp
#
# Behandel LF als CR+LF (om een "trapeffect" op HP/PCL
# printer te voorkomen):
#
printf "\033&k2G" || exit 2

#
# Lees de eerste twee karakters van het bestand
#
IFS="" read -r first_line
first_two_chars=`expr "$first_line" : '\(..\)'`

if [ "$first_two_chars" = "%!" ]; then
    #
    # Het is PostScript. Gebruik Ghostscript om te converteren
    # en druk het af.
    #

```

```

/usr/local/bin/gs -dSAFER -dNOPAUSE -q -sDEVICE=djet500 \
-sOutputFile=- - && exit 0
else
#
# Platte tekst of HP/PCL, dus direct afdrukken; druk een
# pagina-einde af om de laatste pagina te ejecteren.
#
echo "$first_line" && cat && printf "\033&l0H" &&
exit 0
fi

exit 2

```

Tot slot moet **LPD** op de hoogte gebracht worden van het filter via de optie `if`:

```
:if=/usr/local/libexec/ifhp:
```

Dat is alles. Nu kan `lpr platte.tekst` en `lpr watdanook.ps` ingevoerd worden en beiden worden juist afgedrukt.

9.4.1.4. Conversiefilters

Na de eenvoudige installatie, zoals beschreven in Eenvoudige printerinstallatie, te hebben voltooid, is het waarschijnlijk wenselijk om conversiefilters te installeren voor favoriete bestandsformaten (naast platte ASCII-tekst).

9.4.1.4.1. Waarom conversiefilters installeren?

Conversiefilters maken het afdrukken van verschillende bestanden eenvoudig. Stel dat veel gebruik gemaakt wordt van het tekstverwerkingsprogramma \TeX en een PostScript printer. Elke keer als door \TeX een DVI-bestand wordt gegenereerd, kan dat niet direct afgedrukt worden. Het DVI-bestand moet omgezet worden naar PostScript. De te geven opdrachten zijn de volgende:

```
% dvips zeewieranalyse.dvi
% lpr zeewieranalyse.ps
```

Na installatie van een conversiefilter voor DVI-bestanden kan deze handmatige conversie overgeslagen worden door **LPD** de conversie te laten uitvoeren. Elke keer als een DVI-bestand wordt afgedrukt, hoeft alleen de volgende opdracht gegeven te worden:

```
% lpr -d zeewieranalyse.dvi
```

LPD voert de DVI-bestandsconversie uit door `-d` te geven. In Opties voor opmaak en conversie staat een lijst van conversie-opties.

Voor elke conversie-optie moet een *conversiefilter* geïnstalleerd worden en moet in `/etc/printcap` de locatie worden opgegeven. Een conversiefilter is als het tekstfilter voor de eenvoudige printerinstallatie (Tekstfilter installeren), behalve dat in plaats van platte tekst af te drukken, het conversiefilter het bestand converteert naar een formaat dat een printer begrijpt.

9.4.1.4.2. Welke conversiefilters installeren?

Installeer de conversiefilters die nodig zijn. Als veel DVI-bestanden worden afgedrukt, dan is het handig een DVI-filter te installeren. Als veel troff wordt afgedrukt, dan is het waarschijnlijk handig een troff-filter te installeren.

De volgende tabel geeft een samenvatting van filters waarmee **LPD** kan werken, hoe ze in `/etc/printcap` kunnen worden aangeroepen en hoe ze met `lpr` kunnen worden aangeroepen:

Bestandsformaat	/etc/printcap optie	lpr optie
cifplot	cf	-c
DVI	df	-d
plot	gf	-g
ditroff	nf	-n
FORTTRAN-tekst	rf	-f
troff	tf	-f
raster	vf	-v
platte tekst	if	geen, -p, of -l

In het voorbeeld waarbij `lpr -d` wordt gebruikt, moet voor de printer een optie `df` gedefinieerd staan in `/etc/printcap`.

Ondanks wat anderen mogelijk beweren, zijn formaten als FORTRAN-tekst en plot waarschijnlijk verouderd. Dit biedt de mogelijkheid een nieuwe betekenis te geven aan deze opties door zelf een filter te installeren. Stel dat direct Printerleaf-bestanden afgedrukt moeten worden (bestanden van het bureaubladpublicatieprogramma Interleaf), maar nooit plotbestanden worden afgedrukt. Dan kan een Printerleaf-conversiefilter geïnstalleerd worden onder de optie `gf` en gebruikers kunnen geïnstrueerd worden om `lpr -g` te gebruiken om Printerleaf-bestanden af te drukken.

9.4.1.4.3. Conversiefilters installeren

Aangezien conversiefilters programma's zijn die niet onder de FreeBSD-basisinstallatie vallen, kunnen ze het best onder `/usr/local` geplaatst worden. De map `/usr/local/libexec` is een veelgebruikte locatie, omdat hier programma's te vinden zijn die alleen door **LPD** gebruikt worden. Gewone gebruikers hoeven ze nooit te gebruiken.

Om een conversiefilter te activeren, moet de bestandslocatie onder de juiste optie voor de betreffende printer in `/etc/printcap` opgegeven worden.

In het onderstaande voorbeeld wordt het DVI-conversiefilter toegevoegd onder de sectie van de printer `bamboo`. Hieronder staat opnieuw het voorbeeldbestand `/etc/printcap`, nu met de nieuwe optie `df` voor de printer `bamboo`:

```
#
# /etc/printcap voor host rose - df-filter voor bamboo toegevoegd
#
rattan|line|diablo|lp|Diablo 630 Line Printer:\
    :sh:sd=/var/spool/lpd/rattan:\
    :lp=/dev/lpt0:\
    :if=/usr/local/libexec/if-simple:

bamboo|ps|PS|S|panasonic|Panasonic KX-P4455 PostScript v51.4:\
    :sh:sd=/var/spool/lpd/bamboo:\
    :lp=/dev/ttyu5:ms#-parenb cs8 clocal crtscts:rw:\
    :if=/usr/local/libexec/psif:\
```

```
:df=/usr/local/libexec/psdf:
```

Het DVI-filter is een shellscript met de naam `/usr/local/libexec/psdf`. Het script ziet er als volgt uit:

```
#!/bin/sh
#
# psdf - DVI naar PostScript afdrukfilter
# Geïnstalleerd in /usr/local/libexec/psdf
#
# Aangeropen door lpd wanneer een gebruiker lpr -d uitvoert
#
exec /usr/local/bin/dvips -f | /usr/local/libexec/lprps "$@"
```

Dit script roept `dvips` in filtermodus aan (het `-f` argument) op de standaard uitvoer, de af te drukken opdracht. Vervolgens start het PostScript afdrukfilter `lprps` (zie Platte tekst op PostScript-printers afdrukken) met de argumenten die **LPD** aan het script doorgeeft. `lprps` gebruikt deze argumenten om de afgedrukte pagina's te administreren.

9.4.1.4.4. Meer voorbeelden van conversiefilters

Er is geen vaste procedure om conversiefilters te installeren, er worden in deze sectie wat werkende voorbeelden gegeven. Gebruik deze als hulp bij het zelf maken van filters. Gebruik ze zonder aanpassingen indien mogelijk.

Dit voorbeeldscript is een raster (eigenlijk een GIF-bestand) conversiefilter voor een HP LaserJet III-Si printer:

```
#!/bin/sh
#
# hpvf - Converteer GIF-bestanden naar HP/PCL, druk vervolgens af
# Geïnstalleerd in /usr/local/libexec/hpvf

PATH=/usr/X11R6/bin:$PATH; export PATH
giftopnm | ppmtopgm | pgmtopbm | pbmtolj -resolution 300 \
    && exit 0 \
    || exit 2
```

Het script converteert achtereenvolgens het GIF-bestand naar een PNM-bestand (portable anmap), een PGM-bestand (portable graymap), een PBM-bestand (portable bitmap) en tenslotte naar LaserJet/PCL formaat.

Een `/etc/printcap` bestand dat bovenstaand filter gebruikt ziet er als volgt uit:

```
#
# /etc/printcap voor host orchid
#
teak|hp|laserjet|HP LaserJet 3Si:\
    :lp=/dev/lpt0:sh:sd=/var/spool/lpd/teak:mx#0:\
    :if=/usr/local/libexec/hpif:\
    :vf=/usr/local/libexec/hpvf:
```

Het volgende script is een conversiefilter voor troff-gegevens afkomstig van het groff-typesettingsysteem voor de PostScript-printer bamboo:

```
#!/bin/sh
#
```

```
# pstf - Converteert groff's troffgegevens naar PS, drukt vervolgens af.
# Geïnstalleerd in /usr/local/libexec/pstf
#
exec grops | /usr/local/libexec/lprps "$@"
```

Bovenstaande script maakt eveneens gebruik van `lprps` om de communicatie met een printer af te handelen. Als een printer op een parallelle poort is aangesloten, ziet het er als volgt uit:

```
#!/bin/sh
#
# pstf - Converteert groff's troff naar PS, drukt vervolgens af.
# Geïnstalleerd in /usr/local/libexec/pstf
#
exec grops
```

Dat is alles. In `/etc/printcap` moet het volgende toegevoegd worden om het filter beschikbaar te maken:

```
:tf=/usr/local/libexec/pstf:
```

Hieronder een voorbeeld waarvan FORTRAN-programmeurs waarschijnlijk tranen in hun ogen krijgen: een FORTRAN-tekstfilter voor een willekeurige printer die in staat is platte tekst af te drukken. Het filter wordt actief gemaakt voor teak:

```
#!/bin/sh
#
# hprf - FORTRAN tekstfilter voor LaserJet 3si:
# Geïnstalleerd in /usr/local/libexec/hprf
#

printf "\033&k2G" && fpr && printf "\033&l0H" &&
  exit 0
exit 2
```

De onderstaande regel wordt toegevoegd aan `/etc/printcap` voor de printer teak om het filter beschikbaar te maken:

```
:rf=/usr/local/libexec/hprf:
```

Het laatste voorbeeld is wellicht complexer. Er wordt een DVI-filter toegevoegd voor de eerder genoemde LaserJet printer teak. Eerst het makkelijke gedeelte: in `/etc/printcap` wordt de locatie van het DVI-filter opgegeven:

```
:df=/usr/local/libexec/hpdf:
```

Nu het moeilijke gedeelte: het schrijven van het filter. Daarvoor is een DVI-naar-LaserJet/PCL conversieprogramma nodig. De FreeBSD Portscollectie (zie Portscollectie) heeft er een: `print/dvi2xx`. Door deze port te installeren komt het programma dat nodig is beschikbaar, `dvi1j2p`, waarmee DVI geconverteerd kan worden naar LaserJet IIp-, LaserJet III- en LaserJet 2000-formaten.

Het hulpprogramma `dvi1j2p` maakt het filter `hpdf` redelijk complex, omdat `dvi1j2p` niet van de standaard invoer kan lezen. Het wil werken met een bestandsnaam. Nog lastiger is dat de bestandsnaam moet eindigen op `.dvi`, zodat moeilijk gebruik gemaakt kan worden van `/dev/fd/0` als standaard. Dit probleem kan omzeild worden door een (symbolische) koppeling aan te maken van een tijdelijk bestand (eindigend op `.dvi`) naar `/dev/fd/0`. Hiermee wordt `dvi1j2p` gedwongen van de standaard invoer te lezen.

De enige andere hobbel die genomen moet worden, is dat `/tmp` niet gebruikt kan worden als tijdelijke koppeling. Symbolische koppelingen zijn eigendom van de gebruiker en groep `bin`. Het filter wordt uitgevoerd door de gebruiker `daemon`. De map `/tmp` heeft het sticky-bit aan staan. Het filter kan de koppeling wel aanmaken, maar het is niet mogelijk de koppeling te verwijderen als de opdracht is uitgevoerd, omdat de koppeling eigendom is van een andere gebruiker.

In plaats hiervan maakt het filter een symbolische koppeling aan in de huidige werkmap, de wachtrijmap (zoals opgegeven in de optie `sd` in `/etc/printcap`). Dit is een perfecte plaats voor filters om hun werk te doen, zeker gezien er (soms) meer vrije schijfruimte is in de wachtrijmap dan onder `/tmp`.

Dit is het uiteindelijke filter:

```
#!/bin/sh
#
# hpdf - Druk DVI-gegevens af op een HP/PCL printer
# Geïnstalleerd in /usr/local/libexec/hpdf

PATH=/usr/local/bin:$PATH; export PATH

#
# Definieer een functie om tijdelijke bestanden op te ruimen. Deze
# staan in de huidige map; de wachtrijmap voor de printer.
#
cleanup() {
    rm -f hpdf$.dvi
}

#
# Definieer een functie om fatale fouten te verwerken: geef de
# opgegeven boodschap weer en sluit af met 2. Afsluiten met 2 vertelt
# LPD niet nog eens te proberen de afdrukopdracht af te drukken.
#
fatal() {
    echo "$@" 1>&2
    cleanup
    exit 2
}

#
# Als de gebruiker de opdracht annuleert, stuurt LPD een SIGINT, dus
# ondervang SIGINT (en enkele andere signalen) om onze rommel op te
# ruimen.
#
trap cleanup 1 2 15

#
# Voor de zekerheid bestaande tijdelijke bestanden opruimen
#
cleanup

#
# Koppel het DVI-invoerbestand aan de standaard invoer (het af te
# drukken bestand).
```

```
#
ln -s /dev/fd/0 hpdf$$ .dvi || fatal "Cannot symlink /dev/fd/0"

#
# Maak LF = CR+LF
#
printf "\033&k2G" || fatal "Cannot initialize printer"

#
# Converteer en druk af. De retourneerwaarde van dviIj2p lijkt niet
# betrouwbaar, dus negeren we het.
#
dviIj2p -Ml -q -e- dfhp$$ .dvi

#
# Opruimen en afsluiten
#
cleanup
exit 0
```

9.4.1.4.5. Automatische conversie: een alternatief voor conversiefilters

Al deze conversiefilters bieden vele mogelijkheden voor afdrukomgevingen, maar dwingen de gebruiker aan te geven (op de `lpr(1)` commandoregel) welk filter gebruikt moet worden. Als gebruikers niet zo vaardig zijn in het gebruik van computers, wordt het al snel vervelend steeds aan te moeten geven welk filter gebruikt moet worden. Vervelender is echter wanneer een gebruiker een verkeerd filter gebruikt voor een bepaald bestandsformaat. Het resultaat kan zijn dat een printer honderden pagina's papier uitspuugt.

In plaats van het installeren van conversiefilters, is het te proberen om het (standaard) tekstfilter het bestandstype van het af te drukken bestand te laten detecteren en dan automatisch het juiste conversiefilter aan te laten roepen. Programma's als `file` kunnen hierbij handig zijn. Voor *sommige* bestandsformaten kan het moeilijk zijn de verschillen te ontdekken en voor deze bestanden kan alsnog een conversiefilter beschikbaar worden gesteld.

De FreeBSD Portscollectie heeft een tekstfilter dat automatisch converteert genaamd `apsfilter` (`print/apsfilter`). Het detecteert platte tekst, PostScript en DVI-bestanden, voert de juiste conversie uit en druk de bestanden af.

9.4.1.5. Uitvoerfilters

Het wachtrijsysteem **LPD** ondersteunt een ander type filter waar nog geen aandacht aan is besteed: een uitvoerfilter. Een uitvoerfilter is bedoeld om alleen platte tekst af te drukken, net als een tekstfilter, maar met veel vereenvoudigingen. Wanneer een uitvoerfilter wordt gebruikt, maar geen tekstfilter, dan:

- start **LPD** een uitvoerfilter voor de gehele opdracht, in plaats van voor elk bestand in de opdracht;
- biedt **LPD** het uitvoerfilter niet de voorziening van het identificeren van het begin of eind van de bestanden in de afdrukopdracht;
- stuurt **LPD** de gebruikersnaam en de hostnaam niet door aan het filter. Het is dus niet bedoeld om een afdrukadministratie bij te houden. In feite zijn er maar twee argumenten:

```
filter-name -width -length
```

Hierbij is *width* afkomstig van de optie *pw* en *length* afkomstig van de optie *pl* voor de betreffende printer.

De eenvoud van een uitvoerfilter is verleidelijk. Als elk bestand in een afdrukopdracht op een nieuwe pagina moet beginnen, is een uitvoerfilter *niet geschikt*. In dat geval dient een tekstfilter (ook wel invoerfilter) gebruikt te worden (zie Tekstfilter installeren). Verder is een uitvoerfilter eigenlijk *veel ingewikkelder*, omdat de te verwerken bytestroom gecontroleerd moet worden op speciale tekens en steeds signalen naar zichzelf moet sturen in opdracht van **LPD**.

Een uitvoerfilter is *noodzakelijk* als voorbladen gewenst zijn en het nodig is om escape-reeksen of andere initialisatietekens te sturen voor het afdrukken van het voorblad. Maar het is tevens *nutteloos* als het voorblad voor rekening van de afkomstige gebruiker moet komen, aangezien **LPD** geen gebruiker of hostinformatie naar het uitvoerfilter stuurt.

Op een enkele printer staat **LPD** het gebruik van zowel een uitvoerfilter als van een tekst of andere filter toe. In deze gevallen start **LPD** het uitvoerfilter alleen voor het afdrukken van het voorblad (zie Voorbladen). **LPD** verwacht vervolgens van het uitvoerfilter dat deze *zichzelf stopt* door twee bytes naar het filter te sturen: ASCII 031 gevolgd door ASCII 001. Als een uitvoerfilter deze twee bytes ziet (031, 001), moet die stoppen door een SIGSTOP naar zichzelf te sturen. Als **LPD** klaar is met het uitvoeren van alle andere filters, dan herstart deze het uitvoerfilter door er een SIGCONT naar toe te sturen.

Als er wel een uitvoerfilter, maar *geen* tekstfilter is en **LPD** is niet bezig met het verwerken van een opdracht met platte tekst, dan gebruikt **LPD** het uitvoerfilter voor het afdrukken van de opdracht. Zoals eerder vermeld, drukt het uitvoerfilter elk bestand van de opdracht achter elkaar af zonder pagina-einden of andere signalen voor paginavoortgang. Dit is waarschijnlijk *niet* gewenst. In bijna alle gevallen is een tekstfilter nodig.

Het programma `lpf`, dat eerder geïntroduceerd is als tekstfilter, kan ook worden uitgevoerd als uitvoerfilter. Als een ad-hoc uitvoerfilter nodig is, maar het schrijven van de bytedetectie en signaalverzending code niet wenselijk is, dan is `lpf` het proberen waard. `lpf` kan ook opgenomen worden in een shellsript om initialisatiecode af te handelen die eventueel nodig is voor een printer.

9.4.1.6. `lpf`: een tekstfilter

Het programma `/usr/libexec/lpr/lpf` uit de gecompileerde FreeBSD-distributie is een tekstfilter (invoerfilter) die uitvoer kan inspringen (een opdracht gegeven met `lpr -i`), karakters onveranderd kan doorlaten (een opdracht gegeven met `lpr -l`), de printpositie voor backspaces en tabs in de opdracht kan aanpassen en afgedrukte pagina's kan administreren. Het kan ook functioneren als uitvoerfilter.

Het filter `lpf` is geschikt voor vele afdrumgevingen. Hoewel het zelf niet in staat is initialisatiesequenties naar een printer te sturen, is het vrij eenvoudig om een shellsript te schrijven dat de initialisatie doet en vervolgens `lpf` aanroept.

Als `lpf` afgedrukte pagina's moet administreren, is het nodig om de juiste waarden in te vullen voor de opties *pw* en *pl* in het bestand `/etc/printcap`. Deze waarden worden gebruikt om te bepalen hoeveel tekst er op een pagina past en hoeveel pagina's er in een afdrumopdracht zijn afgedrukt. Zie Printergebruik administreren voor meer informatie.

9.4.2. Voorbladen

Als er *veel* gebruikers zijn die allemaal verschillende printers gebruiken, dan is het te overwegen gebruik te maken van *voorbladen* als noodzakelijk kwaad.

Voorbladen, in het Engels ook wel bekend als *banner* of *burst* pagina's, identificeren wie een bepaalde opdracht heeft afgedrukt. Ze worden meestal bedrukt met grote, dikgedrukte letters, eventueel met een decoratieve rand, zodat ze in een stapel afdrukken opvallen tussen de afgedrukte documenten. Ze maken het gebruikers mogelijk hun afdrukopdracht snel te vinden. Het nadeel van het gebruik van voorbladen is dat er een extra blad moet worden afgedrukt voor elke opdracht, waarmee hun nut niet langer duurt dan een paar minuten. Uiteindelijk belanden ze in een papierbak of afvalberg. Voorbladen gaan vooraf aan elke opdracht, niet aan elk bestand in een opdracht, waardoor de verspilling beperkt blijft.

Het **LPD**-systeem kan automatisch voorbladen afdrukken *als* een printer direct platte tekst kan afdrukken. In geval van een PostScript-printer, is het nodig een extern programma aan te roepen om een voorblad te genereren (zie Voorbladen op PostScript-printers).

9.4.2.1. Voorbladen afdrukken

In de sectie Eenvoudige printerinstallatie is het afdrukken van voorbladen uitgeschakeld door de optie `sh` ("suppress header") in het bestand `/etc/printcap` op te geven. Om wel voorbladen af te drukken, hoeft alleen de optie `sh` verwijderd te worden.

Dit klinkt wat al te makkelijk, of niet?

Dat klopt. Het *kan* nodig zijn een uitvoerfilter op te geven die initialisatiestings naar een printer stuurt. Hier is een voorbeeld uitvoerfilter voor HP PCL-compatible printers:

```
#!/bin/sh
#
# hpof - Uitvoerfilter voor HP PCL-compatible printers
# Geïnstalleerd in /usr/local/libexec/hpof

printf "\033&k2G" || exit 2
exec /usr/libexec/lpr/lpf
```

Geef de locatie van het uitvoerfilter op met de optie `of`. Zie Uitvoerfilters voor meer informatie.

Hier is een voorbeeldbestand `/etc/printcap` voor de printer `teak` die eerder is geïntroduceerd;. Het afdrukken van voorbladen is geactiveerd en bovenstaande uitvoerfilter is toegevoegd:

```
#
# /etc/printcap voor host orchid
#
teak|hp|laserjet|HP LaserJet 3Si:\
    :lp=/dev/lpt0:sd=/var/spool/lpd/teak:mx#0:\
    :if=/usr/local/libexec/hpif:\
    :vf=/usr/local/libexec/hpvf:\
    :of=/usr/local/libexec/hpof:
```

Als gebruikers nu een opdracht sturen naar `teak`, wordt er bij elke opdracht een voorblad afgedrukt. Als gebruikers liever willen zoeken naar hun afdrukken, dan kunnen ze de voorbladen onderdrukken door de opdracht te geven met het commando `lpr -h`. Zie Voorbladopties voor meer opties voor `lpr(1)`.

Opmerking: **LPD** drukt een karakter voor pagina-einde af na elk voorblad. Als een printer een ander teken of sequentie gebruikt voor het beëindigen van een pagina, dan kan dit opgegeven worden met de optie `ff` in `/etc/printcap`.

9.4.2.2. Voorbladen beheren

Door het afdrukken van voorbladen aan te zetten, produceert **LPD** een *lang voorblad* waarop in grote letters de gebruiker, host en opdracht te lezen zijn. Hier volgt een voorbeeld (`kelly` heeft de opdracht “outline” afgedrukt vanaf host `rose`):

```

k          ll      ll
k          l       l
k          l       l
k  k      eeee    l       l    y    y
k  k      e  e    l       l    y    y
k  k      eeeee   l       l    y    y
kk k      e       l       l    y    y
k  k      e  e    l       l    y   yy
k    k     eeee   ll      ll      yyy y
                        y
                        y  y
                        yyyy

                        ll
                        l    i
                        l
o o o o  u  u  t t t t  l    i i  n n n  e e e
o  o  u  u  t        l    i  n n  n  e  e
o  o  u  u  t        l    i  n  n  e e e e e
o  o  u  u  t        l    i  n  n  e
o  o  u  uu  t  t    l    i  n  n  e  e
o o o o  u u u u  t t  ll      i i i  n  n  e e e

r r r r  o o o o  s s s s  e e e e
r r  r  o  o  s  s  e  e
r      o  o  s s  e e e e e
r      o  o  s s  e
r      o  o  s  s  e  e
r      o o o o  s s s s  e e e e

```

Job: outline

Date: Sun Sep 17 11:04:58 1995

LPD geeft een paginabegin na deze tekst, zodat de opdracht op een nieuwe pagina begint (tenzij de optie *sf* (*suppress form feeds*, “onderdruk paginabegin”) is toegevoegd bij de desbetreffende printer in */etc/printcap*).

Als dit wenselijk is, kan **LPD** ook een *korte tekst* op het voorblad afdrukken; geef hiervoor de optie *sb* (*short banner*, “kort voorblad”) op in het bestand */etc/printcap*. Het voorblad ziet er dan als volgt uit:

```
rose:kelly Job: outline Date: Sun Sep 17 11:07:51 1995
```

Standaard drukt **LPD** het voorblad als eerste af en vervolgens de opdracht. Om dat om te keren, moet de optie *hl* (*header last*, “voorblad laatst”) in */etc/printcap* worden opgeven.

9.4.2.3. Voorbladen administreren

Het gebruik van **LPD**'s ingebouwde voorbladen dwingt een bepaald paradigma af wat betreft het administreren van printergebruik: voorbladen moeten *gratis* zijn.

Waarom?

Omdat het uitvoerfilter het enige externe programma is dat controle heeft als het voorblad afgedrukt wordt dat het gebruik zou kunnen administreren. Het heeft echter geen beschikking over informatie over *gebruiker of host* of een administratiebestand. Het heeft dus geen idee wie voor het gebruik moet worden belast. Het volstaat ook niet om gewoon “het aantal pagina's met één op te hogen” door het tekstfilter of een een van de conversiefilters (dat wel beschikt over gebruiker- en hostinformatie) te veranderen, omdat gebruikers het afdrukken van een voorblad kunnen onderdrukken met `lpr -h`. Ze worden dan aangeslagen voor voorbladen die niet zijn afgedrukt. Milieubewuste gebruikers gebruiken vast `lpr -h`, maar dit kan niet worden afgedwongen.

Het is *ook niet voldoende* om elk filter zijn eigen voorblad te laten genereren (om zo het gebruik te kunnen administreren). Als gebruikers het afdrukken van voorbladen willen onderdrukken met `lpr -h`, krijgen ze toch een voorblad en worden er ook voor belast, aangezien **LPD** geen kennis over de optie `-h` doorgeeft aan de filters.

Wat zijn dan de mogelijkheden?

- Accepteer het paradigma van **LPD** en maak voorbladen gratis;
- Installeer een alternatief voor **LPD**, zoals **LPRng**. In Alternatieven voor het standaard wachtrijsysteem staat meer over andere afdruksoftware die in plaats van **LPD** geïnstalleerd kan worden;
- Schrijf een *slim* uitvoerfilter. Gewoonlijk is een uitvoerfilter bedoeld om niet meer te doen dan het initialiseren van een printer of wat eenvoudige karakterconversie. Het is geschikt voor voorbladen en opdrachten met platte tekst (als er een tekstfilter is). Maar als er een tekstfilter is voor opdrachten met platte tekst, dan start **LPD** het uitvoerfilter alleen voor voorbladen. Het uitvoerfilter kan dan het voorblad dat **LPD** genereert analyseren om te bepalen welke gebruiker en host belast moeten worden voor het afdrukken van het voorblad. Het enige probleem is dat het uitvoerfilter nog steeds niet weet in welk bestand het gebruik moet worden bijgehouden (de naam van het bestand opgegeven in de *af* wordt niet meegegeven), maar als een bekend bestand gebruikt wordt, kan dit in het uitvoerfilter worden opgegeven. Om het parsen af te handelen kan gebruik gemaakt worden van de optie *sh* (*short header*, “kort voorblad”) in */etc/printcap*. Dit kan echter wat omslachtig zijn en gebruikers waarden zeker de meer gulle systeembeheerder die voorbladen gratis maakt.

9.4.2.4. Voorbladen op PostScript-printers

Zoals hierboven beschreven, kan **LPD** een voorblad in platte tekst genereren, dat geschikt is voor de meeste printers. Natuurlijk kan PostScript platte tekst niet direct afdrukken, zodat de voorbladfunctie van **LPD** nutteloos is.

Een voor de hand liggende manier om voorbladen te krijgen, is elk conversiefilter en tekstfilter zijn eigen voorblad te laten genereren. De filters moeten gebruik maken van de argumenten gebruiker en host om een geschikt voorblad te genereren. Het nadeel van deze methode is dat gebruikers altijd een voorblad krijgen, ook wanneer zij een opdracht geven met `lpr -h`.

Deze methode wordt nader beschreven. Het volgende script heeft drie argumenten (gebruikersnaam, hostnaam en de naam van de opdracht) en maakt een eenvoudig PostScript-voorblad:

```
#!/bin/sh
#
# make-ps-header - genereer een PostScript-voorblad op stdout
# Geïnstalleerd in /usr/local/libexec/make-ps-header
#
#
# Dit zijn PostScript-eenheden (72 in een inch). Pas dit aan voor A4
# of het gebruikte formaat:
#
page_width=612
page_height=792
border=72
#
# Controleer argumenten
#
if [ $# -ne 3 ]; then
    echo "Usage: `basename $0` <user> <host> <job>" 1>&2
    exit 1
fi
#
# Bewaar deze, voornamelijk voor de leesbaarheid in de PostScript-code.
#
user=$1
host=$2
job=$3
date=`date`
#
# Stuur de PostScript-code naar stdout.
#
exec cat <<EOF
%!PS
%
% Vermijd conflicten met de opdracht van de gebruiker die volgt.
%
save
%
% Maak een dikke, onaangename border in de marge van het papier.
%
$border $border moveto
```

```

$page_width $border 2 mul sub 0 rlineto
0 $page_height $border 2 mul sub rlineto
currentscreen 3 -1 roll pop 100 3 1 roll setscreen
$border 2 mul $page_width sub 0 rlineto closepath
0.8 setgray 10 setlinewidth stroke 0 setgray

%
% Toon de gebruikersnaam duidelijk, groot en prominent
%
/Helvetica-Bold findfont 64 scalefont setfont
$page_width ($user) stringwidth pop sub 2 div $page_height 200 sub moveto
($user) show

%
% Nu volgen de saaie bijzonderheden
%
/Helvetica findfont 14 scalefont setfont
/y 200 def
[ (Job:) (Host:) (Date:) ] {
200 y moveto show /y y 18 sub def }
forall

/Helvetica-Bold findfont 14 scalefont setfont
/y 200 def
[ ($job) ($host) ($date) ] {
270 y moveto show /y y 18 sub def
} forall

%
% Dat is alles
%
restore
showpage
EOF

```

Nu kan zowel het conversiefilter als het tekstfilter dit script aanroepen om eerst een voorblad te genereren en vervolgens de opdracht van de gebruiker af te drukken. Hier volgt het eerder gebruikte DVI-conversieprogramma, aangepast om een voorblad te maken:

```

#!/bin/sh
#
# psdf - DVI naar PostScript printfilter
# Geïnstalleerd in /usr/local/libexec/psdf
#
# Aangeropen door lpd, wanneer de gebruiker lpr -d uitvoert
#

orig_args="$@"

fail() {
    echo "$@" 1>&2
    exit 2
}

```



```

while getopts "x:y:n:h:" option; do
    case $option in
        x|y)  ;; # Ignore
        n)    login=$OPTARG ;;
        h)    host=$OPTARG ;;
        *)    echo "LPD started `basename $0` wrong." 1>&2
              exit 2
              ;;
    esac
done

[ "$login" ] || fail "No login name"
[ "$host" ] || fail "No host name"

( /usr/local/libexec/make-ps-header $login $host "DVI File"
  /usr/local/bin/dvips -f ) | eval /usr/local/libexec/lprps $orig_args

```

Merk op hoe het filter eerst de argumentenlijst moet nagaan om te bepalen wat de gebruikers- en hostnaam zijn. Dit is gelijk voor de andere conversiefilters. Het tekstfilter heeft echter een andere verzameling argumenten (zie Hoe filters werken).

Zoals eerder is beschreven, is het in bovenstaande opzet, hoewel deze simpel is, niet mogelijk “voorbladen te onderdrukken” (de optie `-h` in `lpr`). Als gebruikers een boom willen sparen (of een paar centen bij betaalde voorbladen) dan is dit dus niet mogelijk, aangezien elk filter een voorblad afdrukt voor iedere opdracht.

Om gebruikers in staat te stellen per opdracht voorbladen te onderdrukken, moet gebruik gemaakt worden van de truc uit Voorbladen administreren: schrijf een uitvoerfilter dat het door LPD gegenereerde voorblad inleest en een PostScript-versie genereert. Als de gebruiker de opdracht geeft met `lpr -h`, dan genereert **LPD** geen voorblad en het uitvoerfilter ook niet. Anders leest het uitvoerfilter de tekst van **LPD** in en stuurt een geschikt voorblad in PostScript naar de printer.

Voor een PostScript-printer op een seriële lijn kan gebruik gemaakt worden van `lprps`, dat met een uitvoerfilter wordt geleverd en het bovenstaande kan doen. Voorbladen worden door `psof` niet geteld.

9.4.3. Afdrukken via het netwerk

FreeBSD ondersteunt afdrukken via het netwerk: het sturen van opdrachten naar printers op afstand. Afdrukken via een netwerk betekent over het algemeen twee verschillende dingen:

- Het benaderen van een printer aangesloten op een andere computer. Een printer met een conventionele seriële of parallelle verbinding wordt op een bepaalde computer geïnstalleerd. Vervolgens wordt **LPD** zodanig ingesteld dat afdrukken vanaf andere computers in het netwerk mogelijk is. In Printers geïnstalleerd op andere hosts staat hoe dit te doen.
- Het benaderen van een printer die direct is aangesloten op een netwerk. Een printer heeft een netwerkinterface naast (of in plaats van) een gewone seriële of parallelle poort. Zo een printer kan als volgt werken:
 - Het begrijpt het **LPD** protocol en kan zelfs opdrachten van andere hosts in de wachtrij plaatsen. In dit geval werkt een printer als een gewone host die **LPD** heeft draaien. Volg de procedure in Printers geïnstalleerd op andere hosts om een dergelijke printer te installeren

- Het kan zijn dat een printer een netwerkverbinding ondersteunt. In dit geval kan een printer worden “aangesloten” op een bepaalde host op het netwerk door deze host verantwoordelijk te maken voor het plaatsen van opdrachten in een wachtrij en het versturen van opdrachten naar de printer. In Printers met netwerkinterfaces staan enkele suggesties om zulke printers te installeren.

9.4.3.1. Printers geïnstalleerd op andere hosts

Het wachtrijsysteem **LPD** heeft een ingebouwde mogelijkheid om opdrachten naar andere hosts te sturen die ook **LPD** draaien (of een systeem dat compatibel is met **LPD**). Deze eigenschap maakt het mogelijk om een printer op een host te installeren en deze toegankelijk te maken voor andere hosts. Het werkt ook met printers die over een netwerkinterface beschikken en het **LPD**-protocol begrijpen.

Om dit soort afdrukken op afstand mogelijk te maken, moet een printer eerst op een host geïnstalleerd worden, de *printerhost*, door de printerinstallatie te volgen als beschreven in Eenvoudige printerinstallatie. Stel desgewenst de printer in voor geavanceerde taken volgens Geavanceerde printerinstallatie. Test de printer en controleer of deze werkt met eventueel speciaal ingestelde opties voor **LPD**. De *lokale host* moet geautoriseerd zijn om de **LPD**-dienst op de *verre host* te gebruiken (zie Opdrachten van hosts op afstand beperken).

Als een printer een netwerkinterface heeft die compatibel is met **LPD**, dan is de *printerhost* in onderstaande beschrijving de printer zelf en de *printername* is de naam die voor de printer is ingesteld. Meer informatie staat in de documentatie bij de printer en/of de printernetwerkinterface.

Tip: Bij een HP LaserJet voert de printername `text` automatisch de CRLF-conversie uit. Het is dan niet nodig het script `hpif` te gebruiken.

Op hosts die toegang moeten krijgen tot de printer, moet in `/etc/printcap` een regel worden toegevoegd met het volgende:

1. Geef de regel een willekeurige naam. Om het eenvoudig te houden kunnen wellicht het beste dezelfde namen en aliassen worden gebruikt als op de printerhost;
2. Laat de optie `lp` expliciet leeg (`:lp=:`);
3. Maak een wachtrijmap aan en geef de locatie op met de optie `sd`. **LPD** slaat hier afdrukopdrachten op alvorens ze naar de printerhost te sturen;
4. Geef de naam van de printerhost op met de optie `rm`;
5. Geef de naam van de printer op de *printerhost* op met de optie `rp`.

Dit is het. Conversiefilters, paginadimensies, enzovoort, hoeven niet in `/etc/printcap` opgegeven te worden.

Hier volgt een voorbeeld. De host `rose` heeft twee printers: `bamboo` en `rattan`. Gebruikers op de host `orchid` krijgen toegang tot deze printers. Hier volgt `/etc/printcap` voor `orchid` (uit Voorbladen afdrukken). Er stond in het bestand al een regel voor de printer `teak`. Voor de twee printers op de host `rose` zijn twee regels toegevoegd:

```
#
# /etc/printcap voor host orchid - printers (op afstand) op rose toegevoegd
#
#
```

```
# teak is lokaal; het is direct aangesloten op orchid:
#
teak|hp|laserjet|HP LaserJet 3Si:\
      :lp=/dev/lpt0:sd=/var/spool/lpd/teak:mx#0:\
      :if=/usr/local/libexec/ifhp:\
      :vf=/usr/local/libexec/vfhp:\
      :of=/usr/local/libexec/ofhp:

#
# rattan is aangesloten op rose; stuur opdrachten voor rattan naar rose:
#
rattan|line|diablo|lp|Diablo 630 Line Printer:\
      :lp=:rm=rose:rp=rattan:sd=/var/spool/lpd/rattan:

#
# bamboo is ook aangesloten op rose:
#
bamboo|ps|PS|S|panasonic|Panasonic KX-P4455 PostScript v51.4:\
      :lp=:rm=rose:rp=bamboo:sd=/var/spool/lpd/bamboo:
```

Op orchid moeten wachtrijmappen worden aangemaakt:

```
# mkdir -p /var/spool/lpd/rattan /var/spool/lpd/bamboo
# chmod 770 /var/spool/lpd/rattan /var/spool/lpd/bamboo
# chown daemon:daemon /var/spool/lpd/rattan /var/spool/lpd/bamboo
```

Nu kunnen gebruikers op orchid afdrukken op rattan en bamboo. Een gebruiker op orchid geeft bijvoorbeeld de volgende invoer:

```
% lpr -P bamboo -d sushi-review.dvi
```

Dan kopieert **LPD** op orchid de opdracht naar de wachtrijmap `/var/spool/lpd/bamboo` en ziet dat het een DVI-opdracht is. Zodra de host `rose` ruimte heeft in zijn wachtrijmap `bamboo`, sturen de twee **LPD**'s het bestand naar `rose`. Het bestand wacht in de wachtrij van `rose` totdat het succesvol is afgedrukt. Het wordt geconverteerd naar PostScript (aangezien bamboo een PostScript-printer is) op `rose`.

9.4.3.2. Printers met netwerkinterfaces

Netwerkkarten voor printers zijn er in twee versies: een versie die een wachtrij nabootst (de duurdere versies), of versies die alleen de mogelijkheid geven om er informatie naar te sturen alsof het een seriële of parallelle poort is (de goedkopere versies). In Printers geïnstalleerd op andere hosts wordt het voor de duurdere beschreven.

Het formaat van `/etc/printcap` maakt het mogelijk om op te geven welke seriële, of parallelle poort gebruikt moet worden en (in geval van een seriële poort) de baud-snelheid, of er communicatie moet worden toegepast, vertragingen voor tabs, conversies voor nieuwe regelkarakters en meer. Er is geen mogelijkheid om een verbinding met een printer op te geven die op een TCP/IP of andere netwerkpoort luistert.

Om informatie naar een netwerkprinter te sturen, is het nodig een programma te ontwikkelen dat door tekst- en conversiefilters kan worden aangeroepen. Hier volgt een voorbeeld: het script `netprint` stuurt alle informatie van de standaard invoer naar een netwerkprinter. Als eerste argument wordt de hostnaam van de printer opgegeven en als tweede argument het poortnummer waarmee de verbinding moet worden opgezet. Er wordt alleen eenrichtingcommunicatie ondersteund (FreeBSD naar printer). Veel netwerkprinters ondersteunen

tweewegcommunicatie. Het kan wenselijk zijn hiervan gebruik te maken (om printerstatus op te vragen, statistieken bij te houden, enzovoort).

```
#!/usr/bin/perl
#
# netprint - Tekstfilter voor printer aangesloten op het netwerk
# Geïnstalleerd in /usr/local/libexec/netprint
#
$#ARGV eq 1 || die "Usage: $0 <printer-hostname> <port-number>";

$printer_host = $ARGV[0];
$printer_port = $ARGV[1];

require 'sys/socket.ph';

($ignore, $ignore, $protocol) = getprotobyname('tcp');
($ignore, $ignore, $ignore, $ignore, $address)
    = gethostbyname($printer_host);

$sockaddr = pack('S n a4 x8', &AF_INET, $printer_port, $address);

socket(PRINTER, &PF_INET, &SOCK_STREAM, $protocol)
    || die "Can't create TCP/IP stream socket: $!";
connect(PRINTER, $sockaddr) || die "Can't contact $printer_host: $!";
while (<STDIN>) { print PRINTER; }
exit 0;
```

Dit script kan vervolgens in verschillende filters gebruikt worden. Stel dat een Diablo 750-N matrixprinter op het netwerk is aangesloten. Op poort 5100 accepteert de printer informatie om af te drukken. De hostnaam van de printer is scrivener. Hier volgt het tekstfilter voor de printer:

```
#!/bin/sh
#
# diablo-if-net - Tekstfilter voor Diablo printer 'scrivener' luistert
# op poort 5100. Geïnstalleerd in /usr/local/libexec/diablo-if-net
#
exec /usr/libexec/lpr/lpf "$@" | /usr/local/libexec/netprint scrivener 5100
```

9.4.4. Printergebruik beperken

Nu volgt informatie over het beperken van printergebruik. Het **LPD**-systeem maakt het mogelijk te bepalen wie er toegang heeft tot een printer, zowel lokaal als op afstand, of meerdere kopieën afgedrukt mogen worden, hoe lang opdrachten mogen zijn en hoe lang wachtrijen mogen worden.

9.4.4.1. Meerdere kopieën beperken

Het **LPD** systeem maakt het heel makkelijk voor gebruikers om meerdere afdrukken van een bestand te maken. Gebruikers kunnen opdrachten afdrukken met bijvoorbeeld `lpr -#5` en krijgen dan vijf kopieën van elk bestand in de opdracht. De systeembeheerder kan beslissen of dit wenselijk is.

Wanneer meerdere kopieën onwenselijk zijn, kan de optie `-#` van `lpr(1)` worden uitgeschakeld door de optie `sc` in `/etc/printcap` op te nemen. Als gebruikers opdrachten versturen met de optie `-#`, zien ze het volgende:

```
lpr: multiple copies are not allowed
```

Als het mogelijk is van andere hosts af te drukken (zie Printers geïnstalleerd op andere hosts), moet de optie `sc` ook in `/etc/printcap` van de andere hosts aanwezig zijn. Anders kunnen gebruikers nog steeds multi-kopie opdrachten van andere hosts sturen.

Hier volgt een voorbeeld. Hieronder staat `/etc/printcap` voor de host `rose`. De printer `rattan` is redelijk krachtig, dus meerdere kopieën zijn toegestaan. De laserprinter `bamboo` is wat gevoeliger, dus meerdere kopieën zijn uitgeschakeld door de optie `sc` toe te voegen:

```
#
# /etc/printcap voor host rose - beperk meerdere kopieën op bamboo
#
rattan|line|diablo|lp|Diablo 630 Line Printer:\
    :sh:sd=/var/spool/lpd/rattan:\
    :lp=/dev/lpt0:\
    :if=/usr/local/libexec/if-simple:

bamboo|ps|PS|S|panasonic|Panasonic KX-P4455 PostScript v51.4:\
    :sh:sd=/var/spool/lpd/bamboo:sc:\
    :lp=/dev/ttyu5:ms#-parenb cs8 clocal crtscts:rw:\
    :if=/usr/local/libexec/psif:\
    :df=/usr/local/libexec/psdf:
```

Nu moet ook de optie `sc` worden toegevoegd in `/etc/printcap` van host `orchid` (tegelijk worden meerdere kopieën voor de printer `teak` uitgeschakeld):

```
#
# /etc/printcap voor host orchid - geen meerdere kopieën voor lokale
# printer teak of printer op afstand bamboo
teak|hp|laserjet|HP LaserJet 3Si:\
    :lp=/dev/lpt0:sd=/var/spool/lpd/teak:mx#0:sc:\
    :if=/usr/local/libexec/ifhp:\
    :vf=/usr/local/libexec/vfhp:\
    :of=/usr/local/libexec/ofhp:

rattan|line|diablo|lp|Diablo 630 Line Printer:\
    :lp=:rm=rose:rp=rattan:sd=/var/spool/lpd/rattan:

bamboo|ps|PS|S|panasonic|Panasonic KX-P4455 PostScript v51.4:\
    :lp=:rm=rose:rp=bamboo:sd=/var/spool/lpd/bamboo:sc:
```

Door de optie `sc` te gebruiken, wordt het gebruik van `lpr -#i` voorkomen, maar dat weerhoudt gebruikers er nog steeds niet van om `lpr(1)` meerdere keren te aanroepen of meerdere keren hetzelfde bestand te versturen in een opdracht:

```
% lpr voorverkoop.teken voorverkoop.teken voorverkoop.teken voorverkoop.teken voorverkoop.teken
```

Er zijn vele manieren om dit misbruik te voorkomen (onder andere door het te negeren), welke vrij zijn om te verkennen.

9.4.4.2. Printertoegang beperken

Door gebruik te maken van het UNIX groepmechanisme en de optie `rg` in `/etc/printcap` kan geregeld worden wie er op welke printer kan afdrukken. De gebruikers die toegang hebben tot een printer moeten in een groep worden geplaatst en deze groep moet in de optie `rg` worden genoemd.

Als gebruikers buiten de groep (inclusief `root`) naar de beheerde printer proberen te printen, worden ze begroet met het volgende bericht:

```
lpr: Not a member of the restricted group
```

Net als met de optie `sc` (*suppress multiple copies*: onderdruk meerdere kopieën) moet `rg`, indien wenselijk, ook op andere hosts worden opgegeven die ook toegang hebben tot printers (zie Printers geïnstalleerd op andere hosts).

In het volgende voorbeeld heeft iedereen toegang tot de printer `rattan`, maar alleen gebruikers in de groep `artists` kunnen gebruik maken van `bamboo`. Hier volgt het bekende `/etc/printcap` voor de host `rose`:

```
#
# /etc/printcap voor host rose - beperkte toegang voor groep bamboo
#
rattan|line|diablo|lp|Diablo 630 Line Printer:\
    :sh:sd=/var/spool/lpd/rattan:\
    :lp=/dev/lpt0:\
    :if=/usr/local/libexec/if-simple:

bamboo|ps|PS|S|panasonic|Panasonic KX-P4455 PostScript v51.4:\
    :sh:sd=/var/spool/lpd/bamboo:sc:rg=artists:\
    :lp=/dev/ttyu5:ms#-parenb cs8 clocal crtscts:rw:\
    :if=/usr/local/libexec/psif:\
    :df=/usr/local/libexec/psdf:
```

De andere voorbeeldbestanden `/etc/printcap` (voor de host `orchid`) worden niet aangepast. Natuurlijk kan iedereen op `orchid` afdrukken op `bamboo`. Het kan zijn dat er sowieso alleen bepaalde gebruikers op `orchid` zijn toegestaan en dat deze gebruikers toegang mogen hebben tot de printer. Of wellicht niet.

Opmerking: Er kan per printer slechts één groep worden opgegeven.

9.4.4.3. Grootte van afdrukopdrachten bepalen

Als veel gebruikers toegang hebben tot printers kan het nodig zijn een limiet op te geven voor de grootte van de bestanden die gebruikers naar een printer kunnen sturen. Er is immers slechts beperkte ruimte op het bestandssysteem en er moet ook voldoende ruimte zijn voor opdrachten van andere gebruikers.

LPD heeft de mogelijkheid om met de optie `mx` een limiet op te geven voor het maximum aantal bytes van een bestand in een afdrukopdracht. De eenheden worden opgegeven in `BUFSIZ` blokken, die 1024 bytes groot zijn. Een nul voor deze optie betekent geen limiet aan de bestandsgrootte. Als de optie wordt weggelaten, wordt een standaardlimiet van 1000 blokken gebruikt.

Opmerking: De limiet heeft betrekking op de *bestanden* in een opdracht, *niet* op de totale grootte van een opdracht.

LPD weigert een bestand dat groter is dan de opgegeven limiet niet. In plaats daarvan plaatst het zo veel mogelijk van het bestand op de wachtrij, om dit vervolgens af te drukken. De rest wordt genegeerd. Of dit gedrag wenselijk is, is onderwerp van debat.

Nu worden limieten voor de voorbeeldprinters `rattan` en `bamboo` opgegeven. Aangezien de PostScript-bestanden van die artists nogal groot kunnen worden, krijgen ze een limiet van vijf megabyte opgelegd. Er wordt geen limiet opgelegd voor de platte tekst printer:

```
#
# /etc/printcap voor host rose
#

#
# Geen limiet op opdrachtgrootte:
#
rattan|line|diablo|lp|Diablo 630 Line Printer:\
    :sh:mx#0:sd=/var/spool/lpd/rattan:\
    :lp=/dev/lpt0:\
    :if=/usr/local/libexec/lf-simple:

#
# Limiet van vijf megabyte:
#
bamboo|ps|PS|S|panasonic|Panasonic KX-P4455 PostScript v51.4:\
    :sh:sd=/var/spool/lpd/bamboo:sc:rg=artists:mx#5000:\
    :lp=/dev/ttyu5:ms#-parenb cs8 clocal crtscts:rw:\
    :if=/usr/local/libexec/psif:\
    :df=/usr/local/libexec/psdf:
```

Ook hier zijn de limieten alleen van toepassing op lokale gebruikers. Als toegang tot deze printers van andere hosts mogelijk is, worden deze gebruikers niet beperkt. Het is daarom nodig de optie `mx` ook in de `/etc/printcap` van de betreffende hosts op te geven. In Printers geïnstalleerd op andere hosts staat meer informatie over afdrukken op andere hosts.

Er is een andere gespecialiseerde manier om opdrachtgrootte voor printers op afstand te beperken (zie *Opdrachten van hosts op afstand beperken*).

9.4.4.4. Opdrachten van hosts op afstand beperken

Het wachtrijsysteem **LPD** beschikt over verschillende methoden om afdrুকopdrachten van hosts op afstand te beperken:

Hostbeperkingen

Met de bestanden `/etc/hosts.equiv` en `/etc/hosts.lpd` kan worden ingesteld van welke hosts op afstand een lokale **LPD**-opdracht wordt geaccepteerd. **LPD** controleert of een inkomend verzoek afkomstig is van een host die wordt genoemd in een van deze bestanden. Zo niet, dan weigert **LPD** het verzoek.

Het formaat van deze bestanden is eenvoudig: één host per regel. `/etc/hosts.equiv` wordt ook gebruikt door het protocol `ruserok(3)` en heeft invloed op programma's als `rsh(1)` en `rcp(1)`. Voorzichtigheid is dus geboden.

Als voorbeeld volgt hier `/etc/hosts.lpd` voor de host `rose`:

```
orchid
violet
madrigal.fishbaum.de
```

Dit betekent dat `rose` verzoeken accepteert van de hosts `orchid`, `violet` en `madrigal.fishbaum.de`. Voor iedere andere host die verbinding probeert te maken met **LPD** op `rose`, wordt de opdracht geweigerd.

Omvangbeperkingen

De hoeveelheid vrije ruimte die over moet blijven op een bestandssysteem waar een wachtrij zich bevindt kan ook worden ingesteld. Hiervoor moet een bestand met de naam `minfree` in de wachtrijmap worden aangemaakt. In dit bestand kan een getal worden gezet dat het aantal schijfblokken (512 bytes) aan vrije ruimte aangeeft dat beschikbaar moet blijven wil een opdracht worden geaccepteerd.

Hiermee kan worden gegarandeerd dat gebruikers op afstand een bestandssysteem niet vol kunnen schrijven. Ook kan hierdoor een soort voorrang worden gegeven aan lokale gebruikers: zij kunnen nog opdrachten plaatsen als de vrije schijfruimte al lang beneden de opgegeven limiet uit `minfree` is gekomen.

Als voorbeeld wordt een bestand `minfree` voor de printer `bamboo` toegevoegd. In `/etc/printcap` staat de juiste wachtrijmap:

```
bamboo|ps|PS|S|panasonic|Panasonic KX-P4455 PostScript v51.4:\
:sh:sd=/var/spool/lpd/bamboo:sc:rg=artists:mx#5000:\
:lp=/dev/ttyu5:ms#-parenb cs8 clocal crtscts:rw:mx#5000:\
:if=/usr/local/libexec/psif:\
:df=/usr/local/libexec/psdf:
```

De wachtrijmap wordt opgegeven met de optie `sd`. Er wordt een limiet van drie megabyte ingesteld (wat gelijk staat aan 6144 schijfblokken) voor de hoeveelheid vrije schijfruimte die op het bestandssysteem beschikbaar moet zijn voordat **LPD** een opdracht op afstand accepteert:

```
# echo 6144 > /var/spool/lpd/bamboo/minfree
```

Gebruikersbeperkingen

Met de optie `rs` in `/etc/printcap` kan worden geregeld welke gebruikers op afstand kunnen afdrukken op lokale printers. Als `rs` voorkomt voor een lokale printer accepteert **LPD** opdrachten van hosts op afstand *als* de gebruiker die de opdracht wil plaatsen ook een account heeft met dezelfde gebruikersnaam op de lokale host. Anders weigert **LPD** de opdracht.

Deze optie is met name nuttig in een omgeving waar (bijvoorbeeld) verschillende afdelingen een netwerk delen en gebruikers de grenzen van de afdeling overschrijden. Door ze een account te geven op een systeem kunnen ze de aangesloten printers gebruiken vanaf het systeem van hun eigen afdeling. Wanneer ze *alleen* gebruik mogen maken van de printers en niet van overige diensten op de computer, kunnen “tokenaccounts” worden aangemaakt, zonder thuismap en met een nutteloze shell als `/usr/bin/false`.

9.4.5. Printergebruik administreren

Het kan nodig zijn om afdrukken te doorbelasten. Inkt en papier kosten geld en er zijn onderhoudskosten. Printers zitten vol met bewegende delen en hebben de neiging kapot te gaan. Nu is er gekeken naar de printers, het gebruikerspatroon en de onderhoudskosten en op basis hiervan is een prijs vastgesteld per pagina (of per centimeter, per meter, of per wat dan ook). Hoe wordt nu een administratie bijgehouden van gemaakte afdrukken?

Het slechte nieuws is dat het wachtrijsysteem **LPD** hierbij niet echt helpt. Het administreren van afdrukken is erg afhankelijk van het type printer, het afdrukformaat en de wensen die een systeembeheerder heeft ten aanzien van het doorbelasten van printergebruik.

Om het administreren te implementeren, is het nodig om aanpassingen te maken in de tekstfilter (om platte tekst opdrachten te belasten) en de conversiefilters (om opdrachten in andere bestandsformaten te belasten), om pagina's te tellen, of de printer te vragen hoeveel pagina's er zijn afgedrukt. Het volstaat niet om het eenvoudige uitvoerfilter te gebruiken, aangezien dit niet in staat is het gebruik te administreren. Zie Filters.

In het algemeen zijn er twee manieren om gebruik te administreren:

- *Periodiek administreren* is de meer gebruikelijke manier, omdat het waarschijnlijk makkelijker is. Als iemand een opdracht afdrukt, schrijft het filter de gebruiker, host en het aantal pagina's in een administratiebestand. Elke maand, semester, jaar, of een andere gewenste periode kunnen de administratiebestanden verzameld worden om het aantal afgedrukte pagina's op te tellen en het gebruik in rekening te brengen. De logboekbestanden kunnen vervolgens geschoond worden, zodat met een schone lei de volgende periode begonnen kan worden.
- *Directe administratie* is minder gebruikelijk, waarschijnlijk omdat het moeilijker is. Met deze methode zorgen de filters ervoor dat gebruikers voor hun printergebruik worden afgerekend op het moment dat ze er gebruik van maken. Net als schijfquota is de administratie onmiddellijk. Hiermee wordt voorkomen dat gebruikers kunnen afdrukken wanneer ze over hun limiet zijn gegaan. Ook biedt dit de mogelijkheid voor gebruikers om hun afdrukquotum te controleren, of aan te passen. Deze methode vereist databasecode om gebruikers en hun quota bij te houden.

Het wachtrijsysteem **LPD** ondersteunt beide methoden op eenvoudige wijze. Aangezien de filters (meestal) moeten worden aangeleverd, moet ook de code voor de administratie worden geleverd. Er is echter een voordeel: er is grote flexibiliteit in de administratiemethode. Zo kan bijvoorbeeld gekozen worden tussen periodieke of directe administratie. Er kan gekozen worden welke informatie opgeslagen wordt: gebruikersnamen, hostnamen, type opdracht, aantal afgedrukte pagina's, hoe lang het afdrukken duurde, enzovoort. Dit alles kan worden gedaan door de filters aan te passen.

9.4.5.1. Kort door de bocht printeradministratie

FreeBSD wordt met twee programma's geleverd waarmee periodieke administratie direct kan worden opgezet. Het zijn het tekstfilter `lpf`, beschreven in `lpf`: een tekstfilter en `pac(8)`, een programma dat posten uit administratiebestanden verzamelt en optelt.

Zoals beschreven in de sectie over filters (Filters), roept **LPD** de tekst- en conversiefilters aan met de naam van het administratiebestand als argument. De filters kunnen dit argument gebruiken om te bepalen in welk bestand de gegevens voor de administratie moeten worden weggeschreven. De naam van dit bestand is afkomstig van de optie `af` uit `/etc/printcap`. Als er geen absoluut pad wordt opgegeven, dan is de locatie relatief aan de wachtrijmap.

LPD start `lpf` met paginabreedte en -lengte argumenten (afkomstig uit de opties `pw` en `pl`). Het filter `lpf` gebruikt deze argumenten om te bepalen hoeveel papier er gebruikt zal worden. Nadat het bestand naar de printer is gestuurd, schrijft het een post in het administratiebestand. De posten zien er als volgt uit:

```
2.00 rose:andy
3.00 rose:kelly
3.00 orchid:mary
5.00 orchid:mary
2.00 orchid:zhang
```

Aangezien `lpd` geen ingebouwde logica voor bestandslocking kent, moet voor elke printer een apart administratiebestand gebruikt worden. Twee `lpds` kunnen elkaars posten corrumperen als ze tegelijk in hetzelfde bestand schrijven. De optie `af=acct` in `/etc/printcap` biedt een makkelijke manier om er zeker van te zijn dat aparte bestanden worden gebruikt. Dan bevindt elk administratiebestand zich in de wachtrijmap van de betreffende printer en krijgt de naam `acct` krijgen

Wanneer het tijd is om met gebruikers af te rekenen voor hun afdrukken, kan het programma `pac(8)` gedraaid worden. Ga naar de wachtrijmap van de printer waarvoor betaald moet worden en typ `pac`. Er verschijnt een dollar-centrische samenvatting zoals het volgende:

Login	pages/feet	runs	price
orchid:kelly	5.00	1	\$ 0.10
orchid:mary	31.00	3	\$ 0.62
orchid:zhang	9.00	1	\$ 0.18
rose:andy	2.00	1	\$ 0.04
rose:kelly	177.00	104	\$ 3.54
rose:mary	87.00	32	\$ 1.74
rose:root	26.00	12	\$ 0.52
total	337.00	154	\$ 6.74

Dit zijn de argumenten die `pac(8)` verwacht:

`-Pprinter`

De `printer` waarvoor een samenvatting moet worden gegenereerd. Deze optie werkt alleen als er een absoluut pad is gegeven in de optie `af` in `/etc/printcap`.

`-c`

Sorteer de uitvoer op kosten, in plaats van alfabetisch op gebruikersnaam.

`-m`

Negeer de hostnamen in het administratiebestand. Met deze optie is de gebruiker `smith` op host `alpha` dezelfde gebruiker als `smith` op host `gamma`. Zonder deze optie zijn het verschillende gebruikers.

`-pprijs`

Bereken de prijs met `prijs` dollar per pagina of per voet, in plaats van de prijs uit de optie `pc` in `/etc/printcap` of twee cent (de standaard). De `prijs` kan worden opgegeven als een decimaal getal.

`-r`

Keer de sorteervolgorde om.

`-s`

Maak een bestand met een samenvatting van de administratie en leeg het administratiebestand.

`namen ...`

Druk de administratiegegevens alleen af voor gebruikersnamen `namen`.

In de standaard samenvatting die `pac(8)` genereert, is het aantal pagina's te zien dat iedere gebruiker vanaf een bepaalde host heeft afgedrukt. Wanneer de hostnaam niet van belang is (bijvoorbeeld omdat gebruikers iedere host kunnen gebruiken), gebruik dan `pac -m` om de volgende samenvatting te genereren:

Login	pages/feet	runs	price
andy	2.00	1	\$ 0.04
kelly	182.00	105	\$ 3.64
mary	118.00	35	\$ 2.36
root	26.00	12	\$ 0.52
zhang	9.00	1	\$ 0.18
total	337.00	154	\$ 6.74

Om het verschuldigde bedrag te berekenen gebruikt `pac(8)` de optie `pc` uit `/etc/printcap` (standaard aantal van 200 of 2 cent per pagina). Specificeer, in honderden centen, de prijs per pagina of per voet die berekend moet worden. Deze waarde kan worden aangepast door `pac(8)` aan te roepen met de optie `-p`. De eenheden van de optie `-p` zijn echter in dollars, niet in honderden centen. Bijvoorbeeld,

```
# pac -p1.50
```

zorgt ervoor dat elke pagina 1,50 dollar kost. U kunt echt grote winsten maken met deze optie.

Tenslotte kan met `pac -s` de samenvatting worden opgeslagen in een bestand dat dezelfde naam krijgt als het administratiebestand van de printer, maar dan met `_sum` toegevoegd aan de naam. Vervolgens wordt het administratiebestand geleegd. Als `pac(8)` opnieuw wordt aangeroepen, herleest `pac(8)` het samenvattingsbestand om de startwaarden te bepalen en telt daar de informatie bij op van het standaard administratiebestand.

9.4.5.2. Hoe kan het aantal afgedrukte pagina's worden geteld?

Om ook maar de minste nauwkeurigheid bij het administreren te verkrijgen, is het nodig te weten hoeveel papier een afdrukopdracht gebruikt. Dit is het centrale probleem van het bijhouden van printerstatistieken.

Voor opdrachten met platte tekst is het probleem niet zo moeilijk op te lossen: het aantal regels in een opdracht wordt geteld en vergeleken met het aantal regels per pagina dat door een printer wordt ondersteund. Hierbij moet niet worden vergeten dat backspaces in het bestand regels overschrijven en dat lange logische regels worden afgedrukt als meerdere fysieke regels.

Het tekstfilter `lpf` (geïntroduceerd in `lpf`: een tekstfilter) houdt met deze zaken rekening bij het administreren. Als het nodig is een tekstfilter te schrijven dat ook het printergebruik moet bijhouden, dan is het nuttig de broncode van `lpf` te bestuderen.

Hoe worden andere bestandsformaten dan verwerkt?

Voor een DVI-naar-LaserJet, of DVI-naar-PostScript conversie kan het filter de diagnostische uitvoer van `dvi1j` of `dvi2ps` bekijken om te bepalen hoeveel pagina's er zijn geconverteerd. Voor andere formaten kan hetzelfde worden gedaan met behulp van de betreffende conversieprogramma's.

Deze methoden hebben echter als nadeel dat een printer eventueel niet alle pagina's ook daadwerkelijk afdrukt. Zo kan het papier vast komen te zitten, de toner opraken of de printer ontploffen, terwijl de gebruiker toch moet betalen.

Dus, wat kan hieraan worden gedaan?

Er is slechts één *betrouwbare* manier om *nauwkeurig* te administreren. Dat is met behulp van een printer die kan vertellen hoeveel papier er is gebruikt. Deze moet vervolgens worden aangesloten met een seriële lijn, of een

netwerkverbinding. Bijna alle PostScript-printers hebben deze mogelijkheid, andere modellen en merken mogelijk ook (bijvoorbeeld Imagen netwerklaserprinters). De filters dienen voor deze printers aangepast te worden om het papierverbruik na elke opdracht te achterhalen en de administratieve informatie *alleen* op deze waarde te baseren. Er is geen noodzaak om foutgevoelig regels te tellen of bestanden te analyseren.

Natuurlijk kan een beheerder ook vrijgevig zijn en alle afdrukken gratis maken.

9.5. Printers gebruiken

Hieronder wordt beschreven hoe printers die onder FreeBSD geïnstalleerd zijn gebruikt moeten worden. Nu volgt een overzicht van de commando's op gebruikersniveau:

`lpr(1)`

Druk opdrachten af

`lpq(1)`

Controleer printerwachtrijen

`lprm(1)`

Verwijder opdrachten uit de wachtrij van een printer

Er is ook een administratief commando, `lpc(8)`, beschreven in *Printers beheren*, dat gebruikt wordt om printers en hun wachtrijen in te stellen.

Allerdrie de commando's `lpr(1)`, `lprm(1)` en `lpq(1)` accepteren een optie `-Pprintername` om aan te geven op welke printer uit `/etc/printcap` een opdracht van toepassing is. Dit biedt de mogelijkheid opdrachten te versturen, verwijderen en controleren voor verschillende printers. Als `-P` niet wordt gebruikt, werken deze commando's op de printer gedefinieerd in de omgevingsvariabele `PRINTER`. Tot slot, wanneer de omgevingsvariabele `PRINTER` niet is gedefinieerd, wordt standaard verwezen naar de printer met de naam `lp`.

9.5.1. Opdrachten afdrukken

Om bestanden af te drukken:

```
% lpr bestandsnaam ...
```

Dit drukt elk van de opgegeven bestanden af op de standaard printer. Als geen bestanden worden opgegeven, drukt `lpr(1)` de standaard invoer af. De volgende opdracht drukt bijvoorbeeld een paar belangrijke systeembestanden af:

```
% lpr /etc/host.conf /etc/hosts.equiv
```

Om een specifieke printer te selecteren:

```
% lpr -P printername bestandsnaam ...
```

Dit voorbeeld drukt een lange opgave van de huidige map af op de printer `rattan`:

```
% ls -l | lpr -P rattan
```

Omdat er geen bestanden worden meegegeven aan het commando `lpr(1)`, drukt `lpr` de gegevens af die het van de standaard invoer leest: de uitvoer van het commando `ls -l`.

`lpr(1)` accepteert ook een breed scala aan opties om de vorm aan te passen, bestandsconversies toe te passen, meerdere kopieën af te drukken, enzovoort. Meer informatie staat in *Afdrukopties*.

9.5.2. Opdrachten controleren

Als `lpr(1)` wordt gebruikt om af te drukken, dan worden de gegevens die afgedrukt moet worden in een pakketje samengevoegd dat een “afdrukopdracht” wordt genoemd en naar het wachtrijsysteem **LPD** gestuurd. Elke printer heeft een wachtrij met opdrachten van alle gebruikers. Een printer drukt deze opdrachten op volgorde van binnenkomst af.

De wachtrij voor de standaardprinter kan worden weergegeven met `lpq(1)`. Voor een specifieke printer moet de optie `-P` meegegeven worden. Het volgende commando toont de wachtrij van printer `bamboo`:

```
% lpq -P bamboo
```

Hieronder volgt een voorbeeld van de uitvoer van het commando `lpq`:

```
bamboo is ready and printing
Rank  Owner    Job  Files                                Total Size
active kelly    9    /etc/host.conf, /etc/hosts.equiv    88 bytes
2nd    kelly    10    (standard input)                    1635 bytes
3rd    mary     11    ...                                78519 bytes
```

Dit laat drie opdrachten zien in de wachtrij voor `bamboo`. De eerste opdracht, gegeven door gebruiker `kelly`, heeft opdrachtnummer 9 gekregen. Elke opdracht voor een printer krijgt een uniek opdrachtnummer. Dit nummer kan in de meeste gevallen genegeerd worden, maar is nodig om een opdracht te annuleren. In *Opdrachten verwijderen* staan meer details.

Opdrachtnummer negen bestaat uit twee bestanden; meerdere bestanden opgegeven naar `lpr(1)`, worden als één enkele opdracht behandeld. Het is de actieve opdracht (`active` onder de kolom “Rank”), wat betekent dat de printer deze opdracht momenteel aan het afdrukken is. De tweede opdracht bestaat uit gegevens doorgegeven aan `lpr(1)` als standaard invoer. De derde opdracht is afkomstig van gebruiker `mary`. Het is een veel grotere opdracht. De bestandsnaam van het bestand dat ze probeert af te drukken is te lang voor het overzicht, daarom toont `lpq(1)` drie puntjes.

De allereerste regel uitvoer van `lpq(1)` is ook handig: die vertelt wat de printer momenteel aan het doen is; dat wil zeggen, wat **LPD** denkt dat de printer aan het doen is.

Het commando `lpq(1)` ondersteunt ook een optie `-l` om een gedetailleerd, lang overzicht te geven. Hieronder volgt voorbeelduitvoer van `lpq -l`:

```
waiting for bamboo to become ready (offline ?)
kelly: 1st      [job 009rose]
        /etc/host.conf                73 bytes
        /etc/hosts.equiv              15 bytes

kelly: 2nd      [job 010rose]
        (standard input)              1635 bytes

mary: 3rd      [job 011rose]
```

```
/home/orchid/mary/research/venus/alpha-regio/mapping 78519 bytes
```

9.5.3. Opdrachten verwijderen

Een gebruiker die van gedachten verandert over een af te drukken opdracht, kan een opdracht uit een wachtrij halen met het commando `lprm(1)`. Vaak kan met `lprm(1)` zelfs een actieve opdracht worden verwijderd, maar een deel of alles van de opdracht kan desondanks toch worden afgedrukt.

Om een opdracht van de standaardprinter te verwijderen dient eerst met `lpq(1)` het opdrachtnummer gevonden te worden. Typ vervolgens:

```
% lprm opdrachtnummer
```

Om een opdracht van een specifieke printer te verwijderen, moet de optie `-P` worden toegevoegd. Het volgende commando verwijdert opdrachtnummer 10 uit de wachtrij van printer `bamboo`:

```
% lprm -P bamboo 10
```

Het commando `lprm(1)` heeft een aantal snelkoppelingen:

`lprm -`

Verwijder alle opdrachten (voor de standaardprinter) van de huidige gebruiker.

`lprm gebruiker`

Verwijder alle opdrachten (voor de standaardprinter) die van *gebruiker* zijn. De supergebruiker kan opdrachten van andere gebruikers verwijderen. Andere gebruikers kunnen alleen hun eigen opdrachten verwijderen.

`lprm`

Zonder een opdrachtnummer, gebruikersnaam of `-` op de opdrachtregel, verwijdert `lprm(1)` de huidige actieve opdracht van de huidige gebruiker op de standaard printer. Alleen de supergebruiker kan iedere actieve opdracht verwijderen.

Gebruik de optie `-P` met bovenstaande snelkoppelingen om een specifieke printer in plaats van de standaard printer te selecteren. Het volgende voorbeeld verwijdert alle opdrachten van de huidige gebruiker uit de wachtrij van printer `rattan`:

```
% lprm -P rattan -
```

Opmerking: Als in een netwerkomgeving wordt gewerkt, staat `lprm(1)` alleen toe opdrachten te verwijderen vanaf hosts waarvan de afdrukopdrachten zijn gegeven, ook als dezelfde printer vanaf andere hosts bereikbaar is. Het volgende voorbeeld demonstreert dit:

```
% lpr -P rattan mijnbestand
% rlogin orchid
% lpq -P rattan
Rank  Owner   Job  Files                Total Size
active seeyan   12  ...                49123 bytes
2nd   kelly     13  myfile              12 bytes
% lprm -P rattan 13
```

```

rose: Permission denied
% logout
% lprm -P rattan 13
dfA013rose dequeued
cfA013rose dequeued

```

9.5.4. Meer dan platte tekst: afdrukopties

Het commando `lpr(1)` ondersteunt een aantal opties voor de opmaak van platte tekst, het converteren van grafische en andere bestandsformaten, het afdrukken van meerdere kopieën, afwikkeling van een opdracht en meer. In deze sectie worden die opties beschreven.

9.5.4.1. Opties voor opmaak en conversie

De volgende opties voor `lpr(1)` zorgen voor de opmaak van de bestanden in de opdracht. Gebruik deze opties als de opdracht geen platte tekst bevat of als platte tekst opgemaakt dient te worden met behulp van `pr(1)`.

Het volgende commando drukt bijvoorbeeld een DVI-bestand af (van het $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ typesettingsysteem) met de naam `visrapport.dvi` op de printer `bamboo`:

```
% lpr -P bamboo -d visrapport.dvi
```

Deze opties zijn van toepassing op alle bestanden in de opdracht. Het is dus niet mogelijk om bijvoorbeeld DVI- en ditroff-bestanden in een opdracht samen te voegen. In plaats hiervan moeten deze bestanden als aparte opdrachten worden gegeven, elk met een andere conversie-optie.

Opmerking: Al deze opties, behalve `-p` en `-T`, vereisen dat er conversiefilters zijn geïnstalleerd voor een printer. De optie `-d` vereist bijvoorbeeld het DVI-conversiefilter. In *Conversiefilters* staan de details beschreven.

`-c`

Afdrukken van `cifplot`-bestanden.

`-d`

Afdrukken van DVI-bestanden.

`-f`

Afdrukken van FORTRAN tekstbestanden.

`-g`

Afdrukken van plotgegevens.

`-i aantal`

De uitvoer wordt *aantal* kolommen ingesprongen. Als *nummer* wordt weggelaten, wordt acht kolommen ingesprongen. Deze optie werkt alleen met bepaalde conversiefilters.

Opmerking: Plaats geen spatie tussen de `-i` en het nummer.

`-l`

Drukt letterlijke tekstgegevens af, inclusief controlekarakters.

`-n`

Afdrukken van ditroff (apparaatonafhankelijke troff) gegevens.

`-p`

Opmaak van platte tekst met `pr(1)` alvorens af te drukken. Zie `pr(1)` voor meer informatie.

`-T titel`

Gebruik *titel* op de `pr(1)` koptekst in plaats van de bestandsnaam. Deze optie heeft alleen effect in combinatie met de optie `-p`.

`-t`

Afdrukken van troffgegevens.

`-v`

Afdrukken van rastergegevens.

In het volgende voorbeeld wordt een mooi opgemaakte versie van de handleiding `ls(1)` afgedrukt op de standaardprinter:

```
% zcat /usr/share/man/man1/ls.1.gz | troff -t -man | lpr -t
```

Het commando `zcat(1)` pakt de broncode van de `ls(1)` handleiding uit en geeft het door aan het commando `troff(1)`, dat de broncode opmaakt, er GNU troff van maakt en dit doorstuurt naar `lpr(1)`, dat de opdracht naar de **LPD** wachtrij stuurt. Omdat de optie `-t` meegegeven wordt aan `lpr(1)`, converteert het wachtrijsysteem de GNU troff uitvoer naar een formaat dat de standaardprinter begrijpt als de opdracht wordt afgedrukt.

9.5.4.2. Opties voor opdrachtafhandeling

De volgende opties voor `lpr(1)` geven **LPD** aan de opdracht speciaal te behandelen:

`-# kopieën`

Produceer een aantal van *kopieën* kopieën van elk bestand in de opdracht, in plaats van één kopie. Een beheerder kan deze optie uitschakelen om slijtage van de printer te voorkomen en gebruik van een kopieerapparaat aan te moedigen. Zie *Meerdere kopieën beperken*.

Dit voorbeeld drukt drie kopieën af van `parser.c` gevolgd door drie kopieën van `parser.h` op de standaardprinter:

```
% lpr -#3 parser.c parser.h
```

-m

Stuur een email na voltooiing van de afdrুকopdracht. Met deze optie stuurt het **LPD**-systeem een email als een opdracht is afgehandeld. In dit bericht vertelt het of de opdracht succesvol is uitgevoerd of dat er een fout was met (vaak) de aard van de fout.

-s

Kopieer de bestanden niet naar de wachtrijmap, maar maak in plaats hiervan een symbolische link.

Bij het afdrukken van een grote opdracht is het handig van deze optie gebruik te maken. Het spaart ruimte in de wachtrijmap (het kan zijn dat de opdracht de vrije ruimte verbruikt in het bestandssysteem waarin de wachtrijmap zich bevindt). Het bespaart ook tijd, omdat **LPD** niet elke byte van de opdracht naar de wachtrijmap hoeft te kopieëren.

Er is echter een nadeel: aangezien **LPD** het originele bestand nodig heeft, is het niet mogelijk dit te wijzigen, of te verwijderen totdat het is afgedrukt.

Opmerking: Bij het afdrukken op een printer in een netwerk, moet **LPD** een bestand uiteindelijk toch kopieëren van een lokale host naar een netwerkhost. De optie `-s` bespaart dus ruimte in een lokale wachtrijmap, niet in die van een host in een netwerk. Het blijft echter nuttig.

-r

Verwijder bestanden in een opdracht na ze naar een wachtrij gekopieerd te hebben of na ze te hebben afgedrukt als de optie `-s` is gebruikt. Wees voorzichtig met deze optie!

9.5.4.3. Voorbladopties

Deze opties voor `lpr(1)` passen de tekst aan die gewoonlijk op het voorblad van een opdracht verschijnt. Deze opties hebben geen effect als het afdrukken van voorbladen wordt onderdrukt op een gebruikte printer. Zie Voorbladen voor meer informatie over het opzetten van voorbladen.

-C *tekst*

Vervang de hostnaam op het voorblad door *tekst*. De hostnaam is gewoonlijk de naam van de host waarvan de opdracht is verstuurd.

-J *tekst*

Vervang de naam van de opdracht op het voorblad door *tekst*. De naam van de opdracht is standaard de naam van het eerste bestand in de opdracht of `stdin` als de standaard uitvoer wordt afgedrukt.

-h

Druk geen voorblad af.

Opmerking: Bij sommige installaties kan het zijn dat deze optie geen effect heeft door de manier waarop de voorbladen worden gegenereerd. Zie Voorbladen voor de details.

9.5.5. Printers beheren

De beheerder van de printers in een netwerk heeft deze moeten installeren, opzetten en testen. Met het commando `lpc(8)` kan een beheerder op nog meer manieren communiceren met printers. Met `lpc(8)` is het mogelijk om:

- Printers te starten en te stoppen;
- Wachtrijen aan en uit te zetten;
- De volgorde van opdrachten in elke wachtrij aan te passen.

Ten eerste een opmerking over terminologie: als een printer is *gestopt*, drukt die niets uit een wachtrij af. Gebruikers kunnen nog steeds opdrachten geven, maar opdrachten wachten in een wachtrij totdat de bijbehorende printer is *gestart* of als de wachtrij vrij is.

Als een wachtrij is *uitgeschakeld*, kan geen enkele gebruiker (behalve `root`) opdrachten naar een printer versturen. Een *ingeschakelde* wachtrij accepteert opdrachten. Een printer met een uitgeschakelde wachtrij kan worden *gestart* en drukt dan alle afdrukopdrachten in de wachtrij af tot deze leeg is.

In het algemeen is het nodig `root`-rechten te hebben om het commando `lpc(8)` te gebruiken. Gewone gebruikers kunnen het commando `lpc(8)` gebruiken om een printerstatus op te vragen en om een vastgelopen printer te herstarten.

Nu volgt een samenvatting van de `lpc(8)` commando's. De meeste commando's accepteren een argument *printernaaam*, om aan te geven op welke printer te werken. Om op alle printers te werken die in `/etc/printcap` genoemd worden, kan `all` worden gebruikt als *printernaaam*.

`abort printernaaam`

Annuleer de huidige opdracht en stop de printer. Gebruikers kunnen nog steeds opdrachten versturen als de wachtrij is ingeschakeld.

`clean printernaaam`

Verwijder oude bestanden uit de wachtrijmap van de betreffende printer. Het kan wel eens gebeuren dat de bestanden waaruit een opdracht bestaat niet juist worden verwijderd door **LPD**. Dit gebeurt bijvoorbeeld wanneer er fouten zijn opgetreden tijdens het afdrukken of tijdens grote administratieve activiteit. Dit commando vindt en verwijdert bestanden die niet in de wachtrijmap thuishoren.

`disable printernaaam`

Nieuwe opdrachten kunnen niet meer in de wachtrij worden geplaatst. Als de printer nog draait, drukt die de opdrachten die zich nog in de wachtrij bevinden af. De supergebruiker (`root`) kan altijd opdrachten versturen, ook naar een uitgeschakelde wachtrij.

Dit commando is handig bij het testen van een nieuwe printer of een filterinstallatie: schakel de wachtrij uit en verstuur als `root` opdrachten. Andere gebruikers kunnen geen opdrachten versturen totdat het testen is voltooid en de wachtrij weer is ingeschakeld met het commando `enable`.

`down printernaam boodschap`

Schakel een printer uit. Equivalent aan `disable` gevolgd door `stop`. De *boodschap* verschijnt als de status van de printer als een gebruiker de wachtrij van de printer controleert met `lpq(1)` of de status met `lpc status`.

`enable printernaam`

Schakel de wachtrij van een printer in. Gebruikers kunnen opdrachten versturen, maar de printer drukt ze pas af als deze is gestart.

`help commandonaam`

Geef hulp over het commando *commandonaam*. Zonder *commandonaam*, wordt een samenvatting van de beschikbare commando's getoond.

`restart printernaam`

Start de printer. Gewone gebruikers kunnen dit commando gebruiken als door een uitzonderlijke omstandigheid **LPD** hangt, maar ze kunnen een printer niet starten die gestopt is met een van de commando's `stop` of `down`. Het commando `restart` is equivalent aan `abort` gevolgd door `start`.

`start printernaam`

Start de printer. De printer drukt opdrachten in zijn wachtrij af.

`stop printernaam`

Stop de printer. De printer maakt de huidige opdracht af en drukt opdrachten in de wachtrij niet af. Gebruikers kunnen nog steeds opdrachten versturen naar een ingeschakelde wachtrij, ook al is de printer gestopt.

`topq printernaam opdracht-of-gebruikersnaam`

Herschik de wachtrij voor *printernaam* door de opdrachten met de opgegeven *opdracht* nummers of opdrachten van *gebruikersnaam* bovenaan de wachtrij te plaatsen. Voor dit commando is het niet mogelijk `all` te gebruiken als *printernaam*.

`up printernaam`

Schakel een printer in. Het omgekeerde van het commando `down`. Equivalent aan `start` gevolgd door `enable`.

`lpc(8)` accepteert bovenstaande commando's op de opdrachtregel. Als er geen commando's worden gegeven, schakelt `lpc(8)` over op een interactieve modus, waar opdrachten gegeven kunnen worden totdat het commando `exit`, `quit` of `einde-van-bestand` wordt gegeven.

9.6. Alternatieven voor het standaard wachtrijsysteem

Na het lezen van deze handleiding, heeft de lezer zo'n beetje alles gelezen wat er te leren valt over het wachtrijsysteem **LPD** zoals het te vinden is in FreeBSD. Er zijn veel tekortkomingen te onderkennen, wat vanzelf leidt tot de vraag: "Welke andere wachtrijsystemen zijn er beschikbaar (en werken onder FreeBSD)?"

LPRng

LPRng, dat “LPR: the Next Generation” betekent, is een compleet herschreven PLP. Patrick Powell en Justin Mason (de voornaamste beheerder van PLP) hebben samengewerkt om **LPRng** te maken. De thuispagina voor **LPRng** is <http://www.lprng.org/>.

CUPS

CUPS, het Common UNIX Printing System, voorziet in een overzetbare printlaag voor UNIX-achtige besturingssystemen. Het is ontwikkeld door Easy Software Product, om een standaard afdrukoplossing voor alle UNIX-producenten en gebruikers te promoten.

CUPS gebruikt het Internet Printing Protocol (IPP) als basis voor het beheren van afdrukopdrachten en wachtrijen. De protocollen Line Printer Daemon (LPD), Server Message Block (SMB) en AppSocket (ook bekend als JetDirect) worden ook ondersteund met minder functionaliteit. CUPS biedt bladeren naar netwerkprinters en PostScript Printer Description (PPD) gebaseerde afdrukopties om echt printen onder UNIX te ondersteunen.

De thuispagina voor **CUPS** is <http://www.cups.org/>.

HPLIP

HPLIP, het HP Linux Imaging and Printing systeem, is een suite van programma's ontwikkeld door HP dat printen, scannen en faxen voor toepassingen van HP ondersteunt. Deze suite van programma's maakt gebruik van het printstelsel **CUPS** als een backend voor sommige van de printmogelijkheden.

De thuispagina voor **HPLIP** is <http://hplipopensource.com/hplip-web/index.html>.

9.7. Problemen oplossen

Na het uitvoeren van een simpele test met `lpstat(1)` is mogelijk een van onderstaande resultaten verkregen, in plaats van de juiste uitvoer:

Het werkte na enige tijd of er kwam geen volle pagina.

De printer drukte bovenstaande af, maar wachtte enige tijd zonder iets te doen. Het was zelfs nodig om een PRINT REMAINING, of FORM FEED-knop op te drukken om enig resultaat te krijgen.

Als dit het geval is, dan stond de printer waarschijnlijk te wachten of er nog meer gegevens van de opdracht zouden komen, alvorens iets af te drukken. Om dit probleem op te lossen, kan het tekstfilter worden aangepast zodat deze een FORM FEED-karakter (of wat er ook nodig is) naar de printer stuurt. Dit is meestal voldoende om een printer zover te krijgen om tekst af te drukken die zich nog in de interne buffer bevindt. Het is ook nuttig om er zeker van te zijn dat elke afdrukopdracht eindigt op een hele pagina, zodat de volgende opdracht niet ergens midden op de laatste pagina van de vorige opdracht begint.

De volgende vervanging voor het shellscript `/usr/local/libexec/if-simple` drukt een form feed af nadat de opdracht naar een printer is gestuurd:

```
#!/bin/sh
#
# if-simple - Eenvoudige tekst invoerfilter voor lpd
# Geïnstalleerd in /usr/local/libexec/if-simple
#
# Kopieert eenvoudig stdin naar stdout. Negeer alle filterargumenten.
```

```
# Schrijft een form feed karakter (\f) na het afdrukken van de opdracht.

/bin/cat && printf "\f" && exit 0
exit 2
```

De opdracht produceerde een getrapt effect.

Het resultaat ziet er als volgt uit:

```
! "#$%&'()*+,-./01234
      "$%&'()*+,-./012345
                "$%&'()*+,-./0123456
```

Dit krijgen slachtoffers van het *trapeffect* te zien. Het wordt veroorzaakt door conflicterende interpretaties van de karakters die een regeleinde aangeven. UNIX-achtige besturingssystemen gebruiken een enkel karakter: ASCII-code 10, de line feed (LF). MS-DOS, OS/2® en andere besturingssystemen gebruiken twee karakters: ASCII-code 10 en ASCII-code 13 (de carriage return, CR). Veel printers gebruiken de MS-DOS-conventie voor het representeren van regeleinden.

Als onder FreeBSD wordt afgedrukt, bevat de tekst alleen het line feed-karakter. Na het zien van een line feed-karakter vervolgt de printer zijn werk op de volgende regel, maar behoudt dezelfde horizontale positie op de pagina voor het afdrukken van het volgende teken. Hier is de carriage return voor bedoeld: om het volgende karakter af te drukken aan de linkerkant van de pagina.

Dit is wat FreeBSD wil dat de printer doet:

Printer ontvangt CR	Printer drukt CR af
Printer ontvangt LF	Printer drukt CR + LF af

Hier volgen een aantal manieren om dit te bereiken:

- Gebruik de instellingentoetsen of het bedieningspaneel van de printer om de interpretatie van deze karakters aan te passen. Controleer de handleiding van de printer om uit te vinden hoe dit moet.

Opmerking: Als een systeem in een ander besturingssysteem dan FreeBSD wordt opgestart, kan het nodig zijn een printer *opnieuw* in te stellen, zodat die een interpretatie voor CR- en LF-karakters gebruikt die bij dat andere besturingssysteem horen. Het kan de voorkeur genieten een van onderstaande oplossingen te gebruiken.

- Zorg dat het seriële lijnstuurprogramma van FreeBSD automatisch LF naar CR+LF converteert. Dit werkt natuurlijk *alleen* voor printers op een seriële poort. Gebruik de optie `ms#` en zet de modus `onlcr` in het bestand `/etc/printcap` voor de printer om deze functionaliteit in te schakelen.
- Stuur een *escape-code* naar een printer om tijdelijk LF-karakters anders te behandelen. Raadpleeg hiervoor de handleiding van de printer om escape-codes te achterhalen die de printer ondersteunt. Als de juiste escape-code is gevonden, moet de tekstfilter worden aangepast zodat deze eerst de code stuurt en vervolgens de afdrukopdracht.

Hier volgt een eenvoudig tekstfilter voor printers die HP PCL-escape-codes begrijpen. Dit filter zorgt dat een printer LF-karakters behandelt als LF en CR, vervolgens verstuurt het de opdracht en tot slot een form feed om de laatste pagina in de opdracht uit te voeren. Het zou met alle HP printers moeten werken.

```
#!/bin/sh
#
# hpif - Eenvoudig tekst invoerfilter voor lpd voor HP PCL-printers
# Geïnstalleerd in /usr/local/libexec/hpif
#
# Kopieert eenvoudig stdin naar stdout. Negeert alle filterargumenten.
# Vertelt de printer om LF te zien als CR+LF.
# Werpt de pagina uit na voltooiing.

printf "\033&k2G" && cat && printf "\033&l0H" && exit 0
exit 2
```

Nu volgt een voorbeeldbestand `/etc/printcap` voor host `orchid`. Er is een printer aangesloten op de eerste parallelle poort; een HP LaserJet 3Si, genaamd `teak`. Die gebruikt bovenstaand script als tekstfilter:

```
#
# /etc/printcap voor host orchid
#
teak|hp|laserjet|HP LaserJet 3Si:\
    :lp=/dev/lpt0:sh:sd=/var/spool/lpd/teak:mx#0:\
    :if=/usr/local/libexec/hpif:
```

De regels zijn over elkaar afgedrukt.

De printer is nooit een regel opgeschoven. Alle regels tekst lopen over elkaar en zijn op dezelfde regel afgedrukt.

Dit probleem is het “omgekeerde” van het trapeffect, zoals boven beschreven, en is veel zeldzamer. Ergens worden de LF-karakters die FreeBSD gebruikt om een regel te eindigen gezien als CR-karakters om de afdruklocatie te verplaatsen naar de linkerkant van het papier, zonder óók een regel naar beneden te gaan.

Gebruik de instellingentoetsen, of het bedieningspaneel van de printer om de volgende interpretatie van LF en CR af te dwingen:

Printer ontvangt	Printer drukt af
CR	CR
LF	CR + LF

De printer is karakters kwijt.

Tijdens het afdrukken heeft de printer een paar karakters per regel niet afgedrukt. Het kan zijn dat het probleem erger werd naarmate de printer zijn werk deed, steeds meer karakters verliezend.

Het probleem is dat de printer de snelheid waarmee de computer gegevens over een seriële lijn stuurt niet bij kan houden (dit probleem zou zich niet voor moeten doen met printers op een parallelle poort). Er zijn twee manieren om dit probleem te verhelpen:

- Als de printer XON/XOFF flow-control ondersteunt, zorg dan dat FreeBSD dit gebruikt door de modus `ixon` in de optie `ms#` te specificeren.
- Als de printer de Request to Send / Clear to Send hardware-handshake ondersteunt, (ook bekend als RTS/CTS), specificeer dan de modus `crtsets` in de optie `ms#`. Zorg dat de bedrading van de kabel die printer met de computer verbindt juist is voor hardware flow-control.

Er werd onzin afgedrukt.

Het lijkt alsof de printer willekeurige onzin afdruckte en niet de gewenste tekst.

Dit is meestal een ander symptoom van verkeerde communicatieparameters voor een seriële printer. Controleer de bps-snelheid in de optie `br` en de instelling voor pariteit in de optie `ms#`. Wees er zeker van dat de printer dezelfde instellingen gebruikt als in het bestand `/etc/printcap` worden opgegeven.

Er gebeurde niets.

Als er niets gebeurde, ligt het probleem waarschijnlijk bij FreeBSD en niet bij de hardware. Voeg de optie logboekbestand (`lf`) toe in `/etc/printcap` voor de betreffende printer. Hier is bijvoorbeeld de definitie voor `rattan` met de optie `lf`:

```
rattan|line|diablo|lp|Diablo 630 Line Printer:\
    :sh:sd=/var/spool/lpd/rattan:\
    :lp=/dev/lpt0:\
    :if=/usr/local/libexec/if-simple:\
    :lf=/var/log/rattan.log
```

Probeer vervolgens nogmaals af te drukken. Controleer het logboekbestand (in dit voorbeeld `/var/log/rattan.log`) op mogelijke foutmeldingen. Probeer op basis van deze melding het probleem te verhelpen.

Aks er geen optie `lf` is opgegeven, gebruikt **LPD** `/dev/console` als standaard.

Hoofdstuk 10.

Linux® binaire compatibiliteit

10.1. Overzicht

FreeBSD levert binaire compatibiliteit met verscheidene andere UNIX achtige besturingssystemen, waaronder Linux. Op dit moment kan de vraag gesteld worden waarom FreeBSD nu precies Linux-binairen moet kunnen draaien. Het antwoord is dat veel bedrijven en ontwikkelaars alleen ontwikkelen voor Linux, omdat dat het nieuwste “hebbeding” is in de wereld van computers. Dat laat FreeBSD gebruikers al zeurend achter bij diezelfde bedrijven en ontwikkelaars om originele FreeBSD versies van hun applicaties. Het probleem is dat veel van deze bedrijven zich niet goed realiseren hoeveel mensen hun product zouden gebruiken als er ook FreeBSD versies van waren en de meesten blijven alleen voor Linux ontwikkelen. Dus wat moet een FreeBSD gebruiker doen? Hier komt de Linux binaire compatibiliteit van FreeBSD om de hoek kijken.

In een notendop stelt de compatibiliteit FreeBSD in staat om rond de 90% van alle Linux applicaties zonder wijzigingen te draaien. Dit omvat applicaties zoals **StarOffice**, de Linux versie van **Netscape**, **Adobe Acrobat**, **RealPlayer**, **VMWare™**, **Oracle**, **WordPerfect®**, **Doom**, **Quake** en meer. Er wordt zelfs gemeld dat in sommige gevallen Linux-binairen beter presteren op FreeBSD dan op Linux.

Er zijn echter enkele Linux-specifieke besturingssysteemeigenschappen die niet door FreeBSD ondersteund worden. Linux-binairen werken niet op FreeBSD als ze overvloedig gebruik maken van i386 specifieke aanroepen, zoals het aanzetten van de virtuele 8086 modus.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Hoe Linux binaire compatibiliteit op een systeem aan te zetten;
- Hoe aanvullende Linux gedeelde bibliotheken te installeren;
- Hoe Linux applicaties op een FreeBSD systeem te installeren;
- De implementatiedetails van Linux compatibiliteit in FreeBSD.

Aangeraden voorkennis:

- Hoe extra software van derden te installeren (Hoofdstuk 4).

10.2. Installatie

Linux binaire compatibiliteit staat standaard niet aan. De gemakkelijkste manier om deze functionaliteit aan te zetten is door het `linux KLD` object (“Kernel Loadable object”) te laden. Deze module kan geladen worden door het volgende commando als `root` uit te voeren:

```
# kldload linux
```


Als Linux compatibiliteit altijd aan moet staan, dan moet de volgende regel aan `/etc/rc.conf` toegevoegd worden:

```
linux_enable="YES"
```

Met `kldstat(8)` kan gecontroleerd worden of de KLD geladen is:

```
% kldstat
Id Refs Address      Size      Name
  1     2 0xc0100000 16bd8     kernel
  7     1 0xc24db000 d000     linux.ko
```

Als het om enige reden ongewenst of onmogelijk is de KLD te laden, dan kan de Linux binaire compatibiliteit statisch in de kernel gecompileerd worden door `options COMPAT_LINUX` aan het kernelinstellingenbestand toe te voegen. Daarna kan de nieuwe kernel zoals beschreven in Hoofdstuk 8 geïnstalleerd worden.

10.2.1. Linux runtime bibliotheken installeren

Dit kan op twee manieren gedaan worden: door de `linux_base` port te gebruiken of door ze handmatig te installeren.

10.2.1.1. Installeren uit de `linux_base` port

Dit is verreweg de gemakkelijkste weg om te bewandelen om de runtime bibliotheken te installeren. Het is net als het installeren van andere ports uit de Portscollectie (`/usr/ports/`). Dit kan met het volgende commando:

```
# cd /usr/ports/emulators/linux_base-f10
# make install distclean
```

Opmerking: Op FreeBSD-systemen vóór FreeBSD 8.0 dient u de port `emulators/linux_base-fc4` in plaats van `emulators/linux_base-f10` te gebruiken.

Nu is er werkende Linux binaire compatibiliteit. Sommige programma's kunnen klagen over onjuiste kleine versies van de systeembibliotheken. Over het algemeen schijnt dit echter geen probleem te zijn.

Opmerking: Er kunnen verschillende versies van de `emulators/linux_base` port beschikbaar zijn, overeenkomend met verschillende versies van verscheidene Linux distributies. Het is verstandig de port te installeren die het meest voldoet aan de eisen van de Linux applicaties die geïnstalleerd gaan worden.

10.2.1.2. Bibliotheken handmatig installeren

Als de Portscollectie niet is geïnstalleerd, kunnen de bibliotheken met de hand geïnstalleerd worden. Om alles te laten werken moeten de Linux gedeelde bibliotheken waarvan het programma afhankelijk is en de runtime linker geïnstalleerd worden. Ook moet een “shadow root” map aangemaakt worden, `/compat/linux`, voor Linux bibliotheken op een FreeBSD systeem. Elke gedeelde bibliotheek die wordt geopend door Linux programma's die op FreeBSD draaien, kijken eerst in deze boomstructuur. Dus als een Linux programma bijvoorbeeld `/lib/libc.so` laadt, probeert FreeBSD eerst `/compat/linux/lib/libc.so` te openen, en als die niet bestaat, probeert het

`/lib/libc.so` proberen. Gedeelde bibliotheken moeten in de schaduwmapstructuur geïnstalleerd worden in plaats van in de paden die het Linux `ld.so` rapporteert.

In het algemeen geldt dat alleen de eerste paar keer dat een Linux binary wordt geïnstalleerd op een FreeBSD systeem naar de gedeelde bibliotheken gezocht wordt waar Linux-binair van afhankelijk zijn. Na een tijd is de verzameling van Linux gedeelde bibliotheken op een systeem voldoende groot om nieuw geïmporteerde Linux-binair te kunnen draaien zonder enig extra werk.

10.2.1.3. Extra gedeelde bibliotheken installeren

Wat als de `linux_base` port is geïnstalleerd en een applicatie nog steeds klaagt over ontbrekende gedeelde bibliotheken? Op zich zijn er twee mogelijkheden (voor het opvolgen van deze instructies zijn `root` rechten op een FreeBSD systeem vereist).

Als er toegang is tot een Linux systeem kan gekeken worden welke gedeelde bibliotheken de applicatie nodig heeft en kunnen ze gekopieerd worden naar het FreeBSD systeem. Dit wordt toegelicht in het volgende voorbeeld:

Stel dat FTP gebruikt is om de Linux binary van **Doom** op te halen en die op een Linux systeem staat waar toegang tot is. Dan kan met `ldd linuxdoom` gecontroleerd worden welke gedeelde bibliotheken er nodig zijn:

```
% ldd linuxdoom
libXt.so.3 (DLL Jump 3.1) => /usr/X11/lib/libXt.so.3.1.0
libX11.so.3 (DLL Jump 3.1) => /usr/X11/lib/libX11.so.3.1.0
libc.so.4 (DLL Jump 4.5p126) => /lib/libc.so.4.6.29
```

Alle bestanden uit de laatste kolom zijn nodig en moeten onder `/compat/linux` komen te staan en de namen uit de eerste kolom moeten er als symbolische links naar verwijzen. Dit betekent dat uiteindelijk deze bestanden op een FreeBSD systeem staan:

```
/compat/linux/usr/X11/lib/libXt.so.3.1.0
/compat/linux/usr/X11/lib/libXt.so.3 -> libXt.so.3.1.0
/compat/linux/usr/X11/lib/libX11.so.3.1.0
/compat/linux/usr/X11/lib/libX11.so.3 -> libX11.so.3.1.0
/compat/linux/lib/libc.so.4.6.29
/compat/linux/lib/libc.so.4 -> libc.so.4.6.29
```

Opmerking: Als er al een Linux gedeelde bibliotheek met een groot revisienummer overeenstemmend met de eerste kolom van de `ldd` uitvoer is, dan hoeft het bestand uit de laatste kolom niet naar een systeem gekopieerd te worden. Het bestand dat er al staat moet werken. Het is aan te raden om de gedeelde bibliotheek sowieso te kopiëren als het een nieuwere versie is. De oude kan verwijderd worden, zolang de symbolische link maar naar de nieuwe wijst. Dus als deze bibliotheken op een systeem staan:

```
/compat/linux/lib/libc.so.4.6.27
/compat/linux/lib/libc.so.4 -> libc.so.4.6.27
```

en een nieuwe binary zegt een latere versie nodig te hebben volgens de uitvoer van `ldd`:

```
libc.so.4 (DLL Jump 4.5p126) -> libc.so.4.6.29
```

Als slechts één of twee versies verouderd zijn in het laatste cijfer, dan hoeft `/lib/libc.so.4.6.29` niet gekopieerd te worden, omdat het programma goed moet werken met de ietwat oudere versie. Als er echter behoefte aan is, kan besloten worden om `libc.so` sowieso te verplaatsen, en dat resulteert in:

```
/compat/linux/lib/libc.so.4.6.29
/compat/linux/libc.so.4 -> libc.so.4.6.29
```

Opmerking: Het symbolische linkmechanisme is *alleen* nodig voor Linux-binair. De FreeBSD runtime linker zorgt zelf voor het kijken naar passende grote revisienummers en daar hoeft geen zorg over te bestaan.

10.2.2. Linux ELF-binair installeren

ELF-binair hebben soms een extra stap van “branding” nodig. Als er ongemerkte ELF-binair worden gedraaid, ontstaat er een foutmelding zoals de volgende:

```
% ./mijn-linux-elf-binary
ELF binary type not known
Abort
```

Om de FreeBSD kernel te helpen FreeBSD ELF-binair en Linux binair uit elkaar te houden, kan `brandelf(1)` gebruikt worden.

```
% brandelf -t Linux mijn-linux-elf-binary
```

De GNU gereedschapskist plaatst nu automatisch de juiste merkinformatie in ELF-binair, dus deze stap zou steeds overbodiger moeten worden in de toekomst.

10.2.3. Een willekeurige toepassing gebaseerd op Linux RPM installeren

FreeBSD heeft zijn eigen pakketdatabase die wordt gebruikt om alle ports te volgen (ook Linux ports). De Linux RPM-database wordt dus niet gebruikt (noch ondersteund).

Als u echter een willekeurige toepassing die op Linux RPM is gebaseerd moet installeren kan dit bereikt worden met:

```
# cd /compat/linux
# rpm2cpio -q < /pad/naar/linux.archief.rpm | cpio -id
```

Draai daarna `brandelf` op de geïnstalleerde ELF-binair (niet de bibliotheken!). Een schone deïnstallatie is niet mogelijk, maar het kan helpen met testen.

10.2.4. De hostnaamresolver instellen

```
resolv+: "bind" is an invalid keyword resolv+:
"hosts" is an invalid keyword
```

Als DNS niet werkt of de bovenstaande melding ontstaat, dan moet `/compat/linux/etc/host.conf` ingesteld worden met daarin:

```
order hosts, bind
```

multi on

De volgorde geeft aan dat `/etc/hosts` als eerste doorzocht wordt en DNS als tweede. Als `/compat/linux/etc/host.conf` niet geïnstalleerd is, vinden Linux applicaties `/etc/host.conf` van FreeBSD en klagen ze over de incompatibele FreeBSD syntaxis. `bind` moet verwijderd worden als er geen naamserver is ingesteld die gebruik maakt van `/etc/resolv.conf`.

10.3. Mathematica® installeren

Dit document beschrijft het installatieproces van de Linux versie van **Mathematica 5.X** op een FreeBSD systeem.

De Linux versie van **Mathematica** of **Mathematica for Students** kan direct bij Wolfram besteld worden op <http://www.wolfram.com/>.

10.3.1. De Mathematica Installer draaien

Ten eerste dient FreeBSD te weten dat de Linux-binairen van **Mathematica** de Linux ABI gebruiken. De gemakkelijkste manier om dit te doen is om het standaard ELF-merk op Linux te zetten voor alle ongemarkeerde binairen met het commando:

```
# sysctl kern.fallback_elf_brand=3
```

Dit laat FreeBSD aannemen dat alle ongemarkeerde ELF-binairen de Linux ABI gebruiken en dus zou de installer rechtstreeks van de CD-ROM moeten kunnen draaien.

Kopieer nu het bestand `MathInstaller` naar de harde schijf:

```
# mount /cdrom
# cp /cdrom/Unix/Installers/Linux/MathInstaller /localdir/
```

Vervang binnen dit bestand `/bin/sh` op de eerste regel door `/compat/linux/bin/sh`. Dit zorgt ervoor dat de installer door de Linux-versie van `sh(1)` wordt uitgevoerd. Vervang vervolgens met een tekstverwerker of het onderstaande script in de volgende sectie alle voorkomens van `Linux)` door `FreeBSD)`. Dit zorgt ervoor dat de **Mathematica** installer, dat `uname -s` gebruikt om het besturingssysteem te bepalen, om FreeBSD als een Linux-achtig besturingssysteem te behandelen. Het aanroepen van `MathInstaller` zal nu **Mathematica** installeren.

10.3.2. De Mathematica-executables wijzigen

De shellscripts die **Mathematica** aanmaakte tijdens de installatie moeten gewijzigd worden voordat u ze kunt gebruiken. Als u `/usr/local/bin` kiest als de map om **Mathematica**-executables in te plaatsen, zult u in deze map symbolische links naar bestanden genaamd `math`, `mathematica`, `Mathematica`, en `MathKernel` aantreffen. Vervang met een tekstverwerker of het volgende shellscript in elk van deze `Linux)` door `FreeBSD)`:

```
#!/bin/sh
cd /usr/local/bin
for i in math mathematica Mathematica MathKernel
do sed 's/Linux)/FreeBSD)/g' $i > $i.tmp
sed 's/\/bin\/sh/\/compat\/linux\/bin\/sh/g' $i.tmp > $i
rm $i.tmp
```

```
chmod a+x $i
done
```

10.3.3. Mathematica wachtwoord opvragen

Wanneer u **Mathematica** voor de eerste keer start, zal u om een wachtwoord gevraagd worden. Als u nog geen wachtwoord van Wolfram heeft verkregen, draait u het programma `mathinfo` in de installatiemap om uw “machine-ID” te verkrijgen. Dit machine-ID is alleen op het MAC-adres van uw eerste Ethernetkaart gebaseerd, zodat u uw kopie van **Mathematica** niet op andere machines kunt draaien.

Bij een registratie bij Wolfram, per email, telefoon of fax, wordt het “machine ID” opgegeven en zij reageren met een overeenkomstig wachtwoord dat uit groepen getallen bestaat.

10.3.4. Het Mathematica frontend over een netwerk draaien

Mathematica gebruikt enkele speciale lettertypen om tekens af te beelden die niet aanwezig zijn in een standaard lettertypeverzameling (integralen, sommen, Griekse letters, enzovoort). Het X-protocol vereist dat deze lettertypen *lokaal* worden geïnstalleerd. Dit betekent dat deze lettertypen gekopieerd moeten worden vanaf de CD-ROM of vanaf een host met **Mathematica** erop naar de lokale machine. Deze lettertypen worden meestal opgeslagen in `/cdrom/Unix/Files/SystemFiles/Fonts` op de CD-ROM of in `/usr/local/mathematica/SystemFiles/Fonts` op de harde schijf. De eigenlijke lettertypen staan in de submap `Type1` en `X`. Er zijn verschillende manieren om ze te installeren, zoals hieronder staat beschreven.

De eerste manier is om ze te kopiëren in één van de bestaande lettertypenmappen in `/usr/X11R6/lib/X11/fonts`. Hiertoe dient `fonts.dir` bewerkt te worden door de namen van de lettertypen eraan toe te voegen het aantal lettertypen op de eerste regel te veranderen. Als alternatief kan ook eenvoudig `mkfontdir(1)` in de map gedraaid worden waar de lettertypen heen zijn gekopieerd.

De tweede manier om dit te doen is door de mappen naar `/usr/X11R6/lib/X11/fonts` te kopiëren:

```
# cd /usr/X11R6/lib/X11/fonts
# mkdir X
# mkdir MathType1
# cd /cdrom/Unix/Files/SystemFiles/Fonts
# cp X/* /usr/X11R6/lib/X11/fonts/X
# cp Type1/* /usr/X11R6/lib/X11/fonts/MathType1
# cd /usr/X11R6/lib/X11/fonts/X
# mkfontdir
# cd ../MathType1
# mkfontdir
```

Voeg nu de nieuwe lettertypenmappen toe aan het lettertypenpad:

```
# xset fp+ /usr/X11R6/lib/X11/fonts/X
# xset fp+ /usr/X11R6/lib/X11/fonts/MathType1
# xset fp rehash
```

Als de **Xorg** server gebruikt wordt, kunnen deze lettertypenmappen automatisch geladen worden door ze aan `xorg.conf` toe te voegen.

Als er nog *geen* map `/usr/X11R6/lib/X11/fonts/Type1` bestaat, kan de naam van de map `MathType1` in het bovenstaande voorbeeld veranderd worden naar `Type1`.

10.4. Maple™ installeren

Maple™ is een commercieel wiskundeprogramma vergelijkbaar met **Mathematica**. De software is te koop op <http://www.maplesoft.com/> en kan daar ook geregistreerd worden voor een licentiebestand. Om deze software op FreeBSD te installeren kunnen de volgende eenvoudige stappen gevolgd worden:

1. Voer het `INSTALL>` shellscript uit van de productdistributie. Kies de “RedHat” optie als daarom wordt gevraagd door het installatieprogramma. Een typische installatiemap zou `/usr/local/maple` zijn.
2. Bestel, als dat nog niet gedaan is, een licentie voor **Maple** van Maple Waterloo Software (<http://register.maplesoft.com/>) en kopieer deze naar `/usr/local/maple/license/license.dat`.
3. Installeer de **FLEXlm** licentiebeheerder met het installatieshellsript `INSTALL_LIC`, dat geleverd wordt bij **Maple**. Stel de primaire hostnaam voor de machine in voor de licentieserver.
4. Patch het bestand `/usr/local/maple/bin/maple.system.type` met het volgende:

```
----- knip -----
*** maple.system.type.orig      Sun Jul  8 16:35:33 2001
--- maple.system.type      Sun Jul  8 16:35:51 2001
*****
*** 72,77 ***
--- 72,78 ----
        # the IBM RS/6000 AIX case
        MAPLE_BIN="bin.IBM_RISC_UNIX"
        ;;
+   "FreeBSD" | \
    "Linux")
        # the Linux/x86 case
        # We have two Linux implementations, one for Red Hat and
----- knip einde van patch -----
```

Achter “FreeBSD” | mogen geen verdere witvelden staan.

Deze patch instrueert **Maple** om “FreeBSD” als een Linux systeem te herkennen. Het shellsript `bin/maple` roept het shellsript `bin/maple.system.type` aan, dat op zijn beurt `uname -a` aanroept om achter de naam van het besturingssysteem te komen. Afhankelijk van de naam van het besturingssysteem zoekt het uit welke binairen het moet gebruiken.

5. Start de licentieserver.

Het volgende script, geïnstalleerd als `/usr/local/etc/rc.d/lmgrd.sh`, is een gemakkelijke manier om `lmgrd` op te starten:

```
----- knip -----

#!/bin/sh
PATH=/usr/local/sbin:/usr/local/bin:/sbin:/bin:/usr/sbin:/usr/bin:/usr/X11R6/bin
PATH=${PATH}:/usr/local/maple/bin:/usr/local/maple/FLEXlm/UNIX/LINUX
export PATH
```

```

LICENSE_FILE=/usr/local/maple/license/license.dat
LOG=/var/log/lmgrd.log

case "$1" in
start)
  lmgrd -c ${LICENSE_FILE} 2>> ${LOG} 1>&2
  echo -n " lmgrd"
  ;;
stop)
  lmgrd -c ${LICENSE_FILE} -x lmdown 2>> ${LOG} 1>&2
  ;;
*)
  echo "Usage: `basename $0` {start|stop}" 1>&2
  exit 64
  ;;
esac

exit 0
----- knip -----

```

6. Maple testen:

```

% cd /usr/local/maple/bin
% ./xmaple

```

Nu hoort het programma te draaien. Het is belangrijk om Maplesoft te schrijven om ze te laten weten dat een echte FreeBSD versie gewenst is!

10.4.1. Gemeenschappelijke verborgen gevaren

- De **FLEXlm** licentiebeheerder kan een lastig programma zijn om mee te werken. Aanvullende documentatie staat op <http://www.globetrotter.com/>.
- **lmgrd** staat er bekend om erg kieskeurig over het licentiebestand te zijn en core te dumpen als er een probleem is. Een correct licentiebestand ziet er zo uit:

```

# =====
# License File for UNIX Installations ("Pointer File")
# =====
SERVER chillig ANY
#USE_SERVER
VENDOR maplelmg

FEATURE Maple maplelmg 2000.0831 permanent 1 XXXXXXXXXXXX \
  PLATFORMS=i86_r ISSUER="Waterloo Maple Inc." \
  ISSUED=11-may-2000 NOTICE=" Technische Universitat Wien" \
  SN=XXXXXXXXXX

```

Opmerking: Het serienummer en de sleutel zijn vervangen door "X" en `chillig` is de hostnaam.

Het bewerken van het licentiebestand lukt zolang de regel “FEATURE” niet verandert (die beschermd is door de licentiesleutel).

10.5. MATLAB® installeren

Dit document beschrijft het installatieproces van de Linux versie van **MATLAB 6.5** op een FreeBSD systeem. Het werkt best goed, met uitzondering van de **Java Virtual Machine™** (zie Paragraaf 10.5.3).

De Linux versie van **MATLAB** kan besteld worden bij The MathWorks op <http://www.mathworks.com>. Er dient ook een licentiebestand of instructies hoe dat te maken te zijn. Het is belangrijk om Maplesoft te schrijven om ze te laten weten dat een echte FreeBSD versie gewenst is!

10.5.1. MATLAB installeren

Om **MATLAB** te installeren:

1. Laad de installatie-CD-ROM en koppel die aan. Start het installatiescript als **root**:

```
# /compat/linux/bin/sh /cdrom/install
```

Tip: Het is een grafisch installatieprogramma. Als er foutmeldingen verschijnen dat het programma geen scherm kan openen, kan `setenv HOME ~GEBRUIKER` uitgevoerd worden, waar **GEBRUIKER** de gebruiker is waarmee `su(1)` is gedaan.

2. Als om de **MATLAB** rootmap wordt gevraagd, dient `/compat/linux/usr/local/matlab` opgegeven te worden.

Tip: Voer op de commandoregel het volgende uit om de rest van het installatieproces gemakkelijk te houden: `set MATLAB=/compat/linux/usr/local/matlab`.

3. Wijzig het licentiebestand zoals aangegeven tijdens het verkrijgen van de licentie voor **MATLAB**.

Tip: Dit bestand kan van tevoren gemaakt worden met een tekstverwerker en door het te kopiëren naar `$MATLAB/license.dat` voordat het installatieprogramma vraagt om het te bewerken.

4. Maak het installatieproces af.

Nu is de installatie van **MATLAB** compleet. De volgende stappen “lijmen” het aan het FreeBSD systeem.

10.5.2. Licentiebeheerder starten

1. Maak symbolische links voor de scriptbestanden van de licentiebeheerder:


```
# ln -s $MATLAB/etc/lmboot /usr/local/etc/lmboot_TMW
# ln -s $MATLAB/etc/lmdown /usr/local/etc/lmdown_TMW
```

2. Maak een opstartbestand in `/usr/local/etc/rc.d/flexlm.sh`. Onderstaand voorbeeld is een gewijzigde versie van het meegeleverde `$MATLAB/etc/rc.lm.glnx86`. De wijzigingen omvatten bestandslocaties en het starten van de licentiebeheerder onder Linux-emulatie.

```
#!/bin/sh
case "$1" in
  start)
    if [ -f /usr/local/etc/lmboot_TMW ]; then
      /compat/linux/bin/sh /usr/local/etc/lmboot_TMW -u gebruikersnaam && echo 'MATLAB_'
    fi
    ;;
  stop)
    if [ -f /usr/local/etc/lmdown_TMW ]; then
      /compat/linux/bin/sh /usr/local/etc/lmdown_TMW > /dev/null 2>&1
    fi
    ;;
  *)
    echo "Usage: $0 {start|stop}"
    exit 1
    ;;
esac

exit 0
```

Belangrijk: Het bestand moet uitvoerbaar zijn:

```
# chmod +x /usr/local/etc/rc.d/flexlm.sh
```

Ook moet bovenstaande *gebruikersnaam* vervangen worden door een geldige gebruikersnaam op het systeem (maar niet door *root*).

3. Start de licentiebeheerder op met het commando:

```
# /usr/local/etc/rc.d/flexlm.sh start
```

10.5.3. De Java runtime-omgeving linken

Verander de **Java** Runtime Environment Link naar een die werkt op FreeBSD:

```
# cd $MATLAB/sys/java/jre/glnx86
# unlink jre; ln -s ./jre1.1.8 ./jre
```

10.5.4. MATLAB opstartscript maken

1. Plaats het volgende startscript in `/usr/local/bin/matlab`:

```
#!/bin/sh
```

```
/compat/linux/bin/sh /compat/linux/usr/local/matlab/bin/matlab "$@"
```

2. Geef vervolgens het commando `chmod +x /usr/local/bin/matlab`.

Tip: Afhankelijk van de versie van `emulators/linux_base`, kunnen er fouten optreden als dit script draait. Om dat te voorkomen, dient in `/compat/linux/usr/local/matlab/bin/matlab` de regel:

```
if [ `expr "$lscmd" : '.*->.*'` -ne 0 ]; then
```

(in versie 13.0.1 staat dit op regel 410) veranderd te worden in:

```
if test -L $newbase; then
```

10.5.5. MATLAB afsluitscript maken

Het volgende is nodig om een probleem op te lossen dat samenhangt met het onjuist afsluiten van MATLAB.

1. Maak het bestand `$MATLAB/toolbox/local/finish.m` dat alleen de volgende regel bevat:

```
! $MATLAB/bin/finish.sh
```

Opmerking: `$MATLAB$` is hier letterlijk bedoeld.

Tip: In dezelfde map staan de bestanden `finishsav.m` en `finishdlg.m`, die de mogelijkheid geven om de werkomgeving te bewaren vóór het afsluiten. Als één van deze scripts gebruikt wordt, dient de bovenstaande regel direct na het commando `save` ingevoegd te worden.

2. Maak het bestand `$MATLAB/bin/finish.sh`, dat het volgende bevat:

```
#!/usr/compat/linux/bin/sh
(sleep 5; killall -1 matlab_helper) &
exit 0
```

3. Maak het bestand uitvoerbaar:

```
# chmod +x $MATLAB/bin/finish.sh
```

10.5.6. MATLAB gebruiken

Nu kan met `matlab` het programma gestart worden.

10.6. Oracle® installeren

10.6.1. Voorwoord

Hieronder wordt het installatieproces van **Oracle 8.0.5** en **Oracle 8.0.5.1 Enterprise Edition** voor Linux op een FreeBSD-machine beschreven.

10.6.2. De Linux-omgeving installeren

Uit de Portscollectie dienen `emulators/linux_base` en `devel/linux_devtools` geïnstalleerd te zijn. Als er problemen zijn met deze ports, kan het zijn dat de pakketten of oudere versies uit de Portscollectie gebruikt moeten worden.

Om de intelligente agent te draaien, moet ook het Red Hat Tcl package geïnstalleerd worden:

`tcl-8.0.3-20.i386.rpm`. Het algemene commando om pakketten te installeren met de officiële **RPM** port (`archivers/rpm`) is:

```
# rpm -i --ignoreos --root /compat/linux --dbpath /var/lib/rpm package
```

De installatie van het *package* hoort foutloos te verlopen.

10.6.3. De Oracle-omgeving creëren

Voordat **Oracle** geïnstalleerd kan worden, moet een juiste omgeving opgezet worden. Dit document beschrijft alleen welke *speciale* dingen gedaan moeten worden om **Oracle** voor Linux op FreeBSD te draaien, en niet wat beschreven staat in de **Oracle** installatiehandleiding.

10.6.3.1. Kerneloptimalisatie

Zoals beschreven staat in de **Oracle** installatiehandleiding moet de maximale grootte van het gedeelde geheugen ingesteld worden. Op FreeBSD moet `SHMMAX` niet gebruikt worden. `SHMMAX` wordt slechts uit `SHMMAXPGS` en `PGSIZE` berekend. Daarom dient `SHMMAXPGS` gedefinieerd te worden. Alle andere opties kunnen gebruikt worden zoals in de handleiding staat beschreven. Bijvoorbeeld:

```
options SHMMAXPGS=10000
options SHMMNI=100
options SHMSEG=10
options SEMMNS=200
options SEMMNI=70
options SEMMSL=61
```

Deze opties kunnen naargelang het gebruik van **Oracle** ingesteld worden.

Ook de volgende opties dienen in het kernelinstellingenbestand te staan:

```
options SYSVSHM #SysV gedeeld geheugen
options SYSVSEM #SysV semaforen
options SYSVMSG #SysV interprocescommunicatie
```

10.6.3.2. Oracle account

Creeër een `oracle` account op dezelfde manier als elk ander account. Het `oracle` account is alleen bijzonder in het opzicht dat het een Linux shell moet hebben. Dat kan door `/compat/linux/bin/bash` toe te voegen aan `/etc/shells` en de shell voor het `oracle` account in te stellen op `/compat/linux/bin/bash`.

10.6.3.3. Omgeving

Naast de normale **Oracle** variabelen als `ORACLE_HOME` en `ORACLE_SID` moeten de volgende omgevingsvariabelen ingesteld worden:

Variabele	Waarde
<code>LD_LIBRARY_PATH</code>	<code>\$ORACLE_HOME/lib</code>
<code>CLASSPATH</code>	<code>\$ORACLE_HOME/jdbc/lib/classes111.zip</code>
<code>PATH</code>	<code>/compat/linux/bin; /compat/linux/sbin; /compat/linux/usr/bin; /compat/linux/usr/sbin; /bin; /sbin; /usr/bin; /usr/sbin; /usr/local/bin; \$ORACLE_HOME/bin</code>

Het is aan te raden om alle omgevingsvariabelen in `.profile` in te stellen. Een volledig voorbeeld is:

```
ORACLE_BASE=/oracle; export ORACLE_BASE
ORACLE_HOME=/oracle; export ORACLE_HOME
LD_LIBRARY_PATH=$ORACLE_HOME/lib
export LD_LIBRARY_PATH
ORACLE_SID=ORCL; export ORACLE_SID
ORACLE_TERM=386x; export ORACLE_TERM
CLASSPATH=$ORACLE_HOME/jdbc/lib/classes111.zip
export CLASSPATH
PATH=/compat/linux/bin:/compat/linux/sbin:/compat/linux/usr/bin
PATH=$PATH:/compat/linux/usr/sbin:/bin:/sbin:/usr/bin:/usr/sbin
PATH=$PATH:/usr/local/bin:$ORACLE_HOME/bin
export PATH
```

10.6.4. Oracle installeren

Wegens een kleine inconsistentie in de Linux emulator moet de map `.oracle` aangemaakt worden in `/var/tmp` voordat het installatieprogramma wordt gestart. De gebruiker `oracle` moet de eigenaar van deze map zijn. Nu hoort **Oracle** zonder problemen te installeren. Bij problemen dienen eerst de **Oracle** distributie en/of de instellingen gecontroleerd te worden! Nadat **Oracle** is geïnstalleerd, moeten de patches uit de volgende twee secties geïnstalleerd worden.

Een veelvoorkomend probleem is dat de adapter voor het TCP-protocol niet goed is geïnstalleerd. De consequentie daarvan is dat er geen TCP-listeners gestart kunnen worden. De volgende acties helpen om dit probleem op te lossen:

```
# cd $ORACLE_HOME/network/lib
# make -f ins_network.mk ntcontab.o
# cd $ORACLE_HOME/lib
```

```
# ar r libnetwork.a ntcontab.o
# cd $ORACLE_HOME/network/lib
# make -f ins_network.mk install
```

Hierna dient `root.sh` nogmaals te draaien!

10.6.4.1. `root.sh` patchen

Als **Oracle** geïnstalleerd wordt, worden sommige acties die als `root` moeten worden uitgevoerd geregistreerd in een shellsript met de naam `root.sh`. Dit script komt in de map `orainst` te staan. De volgende patch dient uitgevoerd te worden op `root.sh` om het de juiste locatie van `chown` te laten gebruiken of als alternatief kan het script onder een originele Linux shell gedraaid worden

```
*** orainst/root.sh.orig Tue Oct 6 21:57:33 1998
--- orainst/root.sh Mon Dec 28 15:58:53 1998
*****
*** 31,37 ***
# This is the default value for CHOWN
# It will redefined later in this script for those ports
# which have it conditionally defined in ss_install.h
! CHOWN=/bin/chown
#
# Define variables to be used in this script
--- 31,37 ---
# This is the default value for CHOWN
# It will redefined later in this script for those ports
# which have it conditionally defined in ss_install.h
! CHOWN=/usr/sbin/chown
#
# Define variables to be used in this script
```

Als **Oracle** niet vanaf een CD-ROM wordt geïnstalleerd, kan de broncode van `root.sh` aangepast worden. Die heet `rthd.sh` en staat in de map `orainst` in de broncodestructuur.

10.6.4.2. `genclntsh` patchen

Het script `genclntsh` wordt gebruikt om één enkele gedeelde bibliotheek voor de cliënt aan te maken. Het wordt gebruikt tijdens het maken van de demonstraties. Met de volgende patch wordt de definitie van `PATH` uitgecommentarieerd:

```
*** bin/genclntsh.orig Wed Sep 30 07:37:19 1998
--- bin/genclntsh Tue Dec 22 15:36:49 1998
*****
*** 32,38 ***
#
# Explicit path to ensure that we're using the correct commands
#PATH=/usr/bin:/usr/ccs/bin export PATH
! PATH=/usr/local/bin:/bin:/usr/bin:/usr/X11R6/bin export PATH
#
# each product MUST provide a $PRODUCT/admin/shrept.lst
--- 32,38 ---
#
```

```
# Explicit path to ensure that we're using the correct commands
#PATH=/usr/bin:/usr/ccs/bin export PATH
! #PATH=/usr/local/bin:/bin:/usr/bin:/usr/X11R6/bin export PATH
#
# each product MUST provide a $PRODUCT/admin/shrept.lst
```

10.6.5. Oracle draaien

Als de instructies worden gevolgd, draait **Oracle** als op Linux zelf.

10.7. Gevorderde onderwerpen

Hier wordt beschreven hoe de Linux binaire compatibiliteit werkt. Het meeste van wat nu volgt is sterk gebaseerd op een e-mailbericht van Terry Lambert <tlambert@primenet.com> aan FreeBSD babbel mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-chat>) (Message ID: <199906020108.SAA07001@usr09.primenet.com>).

10.7.1. Hoe werkt het?

FreeBSD heeft een abstractie met de naam “execution class loader”. Dit is een wig in de systeemaanroep `execve(2)`.

Wat er gebeurt is dat FreeBSD een lijst van loaders heeft, in plaats van een enkele loader die terugvalt op de `#!` loader voor het draaien van elke shellinterpreter of shellscript.

Vroeger onderzocht de enige loader op het UNIX platform het magische getal (in het algemeen de eerste 4 of 8 bytes van het bestand) om te zien of het een binary was die het systeem kende en als dat het geval was laadde het de binaire loader.

Als het niet het binaire type voor het systeem was, faalde de aanroep naar `execve(2)` en probeerde de shell het als shellopdrachten uit te voeren.

Deze aanname was een standaard voor “wat de huidige shell ook is.”

Later werd er een hack gemaakt voor `sh(1)` om de eerste twee tekens te onderzoeken en als die bestonden uit `:\n` voerde het in plaats hiervan de `csh(1)` shell uit (het idee is dat SCO de hack als eerste maakte).

Wat FreeBSD nu doet is door een lijst van loaders gaan met een generieke `#!` loader die kennis heeft van interpreters in de zin van de karakters die volgen op de volgende witruimte tot de laatste, met uiteindelijk een terugval op `/bin/sh`.

Voor Linux ABI-ondersteuning ziet FreeBSD het magische getal als een ELF-binary (het maakt op dit punt geen onderscheid tussen FreeBSD, Solaris, Linux of elk ander besturingssysteem dat een ELF-beeldtype heeft).

De ELF loader zoekt naar een gespecialiseerd *merk*, dat een commentaargedeele in het ELF-beeld is en dat niet aanwezig is in SVR4/Solaris ELF-binairen.

Om Linux-binairen werkend te krijgen, moeten ze *gemarkt* worden als het type Linux met `brandelf(1)`:

```
# brandelf -t Linux bestand
```

Als dit gedaan is, ziet de ELF loader het Linux-merk in het bestand.

Als de ELF loader het `Linux`-merk tegenkomt, verplaatst de loader een pointer in de `proc`-structuur. Alle systeemaanroepen worden met deze pointer geïndexeerd (in een traditioneel UNIX systeem is dit de `sysent[]`-structuurarray, die de systeemaanroepen bevat). Ook wordt het proces gemerkt voor speciale behandeling door de valstrikvector van de signaal-trampolinecode samen met nog meer (kleine) aanpassingen die door de Linux kernelmodule worden afgehandeld.

De Linux kernelmodule bevat naast andere dingen een lijst van `sysent[]`-ingangen waarvan de adressen in de kernelmodule staan.

Als een systeemaanroep door de Linux-binary wordt aangeroepen, verwijdt de valstrikcode de referentie aan de functiepointer van de systeemaanroep en geeft die de ingangspunten van de systeemaanroep van Linux en niet van FreeBSD.

Verder *reroot* de Linux-modus dynamisch lookups. Dit is wat de optie `union` (niet het `unionfs` bestandstype!) voor het aankoppelen van bestandssystemen effectief doet. Eerst wordt een poging gedaan om het bestand in de map `/compat/linux/origineel-pad` op te zoeken en *vervolgens* alleen als dat mislukt, wordt het bestand in `/origineel-pad` opgezocht. Dit zorgt ervoor dat binairen die andere binairen nodig hebben kunnen draaien (zo kan bijvoorbeeld de Linux-gereedschapskist geheel onder Linux ABI-ondersteuning draaien). Dit betekent ook dat Linux-binairen FreeBSD-binairen kunnen laden en draaien als er geen overeenkomende Linux-binairen zijn en dat er een `uname(1)`-opdracht in de mappenstructuur `/compat/linux` gezet kan worden om er zeker van te zijn dat Linux-binairen niet kunnen weten dat ze niet op Linux draaien.

Effectief bevindt er zich een Linux-kernel in de FreeBSD-kernel. De verschillende onderliggende functies die alle functies implementeren die de kernel aanbiedt, zijn dezelfde tabelingen voor de systeemaanroepen van FreeBSD als van Linux: bestandssysteembewerkingen, bewerkingen op het virtuele geheugen, signaalflevering, System V IPC, enzovoort. Het enige verschil is dat FreeBSD-binairen de *lijm* functies voor FreeBSD krijgen en dat de Linux-binairen de *lijm*-functies voor Linux krijgen (de meeste oudere besturingssystemen hadden alleen hun eigen *lijm*-functies: adressen van functies die in een statische globale `sysent[]` structuurarray werden opgeslagen, in plaats van adressen van functies waarvan dynamisch een geïnitieerde pointer wordt verwijderd in de `proc`-structuur van het proces dat de aanroep doet).

Welke is de eigenlijke FreeBSD ABI? Dat maakt niet uit. Eigenlijk is het enige verschil dat (op dit moment; dit kan eenvoudig veranderen in een toekomstige uitgave, en dat gebeurt waarschijnlijk na deze uitgave) de *lijm*-functies van FreeBSD statisch gelinkt zijn in de kernel en dat de *lijm*-functies van Linux zowel statisch gelinkt kunnen worden als dat ze door een kernelmodule worden benaderd.

Maar is dit nu echt emulatie? Nee. Het is een ABI-implementatie, geen emulatie. Er is geen emulator (of simulator, om de volgende vraag voor te zijn) bij betrokken.

Dus waarom wordt het dan soms “Linux-emulatie” genoemd? Om het moeilijk te maken om FreeBSD te verkopen! Serieus, het is zo omdat de historische implementatie in een tijd werd gedaan toen er echt geen ander woord was om te beschrijven wat er aan de hand was, om te zeggen dat FreeBSD Linux-binairen draaide was niet waar als de code niet in de kernel gecompileerd werd of als een module geladen werd en er moest een woord zijn voor hetgeen geladen werd. Vandaar “de Linux-emulator”.

III. Systeembeheer

De verdere hoofdstukken van het FreeBSD handboek beslaan alle aspecten van het FreeBSD systeembeheer. Ieder hoofdstuk begint met een omschrijving van wat de leerstof in een hoofdstuk is en wat de verwachte voorkennis is.

De hoofdstukken zijn ook ontworpen om gelezen te worden als de specifieke informatie nodig is. Ze hoeven niet in een bepaalde volgorde gelezen te worden en ze hoeven ook niet gelezen te zijn voordat een gebruiker met FreeBSD aan de slag kan.

Hoofdstuk 11.

Instellingen en optimalisatie

11.1. Overzicht

Systeeminstellingen zijn een belangrijk aspect van FreeBSD. Correcte instellingen helpen moeilijkheden bij toekomstige upgrades te voorkomen. In dit hoofdstuk wordt het instellen van FreeBSD beschreven, alsmede een aantal prestatiebevorderende maatregelen waarmee een FreeBSD systeem geoptimaliseerd kan worden.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Hoe efficiënt om te gaan met bestandssystemen en wisselpartities;
- De grondbeginselen van het `rc.conf` instellingensysteem en van het opstarten van toepassingen (diensten) met `/usr/local/etc/rc.d`;
- Hoe een netwerkkaart ingesteld en getest wordt;
- Hoe virtuele hosts op netwerkkaparaatuur ingesteld worden;
- Hoe de instellingenbestanden in `/etc` gebruikt worden;
- Hoe FreeBSD geoptimaliseerd kan worden met `sysctl`-variabelen;
- Hoe schijfprestaties te verbeteren en hoe kernelbeperkingen gewijzigd kunnen worden.

Veronderstelde voorkennis:

- De grondbeginselen van UNIX en FreeBSD (Hoofdstuk 3) begrijpen;
- Bekend zijn met de grondbeginselen van kernelinstellingen en compilatie (Hoofdstuk 8).

11.2. Initiële instellingen

11.2.1. Partitioneren

11.2.1.1. Basispartities

Bij het aanmaken van bestandssystemen met `bsdlabeled(8)` of `sysinstall(8)` is het van belang dat op een harde schijf de gegevensoverdracht het snelst is aan de buitenste sporen en het langzaamst aan de binnenste. Kleinere en veelgebruikte bestandssystemen kunnen daarom het beste aan de buitenkant van de schijf geplaatst worden, terwijl grotere partities als `/usr` meer naar de binnenkant van de schijf geplaatst kunnen worden. Het is een goed idee om partities aan te maken in deze of gelijksoortige volgorde: `root`, `swap`, `/var`, `/usr`.

De grootte van de partitie `/var` hangt af van de wijze waarop de machine gebruikt gaat worden. Het bestandssysteem `/var` wordt gebruikt voor onder meer postbussen, logbestanden en printergegevens en -wachtrijen.

Postbussen en logbestanden kunnen onverwacht groot worden, afhankelijk van het aantal systeemgebruikers en de bewaarduur van logbestanden. De meeste gebruikers zullen zelden meer dan ongeveer een gigabyte aan vrije schijfruimte op `/var` nodig hebben.

Opmerking: Er zijn een aantal gevallen waar een grote hoeveelheid ruimte in `/var/tmp` nodig is. Wanneer er nieuwe software wordt geïnstalleerd met `pkg_add(1)` pakken de pakketprogramma's een tijdelijke kopie van de pakketten uit in `/var/tmp`. Grote softwarepakketten, zoals **Firefox**, **OpenOffice** of **LibreOffice** kunnen lastig zijn om te installeren wanneer er onvoldoende vrije schijfruimte beschikbaar is onder `/var/tmp`.

De partitie `/usr` bevat veel van de benodigde systeembestanden, waaronder de `ports(7)` collectie (aanbevolen) en de broncode (optioneel). Beide zijn optioneel tijdens de installatie, maar we raden voor deze partitie tenminste 2 gigabyte aan.

Het is verstandig rekening te houden met de vereiste schijfruimte bij het kiezen van partitiegroottes. Als in een partitie onvoldoende vrije schijfruimte is, terwijl een andere vrijwel niet gebruikt wordt, is dat een vervelend en niet optimaal oplosbaar probleem.

Opmerking: `sysinstall(8)`'s `Auto-defaults` partitiekeuze kan in de ervaring van sommige gebruikers mogelijk te kleine `/var` en `/` partities opleveren. Partitioneren moet verstandig en niet te zuinig gebeuren.

11.2.1.2. Wisselpartities (swap)

De vuistregel is dat het wisselbestand ongeveer het dubbele van de grootte van het systeemgeheugen (RAM) moet zijn. Als de machine bijvoorbeeld 128 megabytes geheugen heeft, kan het beste een wisselbestand van (tenminste) 256 megabytes gebruikt worden. Minder dan 256 megabytes swap is in dit geval af te raden. Systemen met weinig geheugen kunnen overigens beter functioneren met meer swap. Ook is het verstandig rekening te houden met eventuele geheugenuitbreiding in de toekomst. Bovendien zijn de VM paging-algoritmen van de kernel zo afgestemd dat ze het beste presteren bij een wisselbestand van tenminste tweemaal de grootte van het geheugen. Een te kleine swap kan dus inefficiënties in de VM-code tot gevolg hebben en mogelijk problemen veroorzaken als het systeemgeheugen uitgebreid wordt.

Op grotere systemen met meerdere SCSI-schijven (of meerdere IDE-schijven op verschillende controllers) is het aan te raden om op elke schijf een wisselpartitie in te stellen (dit kan tot en met vier schijven), elk met ongeveer dezelfde grootte. De kernel kan met arbitraire groottes werken, maar interne datastructuren schalen tot viermaal de grootste swappartitie. De kernel kan de beschikbare ruimte voor het wisselbestand het meest optimaal indelen als de partities ongeveer even groot zijn. Een grote swap is prima, ook als ze zelden gebruikt wordt. Zo kan het gemakkelijker zijn om een (uit de hand gelopen) proces dat het systeem grotendeels bezet houdt te beëindigen, voordat er opnieuw opgestart moet worden.

11.2.1.3. Waarom partitioneren?

Waarom niet één enkele grote partitie gebruiken? Er zijn verscheidene redenen waarom dit niet zo'n goed idee is. De verschillende partities hebben hun eigen karakteristieke operationele gedrag en vereisten. Door ze te scheiden zijn er betere mogelijkheden om het systeem te optimaliseren. Vanaf de `/` en `/usr` partities wordt bijvoorbeeld vooral gelezen en er wordt weinig naar geschreven, terwijl er in `/var` en `/var/tmp` zowel veel gelezen als geschreven wordt.

Door een systeem goed te partitioneren wordt vermeden dat fragmentatie die optreedt in de kleinere partities met veel schrijfactiviteit doorsijpelt naar partities die vooral lees-intensief zijn. Door schrijf-intensieve partities aan het begin van de schijf te plaatsen, zijn de prestaties wat betreft invoer/uitvoer het beste is daar waar het het meest nodig is. Ofschoon er natuurlijk ook de best mogelijke in/uit prestaties wenselijk zijn in de grotere partities, weegt het plaatsen van deze bestandssystemen aan het begin van de schijf niet tegen de voordelen van het plaatsen van `/var` aan het begin van de schijf (na root en swap) voor de totale snelheid van het systeem. Tenslotte zijn er veiligheidsoverwegingen. Een compacte en nette rootpartitie die vrijwel alleen-lezen is, heeft een betere kans om een nare crash te overleven.

11.3. Hoofdininstellingen

De voornaamste lokatie voor systeeminstellingen is `/etc/rc.conf`. Dit bestand bevat een scala aan instellingen, die gebruikt wordt om het systeem in te stellen bij het opstarten. De naam impliceert dit al. Het is informatie voor de `rc*` bestanden (`rc` staat voor “resource configuration” of broninstellingen).

De systeembeheerder wordt geacht regels toe te voegen aan `rc.conf` om de standaardinstellingen uit `/etc/defaults/rc.conf` aan te passen. Het standaardbestand moet niet letterlijk gekopieerd worden naar `/etc`. Het bevat standaardwaarden en is niet bedoeld als voorbeeld. Alle wijzigingen die specifiek zijn voor een systeem horen in `/etc/rc.conf` thuis.

In een clusterscenario is het nuttig om systeemspecifieke instellingen te scheiden van algemene instellingen die voor het hele cluster gelden. Hiervoor kunnen een aantal strategieën worden gebruikt. De aanbevolen benadering is om systeem-specifieke instellingen in het bestand `/etc/rc.conf.local` te plaatsen. Een voorbeeld:

- `/etc/rc.conf`:


```
sshd_enable="YES"
keyrate="fast"
defaultrouter="10.1.1.254"
```
- `/etc/rc.conf.local`:


```
hostname="node1.voorbeeld.org"
ifconfig_fxp0="inet 10.1.1.1/8"
```

`rc.conf` kan naar elk systeem gedistribueerd worden met `rsync` of een gelijksoortig programma, terwijl `rc.conf.local` uniek blijft.

Het actualiseren van het systeem met `sysinstall(8)` of `make world` overschrijft `rc.conf` niet, zodat de bestaande systeeminstellingen niet verloren gaan.

Tip: Het instellingenbestand `/etc/rc.conf` wordt gelezen door `sh(1)`. Dit stelt systeembeheerders in staat om een zekere hoeveelheid logica aan dit bestand toe te voegen, dat kan helpen in het creëren van zeer ingewikkelde configuratiescenario's. Bekijk `rc.conf(5)` voor meer informatie over dit onderwerp.

11.4. Toepassingen instellen

Geïnstalleerde toepassingen hebben meestal hun eigen instellingenbestanden, met hun eigen syntaxis, etc. Het is van belang deze bestanden apart te houden van het basissysteem, zodat ze makkelijk gelokaliseerd kunnen worden en beheerd kunnen worden met de hulpmiddelen voor pakketbeheer.

Deze bestanden worden meestal geïnstalleerd in `/usr/local/etc`. Als een toepassing een uitgebreide verzameling bestanden voor instellingen heeft, wordt er een submap voor aangemaakt.

Bij de installatie van een port of pakket, worden normaliter ook voorbeeldbestanden met instellingen geïnstalleerd. Deze zijn doorgaans te herkennen aan een toevoegsel `.default`. Als er geen bestaande instellingenbestanden voor de toepassing zijn, kunnen ze gemaakt worden door de `.default`-bestanden te kopiëren.

Een voorbeeld is de map `/usr/local/etc/apache`:

```
-rw-r--r--  1 root  wheel   2184 May 20  1998 access.conf
-rw-r--r--  1 root  wheel   2184 May 20  1998 access.conf.default
-rw-r--r--  1 root  wheel   9555 May 20  1998 httpd.conf
-rw-r--r--  1 root  wheel   9555 May 20  1998 httpd.conf.default
-rw-r--r--  1 root  wheel  12205 May 20  1998 magic
-rw-r--r--  1 root  wheel  12205 May 20  1998 magic.default
-rw-r--r--  1 root  wheel   2700 May 20  1998 mime.types
-rw-r--r--  1 root  wheel   2700 May 20  1998 mime.types.default
-rw-r--r--  1 root  wheel   7980 May 20  1998 srm.conf
-rw-r--r--  1 root  wheel   7933 May 20  1998 srm.conf.default
```

Aan de grootte van de bestanden is te zien dat alleen `srm.conf` gewijzigd is. Als later de port **Apache** wordt vernieuwd, wordt dit bestand niet overschreven.

11.5. Diensten starten

Veel gebruikers kiezen ervoor om software van derden te installeren op FreeBSD vanuit de Portscollectie. In veel gevallen is het noodzakelijk om de software dusdanig in te stellen dat het opstart tijdens het opstarten van de computer. Diensten zoals `mail/postfix` of `www/apache13` zijn slechts twee voorbeelden van softwarepakketten die gestart kunnen worden tijdens de systeemstart. In deze paragraaf wordt toegelicht hoe software van derde partijen kan worden gestart.

In FreeBSD worden de meeste diensten, zoals `cron(8)`, door de opstartscripts van het systeem gestart. Deze scripts kunnen verschillen tussen FreeBSD en leverancierversies, echter het meest belangrijke aspect om in gedachten te houden is dat hun opstartinstellingen verwerkt kunnen worden door simpele opstartscripts.

11.5.1. Uitgebreide applicatieinstellingen

Nu FreeBSD `rc.d` heeft, zijn de instellingen van applicaties die mee moeten opstarten versimpeld en rijker aan mogelijkheden. Door gebruik te maken van de sleutelwoorden die in de paragraaf `rc.d` behandeld worden, kunnen applicaties nu starten na andere diensten. DNS kan bijvoorbeeld extra opties meekrijgen van `/etc/rc.conf` in plaats van hard ingestelde opties in het opstartscript. Een basisscript ziet er ongeveer als volgt uit:

```
#!/bin/sh
#
# PROVIDE: utility
# REQUIRE: DAEMON
```

```
# KEYWORD: shutdown

. /etc/rc.subr

name="utility"
rcvar='set_rcvar'
command="/usr/local/sbin/utility"

load_rc_config $name

#
# VERANDER DE STANDAARDWAARDEN HIER NIET
# STEL ZE IN IN HET BESTAND /etc/rc.conf
#
utility_enable=${utility_enable-"NO"}
utility_pidfile=${utility_pidfile-" /var/run/utility.pid"}

pidfile="${utility_pidfile}"

run_rc_command "$1"
```

Dit script zorgt ervoor dat **utility** wordt gestart na de pseudodienst **DAEMON**. Het biedt ook de mogelijkheid voor het instellingen en volgen van het PID of het proces-ID bestand.

Voor deze applicatie kan dan de volgende regel in `/etc/rc.conf` geplaatst worden:

```
utility_enable="YES"
```

Deze methode maakt het volgende mogelijk: makkelijker commandoregeloepies manipuleren, importeren van standaardfuncties uit `/etc/rc.subr`, compatibiliteit met het gereedschap `rcorder(8)` en het levert makkelijkere configuratie via het bestand `rc.conf`.

11.5.2. Diensten met diensten starten

Andere diensten, zoals POP3-server daemons, IMAP, enzovoort, kunnen gestart worden door gebruik te maken van `inetd(8)`. Daaraan is voorafgegaan dat die dienst uit de Portscollectie is geïnstalleerd en dat er een regel met instellingen is toegevoegd aan `/etc/inetd.conf` of één van de bestaande niet-actieve regels is geactiveerd. Werken met **inetd** en zijn instellingen wordt uitgebreid toegelicht in de paragraaf over `inetd`.

In sommige gevallen is het handiger om `cron(8)` te gebruiken om diensten te starten. Deze aanpak heeft een aantal voordelen omdat `cron` start als de eigenaar van `crontab`. Dit stelt reguliere gebruikers in staat om sommige applicaties te starten en te onderhouden.

`cron` levert een unieke optie: in plaats van een tijdsspecificatie kan `@reboot` gebruikt worden. Dit zorgt ervoor dat de taak gestart wordt als `cron(8)` gestart wordt, meestal tijdens een systeemstart.

11.6. cron instellen

Een zeer nuttig hulpprogramma in FreeBSD is `cron(8)`. De daemon `cron` draait op de achtergrond en controleert voortdurend `/etc/crontab`. Ook controleert `cron` de map `/var/cron/tabs`, op zoek naar nieuwe `crontab`

bestanden. Deze crontab bestanden bevatten informatie over specifieke taken die cron moet verrichten op gezette tijden.

cron gebruikt twee verschillende soorten instellingenbestanden: de systeemcrontab en gebruikerscrontabs. Het enige verschil tussen deze twee formaten is het zesde veld. In de systeemcrontab is dit de gebruikersnaam die het commando uitvoert. Hierdoor kunnen met de systeemcrontab commando's als iedere gebruiker uitgevoerd worden. In een gebruikerscrontab is het zesde veld het uit te voeren commando en alle commando's worden uitgevoerd als de gebruiker die de crontab heeft aangemaakt. Dit is een belangrijke veiligheidsmaatregel.

Opmerking: Gebruikerscrontabs geven individuele gebruikers de mogelijkheid om bepaalde terugkerende taken automatisch te laten uitvoeren zonder dat root-rechten nodig zijn. Commando's in de crontab van een gebruiker worden uitgevoerd met de rechten van de eigenaar.

root kan ook een gebruikerscrontab aanleggen. Dit is niet dezelfde als /etc/crontab (de systeemcrontab). Omdat er al een systeemcrontab is, is het doorgaans niet nodig om een gebruikerscrontab voor root te maken.

/etc/crontab (de systeemcrontab) ziet er uit als volgt:

```
# /etc/crontab - root's crontab for FreeBSD
#
# $FreeBSD: src/etc/crontab,v 1.32 2002/11/22 16:13:39 tom Exp $
# ❶
#
SHELL=/bin/sh
PATH=/etc:/bin:/sbin:/usr/bin:/usr/sbin ❷
HOME=/var/log
#
#
#minuut uur      mdag   maand  wdag   wie     commando ❸
#
#
*/5      *      *      *      *      root    /usr/libexec/atrun ❹
```

- ❶ Zoals in de meeste FreeBSD instellingenbestanden gaat het karakter # vooraf aan commentaar. Commentaar wordt gebruikt als uitleg en geheugensteun. Commentaar dient niet vermengd te worden met commando's, anders wordt het commentaar opgevat als deel van het commando. Blanco regels worden genegeerd.
- ❷ Eerst worden omgevingsvariabelen gedefiniëerd. Hoervoor wordt het is-gelijk karakter (=) gebruikt. In het bovenstaande voorbeeld wordt het gebruikt voor de variabelen SHELL, PATH en HOME. Als de regel SHELL ontbreekt, gebruikt cron standaard sh als shell. Voor de omgevingsvariabele PATH bestaat geen standaardwaarde. Als PATH ontbreekt moeten absolute paden gebruikt worden. Als HOME ontbreekt, gebruikt cron de thuismap van de de gebruiker die cron aanroept.
- ❸ In deze commentaarregel staan de zeven velden van een crontabdefinitie. Dit zijn minuut, uur, mdag, maand, wdag, wie en commando. De betekenissen liggen voor de hand: minuut is het aantal minuten van het tijdstip waarop het commando moet worden uitgevoerd; uur geeft het uur aan; mdag staat voor de dag van de maand; maand staat voor het maandnummer en wdag geeft de dag van de week aan. Het veld wie is bijzonder en bestaat alleen in /etc/crontab. Het geeft aan als welke gebruiker het commando uitgevoerd moet worden. Een gebruiker die zijn eigen crontab installeert, heeft deze optie niet. Het veld commando bevat het uit te voeren commando.

- ④ In deze regel worden aan de hierboven besproken opties waarden toegekend. Er wordt gebruik gemaakt van `*/5` en `*` karakters. Deze betekenen “eerst-laast” en kunnen gezien worden als *telkens*. In deze regel staat dus dat het commando `atrun` elke vijf minuten moet worden uitgevoerd door `root`, ongeacht welke dag of maand het is. Meer informatie over `atrun` staat in `atrun(8)`.

Commando's kunnen een willekeurig aantal opties of argumenten meekrijgen. Als commando's echter meerdere regels nodig hebben moeten deze regels afgebroken worden met een backslash “\” karakter, om aan te geven dat ze op de volgende regel vervolgd worden.

Dit is de basisopzet voor elk `crontab` bestand. De enige uitzondering is de aanwezigheid van veld zes, waar de gebruikersnaam wordt aangegeven. Dit veld bestaat alleen in het systeembestand `/etc/crontab`. Voor `crontab`bestanden van individuele gebruikers moet dit veld worden weggelaten.

11.6.1. Een crontab installeren

Belangrijk: De onderstaande procedure moet niet gebruikt worden om de systeemcrontab te wijzigen of te installeren. Er kan een gewone editor gebruikt worden. `cron` ziet dat het bestand veranderd is en begint direct met het gebruiken van de nieuwe versie. Deze FAQ vraag (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/books/faq/admin.html#ROOT-NOT-FOUND-CRON-ERRORS) geeft verdere uitleg.

Om een nieuwe `crontab` te installeren moet eerst een bestand in het juiste formaat gemaakt worden en daarna moet het geïnstalleerd worden met commando `crontab`:

```
# crontab crontabbestand
```

In dit voorbeeld is `crontabbestand` de naam van een eerder gemaakt `crontab`-bestand.

Er bestaat ook een optie om een lijst van geïnstalleerde `crontab`-bestanden op te vragen, namelijk de optie `-l` van `crontab`.

Gebruikers die hun eigen `crontabbestand` willen schrijven zonder het gebruik van een sjabloon, kunnen gebruik maken van `crontab -e`. Dit opent de `EDITOR` met een leeg bestand. Als het bestand wordt opgeslagen en de editor wordt afgesloten, wordt het bestand automatisch als `crontab` geïnstalleerd.

Een gebruikerscrontab kan verwijderd worden door de met `crontab` de optie `-r` te gebruiken.

11.7. Gebruik van rc met FreeBSD

Sinds 2002 gebruikt FreeBSD het NetBSD `rc.d` systeem bij het opstarten van het systeem. Veel van de bestanden in `/etc/rc.d` zijn scripts voor basisdiensten die werken met de opties `start`, `stop` en `restart`, analoog aan hoe diensten die via een port of pakket zijn geïnstalleerd gestart worden met de scripts in `/usr/local/etc/rc.d`. `sshd(8)` kan bijvoorbeeld als volgt herstart worden:

```
# /etc/rc.d/sshd restart
```

Deze procedure is vrijwel gelijk voor andere diensten. Uiteraard worden diensten meestal automatisch tijdens het opstarten van de computer gestart zoals in `rc.conf(5)` staat. Om de Network Address Translation daemon bij het opstarten te laten starten is de volgende regel in `/etc/rc.conf` bijvoorbeeld voldoende:

```
natd_enable="YES"
```

Als er reeds een `natd_enable="NO"` regel is, kan `NO` gewoon in `YES` veranderd worden. De `rc` scripts starten, voor zover nodig, automatisch andere afhankelijke diensten.

Omdat het `rc.d` systeem in eerste instantie bedoeld is om diensten te starten en stoppen bij het opstarten en afsluiten van het systeem, werken de standaardopties `start`, `stop` en `restart` alleen als de juiste variabelen in `/etc/rc.conf` zijn ingesteld. Het commando `sshd restart` alleen dan als `sshd_enable` de waarde `YES` heeft in `/etc/rc.conf`. Als er een dienst gestart, gestopt of herstart moet worden, ongeacht de definities in `/etc/rc.conf`, moet het commando voorafgegaan worden door “one”. Dus om `sshd` te herstarten ongeacht de instellingen in `/etc/rc.conf`, voldoet het volgende commando:

```
# /etc/rc.d/sshd onerestart
```

Het is eenvoudig te controleren of een dienst is ingeschakeld is in `/etc/rc.conf` door het bijpassende `rc.d`-script uit te voeren met de optie `rcvar`. Voor `sshd`:

```
# /etc/rc.d/sshd rcvar
# sshd
$sshd_enable=YES
```

Opmerking: De tweede regel (`# sshd`) is de uitvoer van `sshd`, geen `root-console`.

De optie `status` wordt gebruikt om vast te stellen of een dienst gestart is. Om bijvoorbeeld te controleren of `sshd` gestart is:

```
# /etc/rc.d/sshd status
sshd is running as pid 433.
```

In sommige gevallen is het ook mogelijk om een dienst te herstarten met de optie `reload`. Dan wordt er getracht een signaal te sturen aan een individuele dienst, waarbij de dienst de bestanden met instellingen opnieuw in moet lezen. Meestal komt dit neer op het verzenden van het signaal `SIGHUP`. Deze optie wordt niet door alle diensten ondersteund.

Het `rc.d`-systeem wordt niet alleen gebruikt voor netwerkdiensten, maar ook voor het merendeel van de systeemstart. In dit kader is bijvoorbeeld het bestand `bgfsck` interessant. Als dit script wordt uitgevoerd, wordt de volgende boodschap getoond:

```
Starting background file system checks in 60 seconds.
```

Dit script wordt dus gebruikt voor bestandssysteemcontrole in de achtergrond, hetgeen alleen tijdens de systeemstart gebeurt.

Veel systemdiensten zijn afhankelijk van andere diensten om correct te kunnen functioneren. Zo starten `NIS` en andere `RPC`-gebaseerde diensten niet als de dienst `rpcbind` (portmapper) nog niet draait. Om dit te stroomlijnen wordt informatie over afhankelijkheden en andere metagegevens ingevoegd in het commentaar bovenaan het opstartscript. Deze commentaarregels worden vervolgens tijdens de systeemstart met `rcorder(8)` verwerkt om zo vast te stellen in welke volgorde de systemdiensten gestart moeten worden.

De volgende woorden moeten in alle opstartscripts staan (ze zijn benodigd door `rc.subr(8)` om het opstartscript te activeren):

- `PROVIDE`: geeft aan in welke diensten dit bestand voorziet.
- `REQUIRE`: geeft aan welke andere diensten vereist zijn voor deze dienst. Dit script wordt uitgevoerd *na* de aangegeven diensten.
- `BEFORE`: geeft diensten aan die afhankelijk zijn van deze dienst. Dit bestand wordt uitgevoerd *vóór* de aangegeven diensten.

Met deze methode kan een systeembeheerder gemakkelijk systeemdiensten besturen, zonder gedoe met “runlevels” zoals bij sommige andere UNIX systemen.

Meer informatie over het `rc.d`-systeem staat in `rc(8)` en `rc.subr(8)`. Als u geïnteresseerd bent in het schrijven van uw eigen `rc.d`-script of om de huidige scripts te verbeteren is wellicht dit artikel (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/articles/rc-scripting) interessant.

11.8. Netwerkkarten instellen

Het is tegenwoordig nauwelijks voorstelbaar dat een computer geen netwerkverbinding heeft. Het toevoegen en instellen van een netwerkkart is een gebruikelijke taak voor een FreeBSD-beheerder.

11.8.1. Het juiste stuurprogramma vinden

Voor het zoeken begint, moet duidelijk zijn om welke kaart het gaat, welke chip erop zit en of het een PCI- of ISA-kaart is. FreeBSD ondersteunt vele kaarten. Op de Hardware Compatibiliteitslijst voor de betreffende uitgave staan de kaarten die ondersteund worden.

Als duidelijk is dat een kaart ondersteund wordt, moet vastgesteld worden wat het geschikte stuurprogramma is. In het bestand `/usr/src/sys/conf/NOTES` staat een lijst van stuurprogramma's voor netwerkkarten met wat informatie over de ondersteunde chipsets of kaarten. In geval van twijfel biedt de hulppagina voor het stuurprogramma (`man`) vaak uitkomst. In het algemeen bevat deze meer informatie over de ondersteunde hardware en mogelijke problemen die kunnen optreden.

Als een veelgebruikte kaart gebruikt wordt, hoeft meestal niet ver gezocht te worden. Stuurprogramma's voor veelvoorkomende netwerkkarten zijn al aanwezig in de algemene kernel `GENERIC`. In dat geval wordt zo'n kaart al gevonden bij het opstarten, bijvoorbeeld met het volgende bericht:

```
dc0: <82c169 PNIC 10/100BaseTX> port 0xa000-0xa0ff mem 0xd3800000-0xd38
000ff irq 15 at device 11.0 on pci0
miibus0: <MII bus> on dc0
bmtphy0: <BCM5201 10/100baseTX PHY> PHY 1 on miibus0
bmtphy0: 10baseT, 10baseT-FDX, 100baseTX, 100baseTX-FDX, auto
dc0: Ethernet address: 00:a0:cc:da:da:da
dc0: [ITHREAD]
dc1: <82c169 PNIC 10/100BaseTX> port 0x9800-0x98ff mem 0xd3000000-0xd30
000ff irq 11 at device 12.0 on pci0
miibus1: <MII bus> on dc1
bmtphy1: <BCM5201 10/100baseTX PHY> PHY 1 on miibus1
bmtphy1: 10baseT, 10baseT-FDX, 100baseTX, 100baseTX-FDX, auto
dc1: Ethernet address: 00:a0:cc:da:da:db
dc1: [ITHREAD]
```

In dit voorbeeld zitten er twee kaarten in het systeem die het stuurprogramma `dc(4)` gebruiken.

Als het stuurprogramma voor een NIC geen onderdeel is van de kernel `GENERIC`, dan dient het juiste stuurprogramma voor die NIC geladen te worden. Dit kan op twee manieren:

- De meest eenvoudige manier is het laden van een kernelmodule voor een netwerkkaart met `kldload(8)` of automatisch tijdens het opstarten van het systeem door de benodigde regel toe te voegen aan `/boot/loader.conf`. Niet alle NIC-stuurprogramma's zijn als module beschikbaar. Zo zijn er bijvoorbeeld geen modules beschikbaar voor ISA-kaarten.
- Ondersteuning voor een kaart kan ook in de kernel gecompileerd worden. In `/usr/src/sys/conf/NOTES`, `/usr/src/sys/arch/conf/NOTES` en de hulppagina van het stuurprogramma is na te lezen wat er in het kernelinstellingenbestand moet staan. In Hoofdstuk 8 staat meer informatie over het compileren van een eigen kernel. Als een netwerkkaart al bij het opstarten wordt herkend door de kernel `GENERIC`, is er geen reden om een andere kernel te bouwen.

11.8.1.1. Gebruik maken van Windows NDIS-stuurprogramma's

Helaas zijn er nog steeds veel leveranciers die geen schema's leveren voor stuurprogramma's aan de open-source gemeenschap, omdat ze deze informatie beschouwen als handelsgeheimen. Als gevolg daarvan hebben de ontwikkelaars van FreeBSD en andere projecten twee keuzes: zelf de stuurprogramma's ontwikkelen door een langdurig en pijnlijk proces van de huidige stuurprogramma's te ontcijferen, of door gebruik te maken van de huidige binaire bestanden voor het Microsoft Windows platform. De meeste ontwikkelaars, inclusief diegenen die gekoppeld zijn aan FreeBSD, hebben voor het laatste gekozen.

Dankzij de bijdragen van Bill Paul (wpaul) is er "native" ondersteuning voor de Network Driver Interface Specification (NDIS). De FreeBSD NDISulator (ook wel bekend als Project Evil) neemt een binair Windows stuurprogramma en doet net alsof deze in een Windows systeem draait. Omdat het stuurprogramma `ndis(4)` een Windows binary gebruikt; is het alleen bruikbaar op i386- en amd64-systemen.

Opmerking: Het stuurprogramma `ndis(4)` is ontwikkeld om ondersteuning te geven aan PCI-, CardBus- en PCMCIA-apparaten, USB-apparaten worden nog niet ondersteund.

Om gebruik te kunnen maken van de NDISulator heeft u drie dingen nodig:

1. De bronbestanden van de kernel
2. Een Windows XP stuurprogramma (met de extensie `.SYS`)
3. Een instellingenbestand van het Windows XP stuurprogramma (met de extensie `.INF`)

Lokaliseer de bestanden voor uw specifieke kaart. Over het algemeen kunnen deze gevonden worden op de bijgeleverde CD's of op de website van de leverancier. In de volgende voorbeelden maken we gebruik van `W32DRIVER.SYS` en `W32DRIVER.INF`.

Opmerking: Let op, u kunt geen gebruik maken van een Windows/i386 stuurprogramma op FreeBSD/amd64, hiervoor zult u een Windows/amd64 stuurprogramma moeten gebruiken om het werkend te krijgen.

De volgende stap is het compileren van het binaire stuurprogramma in een laadbare kernelmodule. Om dit voor elkaar te krijgen moet `ndisgen(8)` gebruikt worden als `root`.

```
# ndisgen /pad/naar/W32DRIVER.INF
/pad/naar/W32DRIVER.SYS
```

Het gereedschap ndisgen(8) is interactief en zal vragen om extra informatie als dat nodig is; het zal een kernelmodule produceren in de huidige map die als volgt gebruikt kan worden:

```
# kldload ./W32DRIVER_SYS.ko
```

Naast de gegenereerde kernelmodule, moeten ook de modules `ndis.ko` en `if_ndis.ko` geladen worden. Dit zou automatisch moeten gebeuren als er een module geladen wordt dit afhankelijk is van `ndis(4)`. Als ze handmatig ingeladen moeten worden gebruik dan de volgende commando's:

```
# kldload ndis
# kldload if_ndis
```

Het eerste commando laadt de stuurprogrammawrapper voor de NDIS miniport, de tweede laadt de daadwerkelijke netwerkinterface.

Controleer nu `dmesg(8)` om te zien of er ergens fouten voorkomen. Als alles goed gegaan is ziet u ongeveer het volgende:

```
ndis0: <Wireless-G PCI Adapter> mem 0xf4100000-0xf4101fff irq 3 at device 8.0 on pci1
ndis0: NDIS API version: 5.0
ndis0: Ethernet address: 0a:b1:2c:d3:4e:f5
ndis0: 11b rates: 1Mbps 2Mbps 5.5Mbps 11Mbps
ndis0: 11g rates: 6Mbps 9Mbps 12Mbps 18Mbps 36Mbps 48Mbps 54Mbps
```

Vanaf dit moment kan de `ndis0` net zo gebruikt worden als elke andere netwerkkkaart (bv. `dc0`).

Het systeem kan geconfigureerd worden zodat de NDIS-modules automatisch gestart worden tijdens het opstarten van het systeem, net zoals bij andere modules. Kopieer eerst de gegenereerde module `W32DRIVER_SYS.ko` naar de map `/boot/modules`. Voeg daarna de volgende regel toe aan `/boot/loader.conf`:

```
W32DRIVER_SYS_load="YES"
```

11.8.2. De netwerkkkaart instellen

Nadat een geschikt stuurprogramma geladen is, moet de kaart nog ingesteld worden. Mogelijk is dit al gebeurd door **sysinstall** tijdens de installatie.

Om de instellen van de netwerkkkaarten weer te geven:

```
% ifconfig
dc0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
    options=80008<VLAN_MTU,LINKSTATE>
    ether 00:a0:cc:da:da:da
    inet 192.168.1.3 netmask 0xffffffff broadcast 192.168.1.255
    media: Ethernet autoselect (100baseTX <full-duplex>)
    status: active
dc1: flags=8802<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
    options=80008<VLAN_MTU,LINKSTATE>
    ether 00:a0:cc:da:da:db
```

```

    inet 10.0.0.1 netmask 0xffffffff broadcast 10.0.0.255
    media: Ethernet 10baseT/UTP
    status: no carrier
plip0: flags=8810<POINTOPOINT,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
lo0: flags=8049<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST> metric 0 mtu 16384
    options=3<RXCSUM, TXCSUM>
    inet6 fe80::1%lo0 prefixlen 64 scopeid 0x4
    inet6 ::1 prefixlen 128
    nd6 options=3<PERFORMNUD, ACCEPT_RTADV>

```

In dit voorbeeld werden de volgende apparaten weergegeven:

- `dc0`: de eerste Ethernet-interface;
- `dc1`: de tweede Ethernet-interface;
- `plip0`: De parallele poort interface (mits er een parallele poort aanwezig is op de machine)
- `lo0`: het loopback-apparaat;

FreeBSD gebruikt de naam van het stuurprogramma gevolgd door een nummer voor de volgorde waarop de kaarten gedetecteerd zijn bij het opstarten. `sis2` is de derde netwerkkaart in het systeem die het stuurprogramma `sis(4)` gebruikt.

In het vorige voorbeeld is het apparaat `dc0` volledig operationeel. Dit blijkt uit de volgende indicatoren:

1. `UP` betekent dat de kaart ingesteld is en klaar is voor gebruik;
2. De kaart heeft een Internet (`inet`) adres (in dit geval `192.168.1.3`);
3. Het heeft een geldig subnetmasker (`netmask`; `0xffffffff` is hetzelfde als `255.255.255.0`);
4. Het heeft een geldig broadcastadres (in dit geval `192.168.1.255`);
5. Het MAC-adres van de kaart (`ether`) is `00:a0:cc:da:da:da`;
6. De fysieke mediaselectie staat in autoselectiemodus (`media: Ethernet autoselect (100baseTX <full-duplex>)`). `dc1` is ingesteld om met `10baseT/UTP`-media te werken. Meer informatie over de mogelijke mediatypes staan in de hulppagina's voor het betreffende stuurprogramma.
7. De status van de verbinding (`status`) is `active`, dat wil zeggen dat de drager is gevonden. Bij `dc1` staat echter `status: no carrier`. Dit is normaal als er geen Ethernetkabel in de kaart gestoken is.

Als de uitvoer `ifconfig(8)` er ongeveer zoals hieronder uitziet, dan is de netwerkkaart nog niet ingesteld:

```

dc0: flags=8843<BROADCAST,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
    options=80008<VLAN_MTU, LINKSTATE>
    ether 00:a0:cc:da:da:da
    media: Ethernet autoselect (100baseTX <full-duplex>)
    status: active

```

Om de kaart in te stellen zijn `root`-rechten nodig. De netwerkkaart kan vanaf de console worden ingesteld met `ifconfig(8)`, maar dan moet dat na elke herstart herhaald worden. Daarom wordt het vrijwel altijd in `/etc/rc.conf` gezet.

In `/etc/rc.conf` moet voor elke netwerkkaart in een systeem een regel toegevoegd worden. In het huidige voorbeeld zou dat het volgende kunnen zijn:

```
ifconfig_dc0="inet 192.168.1.3 netmask 255.255.255.0"
ifconfig_dc1="inet 10.0.0.1 netmask 255.255.255.0 media 10baseT/UTP"
```

dc0, dc1, enzovoort, moeten vervangen worden door de correcte stuurprogramma's voor de netwerkkaarten, zo ook de IP-adressen. In de handleiding van het stuurprogramma en van ifconfig(8) staan meer details over de mogelijke opties en in rc.conf(5) staat meer informatie over /etc/rc.conf.

Als het netwerk al is ingesteld tijdens het installeren van FreeBSD staan er al enkele regels met betrekking tot de netwerkkaart(en) in /etc/rc.conf. Het is dus handig /etc/rc.conf te controleren voordat er regels toegevoegd worden.

Ook /etc/hosts moet worden gewijzigd om de namen en IP adressen van verschillende machines op het lokale netwerk, als ze er nog niet in staan. Meer informatie staat in hosts(5) en /usr/share/examples/etc/hosts.

Opmerking: Als internettoegang nodig is met dit apparaat, kan het zijn dat de default gateway en de naamserver handmatig moeten worden ingesteld:

```
# echo 'defaultrouter="your_default_router"' >> /etc/rc.conf
# echo 'nameserver your_DNS_server' >> /etc/resolv.conf
```

11.8.3. Testen en problemen oplossen

Als de veranderingen in /etc/rc.conf zijn gemaakt, moet het systeem opnieuw gestart worden (of moeten nauwkeurig alle daemons gestart of herstart worden). Veranderingen aan de interface(s) worden dan toegepast en dan kan er gecontroleerd worden of herstarten goed werkt zonder foutmeldingen. Als alternatief kan ook het netwerk systeem herstart worden:

```
# /etc/rc.d/netif restart
```

Opmerking: Als er ook een default gateway ingesteld is in het /etc/rc.conf bestand, moet ook onderstaand commando worden gegeven:

```
# /etc/rc.d/routing restart
```

Zodra het netwerk systeem is herstart, moeten de netwerk interfaces opnieuw getest worden.

11.8.3.1. Testen van de netwerkkaart

Om te controleren of een ethernet kaart goed geconfigureerd is, moeten er twee dingen gedaan worden. Allereerst, ping de interface zelf, en daarna een andere machine op het LAN.

Test eerst de lokale interface:

```
% ping -c5 192.168.1.3
PING 192.168.1.3 (192.168.1.3): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.082 ms
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.074 ms
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.076 ms
```

```
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.108 ms
64 bytes from 192.168.1.3: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.076 ms

--- 192.168.1.3 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.074/0.083/0.108/0.013 ms
```

Nu kan er een andere machine op het LAN gepinged worden:

```
% ping -c5 192.168.1.2
PING 192.168.1.2 (192.168.1.2): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.726 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.766 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.700 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.747 ms
64 bytes from 192.168.1.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.704 ms

--- 192.168.1.2 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.700/0.729/0.766/0.025 ms
```

Dit kan ook worden geprobeerd met de machine naam in plaats van met 192.168.1.2 als dit geconfigureerd is in het `/etc/hosts` bestand.

11.8.3.2. Problemen oplossen

Het testen en zoeken van problemen is altijd een pijnpunt, welke verminderd kan worden door een aantal simpele dingen eerst te controleren. Is de netwerkkabel ingestoken? Zijn de netwerk instellingen correct opgegeven? Is de firewall goed geconfigureerd? Is de netwerkkaart ondersteund door FreeBSD? Controleer altijd de hardware notities voordat er een probleem rapport wordt verstuurd. Update naar de laatste -STABLE versie, en controleer de mailing lijsten en misschien zelfs het internet.

Als de kaart werkt, maar de prestaties zijn slecht, dan kan het de moeite waard zijn om tuning(7) door te nemen. Incorrecte netwerkinstellingen kunnen ook tot langzame verbindingen leiden.

Soms kunnen enkele `device timeouts` optreden. Met sommige kaarten is dit normaal gedrag. Maar als dit continu gebeurt of storend is, is het verstandig uit te zoeken of er geen sprake is van een hardwareconflict tussen de netwerkkaart en een ander apparaat. Ook dient nogmaals de bekabeling gecontroleerd te worden. Misschien zit er niets anders op dan een andere netwerkkaart te gebruiken.

Het is ook mogelijk dat er `watchdog timeout` foutmeldingen optreden. Als eerste moet dan de netwerkkabel gecontroleerd worden. Veel kaarten hebben een PCI-slot nodig dat Bus Mastering ondersteunt. Sommige oudere moederborden hebben maar één PCI-slot waarmee dit kan (meestal slot 0). In de documentatie van de netwerkkaart en het moederbord is na te gaan of dit het probleem is.

No route to host meldingen treden op als het systeem niet in staat is om een pakket naar de eindbestemming te routeren. Dit kan gebeuren als er geen standaardroute aangegeven is of als er een kabel niet verbonden is. De uitvoer van `netstat -rn` moet gecontroleerd worden of er een geldige route is naar de bestemming. Mocht dit niet het geval zijn, dan staat er meer informatie in Hoofdstuk 31.

`ping: sendto: Permission denied` foutmeldingen worden vaak veroorzaakt door een verkeerd ingestelde firewall. Als de kernel `ipfw` activeert bij het opstarten zonder dat er firewallregels zijn gedefiniëerd, is het standaardbeleid om alle verkeer te weigeren, zelfs pings! In Hoofdstuk 30 staat meer informatie.

Er kan ook sprake zijn van onvoldoende prestaties doordat de instelling van de mediaselectie niet optimaal is. In dergelijke gevallen is het mogelijk om de mediaselectie niet als `autoselect` in te stellen, maar expliciet aan te geven wat de mediaselectie moet zijn, bijvoorbeeld 10baseT/UTP voor twisted pair. Hoewel dit voor de meeste hardware helpt, kan het zijn dat de problemen blijven. Dan moeten nogmaals de netwerkinstellingen gecontroleerd worden en geeft de tuning(7) handleiding wellicht meer informatie.

11.9. Virtuele hosts

FreeBSD wordt veel gebruikt voor virtuele sitehosting, waarbij één fysieke server er op het netwerk uitziet alsof het meerdere servers zijn. Dit kan bereikt worden door meerdere IP-adressen toe te kennen aan dezelfde interface.

Een bepaalde netwerkinterface heeft een “echt” adres en kan daarnaast een willekeurig aantal “alias”-adressen hebben. Normaliter worden dergelijke aliassen toegevoegd door aliasregels toe te voegen aan `/etc/rc.conf`.

Een aliasregel voor de interface `fxp0` ziet er zo uit:

```
ifconfig_fxp0_alias0="inet xxx.xxx.xxx.xxx netmask xxx.xxx.xxx.xxx"
```

De aliasregels moeten beginnen met `alias0` en moeten elkaar dan opvolgen (bijvoorbeeld `_alias1`, `_alias2`, enzovoort). Het instelproces stopt als er een nummer ontbreekt.

Het is belangrijk dat aliassen het juiste netmasker hebben. Dit is eenvoudig: Een bepaalde interface moet altijd één adres hebben dat het netmasker van het netwerk correct representeert. Elk ander adres binnen dit netwerk op deze interface (alias) moet een netmasker van allemaal 1'en (bits) hebben (getoond als `255.255.255.255` of `0xffffffff`).

Een voorbeeld. Stel de interface `fxp0` is verbonden met twee netwerken, het netwerk `10.1.1.0` met masker `255.255.255.0` en het netwerk `202.0.75.16` met netmasker `255.255.255.240`. Het systeem moet ook de adressen `10.1.1.1` tot en met `10.1.1.5` en `202.0.75.17` tot en met `202.0.75.20` krijgen. Zoals hierboven vermeld, heeft alleen het eerste adres in een netwerkreeks (in dit geval `10.0.1.1` en `202.0.75.17`) een geldig netmasker. Alle overige (`10.1.1.2` tot en met `10.1.1.5` en `202.0.75.18` tot en met `202.0.75.20`) moeten ingesteld worden met het netmasker `255.255.255.255`.

De volgende regels voor `/etc/rc.conf` stellen een adapter in voor het bovenstaande scenario:

```
ifconfig_fxp0="inet 10.1.1.1 netmask 255.255.255.0"
ifconfig_fxp0_alias0="inet 10.1.1.2 netmask 255.255.255.255"
ifconfig_fxp0_alias1="inet 10.1.1.3 netmask 255.255.255.255"
ifconfig_fxp0_alias2="inet 10.1.1.4 netmask 255.255.255.255"
ifconfig_fxp0_alias3="inet 10.1.1.5 netmask 255.255.255.255"
ifconfig_fxp0_alias4="inet 202.0.75.17 netmask 255.255.255.240"
ifconfig_fxp0_alias5="inet 202.0.75.18 netmask 255.255.255.255"
ifconfig_fxp0_alias6="inet 202.0.75.19 netmask 255.255.255.255"
ifconfig_fxp0_alias7="inet 202.0.75.20 netmask 255.255.255.255"
```

11.10. Instellingenbestanden

11.10.1. /etc layout

Instellingengegevens wordt in een aantal mappen bewaard. Daar zijn onder andere:

<code>/etc</code>	Generieke systeeminstellingenbestanden, specifiek voor het systeem.
<code>/etc/defaults</code>	De standaardversies van systeeminstellingenbestanden.
<code>/etc/mail</code>	Extra sendmail(8) instellingenbestanden of instellingenbestanden voor andere MTAs.
<code>/etc/ppp</code>	Instellingen voor zowel gebruiker- als kernel-ppp programma's.
<code>/etc/namedb</code>	Standaardlocatie voor named(8) gegevens. Normaal gesproken bevinden zich hier <code>named.conf</code> en zonebestanden.
<code>/usr/local/etc</code>	Instellingenbestanden voor geïnstalleerde software. Kan submappen hebben waarin bij elkaar horende instellingengegevens van een applicatie gegroepeerd zijn.
<code>/usr/local/etc/rc.d</code>	Start- en stopscripts voor geïnstalleerde diensten.
<code>/var/db</code>	Automatisch gemaakte systeemspecifieke databasebestanden, zoals de pakketdatabase, de locate(1) database, enzovoort.

11.10.2. Hostnamen

11.10.2.1. /etc/resolv.conf

In `/etc/resolv.conf` wordt voorgeschreven op welke wijze FreeBSD het Domain Name System (DNS) moet gebruiken.

De meest voorkomende termen in `resolv.conf` zijn:

<code>nameserver</code>	Het IP-adres van een naamserver die ondervraagd moet worden voor naam/IP-conversie. De servers worden in volgorde geprobeerd en het maximale aantal is drie.
<code>search</code>	Zoeklijst voor het opzoeken van hostnamen. Meestal wordt deze bepaald door het domein waarop de lokale hostnaam zich bevindt.
<code>domain</code>	De lokale domeinnaam.

Een typisch `resolv.conf` bestand:

```
search example.com
nameserver 147.11.1.11
nameserver 147.11.100.30
```

Opmerking: `search` en `domain` dienen niet tegelijk gebruikt te worden.

Als DHCP wordt gebruikt: `dhclient(8)` overschrijft meestal `resolv.conf` met informatie ontvangen van de DHCP-server.

11.10.2.2. `/etc/hosts`

`/etc/hosts` is een eenvoudige tekstdatabase uit de dagen van het oude Internet. Het werkt samen met DNS en NIS om namen en IP adressen over en weer te vertalen. Lokale computers, verbonden via een LAN, kunnen hier het beste in opgenomen worden om zo op simpele wijze naam/IP conversie voor een LAN te hebben, zonder noodzaak voor een `named(8)` server. Ook kunnen naamaliassen toegekend worden (vergelijkbaar met CNAMEs bij DNS). Op soortgelijke wijze kan `/etc/hosts` gebruikt worden als een (zeer beperkte) lokale DNS cache.

```
# $FreeBSD$
#
# Host Database
# Dit bestand hoort de adressen en aliassen te bevatten
# voor de lokale hosts die dit bestand gebruiken.
# Bij gebruik van DNS of NIS hoeft dit bestand helemaal niet gebruikt
# te worden. Zie /etc/nsswitch.conf voor de volgorde van resolutie.
#
#
::1                localhost localhost.my.domain myname.my.domain
127.0.0.1          localhost localhost.my.domain myname.my.domain

#
# Verzonnen netwerk.
#10.0.0.2          myname.my.domain myname
#10.0.0.3          myfriend.my.domain myfriend
#
# Volgens RFC 1918 mogen de volgende IP netwerken gebruikt worden
# als private netwerken die niet met Internet verbonden zijn:
#
#      10.0.0.0      -   10.255.255.255
#      172.16.0.0    -   172.31.255.255
#      192.168.0.0   -   192.168.255.255
#
# Als er toch verbinding moet zijn met Internet, zijn echte
# officieel toegewezen nummers nodig. Probeer ECHT GEEN eigen
# netwerknummers te verzinnen, maar vraag ze op bij de provider
# (als die er is) of bij de Internet Registry (ftp naar
# rs.internic.net, map '/templates').
#
```

`/etc/hosts` heeft als formaat:

```
[Internet address] [official hostname] [alias1] [alias2] ...
```

Bijvoorbeeld:

```
10.0.0.1 myRealHostname.example.com myRealHostname foobar1 foobar2
```

In `hosts(5)` staat meer informatie.

11.10.3. Logboekbestanden instellen

11.10.3.1. syslog.conf

syslog.conf is het instellingenbestand voor het programma syslogd(8). Het geeft aan welke soorten syslog-berichten er gelogd moeten worden en naar welke logboekbestanden, apparaten, gebruikers of machines.

```
# $FreeBSD$
#
#      Spaties zijn TOEGESTAAN als veldscheiding in dit bestand.
#      Maar andere *nix-achtige systemen eisen nog steeds het gebruik
#      van tabs als veldscheiding. Als dit bestand gedeeld wordt met
#      andere systemen, is het verstandig alle tabs als veldscheiding
#      te gebruiken.
#      Zie ook de handling van syslog.conf(5).
*.err;kern.debug;auth.notice;mail.crit      /dev/console
*.notice;kern.debug;lpr.info;mail.crit;news.err /var/log/messages
security.*                                   /var/log/security
mail.info                                   /var/log/maillog
lpr.info                                   /var/log/lpd-errs
cron.*                                     /var/log/cron
*.err                                       root
*.notice;news.err                         root
*.alert                                   root
*.emerg                                   *
# verwijder het commentaarkarakter om alle schrijfacties naar
# /dev/console naar /var/log/console.log te schrijven.
#console.info                             /var/log/console.log
# verwijder het commentaarkarakter om alle berichten naar
# /var/log/all.log te schrijven.
#*..*                                     /var/log/all.log
# # verwijder het commentaarkarakter om alle logs naar een andere
# host in te schakelen met de naam loghost.
#*..*                                     @loghost
# # verwijder het commentaarkarakter als inn draait.
# news.crit                               /var/log/news/news.crit
# news.err                               /var/log/news/news.err
# news.notice                             /var/log/news/news.notice
!startslip
*.*                                       /var/log/slip.log
!ppp
*.*                                       /var/log/ppp.log
```

In syslog.conf(5) staat meer informatie.

11.10.3.2. newsyslog.conf

newsyslog.conf is het instellingenbestand voor newsyslog(8), een programma dat op gezette tijden via cron(8) wordt uitgevoerd. newsyslog(8) stelt vast wanneer logboekbestanden gearhiveerd moeten worden of anderszins opnieuw gerangschikt moeten worden. logfile wordt hernoemd naar logfile.0, logfile.0 naar logfile.1, enzovoort.

newsyslog.conf geeft aan welke logboekbestanden beheerd moeten worden, hoeveel er in archieven bewaard moeten worden en wanneer ze aangemaakt moeten worden. Logboekbestanden kunnen gereorganiseerd en/of gearchiveerd worden als ze een bepaalde grootte bereikt hebben of op een bepaald periodiek tijdstip of een bepaalde datum.

```
# instellingenbestand voor newsyslog
# $FreeBSD$
#
# filename          [owner:group]    mode count size when [ZB] [/pid_file] [sig_num]
/var/log/cron                600  3    100  *    Z
/var/log/amd.log             644  7    100  *    Z
/var/log/kerberos.log        644  7    100  *    Z
/var/log/lpd-errs            644  7    100  *    Z
/var/log/maillog             644  7     *   @T00  Z
/var/log/sendmail.st         644 10     *   168  B
/var/log/messages            644  5    100  *    Z
/var/log/all.log             600  7     *   @T00  Z
/var/log/slip.log            600  3    100  *    Z
/var/log/ppp.log             600  3    100  *    Z
/var/log/security            600 10    100  *    Z
/var/log/wtmp                644  3     *   @01T05 B
/var/log/daily.log           640  7     *   @T00  Z
/var/log/weekly.log          640  5     1   $W6D0 Z
/var/log/monthly.log         640 12     *   $M1D0 Z
/var/log/console.log         640  5    100  *    Z
```

In newsyslog(8) staat meer informatie.

11.10.4. sysctl.conf

sysctl.conf lijkt veel op rc.conf. Waardetoekenning heeft weer de vorm `variable=value`. De ingestelde sysctl(8)-waarden worden doorgevoerd op het moment dat het systeem naar multi-user modus gaat. Niet alle variabelen kunnen in deze modus gewijzigd worden.

Om te voorkomen dat er logregels geplaatst worden als processen crashen en om te voorkomen dat andere gebruikers kunnen zien welke processen er gestart zijn door een andere gebruiker, kunnen de volgende instellingen worden gezet in sysctl.conf:

```
#Log exits met fatale signalen niet (bv. sig 11)
kern.logsigexit=0

# Voorkom dat gebruikers informatie zien over processen die
# worden gedraaid onder een ander UID.
security.bsd.see_other_uids=0
```

11.11. Optimaliseren met sysctl

sysctl(8) is een interface waarmee veranderingen gemaakt kunnen worden aan een draaiend FreeBSD-systeem. Er zijn onder meer vele geavanceerde opties voor de TCP/IP-stack en het virtuele geheugensysteem, waarmee een ervaren systeembeheerder de systeemprestaties drastisch kan verbeteren. Met sysctl(8) kunnen meer dan vijfhonderd systeemvariabelen opgevraagd en ingesteld worden.

In essentie heeft sysctl(8) twee functies: het lezen en wijzigen van systeeminstellingen.

Om alle leesbare variabelen te tonen:

```
% sysctl -a
```

Om een bepaalde variabele op te vragen, bijvoorbeeld `kern.maxproc`:

```
% sysctl kern.maxproc
kern.maxproc: 1044
```

Om een bepaalde variabele toe te kennen (te wijzigen), is de syntaxis `variable=value`:

```
# sysctl kern.maxfiles=5000
kern.maxfiles: 2088 -> 5000
```

Waarden van sysctl-variabelen zijn doorgaans strings (tekst), getallen of booleans (1 als waar, 0 als onwaar).

Om automatisch variabelen in te stellen als de machine start, kunnen ze toegevoegd worden aan `/etc/sysctl.conf`. Meer informatie staat in `sysctl.conf(5)` en Paragraaf 11.10.4.

11.11.1. sysctl(8) alleen-lezen

In sommige gevallen is het wenselijk om sysctl(8)-waarden die alleen-lezen zijn toch te wijzigen. Hoewel dit soms onontkoombaar is, kan het alleen bij een (her)start gedaan worden.

Op sommige laptops is bijvoorbeeld het apparaat `cardbus(4)` niet in staat om geheugenregio's af te tasten, met als gevolg foutmeldingen als:

```
cbb0: Could not map register memory
device_probe_and_attach: cbb0 attach returned 12
```

In dergelijke gevallen moeten er meestal enkele sysctl(8)-instellingen gewijzigd worden die alleen-lezen zijn en een standaardwaarde hebben. Dit kan bereikt worden door sysctl(8) "OIDs" in de lokale `/boot/loader.conf` te zetten. Standaardinstellingen staan in `/boot/defaults/loader.conf`.

Om het bovenstaande probleem op te lossen moet in `/boot/loader.conf` `hw.pci.allow_unsupported_io_range=1` ingesteld worden. Dan werkt `cardbus(4)` wel goed.

11.12. Harde schijven optimaliseren

11.12.1. Sysctl-variabelen

11.12.1.1. `vfs.vmiodirenable`

De sysctl-variabele `vfs.vmiodirenable` kan de waarde 0 (uit) of 1 (aan) hebben. De standaardwaarde is 1. Deze variabele bepaalt hoe mappen door het systeem in een cache bewaard worden. De meeste mappen zijn klein en gebruiken slechts een klein fragment (typisch 1 K) in het bestandssysteem en nog minder (typisch 512 bytes) in de buffercache. Als deze variabele uit staat (op 0) bewaart de buffercache slechts een bepaald aantal mappen in de cache, ook al is er een overvloed aan geheugen beschikbaar. Wanneer deze aan staat (op 1), wordt de VM paginacache gebruikt, waardoor voor het cacheren van mappen al het geheugen kan worden gebruikt. Het is echter wel zo dat het minimale in-core geheugen dat gebruikt wordt om een map te cacheren in dat geval de fysieke paginagrootte is (typisch 4 K) in plaats van 512 bytes. Het is aan te raden deze optie aan te laten staan als gebruik gemaakt wordt van diensten die met grote aantallen bestanden werken, zoals webcaches, grote mailsystemen en newsservers. Als deze optie aan blijft staan, verlaagt die de prestaties niet, ook al kost het meer geheugen. Door experimenteren is dit voor een systeem na te gaan.

11.12.1.2. `vfs.write_behind`

De sysctl-variabele `vfs.write_behind` staat standaard aan (1). Dit betekent dat het bestandssysteem gegevens naar het medium gaat schrijven op het moment dat er een volledig cluster aan gegevens verzameld is. Dit is meestal het geval bij het schrijven van grote sequentiële bestanden. Het idee is om te voorkomen dat de buffercache verzadigd raakt met vuile buffers zonder dat dit bijdraagt aan de I/O-prestaties. Dit kan echter processen ophouden en onder sommige omstandigheden is het wellicht beter deze sysctl uit te zetten.

11.12.1.3. `vfs.hirunningspace`

De sysctl-variabele `vfs.hirunningspace` bepaalt hoeveel nog te schrijven gegevens er in het complete systeem op elk moment in de wachtrij naar schijfcontrollers mag staan. De standaardwaarde is meestal voldoende, maar op machines met veel schijven, is het beter deze te verhogen naar vier of vijf *megabyte*. Het instellen van een te hoge waarde (groter dan de schrijfdrempel van de buffercache) kan leiden tot zeer slechte prestaties bij clustering. Stel deze waarde niet arbitrair hoog in! Hogere schrijfwaarden kunnen vertraging veroorzaken in het lezen, als dit tegelijk plaatsvindt.

Er zijn verscheidene andere sysctl's voor buffercache en VM-pagecache. Het wordt afgeraden deze te wijzigen. Het VM-systeem is zeer goed in staat zichzelf automatisch te optimaliseren.

11.12.1.4. `vm.swap_idle_enabled`

De sysctl-variabele `vm.swap_idle_enabled` is nuttig in grote meergebruikerssystemen met veel gebruikers die af- en aanmelden en veel onbenutte processen. Dergelijke systemen hebben de neiging om voortdurend de vrije geheugenreserves onder druk te zetten. Het is mogelijk om de prioriteit van geheugenpagina's die verband houden met onbenutte processen sneller te laten dalen dan met het normale pageout-algoritme, door deze sysctl aan te zetten en via `vm.swap_idle_threshold1` en `vm.swap_idle_threshold2` de swapout hysteresis (in seconden onbenut) af te stemmen. Deze optie dient alleen gebruikt te worden als ze echt nodig is, want de andere kant van de medaille is dat dit eerder pre-page geheugen inhoudt in plaats van later, waardoor het meer wisselbestand- en schijfbandbreedte

kost. In een klein systeem heeft deze optie een voorspelbaar effect, maar in grote systemen waar al sprake is van een matige paging kan deze optie het mogelijk maken voor het VM-systeem om hele processen gemakkelijk in en uit het geheugen te halen.

11.12.1.5. `hw.ata.wc`

Ten tijde van FreeBSD 4.3 is er geflirt met het uitzetten van IDE-schrijfcaching. Hierdoor neemt de bandbreedte naar IDE-schijven af, maar het werd als noodzakelijk beschouwd vanwege ernstige problemen met gegevensinconsistentie die door harde schijfproducenten geïntroduceerd waren. Het probleem is dat IDE-schijven niet de waarheid vertellen over wanneer een schrijfactie klaar is. Door IDE-schrijfcaching wordt data niet alleen ongeordend geschreven, maar soms kan zelfs het schrijven van sommige blokken voortdurend uitgesteld worden als er sprake is van een hoge schijfbelasting. Een crash of stroomstoring kan dan ernstige corruptie aan het bestandssysteem veroorzaken. Daarom werd de standaardinstelling van FreeBSD voor alle zekerheid gewijzigd. Helaas was het resultaat een groot verlies aan prestaties en na die uitgave is de standaardwaarde weer terug veranderd. Met de `sysctl`-variabele `hw.ata.wc` kan gecontroleerd worden of schrijfcaching aan of uit staat. Als schrijfcaching uit staat, kan het die weer aangezet worden door `hw.ata.wc` op 1 te zetten. Aangezien dit een kernelvariabele is, moet deze ingesteld worden vanuit de bootloader tijdens het opstarten. Nadat de kernel eenmaal opgestart is, heeft het wijzigen van deze `sysctl` geen effect.

Meer informatie staat in `ata(4)`.

11.12.1.6. `SCSI_DELAY` (`kern.cam.scsi_delay`)

De kernelinstelling `SCSI_DELAY` kan gebruikt worden om de opstarttijd te versnellen. De standaardwaarde is nogal hoog en kan 15 seconden vertraging veroorzaken. Met modernere SCSI-systemen is 5 seconden al voldoende (zeker met moderne schijven). De `kern.cam.scsi_delay` opstart variabele moet hier gebruikt worden. De variabele en kernl configuratie optie accepteren waarden uitgedrukt in *milliseconden* en *niet* in *seconden*.

11.12.2. Softupdates

`tunefs(8)` kan gebruikt worden om een bestandssysteem nauwkeurig af te stellen. Het heeft veel opties, maar nu wordt alleen het aan- en uitzetten van softupdates besproken. Dat gaat als volgt:

```
# tunefs -n enable /filesystem
# tunefs -n disable /filesystem
```

Een bestandssysteem kan niet met `tunefs(8)` gewijzigd worden als het aangekoppeld is. Softupdates aanzetten wordt dus in het algemeen gedaan vanuit enkelegebruikermodus, voordat partities aangekoppeld zijn.

Softupdates zorgen voor een drastische verbetering van de prestaties met betrekking tot metagegevens, met name het aanmaken en verwijderen van bestanden, door gebruik van een geheugencache. Het wordt dan ook aangeraden om op alle bestandssystemen softupdates te gebruiken. Er zijn twee nadelen aan softupdates: softupdates garanderen een consistent bestandssysteem in geval van een crash, maar het kan makkelijk enkele seconden (zelfs een minuut) achter liggen met het daadwerkelijk bijwerken op de fysieke harde schijf. Als een systeem crasht gaat wellicht meer werk verloren dan anders het geval zou zijn. Daarnaast vertragen softupdates het vrijgeven van bestandssysteemblokken. Als een bestandssysteem (zoals de rootpartitie) bijna vol is, dan kan het verrichten van een grote update, zoals `make installworld`, ertoe leiden dat het bestandssysteem ruimtegebrek krijgt en dat daardoor de operatie mislukt.

11.12.2.1. Meer over softupdates

Er zijn traditioneel twee methodes om de metagegevens van een bestandssysteem terug naar de schijf te schrijven. Het bijwerken van metagegevens houdt het bijwerken van van niet-inhoudelijke gegevens zoals inodes of mappen in.

Historisch gezien was het gebruikelijk om updates aan metagegevens synchroon weg te schrijven. Als een map bijvoorbeeld gewijzigd was, wachtte het systeem totdat de verandering daadwerkelijk naar de schijf geschreven was. De gegevensbuffers (de inhoud van een bestand) werden doorgeschoven naar de buffercache en op een later moment asynchroon op de schijf opgeslagen. Het voordeel van deze benadering is dat ze altijd veilig is. Als het systeem faalt tijdens het bijwerken, zijn de metagegevens nog altijd consistent. Een bestand kan volledig gecreëerd zijn of helemaal niet. Als de gegevensblokken van een bestand nog niet van de buffercache naar de schijf geschreven zijn ten tijde van de crash, is `fsck(8)` in staat om dit te herkennen en het bestandssysteem te repareren door de lengte van het bestand nul te maken. Deze implementatie is ook helder en eenvoudig. Het nadeel is echter dat het wijzigen van metagegevens een traag proces is. Een `rm -r` benadert bijvoorbeeld alle bestanden in een map sequentiëel, maar elke mapverandering (verwijderen van een bestand) wordt synchroon naar de schijf geschreven. Dit omvat ook het bijwerken van de map zelf, van de inodetabel en mogelijk ook van indirecte blokken die voor het bestand in kwestie zijn gealloceerd. Gelijksortige processen spelen zich af bij een commando als `tar -x`, waarbij een grote bestandshiearchie wordt uitgepakt.

De tweede mogelijkheid is om het bijwerken van metagegevens asynchroon weg te schrijven. Dit is standaard in Linux/ext2fs en als een *BSD UFS-bestandssysteem met `mount -o async` aangekoppeld is, is de werking hetzelfde. Alle bewerkingen aan metagegevens worden eenvoudigweg doorgegeven aan de buffercache en vermengd met inhoudelijke updates van de bestandsgegevens. Het voordeel is een grote winst aan snelheid, omdat er niet telkens gewacht hoeft te worden op het bijwerken van metagegevens tot deze daadwerkelijk naar de schijf geschreven zijn. De implementatie is ook in dit geval helder en eenvoudig. Het grote nadeel is uiteraard dat er geen enkele garantie is voor de consistentie van het bestandssysteem. Als het systeem faalt tijdens een operatie waarbij veel metagegevens worden bijgewerkt (bijvoorbeeld door een stroomstoring of iemand drukt op de resetknop), blijft het bestandssysteem in een onvoorspelbare toestand achter. Er is geen mogelijkheid om de toestand van het bestandssysteem te onderzoeken als het systeem weer opstart, want de gegevensblokken van een bestand kunnen al weggeschreven zijn geweest terwijl het wegschrijven van bewerkingen aan de inodetabel of de bijhorende map nog niet plaats heeft gevonden. Het is zelfs onmogelijk om een `fsck` te implementeren die de overgebleven chaos kan opruimen: de benodigde informatie is gewoon niet volledig aanwezig op de schijf. Als een bestandssysteem op deze manier onherstelbaar beschadigd is, is de enige optie `newfs(8)` te gebruiken en vervolgens te herstellen van een backup.

De gebruikelijke oplossing voor dit probleem is het implementeren van *dirty region logging*, ook wel *journaling* genoemd, hoewel deze term niet consistent gebruikt wordt en soms ook wordt gebruikt voor andere vormen van transactielogging. Het bijwerken van metagegevens wordt nog steeds synchroon geschreven, maar slechts naar een klein gebied van de schijf. Later worden ze dan naar de juiste locatie verplaatst. Omdat het loggebied klein is, hoeven de koppen van de schijf zelfs tijdens schrijfintensieve operaties nog maar over een kleine fysieke afstand te bewegen en door deze snellere respons zijn dit soort operaties sneller dan op de traditionele manier. De extra complexiteit van de implementatie is nogal beperkt, dus het risico van introductie van extra bugs valt mee. Een nadeel is dat alle metagegevens tweemaal geschreven worden (eerst naar het loggebied en later nog eens naar de definitieve locatie). Dus bij normaal gebruik kan er sprake zijn van wat men wel noemt een “performance pessimization”. Anderzijds kunnen in geval van een crash alle nog uitstaande metagegevensoperaties snel worden teruggedraaid of vanuit het loggebied alsnog worden afgemaakt wanneer de machine weer opstart. Het bestandssysteem start dan snel op.

Kirk McKusick, de vader van het Berkeley FFS, loste dit probleem op met softupdates, wat betekent dat alle uitstaande acties voor het bijwerken van metagegevens in het geheugen bewaard worden en dan geordend naar de schijf geschreven worden. Dit heeft het gevolg dat in geval van intensieve operaties met betrekking tot metagegevens, latere bewerkingen aan een item eerdere bewerkingen opvangen (“catch”) als deze nog in het geheugen zitten en nog

niet weggeschreven waren. Dus alle operaties, op bijvoorbeeld een map, worden in het algemeen eerst in het geheugen uitgevoerd voordat er wordt bijgewerkt naar schijf. De gegevensblokken worden geordend conform hun positie, zodat ze nooit weggeschreven worden voordat hun metagegevens geschreven zijn. Als het systeem een crash ondervindt, veroorzaakt dat impliciet het terugdraaien van uitstaande operaties (“log rewind”): alle operaties die nog niet weggeschreven waren lijken nooit gebeurd te zijn. Zo wordt een consistent bestandssysteem in stand gehouden dat eruit ziet alsof het 30 tot 60 seconden eerder was. Het gebruikte algoritme garandeert dat alle bronnen die in gebruik zijn als zodanig gemarkeerd worden in hun daarvoor geschikte bitmaps: blokken en inodes. Na een crash is de enige allocatiefout die kan optreden dat bronnen gemarkeerd kunnen zijn als in gebruik (“used”), terwijl ze feitelijk alweer beschikbaar (“free”) zijn. `fsck(8)` herkent deze situatie en stelt dergelijke vrij te maken bronnen opnieuw beschikbaar. Het is volkomen veilig om na een crash te negeren dat het bestandssysteem niet schoon is en het tot aankoppelen te dwingen met `mount -f`. Om niet langer gebruikte bronnen vrij te maken moet later `fsck(8)` uitgevoerd worden. Dit is dan ook het idee achter *background fsck*: op het moment dat het systeem aan het opstarten is, wordt er alleen een *snapshot* van het systeem bewaard. `fsck` kan later uitgevoerd worden. Alle bestandssystemen kunnen “dirty” aangekoppeld worden en het systeem kan gewoon verder opstarten naar meergebruikermodus. Vervolgens zijn er `fscks` gepland die in de achtergrond draaien voor elk bestandssysteem dat niet schoon is en waarmee bezette bronnen vrijgegeven worden. Bestandssystemen die geen gebruik maken van softupdates moeten echter nog steeds gebruik maken van de normale `fsck` in de voorgrond.

Het voordeel van softupdates is dat operaties op metagegevens bijna net zo snel zijn als asynchrone updates (dat wil zeggen sneller dan met *logging*, waarbij de metagegevens keer op keer geschreven worden). Nadelen zijn de complexiteit van de code (wat een groter risico op bugs impliceert in een gebied dat bijzonder gevoelig is voor verlies van gebruikersgegevens) en een groter geheugenverbruik. Tevens moet de gebruiker wennen aan enkele eigenaardigheden. Na een crash lijkt de toestand van het bestandssysteem wat “ouder”. In situaties waar de standaard synchrone benadering een aantal lege bestanden zou hebben achtergelaten na `fsck`, is het met softupdates juist zo dat dergelijke bestanden er helemaal niet zijn, omdat de metagegevens of de bestandsinhoud nooit naar de schijf zijn geschreven. Schijfruimte wordt pas vrijgegeven als de bijwerkingen aan metagegevens en inhoudelijke bestandsgegevens weggeschreven zijn, wat mogelijk pas enige tijd na het uitvoeren van `rm` plaatsvindt. Dit kan problemen veroorzaken als er grote hoeveelheden gegevens naar een bestandssysteem geschreven worden dat onvoldoende vrije ruimte heeft om alle bestanden twee keer te kunnen bevatten (bijvoorbeeld in `/tmp`).

11.13. Fijnafstemming van kernellimieten

11.13.1. Bestandsproceslimieten

11.13.1.1. `kern.maxfiles`

`kern.maxfiles` kan worden verhoogd of verlaagd, afhankelijk van de systeembehoeften. Deze variabele geeft het maximale aantal bestandsdescriptors op een systeem. Als de bestandsdescriptortabel vol is, toont de systeembuffer meerdere malen `file: table is full`, het geen achteraf te zien is met `dmesg`.

Elk geopend bestand, socket of fifo heeft een bestandsdescriptor. Een grote productieserver kan makkelijk enige duizenden bestandsdescriptors nodig hebben, afhankelijk van het soort en aantal diensten die tegelijk draaien.

In oudere versies van FreeBSD werd de standaard waarde van `kern.maxfiles` afgeleid van de optie `maxusers` in het kernelconfiguratiebestand. `kern.maxfiles` groeit evenredig met de waarde van `maxusers`. Als een aangepaste kernel wordt gebouwd, is het een goed idee om deze kerneloptie in te stellen afhankelijk van het gebruikt van een

systeem (maar niet te laag). Hoewel een produktieserver misschien niet 256 gelijktijdige gebruikers heeft, kunnen de benodigde systeembronnen het beste vergeleken worden met een grootschalige webserver.

De optie `maxusers` stelt de grootte van een aantal belangrijke systeemtabellen in. Dit aantal moet ruwweg gelijk zijn aan het aantal gebruikers dat verwacht wordt gelijktijdig van de machine gebruik te maken.

Vanaf FreeBSD 4.5 wordt `kern.maxusers` automatisch ingesteld tijdens het opstarten gebaseerd op de hoeveelheid beschikbare geheugen in het systeem en kan worden vastgesteld tijdens het draaien door te kijken naar de alleen-lezen `sysctl kern.maxusers`. Sommige configuraties hebben grotere of kleinere waarden nodig van `kern.maxusers`, deze kunnen worden gezet als een opstartvariabele. Waardes van 64, 128 en 256 zijn daarin niet ongewoon. We raden aan om niet boven de 256 te gaan tenzij er heel veel bestandsdescriptors benodigd zijn; veel van de aanpasbare waarden die standaard worden bepaald door `kern.maxusers` kunnen individueel worden overschreven tijdens het opstarten en/of tijdens het draaien van het systeem in `/boot/loader.conf` (zie de handleiding `loader.conf(5)` of het bestand `/boot/defaults/loader.conf` voor een paar aanwijzingen) of zoals elders beschreven in dit document. Systemen die ouder zijn dan FreeBSD 4.4 moeten deze waarden instellen via de kerneloptie `config(8) maxusers`.

Voor oudere versies stelt het systeem deze waarde zelf in als deze uitdrukkelijk op 0 is gezet.¹

Als het gewenst is om deze waarde zelf aan te geven, wordt aangeraden om `maxusers` minstens op 4 te zetten, met name als het X Window systeem in gebruik is of als er software gecompileerd wordt. De reden hiervoor is dat de belangrijkste tabel die door `maxusers` ingesteld wordt, het maximum aantal processen is, dat ingesteld wordt op $20 + 16 * \text{maxusers}$, dus als `maxusers` op 1 ingesteld wordt, zijn er maar 36 gelijktijdige processen mogelijk, inclusief de ongeveer achttien processen die door het systeem tijdens het opstarten start en de ongeveer vijftien processen die waarschijnlijk aangemaakt worden door het opstarten van het X Window systeem. Zelfs een eenvoudige taak als het afbeelden van een hulppagina start negen processen op om de pagina te filteren, te decomprimeren en af te beelden. Als `maxusers` op 64 ingesteld wordt, zijn er 1044 gelijktijdige processen mogelijk, wat genoeg moet zijn voor bijna alle soorten gebruik. Als echter de gevreesde fout `proc table full` verschijnt als er geprobeerd wordt om een programma op te starten of als er een server gedraaid wordt met een groot aantal gelijktijdige gebruikers, zoals `ftp.FreeBSD.org`, kan het getal altijd verhoogd worden en kan de kernel opnieuw gebouwd worden.

Opmerking: `maxusers` stelt *geen* grens aan het aantal gebruikers dat zich op de machine kan aanmelden. Het stelt gewoon verschillende tabelgroottes in op redelijke waardes, uitgaande van het maximum aantal gebruikers dat waarschijnlijk de machine gebruikt en van het aantal processen dat elk van deze gebruikers zal draaien. Een sleutelwoord dat *wel* het aantal gelijktijdige aanmeldingen op afstand en X-terminalvensters begrensd is `pseudo-device pty 16`. In FreeBSD 5.X kan dit getal genegeerd worden omdat daar het stuurprogramma `pty(4)` "auto-cloning" is. Er kan eenvoudig gebruik worden gemaakt van de regel `device pty` in het instellingenbestand.

11.13.1.2. kern.ipc.somaxconn

De `sysctl`-variabele `kern.ipc.somaxconn` bepaalt de grootte van de luisterwachtrij voor het accepteren van nieuwe TCP-verbindingen. De standaardwaarde van 128 is meestal te laag voor robuuste behandeling van nieuwe verbindingen in een zwaarbeladen webserveromgeving. Voor zulke omgevingen wordt aangeraden deze waarde te verhogen tot 1024 of hoger. De dienstdaemon beperkt misschien zelf de luisterwachtrij (bijvoorbeeld `sendmail(8)` of **Apache**), maar heeft vaak een mogelijkheid in een configuratiebestand de wachtrijgrootte aan te passen. Grote luisterwachtrijen zijn ook beter in het ontwijken van Ontzegging van Dienst (DoS) aanvallen.

11.13.2. Netwerkbeperingen

De kerneloptie `NMBCLUSTERS` bepaalt het aantal netwerk-Mbufs dat beschikbaar is voor een systeem. Een veel bezochte server met een laag aantal Mbufs beperkt de mogelijkheden van FreeBSD. Elk cluster staat voor ongeveer 2 K geheugen, dus een waarde van 1024 stelt 2 megabyte aan kernelgeheugen voor, dat is gereserveerd voor netwerkbuffers. Een simpele berekening geeft aan hoeveel er nodig is. Stel dat een webserver met een maximum van 1000 simultane verbindingen voor elke verbinding 16 K aan ontvangstnetwerkbuffers en 16 K aan zendbuffers kost, dan is ongeveer 32 MB aan netbuffers nodig voor de webserver. Een goede vuistregel is te vermenigvuldigen met twee, dus $2 \times 32 \text{ MB} / 2 \text{ KB} = 64 \text{ MB} / 2 \text{ KB} = 32768$. Voor machines met veel geheugen wordt 4096 tot 32768 aangeraden. Er moet in geen geval een arbitrair hoge waarde voor deze sysctl opgegeven worden, want dat kan leiden tot een crash tijdens het opstarten. Met de optie `-m` van `netstat(1)` kan het clustergebruik van het netwerk bekeken worden.

De loaderparameter `kern.ipc.nmbclusters` moet gebruikt worden om dit tijdens het opstarten toe te passen. Alleen voor oudere versies van FreeBSD is het nodig om de kerneloptie `NMBCLUSTERS` te gebruiken.

Voor drukke servers die extensief gebruik maken van de systeemaanroep `sendfile(2)`, kan het nodig zijn het aantal `sendfile(2)`-buffers te verhogen via de kerneloptie `NSFBUFS` of door de waarde in te stellen in `/boot/loader.conf` (in `loader(8)` staan details). Als er in de procestabel processen staan met een status `sfbufa` is dat een algemene indicator dat deze parameter aangepast moet worden. De sysctl-variabele `kern.ipc.nsfbufs` is alleen-lezen en laat zien op welke waarde deze kernelvariabele is ingesteld. Deze parameter schaaft engszins met de variabele `kern.maxusers`, maar het kan nodig zijn om deze bij te stellen.

Belangrijk: Zelfs als een socket als non-blocking gemarkeerd is, dan nog kan het aanroepen van `sendfile(2)` op de non-blocking socket ertoe leiden dat er toch blokkade optreedt totdat er voldoende `struct sf_buf`'s vrijgemaakt zijn.

11.13.2.1. `net.inet.ip.portrange.*`

De sysctl-variabelen `net.inet.ip.portrange.*` bepalen welke reeks poortnummers automatisch gebonden wordt aan TCP- en UDP-sockets. Er zijn drie gebieden: een laag gebied, een (standaard) middengebied en een hoog gebied. De meeste netwerkprogramma's gebruiken het standaardbereik, wat begrensd wordt door `net.inet.ip.portrange.first` en `net.inet.ip.portrange.last` met standaardwaarden van respectievelijk 1024 en 5000. Gebonden poortreeksen worden gebruikt voor uitgaande verbindingen en het is onder bepaalde omstandigheden mogelijk dat poorten op raken. Dit gebeurt meestal in het geval van een zwaar belaste webproxy. Poortbereik is niet van belang als vooral diensten draaien die zich bezighouden met inkomende verbindingen, zoals een normale webserver, of als het aantal uitgaande verbindingen beperkt is, zoals bij een mailrelay. Voor situaties waarin een tekort aan poorten dreigt, wordt aangeraden om `net.inet.ip.portrange.last` bescheiden op te hogen. Een waarde van 10000, 20000 of 30000 is redelijk. Er moet ook rekening met effecten op firewalls gehouden worden als de poortreeks gewijzigd wordt. Sommige firewalls kunnen grote poortreeksen blokkeren, meestal de lagere poorten, en verwachten dat andere systemen hogere poorten gebruiken voor uitgaande verbindingen. Om deze reden wordt het niet aanbevolen om `net.inet.ip.portrange.first` te verlagen.

11.13.2.2. TCP Bandbreedtevertragingsproduct (TCP Bandwidth Delay Product)

De TCP-bandbreedtevertragingsproductlimitatie lijkt op TCP/Vegas in NetBSD. Het kan aangezet worden door de sysctl-variabele `net.inet.tcp.inflight.enable` de waarde 1 te geven. Het systeem tracht dan het

bandbreedtevertragingssprodukt te berekenen voor elke verbinding en beperkt dan de hoeveelheid gegevens in de wachtrij naar het netwerk tot de hoeveelheid die vereist is om maximale doorvoer te kunnen handhaven.

Dit is nuttig bij gebruik van modems, Gigabit Ethernet of zelfs bij WAN-verbindingen met hoge snelheid (of elke andere verbinding met een groot bandbreedtevertragingssprodukt), in het bijzonder als ook windowschaling of een groot verzendwindow gebruikt wordt. Als deze optie aangezet wordt, dient ook `net.inet.tcp.inflight.debug` de waarde 0 te krijgen (geen debugging) en voor productiegebruik kan het instellen van `net.inet.tcp.inflight.min` naar minstens 6144 voordeel opleveren. Het instellen van hoge minima kan effectief het beperken van bandbreedte ondermijnen, afhankelijk van de verbinding. De mogelijkheid tot limitering zorgt ervoor dat de hoeveelheid gegevens die opgebouwd wordt, in tussentijdse route- en switchwachtrijen verlaagd kan worden en tevens kan de hoeveelheid gegevens die opgebouwd wordt in de interfacewachtrij van de lokale host verlaagd worden. Met minder pakketten in wachtrijen kunnen interactieve verbindingen opereren met lagere *Round Trip* tijden, met name over langzame modems. Deze optie gaat alleen over datatransmissie (upload / serverkant) en heeft geen effect gegevensontvangst (download / cliëntkant).

Aanpassen van `net.inet.tcp.inflight.stab` wordt *niet* aangeraden. Deze parameter krijgt standaard een waarde van 20, wat 2 maximale pakketten opgeteld bij de bandbreedtevensterberekening representeert. Het extra venster is nodig om het algoritme stabiel te houden en om de reactietijd bij veranderende omstandigheden te verbeteren, maar het kan ook leiden tot langere pingtijden over langzame verbindingen (zonder het inflight-algoritme kan dit echter nog erger zijn). In dergelijke gevallen kan deze parameter misschien verlaagd worden naar 15, 10 of 5 en misschien moet voor het gewenste effect ook `net.inet.tcp.inflight.min` verlaagd worden (bijvoorbeeld naar 3500). Het verlagen van deze parameters moet pas in laatste instantie overwogen worden.

11.13.3. Virtueel Geheugen

11.13.3.1. kern.maxvnodes

Een vnode is de interne representatie van een bestand of een map. Het verlagen van het aantal beschikbare vnodes voor het besturingssysteem leidt dus tot een daling van schijf-I/O. Normaliter wordt dit door het besturingssysteem afgehandeld en hoeft de instelling niet gewijzigd te worden. In sommige gevallen kan schijf-I/O de beperkende factor zijn en kan het systeem alle beschikbare vnodes in gebruik hebben. Dan dient deze instelling gewijzigd te worden. De hoeveelheid inactief en beschikbaar RAM dient meegenomen te worden in de beslissing.

Het huidige aantal gebruikte vnodes kan als volgt bekeken worden:

```
# sysctl vfs.numvnodes
vfs.numvnodes: 91349
```

Om het maximale aantal vnodes weer te geven:

```
# sysctl kern.maxvnodes
kern.maxvnodes: 100000
```

Als het huidige aantal gebruikte vnodes dicht bij het maximale aantal ligt, is het verstandig om `kern.maxvnodes` op te hogen met 1.000. Ook `vfs.numvnodes` dient in de gaten gehouden te worden. Als de waarde weer tot aan het maximum stijgt, dan moet `kern.maxvnodes` verder opgehoogd worden. Er dient een verschuiving op te treden in het door `top(1)` gerapporteerde geheugengebruik. Er hoort meer geheugen actief te zijn.

11.14. Wisselbestandruimte toevoegen

Hoe goed er ook gepland wordt, soms draait een systeem gewoon niet zoals verwacht. Een oorzaak hiervoor kan een tekort aan wisselbestandruimte zijn. Als blijkt dat er meer wisselbestandruimte nodig is, kan dat eenvoudig. Er zijn drie manieren om de totale ruimte beschikbaar als wisselbestand te vergroten: een nieuwe harde schijf toevoegen, swappen over NFS of een wisselbestand maken op een bestaande (UFS of andere) partitie.

Kijk voor informatie over het beveiligen van het wisselbestand, welke opties hiervoor bestaan, en waarom dit gedaan zou moeten worden in Paragraaf 18.17 van het handboek.

11.14.1. Wisselbestand (partitie) op een nieuwe harde schijf

Dit is natuurlijk de beste manier om de wisselbestandsruimte te vergroten en een goed excuus om een extra harde schijf toe te voegen. Die komt immers altijd wel van pas. In dat geval kan het beste de discussie over wisselbestandruimte in Paragraaf 11.2 nog eens herlezen worden om wat suggesties op te doen over hoe wisselbestandpartitie(s) het beste ingedeeld kunnen worden.

11.14.2. Swappen over NFS

In het algemeen wordt swappen over NFS niet aangeraden behalve als het onmogelijk is om naar een lokale schijf te swappen. NFS-swappen wordt gelimiteerd door de hoeveelheid beschikbare bandbreedte en belast het de NFS-server.

11.14.3. Wisselbestanden

Het is mogelijk om een bestand aan te maken van een bepaalde grootte en dit als swap te gebruiken. In dit voorbeeld wordt een bestand van 64 MB gebruikt, `/usr/swap0`. Uiteraard kan een willekeurige naam gebruikt worden.

Voorbeeld 11-1. Een wisselbestand aanmaken op FreeBSD

1. De kernel moet het stuurprogramma voor de geheugenschijf (md(4)) bevatten. Dat zit standaard in de kernel GENERIC.

```
device md      # Memory "disks"
```
2. Het wisselbestand `/usr/swap0` aanmaken:

```
# dd if=/dev/zero of=/usr/swap0 bs=1024k count=64
```
3. De correcte rechten op `/usr/swap0` instellen:

```
# chmod 0600 /usr/swap0
```
4. Het wisselbestand opnemen in `/etc/rc.conf`:

```
swapfile="/usr/swap0"    # Instellen op naam van wisselbestand als hulpwisselbestand gewenst is
```
5. De machine moet herstart worden of om het wisselbestand direct in te schakelen:

```
# mdconfig -a -t vnode -f /usr/swap0 -u 0 && swapon /dev/md0
```

11.15. Energie- en bronnenbeheer

Het is belangrijk om hardwarebronnen op een efficiënte wijze te benutten. Voordat ACPI geïntroduceerd werd was het lastig en onflexibel om het energieverbruik en de thermische eigenschappen van een systeem te beheersen. De hardware werd beheerst de BIOS en dus had de gebruiker minder controle en zichtbaarheid in de energiebeheerinstellingen. Enige gelimiteerde configuratie was mogelijk via *Advanced Power Management (APM)*. Energie- en bronnenbeheer is een belangrijk onderdeel van moderne machines. Het besturingssysteem moet bijvoorbeeld systeemlimieten in de gaten houden (en mogelijk een SMS sturen of iets dergelijks) als de systeemtemperatuur onverwacht toeneemt.

In dit deel van het FreeBSD handboek wordt uitgebreide informatie verschaft over ACPI. Aan het einde worden referenties geleverd naar meer leesmateriaal.

11.15.1. Wat is ACPI?

Advanced Configuration and Power Interface (ACPI) is een standaard die door een alliantie van producenten geschreven is, met als doel te voorzien in een standaardinterface voor hardwarebronnen- en energiebeheer. Een belangrijk element is dat het meer flexibiliteit en beheersmogelijkheden biedt aan het besturingssysteem (OS). Moderne systemen hebben de limieten van de huidige PNP-interfaces verder opgerekt dan wenselijk en misschien wel mogelijk was. ACPI is de directe opvolger van APM (Advanced Power Management). Centraal is het verleggen van hardwarebeheer en -monitoring naar de OS-laag in plaats van de zeer beperkte BIOS-laag.

11.15.2. Tekortkomingen van APM

Met de *Advanced Power Management (APM)* faciliteit kan het energieverbruik van een systeem geregeld worden op basis van de systeemactiviteit. Het APM-BIOS wordt geleverd door de systeemproducent of -verkoper en het is specifiek voor dat betreffende hardwareplatform. Een APM-stuurprogramma in het besturingssysteem regelt vervolgens de toegang tot de *APM Software Interface*, die het besturen van vermogensniveau mogelijk maakt. APM dient nog steeds gebruikt te worden met systemen die gefabriceerd zijn voor het jaar 2000.

Er zijn vier hoofdproblemen met APM te onderscheiden: ten eerste wordt het energiebeheer verricht door een BIOS (afhankelijk van producent) en het besturingssysteem heeft daar geen kennis van. De gebruiker die idle-time waarden instelt voor een harde schijf in het APM-BIOS is hier een voorbeeld van. Dan zal het BIOS de harde schijf langzamer kunnen laten draaien zonder dat het besturingssysteem de noodzaak ziet of het goedkeurt. Ten tweede: de APM-logica is ingebed in de BIOS, waardoor het buiten het besturingssysteem om opereert. Dit houdt in dat gebruikers problemen met hun APM-BIOS alleen kunnen verhelpen door een nieuw BIOS in het ROM te flashen, wat een gevaarlijke en mogelijk onherstelbare operatie is. Ten derde is APM een producent-specifieke technologie, in de zin dat er altijd een hoge mate van duplicatie zal zijn van al dan niet geslaagde pogingen om het wiel opnieuw uit te vinden en uiteraard ook van bugs. Er is geen enkele garantie dat het wegnemen van een bug door een producent ook een zelfde bug wegneemt bij een concurrent. Tenslotte is het van belang te weten dat de APM-BIOS in het algemeen gewoon te weinig geheugen kon gebruiken om een ingewikkeld energiebeheer te kunnen implementeren. Laat staan dat deze goed aanpasbaar was aan veranderlijke doelstellingen voor de betreffende machine.

Plug-n-play BIOS (PNPBIOS) was in veel situaties onbetrouwbaar. PNPBIOS is 16-bitstechnologie, dus het besturingssysteem moet 16-bit emulatie gebruiken om met PNPBIOS-methoden te kunnen samenwerken.

Het FreeBSD-stuurprogramma APM is gedocumenteerd in `apm(4)`.

11.15.3. ACPI instellen

Het stuurprogramma `acpi.ko` wordt standaard geladen bij het opstarten door de loader(8) en hoeft *niet* gecompileerd te worden. De redenatie is dat er met modules gemakkelijker gewerkt kan worden, bijvoorbeeld een andere `acpi.ko` gebruiken zonder dat er een nieuwe kernel gebouwd moet worden. Dit heeft het voordeel dat testen eenvoudiger is. Een andere reden is dat het opstarten van ACPI nadat een systeem eenmaal volledig opgestart is meestal niet goed werkt. Mocht er hinder ondervonden worden, dan kan ACPI beter uitgeschakeld worden. Dit stuurprogramma kan niet gestopt worden als het eenmaal geladen is, omdat de systeembus het gebruikt voor allerlei interacties met hardware. ACPI kan uitgezet worden door het instellen van `hint.acpi.0.disabled="1"` in `/boot/loader.conf` of in de loader(8) prompt.

Opmerking: ACPI en APM kunnen niet samenleven en moeten afzonderlijk en exclusief gebruikt worden. De laatste die gestart wordt bepaalt of het stuurprogramma de ander wel of niet ziet.

In haar eenvoudigste vorm kan ACPI gebruikt worden om het systeem in slaapmodus te zetten met `acpiconf(8)` met de vlag `-s` en een optie 1-5. De meeste gebruikers hebben alleen 1 of 3 nodig. De optie 5 verricht een “soft-off”, wat hetzelfde is als:

```
# halt -p
```

Andere opties zijn mogelijk via `sysctl(8)`. Zie de handleidingen van `acpi(4)` en `acpiconf(8)` voor meer informatie.

11.16. FreeBSD ACPI gebruiken en debuggen

ACPI is een totaal nieuwe manier om apparaten te ontdekken, om energieverbruik te beheren en om een gestandaardiseerde toegang te bieden tot allerlei apparaten die eerder via het BIOS beheerd werden. Er wordt voortdurend vooruitgang geboekt om ACPI op alle systemen te laten werken, maar bugs in de *ACPI Machine Language* (AML) bytecode van sommige moederborden, onvolledigheden in de subsystemen van de kernel van FreeBSD en bugs in de Intel ACPI-CA interpreter blijven opduiken.

Deze tekst is bedoeld om u te helpen met het bijstaan van de FreeBSD ACPI beheerders met het vinden van de hoofdoorzaken van problemen die u opmerkt en met het debuggen en het vinden van een oplossing.

11.16.1. Debuginformatie aanleveren

Opmerking: Voordat een probleem wordt gemeld, moet het zeker zijn dat de laatste BIOS versie draait en indien beschikbaar de geïntegreerde controller firmware versie.

Diegenen die meteen een probleem willen indienen, sturen de volgende informatie naar `freebsd-acpi@FreeBSD.org` (`mailto:freebsd-acpi@FreeBSD.org`):

- Omschrijving van het foutieve gedrag, inclusief systeemtype en -model en alles wat de fout kan veroorzaken. Als het een nieuw fenomeen is, dan dient ook zo accuraat mogelijk aangegeven te worden wanneer de fout het eerst optrad.

- De uitvoer van `dmesg(8)` van `boot -v`, inclusief foutmeldingen die gegenereerd worden als de fout optreedt.
- De uitvoer van `dmesg(8)` van `boot -v` met ACPI uitgeschakeld, indien het uitzetten van ACPI het probleem oplost.
- Uitvoer van `sysctl hw.acpi`. Dit is tevens een goede manier om uit te vinden welke ACPI-mogelijkheden een systeem heeft.
- Een URL waar de *ACPI Source Language* (ASL) gevonden kan worden. De ASL dient *niet* rechtstreeks naar de lijst gezonden te worden, omdat deze nogal groot kan zijn. Een kopie van een ASL kan gemaakt worden met het volgende commando:

```
# acpidump -dt > naam-systeem.asl
```

(Vervang uw aanmeldnaam door \$NAME en producent/model door \$SYSTEM. Bijvoorbeeld:

```
njl-FooCo6000.asl)
```

De meeste FreeBSD-programmeurs lezen de FreeBSD-CURRENT mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-current>), maar problemen gaan bij voorkeur ook naar `freebsd-acpi` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-acpi>) zodat ze zeker gezien worden. Het kan enige tijd duren voordat er antwoord komt, omdat deze mensen elders ook nog volledige banen hebben. Als de bug niet meteen duidelijk is, komt er waarschijnlijk een verzoek om een PR in te dienen via `send-pr(1)`. Als er een PR moet worden opgesteld, dan dient alle hierboven gevraagde informatie vermeld te worden. Dit helpt om het probleem te kunnen volgen en oplossen. Het sturen van een PR zonder eerst `freebsd-acpi` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-acpi>) te mailen is niet wenselijk, aangezien men PRs gebruikt als herinnering van bestaande problemen, niet als rapportagesysteem. Mogelijk is een probleem al eens door iemand anders gemeld.

11.16.2. Achtergrond

ACPI is aanwezig op alle moderne computers die voldoen aan de ia32 (x86), ia64 (Itanium) of amd64 (AMD) architecturen. De volledige standaard heeft vele mogelijkheden zoals CPU-prestatiebeheer, energiebeheer, thermische zones, diverse batterijsystemen, ingebouwde controllers en busnummering. De meeste systemen implementeren minder dan de volledige standaard. Een desktopsysteem implementeert bijvoorbeeld meestal alleen busnummering, terwijl laptops mogelijk ook koeling- en batterijbeheer ondersteunen. Laptops hebben ook `suspend` en `resume` (slapen en wakker worden) met hun eigen aanverwante complexiteit.

Een ACPI-compliant systeem heeft verscheidene componenten. Het BIOS- en chipsetverkopers bieden verscheidene vaste tabellen aan zoals FADT in het geheugen die zaken als de APIC-afbeelding (gebruikt voor SMP), configuratieregisters, en eenvoudige configuratiewaarden specificeren. Ook wordt er een tabel van bytecode (de *Differentiated System Description Table* of DSDT) geleverd die een op een boomstructuur lijkende namespace biedt voor apparaten en methoden.

Het stuurprogramma ACPI moet de voorgedefinieerde tabellen verwerken, een interpreter voor de bytecode implementeren en apparaatstuurprogramma's en de kernel aanpassen om informatie van het ACPI-subsysteem te accepteren. Intel heeft een interpreter beschikbaar gesteld (ACPI-CA) die door FreeBSD en ook door Linux en NetBSD gebruikt wordt. De ACPI-CA-broncode staat in `src/sys/contrib/dev/acpica`. De lijncode die ACPI-CA laat werken met FreeBSD staat in `src/sys/dev/acpica/Osd`. Stuurprogramma's die verscheidene ACPI-apparaten implementeren staan in `src/sys/dev/acpica`.

11.16.3. Algemene problemen

Wil ACPI goed werken, dan moeten alle onderdelen goed werken. Hieronder staan enkele algemene problemen in volgorde van hoe vaak ze optreden en enkele mogelijke oplossingen of manieren om de problemen te vermijden.

11.16.3.1. Muisproblemen

Soms doet een muis het niet bij het opstarten uit de slaapstand. Een bekend lapmiddel is het toevoegen van `hint.psm.0.flags="0x3000"` aan het bestand `/boot/loader.conf`. Als dat niet werkt, dan wordt aangeraden een bugrapport in te sturen, zoals eerder is beschreven.

11.16.3.2. Suspend/resume

ACPI heeft drie slaapstanden waarbij het geheugen (RAM) wordt ingezet. Dit zijn de STR-toestanden S1-S3, en nog een slaap-met-gebruik-van-harde-schijf toestand (STD) die S4 heet. S5 is “zacht uit” en is de normale status van een systeem als het is aangesloten maar niet is aangezet. S4 kan feitelijk op twee manieren geïmplementeerd worden: S4BIOS is een slaapstand naar schijf met behulp van het BIOS en S4OS wordt volledig door het besturingssysteem geïmplementeerd.

als eerste dienen de `sysctl hw.acpi` items die iets met de slaapstand te maken hebben gecontroleerd te worden. Hieronder staan de resultaten voor een Thinkpad:

```
hw.acpi.supported_sleep_state: S3 S4 S5
hw.acpi.s4bios: 0
```

Dit betekent dat hier `acpicnf -s` gebruikt kan worden om S3, S4OS en S5 te testen. Als `s4bios` gelijk was aan (1), dan zou er S4BIOS ondersteuning zijn in plaats van S4 OS.

Als suspend/resume getest moet worden, dient, indien ondersteund, bij S1 begonnen te worden. Deze toestand heeft de grootste kans om te werken, omdat deze niet veel stuurprogrammaondersteuning vereist. Niemand heeft nog S2 geïmplementeerd, maar het is ongeveer hetzelfde als S1. Daarna wordt S3 getest. Dit is het diepste STR-niveau en heeft uitgebreide ondersteuning van stuurprogramma's nodig om hardware goed opnieuw te kunnen starten. Mochten er blokkades optreden, dan kan naar de `freebsd-acpi` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-acpi>) lijst gemaild worden. Er kan echter geen snelle oplossing verwacht worden, omdat er nog de nodige stuurprogramma's/hardware liggen om getest en bewerkt te worden.

Een veelvoorkomend probleem met suspend/resume is dat veel apparaatstuurprogramma's hun firmware, registers of apparaatgeheugen niet fatsoenlijk opslaan, herstellen, of herinitialiseren. Een eerste poging om het probleem te vinden omvat:

```
# sysctl debug.bootverbose=1
# sysctl debug.acpi.suspend_bounce=1
# acpicnf -s 3
```

Deze test emuleert de suspend/resume-cyclus van alle apparaten zonder daadwerkelijk naar de toestand S3 te gaan. In sommige gevallen kunt u zo eenvoudig problemen vaststellen (bijvoorbeeld het verliezen van de firmware-toestand, timeout van de apparaatwaakhond, en steeds opnieuw iets proberen). Merk op dat het systeem niet werkelijk naar de toestand S3 gaat, wat inhoudt dat apparaten geen spanning verliezen waardoor velen prima zullen werken zelfs als de suspend/resume-methoden geheel ontbreken, dit in tegenstelling tot de echte toestand S3.

Moeilijkere gevallen vereisen aanvullende hardware, dat is een seriële poort/kabel voor de seriële console of een Firewire poort/kabel voor `dcons(4)`, en vaardigheden in het debuggen van de kernel.

Om een probleem te kunnen isoleren helpt het om zoveel mogelijk stuurprogramma's uit de kernel te halen. Als dit werkt, kan er teruggewerkt worden naar het stuurprogramma dat schuldig is aan het falen. Meestal vertonen binaire stuurprogramma's als `nvidia.ko`, X11 beeldschermstuurprogramma's en USB de meeste problemen, terwijl bijvoorbeeld Ethernet-interfaces meestal meteen goed werken. Als de stuurprogramma's zonder problemen geladen en verwijderd kunnen worden, dan is dit te automatiseren door de juiste commando's in `/etc/rc.suspend` en `/etc/rc.resume` te zetten. Er staat een voorbeeld (achter commentaartekens) voor het laden en verwijderen van een stuurprogramma. Als het beeldscherm er na wakker worden vreemd uitziet, kan geprobeerd worden `hw.acpi.reset_video` op nul te zetten. Met langere of kortere waarden voor `hw.acpi.sleep_delay` kan bekeken worden of dat helpt.

In geval van problemen is het ook een optie om een recente Linux distributie met ondersteuning voor ACPI support te starten en daarvan de suspend/resume ondersteuning op dezelfde hardware uit te proberen. Als het werkt met Linux, dan is het waarschijnlijk een FreeBSD stuurprogramma-probleem en als het mogelijk is uit te vinden over welk stuurprogramma het gaat, kan dat bijdragen aan het oplossen van het probleem. ACPI houdt zich in het algemeen niet bezig met andere stuurprogramma's zoals geluid, ATA, enzovoort. Als er dus een echt probleem met een stuurprogramma is, dan is waarschijnlijk uiteindelijk ook nodig naar de `freebsd-current` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-current>) lijst te posten en naar de beheerder van het stuurprogramma. Voor degenen met moed is het vooral aan te raden een paar `printf(3)`s in problematische stukken van een stuurprogramma te plaatsen voor debugging om na te gaan waar de resumefunctie precies hangt.

Tot slot kan geprobeerd worden om ACPI uit te zetten en in plaats daarvan APM aan te zetten. Als suspend/resume werkt met APM, is het wellicht verstandig het daarbij te houden, vooral met wat oudere apparatuur (voor 2000). Producenten hebben nogal wat tijd nodig gehad om ACPI ondersteuning goed te krijgen en voor oudere hardware is het waarschijnlijker dat er BIOS-problemen zijn met ACPI.

11.16.3.3. Systeem hangt (tijdelijk of permanent)

Meestal is het hangen van het systeem het gevolg van verloren interrupts of een interruptstorm. Chipsets kunnen een heleboel problemen hebben, afhankelijk van hoe het BIOS interrupts instelt voor het opstarten, of de APIC (MADT) tabel correct is en de routing van het *System Control Interrupt* (SCI).

Interruptstorms kunnen onderscheiden worden van verloren geraakte interrupts door de uitvoer van `vmstat -i` te controleren en de regel met `acpi0` goed te lezen. Als de teller in toenemende mate hoger staat dan enkele per seconde, dan is sprake van een interruptstorm. Als het systeem lijkt te hangen, is het wellicht nog mogelijk door te dringen tot de DDB (**CTRL+ALT+ESC**) en `show interrupts` uit te voeren.

De beste hoop in geval van interruptproblemen is om APIC-ondersteuning uit te zetten met `hint.apic.0.disabled="1"` in `loader.conf`.

11.16.3.4. Panics

Panics zijn relatief zeldzaam met ACPI en krijgen de hoogste prioriteit bij het oplossen. Eerst moeten de verschillende gebeurtenissen waarmee de panic (als mogelijk) te reproduceren is geïsoleerd worden en moet een backtrace gemaakt worden. `options DDB` dient aangezet te worden en er dient een seriële console (Paragraaf 26.6.5.3) of een `dump(8)` partitie te komen. In DDB is een backtrace te maken met `tr`. Als de backtrace handmatig opgeschreven moet worden, is het belangrijk dat in ieder geval de bovenste en onderste vijf (5) regels van de backtrace genoteerd worden.

Daarna dient getracht te worden het systeem te starten zonder ACPI. Als dat werkt, is het ACPI-subsysteem geïsoleerd en kunnen de verschillende `debug.acpi.disable`-waarden uitgeprobeerd worden. In `acpi(4)` staan

enkele voorbeelden.

11.16.3.5. Systeem slaat aan na slaapstand of stop

`hw.acpi.disable_on_poweroff="0"` kan uitgezet worden in `loader.conf(5)`. Hierdoor schakelt ACPI bepaalde gebeurtenissen tijdens het afsluitproces niet uit. Om dezelfde redenen moeten sommige systemen deze waarde altijd op 1 (standaard) hebben staan. In het algemeen lost dit een probleem op waarbij een systeem spontaan weer opkomt nadat het in slaapstand is gezet of geheel gestopt is.

11.16.3.6. Overige problemen

Als er nog andere problemen zijn met ACPI (met een docking station of apparaten niet gedetecteerd, enzovoort), dan kan een mail met beschrijving naar de mailinglijst gezonden worden. Sommige zaken kunnen echter gerelateerd zijn aan delen van het ACPI-subsysteem die nog niet af zijn, dus het kan in sommige gevallen een tijd duren. Gebruikers moeten soms geduld en de bereidheid om eventuele patches uit te proberen hebben.

11.16.4. ASL, `acpidump` en `IASL`

Het grootste probleem is dat BIOS-producenten vaak incorrecte (of gewoon foutieve) bytecode leveren. Dit blijkt doorgaans uit kernelboodschappen als:

```
ACPI-1287: *** Error: Method execution failed [\\_SB_.PCI0.LPC0.FIGD._STA] \\
(Node 0xc3f6d160), AE_NOT_FOUND
```

Vaak kunnen dergelijke problemen geoplost worden door de BIOS bij te werken tot de laatste revisie. De meeste consoleberichten zijn onschuldig, maar als er andere problemen zijn, zoals batterijstatus die niet werkt, dan ligt het voor de hand te zoeken naar problemen in de AML-code. De bytecode die AML genoemd wordt, wordt gecompileerd van een broncodetaal ASL. Deze staat weer in een tabel DSDT. Met `acpidump(8)` kan een kopie van de ASL gemaakt worden. Dan moeten zowel de opties `-t` (laat inhoud van vaste tabellen zien) als `-d` (disassembleer AML naar ASL) gebruikt worden. In Debuginformatie aanleveren staat een voorbeeld.

De eenvoudigste eerste controle is de ASL-code opnieuw compileren en kijken of er foutmeldingen optreden. Waarschuwingen kunnen doorgaans genegeerd worden, maar fouten zijn bugs die er meestal toe leiden dat ACPI niet correct werkt. Om ASL te hercompileren:

```
# iasl eigen.asl
```

11.16.5. ASL repareren

Op langere termijn is het de bedoeling dat voor vrijwel elke machine ACPI werkt zonder enig ingrijpen van de gebruiker. Op dit moment wordt er echter nog gewerkt aan oplossingen voor veel voorkomende vergissingen die BIOS-producenten maken. De Microsoft interpreter (`acpi.sys` en `acpiec.sys`) controleert niet strikt of het BIOS volledig aan de standaard voldoet, waardoor het voorkomt dat BIOS-makers die alleen testen onder Windows bepaalde fouten in hun ASL nooit correct repareren. FreeBSD hoopt door te gaan met de identificatie en documentatie van welk niet-standaard gedrag precies wordt toegelaten door Microsoft's interpreter en te dit te repliceren zodat FreeBSD kan werken zonder dat gebruikers zich gedwongen zien om de ASL te repareren. Als een

tijdelijke oplossing en om te helpen met het in kaart brengen van bepaald gedrag, kan de ASL handmatig gerepareerd worden. Mocht dit lukken, dan wordt erop aangedrongen een diff(1) van de oude en de nieuwe ASL te mailen, zodat het foutieve gedrag mogelijk in ACPI-CA kan worden verwerkt, waardoor andere gebruikers niet meer handmatig met hun ASL aan de gang hoeven.

Hieronder staat een lijst algemene foutmeldingen, hun oorzaken en hoe ze op te lossen:

11.16.5.1. _OS afhankelijkheden

Sommige AMLs gaan ervan uit dat de wereld enkel bestaat uit Windows versies. FreeBSD kan zich voordoen als elk OS om te kijken of dit problemen oplost. Een gemakkelijke manier om dit te doen is `hw.acpi.osname="Windows 2001"` in te stellen in `/boot/loader.conf` of andere gelijksoortige strings die in een ASL staan.

11.16.5.2. Ontbrekende return-opdrachten

Sommige methoden hebben geen specifieke returnwaarde, zoals wel vereist wordt door de standaard. Hoewel ACPI-CA hier niets mee doet, heeft FreeBSD de mogelijkheid tot impliciete returns. Er kunnen ook expliciete return-opdrachten toegevoegd worden waar vereist, als het bekend is welke waarden teruggevoerd moeten worden. Om `iasl` te dwingen tot compilatie van ASL kan de schakeloptie `-f` gebruikt worden.

11.16.5.3. De standaard AML aanpassen

Nadat `eigen.asl` aangepast is, kan deze als volgt gecompileerd worden:

```
# iasl eigen.asl
```

Met de optie `-f` is af te dwingen dat de AML gemaakt wordt, zelfs als er compileerfouten optreden. Sommige fouten (zoals ontbrekende return-opdrachten) worden automatisch opgelost door de interpreter.

`DSDT.aml` is de standaardnaam voor het bestand dat door `iasl` wordt geproduceerd. Dit is in plaats van de foutieve versie uit het BIOS (die nog steeds aanwezig is in het flashgeneugen) te laden door `/boot/loader.conf` als volgt te wijzigen:

```
acpi_dsdt_load="YES"
acpi_dsdt_name="/boot/DSDT.aml"
```

`DSDT.aml` moet in de map `/boot` staan.

11.16.6. Debuguitvoer van ACPI verkrijgen

Het stuurprogramma ACPI heeft een zeer flexibele debugfaciliteit. Er kan zowel een verzameling van subsystemen aangegeven worden als het niveau van uitvoerigheid. De te debuggen subsystemen worden aangegeven als lagen ("layers") en zijn opgedeeld in ACPI-CA-componenten (`ACPI_ALL_COMPONENTS`) en ACPI-hardware-ondersteuning (`ACPI_ALL_DRIVERS`). De uitvoerigheid van debuguitvoer wordt aangegeven als het niveau ("level") en gaat van `CPI_LV_ERROR` (alleen fouten rapporteren) tot `ACPI_LV_VERBOSE` (alles). Het niveau is een bitmasker en dus kunnen er meerdere opties tegelijk ingeschakeld worden (gescheiden door spaties). In de praktijk wordt wellicht een seriële console gebruikt om de uitvoer te loggen als deze zo omvangrijk is dat de

console berichtbuffer vol loopt (misschien wel meerdere keren). Een complete lijst van de individuele lagen en niveaus staat in `acpi(4)`.

Debuguitvoer staat standaard niet aan. Door `options ACPI_DEBUG` toe te voegen aan het bestand met kernelinstellingen als ACPI als de kernel is gebouwd, wordt het ingeschakeld. Door `ACPI_DEBUG=1` toe te voegen aan `/etc/make.conf` wordt het systeembreed ingeschakeld. Als ACPI als module wordt gebruikt (de normale situatie), dan hoeft slechts de module `acpi.ko` opnieuw gecompileerd te worden:

```
# cd /sys/modules/acpi/acpi
&& make clean &&
make ACPI_DEBUG=1
```

`acpi.ko` moet in `/boot/kernel` komen te staan en de gewenste debuglaag en het gewenste niveau van uitvoerigheid dienen toegevoegd te worden aan `loader.conf`. Hieronder een voorbeeld waarmee debuguitvoer wordt aangezet voor alle ACPI-CA-componenten en alle ACPI-hardware-stuurprogramma's (CPU, LID, enzovoort). Het niveau van uitvoerigheid is het laagst mogelijke. Er worden alleen fouten gemeld.

```
debug.acpi.layer="ACPI_ALL_COMPONENTS ACPI_ALL_DRIVERS"
debug.acpi.level="ACPI_LV_ERROR"
```

Als de gezochte informatie wordt veroorzaakt door een specifieke gebeurtenis (bijvoorbeeld in en uit slaapstand gaan), dan kunnen wijzigingen aan `loader.conf` achterwege blijven en in plaats daarvan kan `sysctl` gebruikt worden om laag en niveau in te stellen na het opstarten en zo het systeem voor te bereiden op die specifieke gebeurtenis. De `sysctls` hebben dezelfde namen als de parameters in `loader.conf`.

11.16.7. Verwijzingen

Meer informatie over ACPI staat op de volgende locaties:

- De FreeBSD ACPI mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-acpi>)
- De ACPI mailinglijst archieven (<http://lists.freebsd.org/pipermail/freebsd-acpi/>)
- De oude ACPI mailinglijst archieven (<http://home.jp.FreeBSD.org/mail-list/acpi-jp/>)
- De ACPI 2.0 specificatie (<http://acpi.info/spec.htm>)
- FreeBSD Handleidingen: `acpi(4)`, `acpi_thermal(4)`, `acpidump(8)`, `iasl(8)`, `acpidb(8)`
- DSDT debugging informatie (http://www.cpqlinux.com/acpi-howto.html#fix_broken_dsdt). (Gebruikt Compaq als voorbeeld, maar van algemeen nut).

Noten

1. Het auto-tuning-algoritme stelt `maxusers` in afhankelijk van de hoeveelheid geheugen in het systeem, met een minimum van 32 en een maximum van 384.

Hoofdstuk 12.

Het FreeBSD opstartproces

12.1. Overzicht

Het proces van het starten van de computer en het laden van het besturingssysteem wordt het “bootstrapproces” of simpelweg “booten” genoemd. Het FreeBSD opstartproces levert een grote mate van flexibiliteit doordat gewijzigd kan worden wat er gebeurt als het systeem start en geeft de mogelijkheid om te kiezen uit verschillende geïnstalleerde besturingssystemen op dezelfde computer of zelfs verschillende versies van hetzelfde besturingssysteem of geïnstalleerde kernel.

Dit hoofdstuk geeft gedetailleerde informatie over instellingen die gebruikt kunnen worden en hoe het FreeBSD opstartproces veranderd kan worden. Dit omvat alles wat er gebeurt totdat de FreeBSD kernel wordt geladen, gezocht heeft naar apparaten en `init(8)` start. Dit vindt plaats als tijdens het booten de tekstkleur verandert van helder wit naar grijs.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Wat de onderdelen zijn van het FreeBSD bootstrap-systeem en hoe zij onderling communiceren;
- De opties die meegegeven kunnen worden aan de componenten in de bootstrap om het proces te sturen;
- Meer over `device.hints(5)`;

Alleen voor x86: Dit hoofdstuk beschrijft alleen het opstartproces van FreeBSD dat draait op een Intel x86 systeem.

12.2. Het bootprobleem

Het aanzetten van een computer en het starten van het besturingssysteem zorgt voor een interessant dilemma. Vast staat dat een computer niet weet wat hij moet doen totdat het besturingssysteem gestart is. Daar valt ook het starten van programma's op schijf onder. Dus als een computer geen programma van schijf kan starten zonder besturingssysteem en het besturingssysteem staat op schijf, hoe wordt het besturingssysteem dan gestart?

Dit is een gelijksoortig probleem als dat in het boek *De avonturen van Baron von Münchhausen*. Iemand is in een put gevallen en heeft zichzelf eruit gehaald door zijn laarsriempjes (bootstraps) vast te pakken en zich op te trekken. In het begin van het computertijdperk is de term *bootstrap* gegeven aan het mechanisme dat het besturingssysteem laadt. Later werd dit afgekort tot “booten”.

Op x86 machines is het Basis Input/Output Systeem (BIOS) verantwoordelijk voor het laden van het besturingssysteem. Om dit te doen zoekt het BIOS op de harde schijf naar het Master Boot Record (MBR), dat op een vaste plek op de schijf staat. Het BIOS heeft voldoende kennis om het MBR te starten en gaat er vanuit dat de

MBR de rest van de taken uitvoert die nodig zijn om het besturingssysteem te kunnen laden, mogelijk met hulp van het BIOS.

Aan de code binnen de MBR wordt meestal gerefereerd als een *bootmanager*, in het bijzonder als die interactie heeft met een gebruiker. In dit geval heeft de bootmanager meestal meer code in de eerste *track* van een schijf binnen het bestandssysteem van een besturingssysteem. Een bootmanager wordt soms ook *boot loader* genoemd, maar FreeBSD gebruikt die term voor een later stadium van het starten. Populaire bootmanagers zijn onder andere **boot0** (ook bekend als **Boot Easy**, de standaard FreeBSD bootmanager), **Grub**, **GAG** en **LILLO** (alleen **boot0** past binnen de MBR.)

Als er maar één besturingssysteem en een schijf geïnstalleerd is, voldoet een standaard PC MBR. Dit MBR zoekt naar de eerste opstartbare (alias actieve) slice op schijf en start de code op deze slice om de rest van het besturingssysteem te laden. De MBR die standaard door fdisk(8) wordt geïnstalleerd is zo'n MBR. Die is gebaseerd op `/boot/mbr`.

Indien er meerdere besturingssystemen op schijven staan, kan er een andere bootmanager geïnstalleerd worden, een die een lijst toont met verschillende besturingssystemen en de mogelijkheid geeft om er één te kiezen dat opgestart moet worden. In de volgende paragrafen worden er twee beschreven.

Het resterende deel van het FreeBSD bootstrap-systeem is verdeeld in drie fases. De eerste fase wordt gestart door het MBR, dat net voldoende informatie heeft om de computer in een bepaalde toestand te zetten en de tweede fase te starten. De tweede fase kan net iets meer doen voordat hij de derde fase start. De derde fase voltooit het laden van het besturingssysteem. Dit proces is verdeeld in drie fases omdat de PC-standaarden grenzen stellen aan de grootte van programma's die gedraaid kunnen worden in de eerste twee fases van dit proces. Door deze taken aan elkaar te koppelen krijgt FreeBSD een flexibeler laadgedeelte.

Daarna wordt de kernel gestart en begint met het zoeken naar en initialiseren van apparaten. Zodra het kernel-opstartproces klaar is, geeft de kernel de controle over aan het gebruikerproces `init(8)`, dat controleert of de schijven een bruikbare status hebben. Dan start `init(8)` de instellingen op gebruikersniveau die de bestandssystemen mount, de netwerkkaarten instelt voor communicatie met het netwerk en in het algemeen worden de processen gestart die moeten draaien op een FreeBSD systeem bij het opstarten.

12.3. De bootmanager en opstartstadia

12.3.1. De bootmanager

De code in de MBR of bootmanager wordt soms ook wel *stage zero* van het opstartproces genoemd. In dit onderdeel worden twee eerder genoemde bootmanagers beschreven: **boot0** en **LILLO**.

De boot0 bootmanager: De MBR die standaard door de FreeBSD installer of `boot0cfg(8)` wordt geïnstalleerd is gebaseerd op `/boot/boot0`. Het programma **boot0** is erg eenvoudig, omdat MBR maar 446 bytes lang mag zijn vanwege de slicetabel en de `0x55AA` identificatie aan het einde van de MBR. Als de FreeBSD MBR is geïnstalleerd en er staan andere besturingssystemen op een harde schijf, dan is bij het opstarten een scherm te zien dat er ongeveer zo uitziet:

Voorbeeld 12-1. boot0 schermafbeelding

```
F1 DOS
F2 FreeBSD
F3 Linux
```

```
F4 ??
F5 Drive 1
```

```
Default: F2
```

Andere besturingssystemen, Windows in het bijzonder, staan er om bekend dat zij bestaande MBRs overschrijven met die van zichzelf. Als dit is gebeurd of als het bestaande MBR vervangen moet worden door het FreeBSD MBR:

```
# fdisk -B -b /boot/boot0 apparaat
```

Waar *apparaat* het apparaat is waar de computer van boot, zoals `ad0` voor de eerste IDE-schijf `ad2` voor de eerste IDE-schijf op de tweede IDE-controller, `da0` voor de eerste SCSI-schijf, enzovoort. Als het wenselijk is een aangepaste instelling te gebruiken voor de MBR, dan kan `boot0cfg(8)` gebruikt worden.

De LILO bootmanager: Start, om deze bootmanager te installeren zodat er ook FreeBSD mee gestart kan worden, eerst Linux en voeg het volgende toe aan het bestaande instellingenbestand `/etc/lilo.conf`:

```
other=/dev/hdXY
table=/dev/hdX
loader=/boot/chain.b
label=FreeBSD
```

Geef in de bovenstaande regels de primaire partitie en schijf van FreeBSD op met Linux instellingen, waarbij *x* vervangen wordt door de Linux schijfletter en *Y* door het primaire partitienummer van Linux. Wijzig bij gebruik van een SCSI-schijf `/dev/hd` in iets als `/dev/sd`. De regel `loader=/boot/chain.b` kan achterwege blijven als de besturingssystemen op dezelfde schijf staan. Voer daarna `/sbin/lilo -v` uit om de wijzigingen vast te leggen. Controleer het vastleggen door controle van de schermberichten.

12.3.2. Fase één /boot/boot1 en fase twee /boot/boot2

Conceptueel zijn de eerste en tweede fase onderdeel van hetzelfde programma op hetzelfde stukje schijf. Door ruimtebeperkingen zijn ze in twee stukken gesplitst. Ze worden echter altijd samen geïnstalleerd. Ze worden gekopieerd uit het gecombineerde bestand `/boot/boot` door het installatieprogramma of **bsdlabel** (zie verderop).

Ze staan buiten bestandssystemen in de eerste track van de opstartslice, beginnend bij de eerste sector. Dit is waar `boot0` en iedere andere bootmanager een programma verwacht om door te gaan met het opstartproces. Het aantal gebruikte sectoren kan eenvoudig bepaald worden uit de grootte van `/boot/boot`.

`boot1` is erg simpel omdat dit slechts 512 bytes groot kan zijn en net genoeg weet over het FreeBSD *bsdlabel*, dat informatie bevat over de slice om `boot2` te vinden en te starten.

`boot2` is iets verfijnder en begrijpt het FreeBSD bestandssysteem genoeg om er bestanden op te vinden en geeft een simpele interface om de kernel of loader te kiezen die gestart moet worden.

`boot2` start meestal de loader, doordat deze veel slimmer is en gebruikersvriendelijke opstartinstellingen heeft. Voorheen was het zijn taak direct de kernel te starten.

Voorbeeld 12-2. boot2 schermafbeelding

```
>> FreeBSD/i386 BOOT
Default: 0:ad(0,a)/boot/loader
boot:
```


Als ooit eens de geïnstalleerde `boot1` en `boot2` vervangen moeten worden kan dat met `bsdlabel(8)`:

```
# bsdlabel -B schijfslice
```

In het voorbeeld hierboven is `schijfslice` de schijf en slice waarvan opgestart wordt, zoals `ad0s1` voor de eerste slice op de eerste IDE-schijf.

Gevaarlijk toegewijde modus Als alleen een schijfnaam als `ad0` gebruikt wordt in `bsdlabel(8)` wordt er een een gevaarlijk toegewijde schijf zonder slices gemaakt. Dit is niet aan te raden en daarom wordt aangeraden voor het uitvoeren van `bsdlabel(8)` de commandoregel nog een keer te controleren voordat er op **Return** wordt gedrukt.

12.3.3. Fase drie, `/boot/loader`

De loader is de laatste fase van de drietraps-bootstrap en deze bevindt zich op het bestandssysteem, meestal als `/boot/loader`.

De loader is bedoeld als een gebruikersvriendelijke manier voor de instelling, door gebruik te maken van een makkelijke commandoverzameling, gesteund door een krachtige vertaler met een wat complexere commandoverzameling.

12.3.3.1. Loader programmaverloop

Tijdens de start zoekt de loader naar een console en schijven en kijkt van welke schijf er opgestart wordt. Variabelen worden hiernaar gezet en er wordt een vertaler gestart zodat gebruikercommando's interactief of via een script kunnen worden doorgegeven.

Dan leest de loader `/boot/loader.rc`, die dan standaard `/boot/defaults/loader.conf` leest. Deze plaatst redelijke standaarden in variabelen en leest `/boot/loader.conf` voor lokale wijzigingen op deze variabelen. `loader.rc` reageert op deze variabelen door de geselecteerde modules en kernel te laden.

Als laatste wordt standaard door de loader 10 seconden gewacht op toetsinvoer en als dit niet wordt onderbroken laadt loader de kernel. Als het wel wordt onderbroken krijgt de gebruiker een prompt aangeboden die een eenvoudige commandoverzameling begrijpt. Hier kan de gebruiker variabelen wijzigen, alle modules stoppen en/of starten en uiteindelijk opstarten of herstarten.

12.3.3.2. Ingebouwde loadercommando's

Hieronder worden de meest gebruikte loadercommando's besproken. Een volledige omschrijving van alle beschikbare commando's staat in `loader(8)`.

`autoboot` *seconden*

Gaat door met het opstarten van de kernel als deze niet wordt onderbroken binnen de opgegeven tijd in seconden. Er wordt een aftelproces getoond dat standaard op 10 seconden staat.

`boot [-options] [kernelnaam]`

Start direct de kernel op met de opgegeven opties en naam, indien meegegeven. Het opgeven van een kernelnaam op de opdrachtregel is alleen van toepassing nadat een *unload*-commando is gegeven, anders wordt de kernel die hiervoor was geladen gebruikt.

`boot-conf`

Doorloopt hetzelfde automatische instellen van modules gebaseerd op variabelen zoals ook gebeurt bij het opstarten. Dit is alleen zinnig als eerst *unload* is gebruikt en enkele variabelen zijn gewijzigd, meestal *kernel*.

`help [onderwerp]`

Toont documentatie uit */boot/loader.help*. Als het opgegeven onderwerp *index* is, wordt een lijst met beschikbare onderwerpen getoond.

`include bestandsnaam ...`

Verwerkt het bestand met de opgegeven naam. Het bestand wordt ingelezen en regel voor regel vertaald. Iedere foutmelding stopt direct het *include*-commando.

`load [-t type] bestandsnaam`

Laadt de kernel, kernel-module of bestand van opgegeven type en naam. Ieder argument achter de bestandsnaam wordt doorgegeven aan het bestand.

`ls [-l] [padnaam]`

Toont de lijst bestanden in het opgegeven pad of van de rootmap als geen pad wordt opgegeven. Als *-l* wordt meegegeven wordt ook de bestandsgrootte weergegeven.

`lsdev [-v]`

Toont de lijst met alle apparaten waarvan het mogelijk is om modules te kunnen laden. Als *-v* wordt meegegeven worden meer details getoond.

`lsmod [-v]`

Toont geladen modules. Als *-v* wordt meegegeven worden meer details getoond.

`more bestandsnaam`

Toont de inhoud van het opgegeven bestand met een pauze na iedere *LINES* regels.

`reboot`

Herstart het systeem onmiddellijk.

`set variabele`

`set variabele=waarde`

Vult de omgevingsvariabele van de loader.

`unload`

Verwijdert alle geladen modules.

12.3.3.3. Loader voorbeelden

Hier zijn wat praktische voorbeelden van het gebruik van loader:

- De kernel opstarten in single-user modus:

```
boot -s
```

- De gebruikelijke kernel en modules ontladen om daarna de oude (of een andere) kernel te laden:

```
unload
load kernel.old
```

`kernel.GENERIC` kan gebruikt worden als de algemene kernel die meegeleverd is bij de installatieschijf of `kernel.old` om de vorige geïnstalleerde kernel te gebruiken (als bijvoorbeeld de kernel is vervangen).

Opmerking: Zo worden de bekende modules geladen met een andere kernel:

```
unload
set kernel="kernel.old"
boot-conf
```

- Voor het laden van een kernelinstellingscript (een script dat dingen doet die anders met de hand ingegeven zouden worden):

```
load -t userconfig_script /boot/kernel.conf
```

12.3.3.4. Splash-schermen tijdens het opstarten

Het splash-scherf creëert een visueel aantrekkelijker scherm in vergelijking met de originele opstartberichten. Dit scherm zal worden afgebeeld totdat een aanmeldprompt op de console verschijnt of een X-scherfbeheerder een aanmeldprompt aanbiedt.

Er zijn twee basisomgevingen beschikbaar in FreeBSD. De eerste is de verouderde standaardomgeving met de opdrachtregel op de virtuele console. Nadat het systeem klaar is met opstarten, wordt er een aanmeldprompt op de console gepresenteerd. De tweede omgeving is de grafische omgeving van het X11 Bureaublad. Nadat X11 en één van de grafische bureaubladomgevingen, zoals **GNOME**, **KDE**, of **XFce** zijn geïnstalleerd, kan het X11-bureaublad worden gestart door het commando `startx` te gebruiken.

Sommige gebruikers verkiezen het grafische aanmeldscherm van X11 boven de traditionele op tekst gebaseerde aanmeldprompt. Schermbeheerders zoals **XDM** voor Xorg, **gdm** voor **GNOME**, en **kdm** voor **KDE** (en anderen van de Portscollectie) bieden in principe een grafisch aanmeldscherm in plaats van de aanmeldprompt op het console. Na succesvol aanmelden bieden ze de gebruiker een grafisch bureaublad.

In de opdrachtregelomgeving zou het splash-scherf alle berichten over aftasten tijdens het opstarten en het starten van taken verbergen voordat het de aanmeldprompt laat zien. In een X11-omgeving zouden gebruikers een visueel overzichtelijkere opstartervaring krijgen dat meer lijkt op wat een gebruiker van een (Microsoft Windows of niet-Unix-systeem) zou ervaren.

12.3.3.4.1. Splash-schermfuncties

De splash-schermfunctie ondersteunt alleen 256-kleuren-bitmaps (.bmp) of ZSoft PCX (.pcx) bestanden. Verder moeten de splash-afbeeldingsbestanden een resolutie van 320 bij 200 pixels of minder hebben om op de standaard VGA-adapters te werken.

Activeer de VESA-ondersteuning die in FreeBSD zit om grotere afbeeldingen, tot de maximale resolutie van 1024 bij 768 pixels, te gebruiken. Dit kan worden aangezet door de VESA-module tijdens het opstarten van het systeem te laden, of door de kernelconfiguratieoptie `VESA` toe te voegen en een eigen kernel te bouwen (zie Hoofdstuk 8). De ondersteuning voor VESA geeft gebruikers de mogelijkheid om een splash-schermafbeelding af te beelden dat het hele scherm vult.

Zolang het splash-schermbord wordt afgebeeld tijdens het opstartproces, kan het ten alle tijden worden uitgezet door op een toetsenbordtoets te drukken.

Het splash-schermbord is standaard ook een schermbeveiliging buiten X11. Na een periode van inactiviteit zal het scherm in het splash-schermbord veranderen en herhaald door stappen van het veranderen van de intensiteit van de afbeelding lopen, van helder tot zeer donker. Dit standaardgedrag van het splash-schermbord (schermbeveiliging) kan overruled worden door een regel met `saver=` toe te voegen aan `/etc/rc.conf`. De optie `saver=` heeft verschillende ingebouwde schermbeveiligingen om uit te kiezen, de volledige lijst staat in de handleidingpagina `splash(4)`. De standaard schermbeveiliging heet "warp". Merk op dat de optie `saver=` die in `/etc/rc.conf` is gespecificeerd alleen betrekking heeft op virtuele consoles. Het heeft geen effect op X11-schermbordbeheerders.

Enkele meldingen van de bootloader, inclusief de opties van het opstartmenu en een getimede wachtende aftelprompt worden afgebeeld tijdens het opstarten, zelfs als het splash-schermbord aanstaat.

Voorbeelden van splash-schermen kunnen gedownload worden van de galerij op <http://artwork.freebsdgr.org/> (<http://artwork.freebsdgr.org/node/3/>). Door de port `sysutils/bsd-splash-changer` te installeren, kunnen de splash-afbeeldingen willekeurig elke keer dat er wordt opgestart uit een verzameling worden gekozen.

12.3.3.4.2. De splash-schermfunctie aanzetten

Het splash-schermbordbestand (.bmp of .pcx) moet op de rootpartitie staan, bijvoorbeeld in de map `/boot`.

Bewerk voor de standaard resolutie van het opstartscherm (256 kleuren, 320 bij 200 pixels, of minder) `/boot/loader.conf` zodat het het volgende bevat:

```
splash_bmp_load="YES"
bitmap_load="YES"
bitmap_name="/boot/splash.bmp"
```

Bewerk voor grotere videoresoluties tot maximaal 1024 bij 768 pixels `/boot/loader.conf` zodat het het volgende bevat:

```
vesa_load="YES"
splash_bmp_load="YES"
bitmap_load="YES"
bitmap_name="/boot/splash.bmp"
```

Het bovenstaande neemt aan dat `/boot/splash.bmp` voor het splash-schermbord wordt gebruikt. Wanneer een PCX-bestand gewenst is, dienen de volgende opdrachten gebruikt te worden, en afhankelijk van de resolutie de regel `vesa_load="YES"`.

```
splash_pcx_load="YES"
```

```
bitmap_load="YES"
bitmap_name="/boot/splash.pcx"
```

De bestandsnaam is niet beperkt tot “splash” zoals in het bovenstaande voorbeeld. Het kan van alles zijn zolang het van het type BMP of PCX is, zoals *splash_640x400.bmp* of *blue_wave.pcx*.

Enkele andere interessante opties voor `loader.conf`:

```
beastie_disable="YES"
```

Dit zal het menu met opstartopties niet weergeven, maar de getimedede wachtende aftelprompt zal nog steeds aanwezig zijn. Zelfs zonder dat het menu met opstartopties wordt afgebeeld, zal het invoeren van een optie in de getimedede wachtende aftelprompt de actie van de overeenkomstige opstartoptie uitvoeren.

```
loader_logo="beastie"
```

Dit zal de standaardwoorden “FreeBSD”, welke rechts van het menu met opstartopties worden afgebeeld vervangen door het gekleurde beastie-logo zoals vroegere uitgaven die hadden.

Raadpleeg voor meer informatie de handleidingpagina’s `splash(4)`, `loader.conf(5)`, en `vga(4)`.

12.4. Interactie met de kernel tijdens opstarten

Zodra de kernel is geladen door de loader (zoals gewoonlijk) of door `boot2` (zonder de loader), wordt er als ze er zijn gekeken naar de opstartvlaggen en wordt het gedrag zo nodig aangepast.

12.4.1. Opstartvlaggen kernel

De meest voorkomende opstartvlaggen:

-a

Vraag tijdens de opstart van de kernel om het apparaat dat gemount moet worden als root bestandssysteem.

-C

Boot van cd-rom.

-c

Start UserConfig om instellingen te maken voor de kernel tijdens het opstarten.

-s

Start naar single-user modus.

-v

Geef meer tekst en uitleg tijdens het opstarten van de kernel.

Opmerking: In `boot(8)` staan alle bootvlaggen beschreven.

12.5. Device hints

Tijdens het opstarten van het systeem leest de boot loader(8) het bestand `device.hints(5)`. Dit bestand slaat opstartinformatie voor de kernel op in variabelen, ook wel “device hints”. Deze “device hints” worden door stuurprogramma’s gebruikt voor instelling van apparaten.

Device hints kunnen ook bij het Fase drie, `/boot/loader` prompt ingevoerd worden. Variabelen kunnen toegevoegd worden met behulp van `set`, verwijderd worden met `unset` en bekeken worden met `show`. Variabelen uit `/boot/device.hints` kunnen hier ook herroepen worden. Device hints die ingevoerd zijn bij de boot loader zijn niet permanent en zijn bij de volgende boot niet meer aanwezig.

Zodra het systeem opgestart is, kan `kenv(1)` gebruikt worden om alle variabelen te bekijken.

De schrijfwijze voor `/boot/device.hints` is één variabele per regel. Het standaard hekje “#” wordt gebruikt voor commentaar. Regels worden als volgt opgebouwd:

```
hint.driver.unit.keyword="waarde"
```

De syntaxis voor de Fase 3 bootloader is:

```
set hint.driver.unit.keyword=waarde
```

`driver` is de naam van het apparaatstuurprogramma, `unit` is het apparaatnummer van het stuurprogramma en `keyword` is het hint-sleutelwoord. Dit sleutelwoord kan uit de volgende opties bestaan:

- `at`: beschrijft de bus waarop het apparaat is aangesloten.
- `port`: beschrijft het startadres van de I/O die gebruikt wordt.
- `irq`: beschrijft het interrupt request nummer dat gebruikt wordt.
- `drq`: beschrijft het DMA kanaalnummer.
- `maddr`: beschrijft het fysieke geheugenadres dat gebruikt wordt door het apparaat.
- `flags`: zet verschillende vlagbits voor het apparaat.
- `disabled`: is 1 als het apparaat is uitgezet.

Apparaatstuurprogramma’s kunnen hints die hier niet genoemd zijn accepteren (of eisen). Zie hiervoor de betreffende handleiding: `device.hints(5)`, `kenv(1)`, `loader.conf(5)` en `loader(8)`.

12.6. Init: start van procesbesturing

Als de kernel klaar is met opstarten geeft die de besturing over aan het gebruikerproces `init(8)`, te vinden in `/sbin/init` of de padnaam die staat in de variabele `init_path` in `loader`.

12.6.1. Automatische herstart

De automatische herstart (“Automatic Reboot Sequence”) controleert of de beschikbare bestandssystemen betrouwbaar zijn. Als dat niet zo is en fsck(8) kan de fouten niet repareren, dan brengt init(8) het systeem terug naar Single-user modus voor de systeembeheerder, die het probleem dan directer kan aanpakken.

12.6.2. Single-user modus

Deze modus kan bereikt worden vanuit de Automatische herstart of door de gebruiker die opstart met de optie `-s` of door de variabele `boot_single` aan te zetten in de loader.

Het kan ook door shutdown(8) te starten zonder de optie reboot (`-r`) of halt (`-h`), vanuit Multi-user modus.

Als het systeem console op insecure staat in `/etc/ttys`, dan vraagt het systeem om het root wachtwoord voordat de single-user modus wordt gestart.

Voorbeeld 12-3. Onveilige console in `/etc/ttys`

```
# name  getty                                type    status      comments
#
# Als de console op "insecure" staat vraagt init om het root wachtwoord
# voor het naar single-user modus gaan.
console none                                unknown off insecure
```

Opmerking: Met een `insecure` console wordt bedoeld dat de fysieke beveiliging van het console niet goed is en dat dat alleen personen die het root wachtwoord kennen naar single-user modus mogen gaan. Het betekent niet dat het console onveilig wordt ingesteld. Als het veilig moet, wordt er dus voor `insecure` gekozen en niet voor `secure`.

12.6.3. Multi-user modus

Als init(8) vindt dat het bestandssysteem in orde is of zodra de gebruiker klaar is in Single-user modus, gaat het systeem over naar multi-user modus, waarin het de resource configuration (broninstellingen) van het systeem start.

12.6.3.1. Bronconfiguratie (rc)

Het broninstellingensysteem leest de standaard instellingen in vanuit `/etc/defaults/rc.conf` en specifieke systeemdetails uit `/etc/rc.conf` en gaat daarna door met het mounten van de bestandssystemen voor het systeem die genoemd worden in `/etc/fstab`, start netwerkdiensten, start andere systeemdaemons en start als laatste de opstartscripts van lokaal geïnstalleerde packages.

rc(8) is een goede referentie voor het broninstellingensysteem. Dat zijn de scripts zelf natuurlijk ook.

12.7. Afsluitvolgorde

Bij een gecontroleerde shutdown met `shutdown(8)` probeert `init(8)` om het script `/etc/rc.shutdown` te starten en daarna aan alle processen het `TERM` signaal te sturen en eventueel het `KILL` signaal aan alle processen die niet op tijd zijn gestopt.

Om een FreeBSD machine uit te zetten die energiebeheer ondersteund, kan het commando `shutdown -p now` gegeven worden om gelijk de stroom af te schakelen. Als er herstart moet worden dan kan `shutdown -r now` gebruikt worden. De gebruiker die dit uitvoert moet wel `root` zijn of lid van de `operator` groep om `shutdown(8)` te mogen gebruiken. `halt(8)` en `reboot(8)` kunnen ook gebruikt worden. Meer informatie is in de betreffende handleidingpagina's te vinden.

Opmerking: Voor energiebeheer is `acpi(4)` ondersteuning in de kernel nodig of via een module die ingeladen moet worden.

Hoofdstuk 13.

Gebruikers en basis accountbeheer

13.1. Overzicht

Met FreeBSD is het mogelijk een computer met meerdere gebruikers tegelijkertijd te gebruiken. Natuurlijk kan er op een zeker moment maar één gebruiker achter het scherm en toetsenbord zitten ¹, maar er kan een groot aantal gebruikers zijn aangemeld via het netwerk om dingen met de computer te doen. Om een systeem te gebruiken moet een gebruiker een account hebben.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- De verschillen tussen de gebruikersaccounts op een FreeBSD systeem;
- Hoe gebruikersaccounts toe te voegen;
- Hoe gebruikersaccounts te verwijderen;
- Hoe eigenschappen van accounts te wijzigen, zoals de volledige naam van de gebruiker of de voorkeursshell;
- Hoe op een per account basis limieten in te stellen om het bronnengebruik van bijvoorbeeld geheugen en processortijd te reguleren voor accounts en accountgroepen;
- Hoe groepen te gebruiken om accountbeheer te vereenvoudigen.

Aangeraden voorkennis:

- Basisbegrip van UNIX en FreeBSD (Hoofdstuk 3).

13.2. Inleiding

Via accounts wordt alle toegang tot een systeem gegeven en alle processen worden door gebruikers gedraaid. Dus gebruikers en accountbeheer zijn van integraal belang op FreeBSD systemen.

Elke account op een FreeBSD systeem heeft een aantal informatieelden waarmee de account geïdentificeerd kan worden.

Gebruikersnaam

De gebruikersnaam, zoals die ingevoerd wordt bij het prompt `login:`. Gebruikersnamen moeten uniek zijn op een computer. Er mogen geen twee gebruikers zijn met dezelfde gebruikersnaam. Er horen een aantal regels bij het maken van geldige gebruikersnamen, die in `passwd(5)` staan beschreven. Gebruikersnamen bestaan gewoonlijk uit acht of minder karakters (geen hoofdletters).

Wachtwoord

Bij ieder account hoort een wachtwoord. Het wachtwoord kan leeg zijn. Er is dan geen wachtwoord nodig om toegang te krijgen tot een systeem. Dit is meestal een slecht idee. Ieder account hoort een wachtwoord te hebben.

Gebruikers ID (UID)

Het UID is een nummer, traditioneel van 0 tot 65535², dat wordt gebruikt om een gebruiker op een systeem uniek te identificeren. Intern gebruikt FreeBSD het UID om gebruikers te identificeren. Voor alle FreeBSD commando's waarin een gebruikersnaam wordt opgegeven, wordt eerst geconverteerd naar het UID voordat ermee gewerkt wordt. Dit betekent dat er verschillende accounts kunnen zijn met andere gebruikersnamen maar met hetzelfde UID. Wat FreeBSD betreft zijn al die accounts één gebruiker. Het is onwaarschijnlijk dat het ooit nodig is deze eigenschap te gebruiken.

Groep ID (GID)

Het GID is een nummer, traditioneel van 0 tot 65535², gebruikt om de primaire groep waartoe een gebruiker behoort, uniek te identificeren. Groepen zijn een methode waarmee toegang tot bronnen beheerst kan worden, gebaseerd op het GID van een gebruiker in plaats van op een UID. Hiermee kan het aantal instellingen in bepaalde bestanden aanzienlijk verkleind worden. Een gebruiker kan lid zijn van meer dan één groep.

Aanmeldklasse

Aanmeldklassen zijn een uitbreiding op het groepenmechanisme waarmee additionele flexibiliteit wordt geboden bij het aanpassen van een systeem op verschillende gebruikers.

Wijzigingstijd wachtwoord

Standaard dwingt FreeBSD gebruikers niet tot het periodiek wijzigen van hun wachtwoord. Dit kan wel per gebruiker afgedwongen worden, zodat sommige of alle gebruikers hun wachtwoord na een bepaalde periode moeten wijzigen.

Verloopdatum account

Standaard verlopen accounts op FreeBSD niet. Als er accounts gemaakt worden waarvan bekend is dat ze maar een beperkte tijd nodig zijn, bijvoorbeeld op een school waar accounts bestaan voor studenten, dan kan er aangegeven worden wanneer een account verloopt. Nadat de verloopdatum is verstreken kan de account niet meer gebruikt worden om aan te melden op een systeem, hoewel de mappen en bestanden van de account nog wel blijven bestaan.

Volledige gebruikersnaam

De gebruikersnaam identificeert de account uniek voor FreeBSD, maar die geeft niet zonder meer de echte naam van de gebruiker weer. Deze informatie kan aan de account gekoppeld worden.

Thuismap

De thuismap is het volledige pad naar een map op een systeem waar de gebruiker start als die aanmeldt op een systeem. Het is de gewoonte dat alle thuismappen voor gebruikers onder `/home/gebruikersnaam` of `/usr/home/gebruikersnaam` staan. Gebruikers slaan hun persoonlijke bestanden op in hun thuismap en in mappen die daaronder worden gemaakt.

Gebruikersshell

De shell biedt een standaardomgeving waarmee gebruikers met een systeem werken. Er zijn vele shells en ervaren gebruikers hebben hun eigen voorkeuren, die hun weerslag kunnen hebben in hun accountinstellingen.

Er zijn drie hoofdtypen accounts: de Superuser, systeemgebruikers en gebruikersaccounts. De Superuser account, die meestal `root` heet, wordt gebruikt om een systeem te beheren zonder beperkingen. Systeemgebruikers kunnen diensten draaien. Tenslotte kunnen gebruikersaccounts gebruikt worden door echte personen, die aanmelden, email lezen, enzovoort.

13.3. De superuser account

De superuser account, die meestal `root` heet, is al ingesteld om gebruikt te worden voor systeembeheer en hoort niet gebruikt te worden voor dagelijkse werkzaamheden, zoals het sturen en ontvangen van email, het verkennen van het systeem of programmeren.

Dit omdat de Superuser, anders dan gewone gebruikersaccounts, zonder beperkingen kan opereren en misbruik van een Superuser account kan resulteren in spectaculaire problemen. Gebruikersaccounts kunnen niet per ongeluk een systeem vernielen, dus het is aan te raden om wanneer maar mogelijk gewone gebruikersaccounts te gebruiken, tenzij de extra privileges noodzakelijk zijn.

Commando's die als superuser worden uitgevoerd dienen altijd twee of drie keer gecontroleerd te worden voordat ze worden uitgevoerd, omdat een extra spatie of een missend karakter kan leiden tot niet terug te draaien dataverlies.

Als het niet al geregeld is, is het dus na het lezen van dit hoofdstuk aan te raden als eerste een gebruikersaccount zonder bijzondere rechten te maken voor de dagelijkse bezigheden. Dit geldt zowel als het gaat over een machine voor één gebruiker als wanneer het gaat over een machine voor meerdere gebruikers. Later in dit hoofdstuk wordt beschreven hoe additionele accounts gemaakt kunnen worden en hoe er tussen de normale gebruiker en de Superuser gewisseld kan worden.

13.4. Systeemaccounts

Systeemgebruikers draaien diensten, zoals DNS, mailservers, webserver, enzovoort. De reden hiervoor is beveiliging. Als alle diensten als Superuser zouden draaien, dan zouden ze zonder beperkingen kunnen opereren.

Voorbeelden van systeemgebruikers zijn `daemon`, `operator`, `bind` (voor de Domain Name Service), `news` en `www`.

`nobody` is de generieke systeemgebruiker zonder bijzondere privileges. Het is wel belangrijk om ervan bewust te zijn dat hoe meer diensten `nobody` gebruiken, hoe meer bestanden en processen er bij die gebruiker horen en dat de gebruiker daardoor meer privileges kan krijgen.

13.5. Gebruikersaccounts

Gebruikersaccounts zijn het primaire middel dat echte gebruikers gebruiken om toegang te krijgen tot een systeem en die account schermen de gebruiker en de omgeving af, waardoor die gebruikers het systeem of andere gebruikers niet kunnen beschadigen en waardoor gebruikers hun omgeving kunnen aanpassen zonder invloed te hebben op anderen.

Iedereen die toegang heeft tot een systeem hoort een unieke gebruikersaccount te hebben. Hierdoor is het mogelijk uit te vinden wie wat aan het doen is, te voorkomen dat mensen elkaars instellingen kunnen verpesten of elkaars email kunnen lezen, enzovoort.

Iedere gebruiker kan zijn eigen omgeving instellen op een systeem, door andere shells, editors, toetsenbordinstellingen en taal te kiezen.

13.6. Accounts wijzigen

Er zijn vele commando's beschikbaar in de UNIX omgeving om gebruikersaccounts te manipuleren. De meest gebruikte commando's worden hieronder beschreven, gevolgd door meer gedetailleerde voorbeelden van gebruik.

Commando	Samenvatting
<code>adduser(8)</code>	Het aanbevolen commandoregelprogramma voor het aanmaken van nieuwe gebruikers.
<code>rmuser(8)</code>	Het aanbevolen commandoregelprogramma voor het verwijderen van gebruikers.
<code>chpass(1)</code>	Een flexibel hulpprogramma voor het wijzigen van informatie in de gebruikersdatabase.
<code>passwd(1)</code>	Een eenvoudig commandoregelprogramma voor het wijzigen van wachtwoorden van gebruikers.
<code>pw(8)</code>	Een krachtig en flexibel hulpprogramma voor het wijzigen van alle aspecten van gebruikersaccounts.

13.6.1. `adduser`

`adduser(8)` is een eenvoudig programma voor het aanmaken van nieuwe gebruikers. Er worden regels mee toegevoegd aan de systeembestanden `passwd` en `group`. Het maakt ook een thuismap voor de nieuwe gebruiker, kopieert de standaard instellingenbestanden ("dotfiles") uit `/usr/share/skel` en kan, optioneel, de nieuwe gebruiker een welkomstbericht mailen.

Voorbeeld 13-1. Een gebruiker toevoegen aan FreeBSD

```
# adduser
Username: jru
Full name: J. Random User
Uid (Leave empty for default):
Login group [jru]:
Login group is jru. Invite jru into other groups? []: wheel
Login class [default]:
Shell (sh csh tcsh zsh nologin) [sh]: zsh
Home directory [/home/jru]:
Home directory permissions (Leave empty for default):
Use password-based authentication? [yes]:
Use an empty password? (yes/no) [no]:
Use a random password? (yes/no) [no]:
Enter password:
Enter password again:
Lock out the account after creation? [no]:
Username   : jru
Password   : ****
```

```
Full Name   : J. Random User
Uid         : 1001
Class      :
Groups     : jru wheel
Home       : /home/jru
Shell      : /usr/local/bin/zsh
Locked     : no
OK? (yes/no): yes
adduser: INFO: Successfully added (jru) to the user database.
Add another user? (yes/no): no
Goodbye!
#
```

Opmerking: Het wachtwoord wat ingegeven wordt, wordt niet getoond, er worden ook geen sterretjes getoond. Zorg ervoor dat het wachtwoord correct ingevuld wordt.

13.6.2. rmuser

Met `rmuser(8)` kan een gebruiker volledig van een systeem verwijderd worden. `rmuser(8)` voert de volgende stappen uit:

1. Verwijdert de `crontab(1)` van de gebruiker (als die bestaat).
2. Verwijdert bestaande `at(1)` taken van de gebruiker.
3. Stopt alle processen van de gebruiker.
4. Verwijdert de gebruiker uit het lokale wachtwoordbestand van een systeem.
5. Verwijdert de thuismap van de gebruiker (als de gebruiker daar eigenaar van is).
6. Verwijdert de inkomende email voor de gebruiker uit `/var/mail`.
7. Verwijdert alle bestanden waar de gebruiker eigenaar van is uit opslaggebieden voor tijdelijke bestanden als `/tmp`.
8. Als laatste wordt de gebruikersnaam uit alle groepen in `/etc/group` waar die lid van was verwijderd.

Opmerking: Als een groep leeg raakt en de groepsnaam is hetzelfde als de gebruikersnaam, dan wordt de groep verwijderd. Dit is het tegenovergestelde van wat `adduser(8)` met een unieke groep per gebruiker.

`rmuser(8)` kan niet gebruikt worden om superuser accounts te verwijderen, omdat dat vrijwel altijd leidt tot vreselijke verwoesting.

Standaard wordt een interactieve modus gebruikt, die ervoor zorgt dat alle stappen bewust worden genomen.

Voorbeeld 13-2. Interactief accounts verwijderen met `rmuser`

```
# rmuser jru
Matching password entry:
jru:*:1001:1001::0:0:J. Random User:/home/jru:/usr/local/bin/zsh
Is this the entry you wish to remove? y
Remove user's home directory (/home/jru)? y
Updating password file, updating databases, done.
Updating group file: trusted (removing group jru -- personal group is empty) done.
Removing user's incoming mail file /var/mail/jru: done.
Removing files belonging to jru from /tmp: done.
Removing files belonging to jru from /var/tmp: done.
Removing files belonging to jru from /var/tmp/vi.recover: done.
#
```

13.6.3. `chpass`

`chpass(1)` wijzigt informatie in de gebruikersdatabase, zoals wachtwoorden, shells en persoonlijke informatie.

Alleen systeembeheerders, zoals de Superuser, mogen de informatie en wachtwoorden voor andere andere gebruikers wijzigen met `chpass(1)`.

Als er geen opties worden meegegeven, buiten de optionele gebruikersnaam, dan toont `chpass(1)` een editor waarin de gebruikersinformatie wordt weergegeven. Als de gebruiker de editor verlaat, dan wordt de gebruikersdatabase bijgewerkt met de nieuwe informatie.

Opmerking: Er zal om uw wachtwoord gevraagd worden na het verlaten van de tekstverwerker, als de huidige gebruiker niet de superuser is.

Voorbeeld 13-3. Interactieve `chpass` door superuser

```
#Informatie in de gebruikersdatabase wijzigen voor jru.
Login: jru
Password: *
Uid [#]: 1001
Gid [# or name]: 1001
Change [month day year]:
Expire [month day year]:
Class:
Home directory: /home/jru
Shell: /usr/local/bin/zsh
Full Name: J. Random User
Office Location:
Office Phone:
Home Phone:
Other information:
```

Een normale gebruiker kan slechts een deel van de bovenstaande informatie wijzen en alleen voor zijn eigen account.

Voorbeeld 13-4. Interactieve `chpass` door een gewone gebruiker

```
#Informatie in de gebruikersdatabase wijzigen voor jru.  
Shell: /usr/local/bin/zsh  
Full Name: J. Random User  
Office Location:  
Office Phone:  
Home Phone:  
Other information:
```

Opmerking: `chfn(1)` en `chsh(1)` zijn gewoon links naar `chpass(1)`. Dat geldt ook voor `ypchpass(1)`, `ypchfn(1)` en `ypchsh(1)`. Ondersteuning voor NIS gaat automatisch; er hoeft dus geen `yp` voor het commando aangegeven te worden. NIS wordt behandeld in Hoofdstuk 29.

13.6.4. `passwd`

Met `passwd(1)` wijzigt een gebruiker gewoonlijk zijn eigen wachtwoord of dat van een andere gebruiker als het door de Superuser wordt uitgevoerd.

Opmerking: Om onbedoelde of ongeautoriseerde wijzigen te voorkomen moet het originele wachtwoord worden ingegeven voordat een nieuw wachtwoord kan worden ingesteld.

Voorbeeld 13-5. Wachtwoord wijzigen

```
% passwd  
Changing local password for jru.  
Old password:  
New password:  
Retype new password:  
passwd: updating the database...  
passwd: done
```

Voorbeeld 13-6. Als superuser het wachtwoord van een andere gebruiker wijzigen

```
# passwd jru  
Changing local password for jru.  
New password:  
Retype new password:  
passwd: updating the database...  
passwd: done
```

Opmerking: Net als bij `chpass(1)` is `yppasswd(1)` gewoon een link naar `passwd(1)`, dus NIS werkt met beide commando's.

13.6.5. pw

pw(8) is een commandoregelhulpprogramma om gebruikers en groepen te maken, verwijderen, aan te passen en weer te geven. Het werkt als een voorkant voor de systeembestanden met gebruikers en groepen. pw(8) heeft een zeer krachtige set commandoregelopties, waardoor het erg geschikt is om in shell scripts gebruikt te worden. Nieuwe gebruikers vinden het wellicht gecompliceerder dan de andere commando's die hier beschreven worden.

13.7. Gebruikers beperken

Bij het hebben van gebruikers komt wellicht ook de gedachte aan het beperken van de mogelijkheden op een systeem. FreeBSD biedt een aantal mogelijkheden waarmee een beheerder de hoeveelheid systeembronnen die een gebruiker kan aanwenden kan beperken. Die beperkingen zijn onderverdeeld in twee onderdelen: schijfquota en andere beperkingen voor bronnen.

Schijfquota beperken het schijfgebruik voor gebruikers en ze bieden een mogelijkheid om dat gebruik snel te controleren zonder het iedere keer te hoeven berekenen. Quota worden besproken in Paragraaf 18.15.

De overige beperking van bronnen omvat het beperken van het gebruik van CPU, geheugen en andere bronnen die gebruikers tot hun beschikking hebben. Die worden ingesteld in aanmeldklassen en worden hieronder beschreven.

Aanmeldklassen worden ingesteld in `/etc/login.conf`. De precieze semantiek wordt niet behandeld in dit handboek, maar die staat beschreven in `login.conf(5)`. Hier is het voldoende aan te geven dat iedere gebruiker wordt toegewezen aan een aanmeldklasse (standaard `default`) en dat iedere aanmeldklasse verbonden is met een groep aanmeldmogelijkheden (login capability). Een aanmeldmogelijkheid is een *naam=waarde* paar, waar *naam* een bekende eigenschap is en *waarde* een arbitraire string is die wordt verwerkt afhankelijk van de naam. Het instellen van aanmeldklassen en -mogelijkheden is een redelijk eenvoudig proces en wordt ook beschreven in `login.conf(5)`.

Opmerking: Een systeem leest de instellingen uit normaal gesproken `/etc/login.conf` niet direct, maar leest het databasebestand `/etc/login.conf.db` welke snellere opzoekmogelijkheden biedt. `/etc/login.conf.db` kan met het volgende commando gemaakt worden uit `/etc/login.conf`:

```
# cap_mkdb /etc/login.conf
```

Beperkingen van bronnen verschillen van standaard aanmeldmogelijkheden op twee manieren. Ten eerste is er voor iedere beperking een zachte en een harde limiet. Een zachte (huidige) limiet kan door een gebruiker of applicatie aangepast worden, maar mag niet hoger zijn dan de harde limiet. De laatste kan door een gebruiker verlaagd worden, maar nooit verhoogd. Deze verschillen worden veroorzaakt door de specifieke behandeling van de beperkingen, niet door de implementatie van het aanmeldmogelijkheden raamwerk, dat wil zeggen dat ze niet *echt* bijzondere aanmeldmogelijkheden zijn.

Hieronder worden de meest gebruikte beperkingen op bronnen beschreven. De overige mogelijkheden, samen met alle andere aanmeldmogelijkheden, staat beschreven in `login.conf(5)`.

`coredumpsize`

De limiet op de grootte van een corebestand dat wordt gemaakt door een programma is, om verschillende redenen, ondergeschikt aan andere beperkingen op het gebied van schijfgebruik (bijvoorbeeld `filesize` of

schijfquota). Desalniettemin wordt deze instelling vaak gebruikt als een minder zware methode voor het beheersen van het gebruik van schijfruimte. Omdat gebruikers niet hun eigen corebestanden maken en ze vaak niet verwijderen, kan deze instelling helpen te voorkomen dat een schijf vol loopt in het geval een groot programma (bijvoorbeeld **emacs**) zou crashen.

`cputime`

Dit is de maximale hoeveelheid processortijd die een proces van een gebruiker mag gebruiken. Processen die meer bronnen gebruiken worden afgeschoten door de kernel.

Opmerking: Dit is een beperking op de CPU *tijd* die wordt gebruikt, niet op een percentage van de CPU, zoals wordt getoond in sommige velden door `top(1)` en `ps(1)`. Een limiet op de laatste is op het moment van schrijven niet mogelijk en zou ook redelijk waardeloos zijn: een compiler – waarschijnlijk een legitieme taak – kan makkelijk gedurende enige tijd bij 100% van een CPU gebruiken.

`filesize`

Dit is de maximale grootte voor een bestand waar een gebruiker eigenaar van kan zijn. Anders dan bij schijfquota is deze limiet van toepassing op individuele bestanden en niet op alle bestanden samen waarvan een gebruiker eigenaar is.

`maxproc`

Dit is het maximale aantal processen dat een gebruiker mag draaien. Hieronder vallen zowel processen die op de voorgrond draaien als op de achtergrond. Om duidelijke reden kan deze waarde niet groter zijn dan de ingestelde systeemlimiet voor `kern.maxproc` met `sysctl(8)`. Het te laag zetten van deze instelling kan de productiviteit van een gebruiker schaden: vaak is het zinvol om meerdere keren aangemeld te zijn of om pipelines uit te voeren. Sommige taken, zoals het compileren van een groot programma, brengen ook meerdere processen voort (bijvoorbeeld `make(1)`, `cc(1)` en andere tussentijdse preprocessors).

`memorylocked`

Dit is de maximale hoeveelheid geheugen die een proces mag claimen om te locken in het hoofdgeheugen (zie bijvoorbeeld `mlock(2)`). Sommige systeemkritische programma's, zoals `amd(8)`, locken in het hoofdgeheugen, zodat zij, in het geval het wisselbestand gebruikt moet worden, niet hoeven bij te dragen aan dat proces als het nodig is.

`memoryuse`

Dit is de maximale hoeveelheid geheugen die een proces op enig moment mag gebruiken. Hieronder vallen zowel hoofdgeheugen als het gebruik van het wisselbestand. Deze limiet vangt niet al het geheugengebruik af, maar het is een prima begin.

`openfiles`

Dit is het maximale aantal bestanden dat een proces open mag hebben. In FreeBSD representeren bestanden ook sockets en IPC kanalen. Deze limiet mag dus niet te laag gezet worden. De limiet voor het systeem staat ingesteld in `kern.maxfiles` van `sysctl(8)`.

`sbsize`

Dit is de limiet op de hoeveelheid netwerkgeheugen, en dus mbufs, die een gebruiker ter beschikking staan. Deze waarde komt voort uit het antwoord op een DoS aanval waarmee veel sockets werden gemaakt, maar het kan in het algemeen gebruikt worden om de hoeveelheid netwerkcommunicatie te limiteren.

`stacksize`

Dit is de maximale grootte voor een stack van een proces. Deze instelling alleen is niet genoeg om de hoeveelheid geheugen die een programma mag gebruiken te beperken. Daarom moet deze limiet samen met andere limieten gebruikt worden.

Er zijn nog een aantal dingen belangrijk bij het instellen bronbeperkingen. Hierna worden een aantal algemene tips, suggesties en commentaren gegeven.

- Processen die bij het opstarten van een systeem gestart worden vanuit `/etc/rc` worden toegewezen aan de aanmeldklasse `daemon`.
- Hoewel de `/etc/login.conf` die bij een systeem zit een goede bron is voor redelijke waarden voor de meeste limieten, kan alleen de beheerder van een machine de echt juiste waarden kennen. Het te hoog instellen van een limiet kan een systeem kwetsbaar maken voor misbruik, terwijl het te laag instellen van limieten de productiviteit te veel kan hinderen.
- Gebruikers van het X Window systeem (X11) horen waarschijnlijk meer bronnen toegewezen te krijgen dan andere gebruikers. X11 gebruikt zelf al meer bronnen, maar het moedigt gebruikers ook aan om meerdere programma's tegelijkertijd te draaien.
- Het is belangrijk niet te vergeten dat veel limieten betrekking hebben op individuele processen en niet op een hele gebruiker. Het instellen van bijvoorbeeld `openfiles` op 50, betekent dat ieder proces dat een gebruiker draait 50 open bestanden mag hebben. Het totale aantal bestanden dat een gebruiker dus open kan hebben is het product van de waarde van `openfiles` en de waarde van `maxproc`. Dit geldt ook voor het gebruik van geheugen.

Meer informatie over bronbeperkingen en aanmeldklassen in het algemeen staan in de relevante hulppagina's: `cap_mkdb(1)`, `getrlimit(2)`, `login.conf(5)`.

13.8. Groepen

Een groep is eenvoudigweg een lijst gebruikers. Groepen kunnen geïdentificeerd worden aan de hand van hun naam en GID (Groep ID). In FreeBSD (en de meeste andere UNIX achtige systemen), worden besluiten door de kernel over of een proces iets wel of niet mag doen genomen op basis van het bijbehorende gebruikers ID en een lijst van groepen waar dat bij hoort. Anders dan bij een gebruikers ID, heeft een proces een lijst met bijbehorende groepen.

Sommige programma's refereren wel eens aan het "groep ID" van een gebruiker of een proces. Meestal is dit gewoon de eerste groep in de hiervoor genoemde lijst.

De vertaling van groep ID naar groepsnaam staat in `/etc/group`. Dit is een tekstbestand met vier velden die door het karakter `:` (dubbele punt) worden gescheiden. Het eerste veld is de groepsnaam, het tweede veld is het versleutelde wachtwoord, het derde het groep ID, het vierde een door komma's gescheiden lijst van leden van de groep. Het bestand kan zonder gevaar met de hand aangepast worden (aangenomen dat er geen fouten in de syntaxis worden gemaakt, natuurlijk). Een volledige beschrijving van de syntaxis staat in `group(5)`.

Als het onwenselijk is om `/etc/group` met de hand aan te passen, dan kan `pw(8)` gebruikt worden voor het toevoegen en wijzigen van groepen. Om bijvoorbeeld een groep met de naam `teamtwo` toe te voegen en daarna het bestaan van die groep te bevestigen:

Voorbeeld 13-7. Groepen toevoegen met `pw(8)`

```
# pw groupadd teamtwo
# pw groupshow teamtwo
teamtwo:*:1100:
```

Het getal 1100 hierboven is het groep ID van de groep `teamtwo`. Met de huidige instelling heeft `teamtwo` geen leden en is die redelijk waardeloos. Dat kan veranderen door `jru` aan de groep `teamtwo` toe te voegen.

Voorbeeld 13-8. De lijst van groepsleden instellen met `pw(8)`

```
# pw groupmod teamtwo -M jru
# pw groupshow teamtwo
teamtwo:*:1100:jru
```

Het argument voor de optie `-M` is een door komma's gescheiden lijst van gebruikers die in de aangegeven groep moeten komen. In de voorgaande paragrafen is al aangegeven dat het wachtwoordbestand ook voor iedere gebruiker een groep bevat. Een gebruiker wordt automatisch toegevoegd aan de groepenlijst door een systeem. De gebruiker wordt niet als lid getoond van die groep bij het gebruik van de optie `groupshow` van `pw(8)`, maar wordt wel getoond als de informatie wordt opgevraagd via `id(1)` of met een soortgelijk programma. Met andere woorden: `pw(8)` wijzigt alleen het bestand `/etc/group` en probeert nooit extra informatie te lezen uit `/etc/passwd`.

Voorbeeld 13-9. Een nieuw lid aan een groep toevoegen met `pw(8)`

```
# pw groupmod teamtwo -m db
# pw groupshow teamtwo
teamtwo:*:1100:jru,db
```

Het argument voor de optie `-m` is een door komma's gescheiden lijst van gebruikers die aan de groep worden toegevoegd. In tegenstelling tot het vorige voorbeeld, worden deze gebruikers aan de groep toegevoegd en vervangen ze de lijst van gebruikers in de groep niet.

Voorbeeld 13-10. `id(1)` gebruiken om groepslidmaatschap te bepalen

```
% id jru
uid=1001(jru) gid=1001(jru) groups=1001(jru), 1100(teamtwo)
```

Hierboven is te zien dat `jru` lid is van de groepen `jru` en `teamtwo`.

Meer informatie over `pw(8)` staat in de hulppagina en meer informatie over de opmaak van `/etc/group` staat in `group(5)`.

Noten

1. Tenzij er natuurlijk meerdere terminals worden aangesloten, maar dat wordt behandeld in Hoofdstuk 26.
2. Het is mogelijk om UID/GID's te gebruiken tot 4294967295, maar die ID's kunnen tot serieuze problemen leiden met software die aannames maakt over de waarde van ID's.

Hoofdstuk 14.

Beveiliging

14.1. Overzicht

Dit hoofdstuk biedt een basisinleiding in systeembeveiligingsconcepten, een aantal goede basisregels en een paar gevorderde onderwerpen binnen FreeBSD. Veel van de onderwerpen die worden behandeld kunnen ook worden toegepast op systemen en Internet in het algemeen. Het Internet is niet langer een “vriendelijke” omgeving waar iedereen een goede buur wil zijn. Het beveiligen van een systeem is onontbeerlijk als gegevens, intellectueel eigendom, tijd en wat dan ook uit de handen van hackers c.s. gehouden moeten worden.

FreeBSD biedt veel hulpmiddelen en mechanismen om te zorgen voor de integriteit en veiligheid van een systeem en netwerk.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Van basis systeembeveiligingsconcepten in relatie tot FreeBSD.
- Meer over verschillende versleutelingsmechanismen die beschikbaar zijn in FreeBSD zoals DES en MD5.
- Hoe eenmalige wachtwoordautenticatie opgezet kan worden.
- Hoe TCP Wrappers in te stellen voor gebruik met **inetd**.
- Hoe **Kerberos5** op FreeBSD opgezet kan worden.
- Hoe IPsec wordt ingesteld en hoe een VPN op te zetten tussen FreeBSD en Microsoft Windows machines.
- Hoe **OpenSSH**, FreeBSD’s SSH implementatie, in te stellen en te gebruiken.
- Wat bestandssysteem-ACLs zijn en hoe die te gebruiken;
- Hoe het hulpprogramma **Portaudit** gebruikt kan worden om softwarepakketten uit de Portscollectie te auditen.
- Hoe om te gaan met publicaties van FreeBSD beveiligingswaarschuwingen.
- Iets van procesaccounting en hoe dat is in te schakelen in FreeBSD.

Er wordt aangenomen dat de lezer van dit hoofdstuk:

- Basisbegrip heeft van FreeBSD en Internetconcepten.

In dit boek worden nog meer onderwerpen met betrekking tot beveiliging beschreven. Zo wordt bijvoorbeeld Verplichte Toegangscontrole (Mandatory Access Control) besproken in Hoofdstuk 16 en Internet Firewalls in Hoofdstuk 30.

14.2. Introductie

Beveiliging is een taak die begint en eindigt bij de systeembeheerder. Hoewel alle BSD UNIX meergebruikerssystemen enige inherente beveiliging kennen, is het bouwen en onderhouden van additionele beveiligingsmechanismen om de gebruikers “eerlijk” te houden waarschijnlijk een van de zwaarste taken voor de systeembeheerder. Machines zijn zo veilig als ze gemaakt worden en beveiligingsoverwegingen staan altijd op gespannen voet met de wens om gebruiksvriendelijkheid. UNIX systemen zijn in het algemeen in staat tot het tegelijkertijd uitvoeren van een enorm aantal processen en veel van die processen acteren als server - daarmee wordt bedoeld dat externe entiteiten er verbindingen mee kunnen maken en ertegen kunnen praten. Nu de minicomputers en mainframes van gisteren de desktops van vandaag zijn en computers onderdeel zijn van netwerken en internetnetwerken, wordt beveiliging nog belangrijker.

Systeembeveiliging heeft ook te maken met het omgaan met verschillende vormen van aanvallen, zoals een poging om een systeem te crashen of op een andere manier onstabiel te maken, zonder te proberen de `root` account aan te vallen (“break root”). Aandachtspunten voor beveiliging kunnen opgesplitst worden in categorieën:

1. Ontzeggen van dienst aanvallen (“Denial of Service”).
2. Gebruikersaccounts compromitteren.
3. `root` compromitteren via toegankelijke servers.
4. `root` compromitteren via gebruikersaccounts.
5. Achterdeur creëren (“Backdoor”).

Een ontzegging van dienst (DoS) aanval is een techniek die de machine middelen ontnemt. In het algemeen zijn DoS aanvallen brute kracht mechanismen die proberen de machine te crashen of op een andere manier onbruikbaar te maken door de machine of de netwerkcode te overvragen. Sommige DoS aanvallen proberen misbruik te maken van bugs in de netwerkcode om een machine met een enkel pakket te crashen. Zoiets kan alleen gerepareerd worden door een aanpassing aan de kernel te maken. Aanvallen op servers kunnen vaak hersteld worden door op de juiste wijze opties in stellen om de belasting van servers te limiteren in ongunstige omstandigheden. Omgaan met brute kracht aanvallen is lastiger. Zo is een aanval met gefingeerde pakketten (“spoofed-packet”) vrijwel niet te stoppen, behalve dan door het systeem van Internet los te koppelen. Misschien gaat de machine er niet door plat, maar het kan wel een volledige Internetverbinding verzadigen.

Een gecompromitteerde gebruikersaccount komt nog veel vaker voor dan een DoS aanval. Veel systeembeheerders draaien nog steeds standaard **telnetd**, **rlogind**, **rshd** en **ftpd** servers op hun machines. Deze servers communiceren standaard niet over beveiligde verbindingen. Het resultaat is dat als er een redelijk grote gebruikersgroep is, er altijd wel van een of meer van de gebruikers die van afstand op dat systeem aanmelden (wat toch de meest normale en makkelijke manier is om op een systeem aan te melden) het wachtwoord is afgeluisterd (“sniffed”). Een oplettende systeembeheerder analyseert zijn logboekbestanden om te zoeken naar verdachte bronadressen, zelfs als het om succesvolle aanmeldpogingen gaat.

Uitgangspunt moet altijd zijn dat als een aanvaller toegang heeft tot een gebruikersaccount, de aanvaller de `root` account kan compromitteren. In werkelijkheid is het wel zo dat voor een systeem dat goed beveiligd is en goed wordt onderhouden, toegang tot een gebruikersaccount niet automatisch betekent dat de aanvaller ook `root` privileges kan krijgen. Het is van belang dit onderscheid te maken, omdat een aanvaller zonder toegang tot `root` in het algemeen zijn sporen niet kan wissen en op z’n best wat kan rommelen met bestanden van de gebruiker of de machine kan crashen. Gecompromitteerde gebruikersaccounts zijn vrij normaal omdat gebruikers normaliter niet de voorzorgsmaatregelen nemen die systeembeheerders nemen.

Systeembeheerders moeten onthouden dat er in potentie heel veel manieren zijn om toegang tot `root` te krijgen. Een aanvaller zou het `root` wachtwoord kunnen kennen, een bug kunnen ontdekken in een dienst die onder `root` draait

en daar via een netwerkverbinding op in kunnen breken of een aanvaller zou een probleem kennen met een `suid-root` programma dat de aanvaller in staat stelt `root` te worden als hij eenmaal toegang heeft tot een gebruikersaccount. Als een aanvaller een manier heeft gevonden om `root` te worden op een machine, dan hoeft hij misschien geen achterdeur (“backdoor”) te installeren. Veel bekende manieren die zijn gevonden om `root` te worden, en weer zijn afgesloten, vereisen veel werk van de aanvaller om zijn rommel achter zich op te ruimen, dus de meeste aanvallers installeren een achterdeur. Een achterdeur biedt de aanvaller een manier om makkelijk opnieuw `root` toegang tot het systeem te krijgen, maar dit geeft de slimme systeembeheerder ook een makkelijke manier om de inbraak te ontdekken. Het onmogelijk maken een achterdeur te installeren zou best wel eens nadelig kunnen zijn voor beveiliging, omdat hiermee nog niet het gat gedicht is waardoor er in eerste instantie is ingebroken.

Beveiligingsmaatregelen moeten altijd geïmplementeerd worden in een meerlagenmodel en worden als volgt gecategoriseerd:

1. Beveiligen van `root` en medewerkersaccounts.
2. Beveiligen van `root` – servers onder `root` en `suid-/sgid`-binaire bestanden.
3. Beveiligen van gebruikersaccounts.
4. Beveiligen van het wachtwoordbestand.
5. Beveiligen van de kern van de kernel, ruwe apparaten en bestandssystemen.
6. Snel detecteren van ongeoorloofde wijzigingen aan het systeem.
7. Paranoia.

In het volgende onderdeel van dit hoofdstuk gaan we dieper in op de bovenstaande punten.

14.3. FreeBSD beveiligen

Commando vs. protocol: In dit hele document gebruiken we **vette** tekst om te verwijzen naar een commando of applicatie en een `monospaced` lettertype om te verwijzen naar specifieke commando's. Protocollen staan vermeld in een normaal lettertype. Dit typografische onderscheid is zinvol omdat bijvoorbeeld `ssh` zowel een protocol als een commando is.

In de volgende onderdelen behandelen we de methodes uit de vorige paragraaf om een FreeBSD-systeem te beveiligen.

14.3.1. Beveiligen van `root` en medewerkersaccounts.

Om te beginnen: doe geen moeite om medewerkersaccounts te beveiligen als de `root` account niet beveiligd is. Op de meeste systemen heeft de `root` account een wachtwoord. Als eerste moet aangenomen worden dat dit wachtwoord *altijd* gecompromitteerd is. Dit betekent niet dat het wachtwoord verwijderd moet worden. Het wachtwoord is namelijk bijna altijd nodig voor toegang via het console van de machine. Het betekent wel dat het niet mogelijk gemaakt moet worden om het wachtwoord te gebruiken buiten het console om en mogelijk zelfs niet via het `su(1)` commando. Pty's moeten bijvoorbeeld gemarkeerd staan als onveilig (“insecure”) in het bestand `/etc/ttys` zodat direct aanmelden met `root` via `telnet` of `rlogin` niet wordt toegestaan. Als andere aanmelddiensten zoals `sshd` gebruikt worden, dan hoort direct aanmelden via `root` uitgeschakeld staat. Dit kan door het bestand `/etc/ssh/sshd_config` te bewerken en ervoor te zorgen dat `PermitRootLogin` op `no` staat. Dit moet gebeuren

voor iedere methode van toegang – diensten zoals FTP worden vaak over het hoofd gezien. Het direct aanmelden van `root` hoort alleen te mogen via het systeemconsole.

Natuurlijk moet een systeembeheerder de mogelijkheid hebben om `root` te worden. Daarvoor kunnen een paar gaatjes geprikt worden. Maar dan moet ervoor gezorgd worden dat er voor deze gaatjes extra aanmelden met een wachtwoord nodig is. Eén manier om `root` toegankelijk te maken is door het toevoegen van de juiste medewerkersaccounts aan de `wheel` groep (in `/etc/group`). De medewerkers die lid zijn van de groep `wheel` mogen `su`-en naar `root`. Maak medewerkers nooit “native” lid van de groep `wheel` door ze in de groep `wheel` te plaatsen in `/etc/group`. Medewerkersaccounts horen lid te zijn van de groep `staff` en horen dan pas toegevoegd te worden aan de groep `wheel` in het bestand `/etc/group`. Alleen medewerkers die ook echt toegang tot `root` nodig hebben horen in de groep `wheel` geplaatst te worden. Het is ook mogelijk, door een authenticatiemethode als Kerberos te gebruiken, om het bestand `.k5login` van Kerberos in de `root` account te gebruiken om een `ksu(1)` naar `root` toe te staan zonder ook maar iemand lid te maken van de groep `wheel`. Dit is misschien wel een betere oplossing, omdat het `wheel`-mechanisme het nog steeds mogelijk maakt voor een inbreker `root` te breken als de inbreker een wachtwoordbestand te pakken heeft gekregen en toegang kan krijgen tot één van de medewerkersaccounts. Hoewel het instellen van het `wheel`-mechanisme beter is dan niets, is het niet per se de meest veilige optie.

Om een account volledig op slot te zetten, dient het commando `pw(8)` gebruikt te worden:

```
# pw lock staff
```

Dit voorkomt dat de gebruiker zich aanmeldt via enig mechanisme, inclusief `ssh(1)`.

Een andere manier om toegang tot accounts te blokkeren is om het versleutelde wachtwoord door een enkel “*”-karakter te vervangen. Dit karakter zal nooit overeenkomen met het versleutelde wachtwoord en dus gebruikerstoegang blokkeren. Het volgende medewerkersaccount bijvoorbeeld:

```
foobar:R9DT/Fa1/LV9U:1000:1000::0:0:Foo Bar:/home/foobar:/usr/local/bin/tcsh
```

zou veranderd moeten worden in:

```
foobar:::1000:1000::0:0:Foo Bar:/home/foobar:/usr/local/bin/tcsh
```

Dit voorkomt dat de gebruiker `foobar` zich aanmeldt met conventionele methoden. Deze methode om toegang te beperken werkt niet op sites die **Kerberos** gebruiken of in situaties waarin de gebruiker met `ssh(1)` sleutels heeft geïnstalleerd.

Deze beveiligingsmechanismen hebben ook als uitgangspunt dat vanaf een zwaarder beveiligde machine wordt aangemeld op een minder beveiligd systeem. Als een hoofdservers bijvoorbeeld allerlei servers draait, zou het werkstation er geen moeten draaien. Om een werkstation redelijk veilig te laten zijn, dienen er zo min mogelijk servers op te draaien, bij voorkeur zelfs geen en er zou een schermbeveiliging met wachtwoordbeveiliging op moeten draaien. Maar als een aanvaller fysieke toegang heeft tot een werkstation, dan kan hij elke beveiliging die erop is aangebracht omzeilen. Dit probleem dient echt overwogen te worden, net als het feit dat de meeste aanvallen van een afstand plaatsvinden, via het netwerk, door mensen die geen fysieke toegang hebben tot werkstations of servers.

Het gebruik van iets als Kerberos geeft de mogelijkheid om het wachtwoord van de account van een medewerker buiten gebruik te stellen of te wijzigen op één plaats, waarbij het meteen actief is op alle machines waarop die medewerker een account heeft. Als de account van een medewerker gecompromitteerd raakt, moet vooral de mogelijkheid om per direct het wachtwoord voor machines te kunnen aanpassen niet onderschat worden. Met afzonderlijke wachtwoorden kan het veranderen van wachtwoorden op N systemen een puinhoop worden. Met Kerberos kunnen ook wachtwoordrestricties opgelegd worden: het is niet alleen mogelijk om een Kerberos “ticket”

na een bepaalde tijd te laten verlopen, maar het Kerberos systeem kan afdwingen dat de gebruiker na een bepaalde tijd een nieuw wachtwoord kiest (na bijvoorbeeld een maand).

14.3.2. Beveiligen van `root` – servers onder `root` en `suid`-/`sgid`-binaire bestanden

Een voorzichtige systeembeheerder draait alleen die servers die nodig zijn, niets meer, niets minder. Bedenk dat servers van derde partijen vaak de meeste neiging hebben tot het vertonen van bugs. Zo staat bijvoorbeeld het draaien van een oude versie van **imapd** of **popper** gelijk aan het weggeven van de `root` account aan de hele wereld. Draai nooit een server die niet zorgvuldig is onderzocht. Veel servers hoeven niet te draaien als `root`. Zo kunnen de **ntalk**, **comsat** en **finger** daemons bijvoorbeeld draaien in speciale gebruikerszandbakken (“*sandboxes*”). Een zandbak is niet perfect, tenzij er heel veel moeite gedaan wordt, maar de meerlagenbenadering blijft bestaan: als iemand via een server die in een zandbak draait weet in te breken, dan moeten ze eerst nog uit de zandbak komen. Hoe groter het aantal lagen is waar een inbreker doorheen moet, hoe kleiner de kans op succes is. `root` gaten zijn historisch gezien aanwezig geweest in vrijwel iedere server die ooit als `root` gedraaid heeft, inclusief de basisservers van een systeem. Op een machine waarop mensen alleen aanmelden via **sshd** en nooit via **telnetd** of **rshd** of **rlogind** dienen die servers uitgeschakeld te worden!

FreeBSD draait **ntalkd**, **comsat** en **finger** tegenwoordig standaard in een zandbak. Een ander programma dat misschien beter in een zandbak kan draaien is `named`(8). In `/etc/defaults/rc.conf` staat als commentaar welke parameters er nodig zijn om **named** in een zandbak te draaien. Afhankelijk van of het een nieuwe systeeminstallatie of het bijwerken van een bestaand systeem betreft, worden de speciale gebruikersaccounts die bij die zandbakken horen misschien niet geïnstalleerd. Een voorzichtige systeembeheerder onderzoekt en implementeert zandbakken voor servers waar dat ook maar mogelijk is.

Er zijn een aantal diensten die vooral niet in een zandbak draaien: **sendmail**, **popper**, **imapd**, **ftpd** en andere. Voor sommige servers zijn alternatieven, maar dat kost misschien meer tijd dan er te besteden is (gemak dient de mens). Het kan voorkomen dat deze servers als `root` moeten draaien en dat er vertrouwd moet worden op andere mechanismen om een inbraak via die servers te detecteren.

De andere grote mogelijkheid voor `root` gaten in een systeem zijn de `suid`-`root` en `sgid`-binaire bestanden die geïnstalleerd zijn op een systeem. Veel van die bestanden, zoals **rlogin**, staan in `/bin`, `/sbin`, `/usr/bin` of `/usr/sbin`. Hoewel het niet 100% veilig is, mag aangenomen worden dat de `suid`- en `sgid`-binaire bestanden van een standaardsysteem redelijk veilig zijn. Toch worden er nog wel eens `root` gaten gevonden in deze bestanden. Zo is er in 1998 een `root` gat gevonden in `xlib` waardoor **xterm** (die normaliter `suid` is) kwetsbaar bleek. Een voorzichtige systeembeheerder kiest voor “better to be safe than sorry” door de `suid`-bestanden die alleen medewerkers hoeven uit te voeren aan een speciale groep toe te wijzen en de `suid`-bestanden die niemand gebruikt te lozen (`chmod 000`). Een server zonder monitor heeft normaal gezien **xterm** niet nodig. `Sgid`-bestanden kunnen bijna net zo gevaarlijk zijn. Als een inbreker een `sgid`-`kmem` stuk kan krijgen, dan kan hij wellicht `/dev/kmem` lezen en dus het gecodeerde wachtwoordbestand, waardoor mogelijk ieder account met een wachtwoord besmet is. Een inbreker toegang tot de groep `kmem` kan krijgen, zou bijvoorbeeld mee kunnen kijken met de toetsaanslagen die ingegeven worden via de `pty`’s, inclusief die `pty`’s die gebruikt worden door gebruikers die via beveiligde methodes aanmelden. Een inbreker die toegang krijgt tot de groep `tty` kan naar bijna alle `tty`’s van gebruikers schrijven. Als een gebruiker een terminalprogramma of een terminalemulator met een toetsenbordsimulatieoptie draait, dan kan de inbreker in potentie een gegevensstroom genereren die ervoor zorgt dat de terminal van de gebruiker een commando echo’t, dat dan wordt uitgevoerd door die gebruiker.

14.3.3. Beveiligen van gebruikersaccounts

Gebruikersaccounts zijn gewoonlijk het meest lastig om te beveiligen. Hoewel er allerlei draconische maatregelen genomen kunnen worden met betrekking tot de medewerkers en hun wachtwoorden “weggesterd” kunnen worden, gaat dat waarschijnlijk niet lukken met de gewone gebruikersaccounts. Als er toch voldoende vrijheid is, dan prijst de beheerder zich gelukkig en is het misschien toch mogelijk de accounts voldoende te beveiligen. Als die vrijheid er niet is, dan moeten die accounts gewoon netter gemonitord worden. Het gebruik van **ssh** en **Kerberos** voor gebruikersaccounts is problematischer vanwege het extra beheer en de ondersteuning, maar nog steeds een prima oplossing in vergelijking met een versleuteld wachtwoordbestand.

14.3.4. Beveiligen van het wachtwoordbestand

De enige echte oplossing is zoveel mogelijk wachtwoorden wegsterren en **ssh** of **Kerberos** gebruiken voor toegang tot die accounts. Hoewel een gecodeerd wachtwoordbestand (`/etc/spwd.db`) alleen gelezen kan worden door `root`, is het wel mogelijk dat een inbreker leesttoegang krijgt tot dat bestand zonder dat de aanvaller root-schrijftoegang krijgt.

Beveiligingsscripts moeten altijd controleren op en rapporteren over wijzigingen in het wachtwoordbestand (zie ook Bestandsintegriteit Controleren hieronder).

14.3.5. Beveiligen van de kern van de kernel, ruwe apparaten en bestandssystemen

Als een aanvaller toegang krijgt tot `root` dan kan hij ongeveer alles, maar er zijn een paar slimmigheidjes. Zo hebben bijvoorbeeld de meeste moderne kernels een ingebouwd pakketsnuffelstuurprogramma (“packet sniffing”). Bij FreeBSD is dat het `bpf` apparaat. Een inbreker zal in het algemeen proberen een pakketsnuffelaar te draaien op een gecompromitteerde machine. De inbreker hoeft deze mogelijkheid niet te hebben en bij de meeste systemen is het niet verplicht het `bpf` apparaat mee te compileren.

Maar zelfs als het `bpf` apparaat is uitgeschakeld, dan zijn er nog `/dev/mem` en `/dev/kmem`. De inbreker kan namelijk nog schrijven naar ruwe schrijfapparaten. En er is ook nog een optie in de kernel die modulelader (“module loader”) heet, `kldload(8)`. Een ondernemende inbreker kan een KLD-module gebruiken om zijn eigen `bpf`-apparaat of een ander snuffelapparaat te installeren in een draaiende kernel. Om deze problemen te voorkomen, moet de kernel op een hoger veiligheidsniveau draaien, ten minste `securelevel 1`.

Het veiligheidsniveau van de kernel kan op een aantal manieren worden ingesteld. De eenvoudigste manier om het veiligheidsniveau van een draaiende kernel te verhogen is met `sysctl` op de kernelvariabele `kern.securelevel`:

```
# sysctl kern.securelevel=1
```

Standaard start de kernel van FreeBSD op met een veiligheidsniveau van `-1`. Het veiligheidsniveau blijft `-1` tenzij het is veranderd, òfwel door de beheerder òfwel door `init(8)` vanwege een instelling in de opstartscripts. Het veiligheidsniveau kan tijdens het opstarten van het systeem verhoogd worden door de variabele `kern_securelevel_enable` op `YES` te zetten in het bestand `/etc/rc.conf`, en de waarde van de variabele `kern_securelevel` op het gewenste veiligheidsniveau in te stellen.

Het standaard veiligheidsniveau van een FreeBSD-systeem direct nadat de opstartscripts zijn uitgevoerd is `-1`. Dit wordt “onveilige modus” genoemd omdat de onveranderlijke bestandsvlag uitgezet kan worden, er van/naar alle apparaten mag worden gelezen en geschreven, enzovoorts.

Als eenmaal het veiligheidsniveau op 1 of een hogere waarde is ingesteld, worden de alleen-toevoegen en onveranderlijke bestanden gehonoreerd, deze kunnen niet worden uitgezet, en wordt toegang tot rauwe apparaten ontzegd. Hogere niveaus beperken nog meer bewerkingen. Lees, voor een volledige beschrijving van het effect van de verschillende veiligheidsniveaus, de handleidingpagina `security(7)` (of de handleidingpagina van `init(8)` voor uitgaven ouder dan FreeBSD 7.0).

Opmerking: Het ophogen van het veiligheidsniveau naar 1 of hoger kan enkele problemen met X11 (toegang tot `/dev/io` zal worden geblokkeerd), of met de installatie van FreeBSD wanneer die vanaf de broncode is gebouwd (het gedeelte `installword` van het proces moet tijdelijk de alleen-toevoegen en onveranderlijke vlaggen van sommige bestanden uitzetten), en met enkele andere gevallen veroorzaken. Soms, zoals het geval is met X11, is het mogelijk om dit te omzeilen door `xdm(1)` behoorlijk vroeg in het opstartproces te starten, wanneer het veiligheidsniveau nog laag genoeg is. Omzeilmethoden zoals deze zijn misschien niet voor alle veiligheidsniveaus of voor alle beperkingen die ze opleggen mogelijk. Wat vooruit plannen is een goed idee. Het is belangrijk om de beperkingen die door elk veiligheidsniveau worden opgelegd te begrijpen omdat ze het gebruiksgemak van het systeem sterk verminderen. Het vergemakkelijkt ook het kiezen van eens standaardinstelling en voorkomt allerlei verrassingen.

Als het veiligheidsniveau van de kernel naar 1 of hoger wordt verhoogd, kan het nuttig zijn om de vlag `schg` aan te zetten voor kritieke opstartprogramma's, mappen, en scriptbestanden (i.e. alles dat gedraaid wordt tot het punt waar het veiligheidsniveau wordt ingesteld). Dit kan overdreven zijn, en het bijwerken van het systeem is veel moeilijker wanneer het op een hoog veiligheidsniveau werkt. Een minder beperkend compromis is om het systeem op een hoger veiligheidsniveau te draaien maar het aanzetten van de vlag `schg` voor elk systeembestand en `-map` onder de zon over te slaan. Een andere mogelijkheid is om `/` en `/usr` simpelweg als alleen-lezen aan te koppelen. Het dient opgemerkt te worden dat het te draconisch zijn over wat is toegestaan het belangrijke detecteren van een inbraak kan verhinderen.

14.3.6. Bestandsintegriteit controleren: binaire bestanden, instellingenbestanden, enzovoort

Als puntje bij paaltje komt kan de kern van een systeem maar tot een bepaald punt beveiligd worden zonder dat het minder prettig werken wordt. Zo werk het zetten van de `schg` bit met `chflags` op de meeste bestanden in `/` en `/usr` waarschijnlijk averechts, omdat, hoewel de bestanden beschermd zijn, ook het venster waarin detectie plaats kan vinden is gesloten. De laatste laag van beveiliging is waarschijnlijk de meest belangrijke: detectie. Alle overige beveiliging is vrijwel waardeloos (of nog erger: geeft een vals gevoel van beveiliging) als een mogelijke inbraak niet gedetecteerd kan worden. Een belangrijk doel van het meerlagenmodel is het vertragen van een aanvaller, nog meer dan hem te stoppen, om hem op heterdaad te kunnen betrappen.

De beste manier om te zoeken naar een inbraak is zoeken naar gewijzigde, ontbrekende of onverwachte bestanden. De beste manier om te zoeken naar gewijzigde bestanden is vanaf een ander (vaak gecentraliseerd) systeem met beperkte toegang. Met zelfgeschreven scripts op dat extra beveiligde systeem met beperkte toegang is een beheerder vrijwel onzichtbaar voor mogelijke aanvallen en dat is belangrijk. Om het nut te maximaliseren moeten in het algemeen dat systeem met beperkte toegang best veel rechten gegeven worden op de andere machines in het netwerk, vaak via een alleen-lezen NFS-export van de andere machines naar het systeem met beperkte toegang of door `ssh` sleutelparen in te stellen om het systeem met beperkte toegang een `ssh` verbinding te laten maken met de andere machines. Buiten het netwerkverkeer, is NFS de minst zichtbare methode. Hierdoor kunnen de bestandssystemen op alle cliëntmachines vrijwel ongezien gemonitord worden. Als de server met beperkte toegang verbonden is met de cliëntmachines via een switch, dan is de NFS-methode vaak de beste keus. Als de server met beperkte toegang met

de andere machines is verbonden via een hub of door meerdere routers, dan is de NFS-methode wellicht niet veilig genoeg (vanuit een netwerk standpunt) en kan beter **ssh** gebruikt worden, ondanks de audit-sporen die **ssh** achterlaat.

Als de machine met beperkte toegang eenmaal minstens leesttoegang heeft tot een cliëntsysteem dat het moet gaan monitoren, dan moeten scripts gemaakt worden om dat monitoren ook echt uit te voeren. Uitgaande van een NFS-koppeling, kunnen de scripts gebruik maken van eenvoudige systeem hulpprogramma's als `find(1)` en `md5(1)`. We adviseren minstens één keer per dag een md5 te maken van alle bestanden op de cliëntmachine en van instellingenbestanden als in `/etc` en `/usr/local/etc` zelfs vaker. Als er verschillen worden aangetroffen ten opzichte van de basis md5 informatie op het systeem met beperkte toegang, dan hoort het script te gillen om een beheerder die het moet gaan uitzoeken. Een goed beveiligingsscript controleert ook op onverwachte suid-bestanden en op nieuwe en verwijderde bestanden op systeempartities als `/` en `/usr`.

Als **ssh** in plaats van NFS wordt gebruikt, dan is het schrijven van het script lastiger. Dan moeten de scripts met `scp` naar de cliënt verplaatst worden om ze uit te voeren, waardoor ze zichtbaar worden. Voor de veiligheid dienen ook de binaire bestanden die het script gebruikt, zoals `find(1)`, gekopieerd te worden. De **ssh**-cliënt op de cliënt zou al gecompromitteerd kunnen zijn. Het is misschien noodzakelijk **ssh** te gebruiken over onveilige verbindingen, maar dat maakt alles een stuk lastiger.

Een goed beveiligingsscript voert ook controles uit op de instellingenbestanden van gebruikers en medewerkers: `.rhosts`, `.shosts`, `.ssh/authorized_keys`, enzovoort. Dat zijn bestanden die buiten het bereik van de MD5-controle vallen.

Als gebruikers veel schijfruimte hebben, dan kan het te lang duren om alle bestanden op deze partitie te controleren. In dat geval is het verstandig de koppelvlaggen zo in te stellen dat suid-binaire bestanden op die partities niet zijn toegestaan. Zie daarvoor de optie `nosuid` (zie `mount(8)`). Die partities moeten wel toch nog minstens eens per week doorzocht worden, omdat het doel van deze beveiligingslaag het ontdekken van een inbraakpoging is, of die nu succesvol is of niet.

Procesverantwoording (zie `accton(8)`) kost relatief gezien weinig en kan bijdragen aan een evaluatie mechanisme voor na inbraken. Het is erg handig om uit te zoeken hoe iemand precies heeft ingebroken op het systeem, mits het bestand nog onbeschadigd is na de inbraak.

Tenslotte horen beveiligingsscripts de logboekbestanden te verwerken en de logboekbestanden zelf horen zo veilig mogelijk tot stand te komen. "remote syslog" kan erg zinvol zijn. Een aanvaller zal proberen zijn sporen uit te wissen en logboekbestanden zijn van groot belang voor een systeembeheerder als het gaat om uitzoeken wanneer en hoe er is ingebroken. Een manier om logboekbestanden veilig te stellen is door het systeemconsole via een seriële poort aan te sluiten op een veilige machine en zo informatie te verzamelen.

14.3.7. Paranoia

Een beetje paranoia is niet verkeerd. Eigenlijk kan de systeembeheerder zoveel beveiligingsopties inschakelen als hij wil, als deze maar geen impact hebben op het gebruiksgemak en de beveiligingsopties die *wel* impact hebben op het gebruiksgemak kunnen ingeschakeld worden als daar zorgvuldig mee wordt omgegaan. Nog belangrijker is misschien dat er een juiste combinatie wordt gevonden. Als de aanbevelingen uit dit document woord voor woord worden opgevolgd, dan worden daarmee de methodes aan een toekomstige aanvaller verraden, die ook toegang heeft tot dit document.

14.3.8. Ontzeggen van Dienst aanvallen

In deze paragraaf worden Ontzeggen van Dienst aanvallen ("Denial of Service" of DoS) behandeld. Een DoS-aanval

wordt meestal uitgevoerd als pakketaanval. Hoewel er weinig gedaan kan worden tegen de huidige aanvallen met gefingeerde pakketten die een netwerk kunnen verzadigen, kan de schade geminimaliseerd worden door ervoor te zorgen dat servers er niet door plat gaan door:

1. Limiteren van server forks.
2. Limiteren van springplank (“springboard”) aanvallen (ICMP response aanvallen, ping broadcast, etc.).
3. De Kernel Route Cache overladen.

Een veelvoorkomende DoS-aanval is om een server aan te vallen door het zoveel kindprocessen aan te laten maken dat het het hostsysteem uiteindelijk geen bestandsdescriptors, geheugen enzovoort meer heeft en het dan opgeeft. **inetd** (zie `inetd(8)`) kent een aantal instellingen om dit type aanval af te zwakken. Hoewel het mogelijk is ervoor te zorgen dat een machine niet plat gaat, is het in het algemeen niet mogelijk te voorkomen dat de dienstverlening door de aanval wordt verstoord. Meer is te lezen in de handleiding van **inetd** en het advies is in het bijzonder aandacht aan de `-c`, `-C` en `-R` opties te besteden. Aanvallen met gefingeerde IP adressen omzeilen de `-C` optie naar **inetd**, dus in het algemeen moet een combinatie van opties gebruikt worden. Sommige op zichzelf staande servers hebben parameters waarmee het aantal forks gelimiteerd kan worden.

Sendmail heeft de optie `-OMaxDaemonChildren` die veel beter blijkt te werken dan het gebruik van de opties van **Sendmail** waarmee de werklust gelimiteerd kan worden. De parameter `MaxDaemonChildren` moet zodanig ingesteld worden dat als **sendmail** start; deze hoog genoeg is om de te verwachten belasting aan te kunnen, maar niet zo hoog is dat de computer het aantal instanties van **Sendmails** niet aankan zonder plat te gaan. Het is ook verstandig om **Sendmail** in de wachtrijmodus (`-ODeliveryMode=queued`) te draaien en de daemon (`sendmail -bd`) los te koppelen van de verwerking van de wachtrij (`sendmail -q15m`). Als de verwerking van wachtrij real-time moet, kunnen de tussenpozen voor verwerking verkort worden door deze bijvoorbeeld op `-q1m` in te stellen, maar dan is een redelijke instelling van `MaxDaemonChildren` van belang om **die Sendmail** te beschermen tegen trapsgewijze fouten.

Syslogd kan direct aangevallen worden en het is sterk aan te raden de `-s` optie te gebruiken waar dat ook maar mogelijk is en anders de `-a` optie.

Er dient voorzichtig omgesprongen te worden met diensten die terugverbinden zoals **TCP Wrapper**'s `reverse-identd` die direct aangevallen kan worden. In het algemeen is het hierom onverstandig gebruik te maken van de `reverse-ident` optie van **TCP Wrapper**.

Het is een goed idee om interne diensten af te schermen voor toegang van buitenaf door ze te firewallen op de routers aan de rand van een netwerk (“border routers”). Dit heeft als achtergrond dat verzadigingsaanvallen voorkomen van buiten het LAN voorkomen kunnen worden. Daarmee wordt geen aanval op `root` via het netwerk en die diensten daaraan voorkomen. Er dient altijd een exclusieve firewall te zijn, d.w.z. “firewall alles *behalve* poorten A, B, C, D en M-Z”. Zo worden alle lage poorten gefirewalled behalve die voor specifieke diensten als **named** (als er een primary is voor een zone), **ntalkd**, **sendmail** en andere diensten die vanaf Internet toegankelijk moeten zijn. Als de firewall andersom wordt ingesteld, als een inclusieve of tolerante firewall, dan is de kans groot dat er wordt vergeten een aantal diensten af te “sluiten” of dat er een nieuwe interne dienst wordt toegevoegd en de firewall niet wordt bijgewerkt. Er kan nog steeds voor gekozen worden de hoge poorten open te zetten, zodat een tolerante situatie ontstaat, zonder de lage poorten open te stellen. FreeBSD biedt ook de mogelijkheid een reeks poortnummers die gebruikt worden voor dynamische verbindingen in te stellen via de verscheidene `net.inet.ip.portrange sysctls` (`sysctl -a | fgrep portrange`), waardoor ook de complexiteit van de firewall instellingen kan vereenvoudigen. Zo kan bijvoorbeeld een normaal begin tot eindbereik ingesteld worden van 4000 tot 5000 en een hoog poortbereik van 49152 tot 65535. Daarna kan alles onder 4000 op de firewall geblokkeerd worden (met uitzondering van bepaalde poorten die vanaf Internet bereikbaar moeten zijn natuurlijk).

Een andere veelvoorkomende DoS-aanval is de springplankaanval: een server zo aanvallen dat de respons van die server de server zelf, het lokale netwerk of een andere machine overbelast. De meest voorkomende aanval van dit type is de *ICMP ping broadcast aanval*. De aanvaller fingeert ping-pakketten die naar het broadcast-adres van het LAN worden gezonden met als bron het IP-adres van de machine die hij eigenlijk aan wil vallen. Als de routers aan de rand van het netwerk niet zijn ingesteld om een ping-pakketten aan een broadcast-adres te blokkeren, dan kan het LAN genoeg antwoorden produceren om de verbinding van het slachtoffer (het gefingeerde bronadres) te verzadigen, zeker als de aanvaller hetzelfde doet met tientallen andere netwerken. Broadcastaanvallen met een volume van meer dan 120 megabit zijn al voorgekomen. Een tweede springplankaanval is er een tegen het ICMP-foutmeldingssysteem. Door een pakket te maken waarop een ICMP-foutmelding komt, kan een aanvaller de inkomende verbinding van een server verzadigen en de uitgaande verbinding laten verzadigen met ICMP-foutmeldingen. Dit type aanval kan een server ook laten crashen door te zorgen dat het geheugen ervan vol zit, zeker als de server de ICMP-antwoorden niet zo snel kwijt kan als dat het ze genereert. Gebruik de **sysctl**-variabele `net.inet.icmp.icmplim` om deze aanvallen te beperken. De laatste belangrijke klasse springplankaanvallen hangt samen met een aantal interne diensten van **inetd** zoals de UDP-echodienst. Een aanvaller fingeert eenvoudigweg een UDP-pakket met als bronadres de echopoort van Server A en als bestemming de echopoort van Server B, waar Server A en B allebei op een LAN staan. Die twee servers gaan dat pakket dan heen en weer kaatsen. Een aanvaller kan beide servers overbelasten door een aantal van deze pakketten te injecteren. Soortgelijke problemen kunnen ontstaan met de poort **chargen**. Een competente systeembeheerder zal al deze interne **inetd** testdiensten uitschakelen.

Gefingeerde pakketten kunnen ook gebruikt worden om de kernel route cache te overbelasten. Raadpleeg daarvoor de `net.inet.ip.rtxpire`, `rtminexpire` en `rtmaxcache` **sysctl** parameters. Een aanval met gefingeerde pakketten met een willekeurig bron-IP zorgt ervoor dat de kernel een tijdelijke gecacheerde route maakt in de routetabel, die uitgelezen kan worden met `netstat -rna | fgrep W3`. Deze routes hebben een levensduur van ongeveer 1600 seconden. Als de kernel merkt dat de gecacheerde routetabel te groot is geworden, dan wordt `rtxpire` dynamisch verkleind, maar deze waarde wordt nooit lager dan `rtminexpire`. Er zijn twee problemen:

1. De kernel reageert niet snel genoeg als een laag belaste server wordt aangevallen.
2. `rtminexpire` is niet laag genoeg om de kernel de aanval te laten overleven.

Als servers verbonden zijn met het Internet via een E3 of sneller, dan is het verstandig om handmatig `rtxpire` en `rtminexpire` aan te passen via `sysctl(8)`. Als de een van de parameters op nul wordt gezet, dan crasht de machine. Het instellen van beide waarden op 2 seconden is voldoende om de routetabel tegen een aanval te beschermen.

14.3.9. Aandachtspunten voor toegang met Kerberos en SSH

Er zijn een aantal aandachtspunten die in acht genomen moeten worden als Kerberos of ssh gebruikt worden. Kerberos 5 is een prima authenticatieprotocol, maar er zitten bugs in de Kerberos-versies van **telnet** en **rlogin** waardoor ze niet geschikt zijn voor binair verkeer. Kerberos codeert standaard de sessie niet, tenzij de optie `-x` wordt gebruikt. **ssh** codeert standaard wel alles.

Ssh werkt prima, maar het stuurt coderingssleutels standaard door. Dit betekent dat als gegeven een veilig werkstation met sleutels die toegang geven tot de rest van het systeem en ssh wordt gebruikt om verbinding te maken met een onveilige machine, die sleutels gebruikt kunnen worden. De sleutels zelf zijn niet bekend, maar ssh stelt een doorstuurpoort in zolang als een gebruikers aangemeld blijft. Als de aanvaller `root`toegang heeft op de onveilige machine, dan kan hij die poort gebruiken om toegang te krijgen tot alle machines waar de sleutels van de gebruiker toegang toe geven.

Het advies is ssh in combinatie met Kerberos te gebruiken voor het aanmelden door medewerkers wanneer dat ook maar mogelijk is. **Ssh** kan gecompileerd worden met Kerberos-ondersteuning. Dit vermindert de kans op

blootstelling van ssh-sleutels en beschermt tegelijkertijd de wachtwoorden met Kerberos. Ssh-sleutels zouden alleen gebruikt moeten worden voor geautomatiseerde taken vanaf veilige machines (iets waar Kerberos ongeschikt voor is). Het advies is om het doorsturen van sleutels uit te schakelen in de ssh-instellingen of om de `from=IP/DOMAIN` optie te gebruiken die ssh in staat stelt het bestand `authorized_keys` te gebruiken om de sleutel alleen bruikbaar te maken voor entiteiten die zich aanmelden vanaf vooraf aangewezen machines.

14.4. DES, Blowfish, MD5, en crypt

Iedere gebruiker op een UNIX systeem heeft een wachtwoord bij zijn account. Het lijkt voor de hand liggend dat deze wachtwoorden alleen bekend horen te zijn bij de gebruiker en het eigenlijke besturingssysteem. Om deze wachtwoorden geheim te houden, zijn ze gecodeerd in een “eenweg hash” (“one-way hash”), wat betekent dat ze eenvoudig gecodeerd kunnen worden maar niet gedecodeerd. Met andere woorden, wat net gesteld werd is helemaal niet waar: het besturingssysteem kent het *echte* wachtwoord niet. De enige manier om een wachtwoord in “platte tekst” te verkrijgen, is door er met brute kracht naar te zoeken in alle mogelijke wachtwoorden.

Helaas was DES, de Data Encryption Standard, de enige manier om wachtwoorden veilig te coderen toen UNIX ontstond. Dit was geen probleem voor gebruikers in de VS, maar omdat de broncode van DES niet geëxporteerd mocht worden moest FreeBSD een manier vinden om zowel te gehoorzamen aan de wetten van de VS als aansluiting te houden bij alle andere UNIX varianten die nog steeds DES gebruikten.

De oplossing werd gevonden in het splitsen van de coderingsbibliotheken zodat gebruikers in de VS de DES bibliotheken konden installeren en gebruiken en internationale gebruikers een coderingsmethode konden gebruiken die geëxporteerd mocht worden. Zo is het gekomen dat FreeBSD MD5 is gaan gebruiken als coderingsmethode. Van MD5 wordt aangenomen dat het veiliger is dan DES, dus de mogelijkheid om DES te installeren is vooral beschikbaar om aansluiting te kunnen houden.

14.4.1. Het crypt-mechanisme herkennen

Op dit moment ondersteunt de bibliotheek DES, MD5 en Blowfish hashfuncties. Standaard gebruikt FreeBSD MD5 om wachtwoorden te coderen.

Het is vrij makkelijk om uit te vinden welke coderingsmethode FreeBSD op een bepaald moment gebruikt. De gecodeerde wachtwoorden in `/etc/master.passwd` bekijken is een manier. Wachtwoorden die gecodeerd zijn met MD5 zijn langer dan wanneer ze gecodeerd zijn met DES-hash. Daarnaast beginnen ze met de karakters `1`. Wachtwoorden die beginnen met `$2a$` zijn gecodeerd met de Blowfish hashfunctie. DES-wachtwoordstrings hebben geen bijzondere kenmerken, maar ze zijn korter dan MD5 wachtwoorden en gecodeerd in een 64-karakter alfabet waar geen `$` karakter in zit. Een relatief korte string die niet begint met een dollar teken is dus waarschijnlijk een DES-wachtwoord.

Het wachtwoordformaat voor nieuwe wachtwoorden wordt ingesteld met de `passwd_format` aanmeldinstelling in `/etc/login.conf` waar `des`, `md5` of `blf` mag staan. Zie de `login.conf(5)` handleiding voor meer informatie over aanmeldinstellingen.

14.5. Eenmalige wachtwoorden

Standaard biedt FreeBSD ondersteuning voor OPIE (Eenmalige Wachtwoorden in Alles - “One-time Passwords In Everything”), wat standaard een MD5-hash gebruikt.

Hier worden drie verschillende soorten wachtwoorden besproken. De eerste is het normale UNIX of Kerberos wachtwoord. Dit heet het “UNIX wachtwoord”. Het tweede type is een eenmalig wachtwoord dat wordt gemaakt met het OPIE-programma `opiekey(1)` en dat wordt geaccepteerd door `opiepasswd(1)` en de aanmeldprocedure. Dit heet het “eenmalige wachtwoord”. Het laatste type wachtwoord is het wachtwoord dat wordt opgegeven aan het programma `opiekey` (en soms aan het programma `opiepasswd`) dat gebruikt wordt om eenmalige wachtwoorden te maken. Dit type heet “geheim wachtwoord” of gewoon een “wachtwoord” zonder toevoeging.

Het geheime wachtwoord heeft niets te maken met het UNIX wachtwoord; ze kunnen hetzelfde zijn, dat wordt afgeraden. OPIE geheime wachtwoorden kennen niet de beperking van 8 karakters zoals de oude UNIX wachtwoorden.¹ Ze mogen onbeperkt lang zijn. Wachtwoorden van een zes of zeven woorden lange zin zijn niet ongewoon. Voor het overgrote deel werkt het OPIE-systeem volledig onafhankelijk van het UNIX wachtwoordstelsel.

Buiten het wachtwoord zijn er nog twee stukjes gegevens die van belang zijn voor OPIE. Het eerste wordt “zaad” (“seed”) of “sleutel” (“key”) genoemd en bestaat uit twee letters en vijf cijfers. Het tweede stukje gegevens heet de “iteratieteller”, een nummer tussen 1 en 100. OPIE maakt een eenmalig wachtwoord door het zaad en het geheime wachtwoord aaneen te schakelen en daarop het door de iteratieteller aangegeven keren MD5-hash toe te passen. Daarna wordt het resultaat omgezet in zes korte Engelse woorden. Deze zes woorden zijn een eenmalig wachtwoord. Het authenticatiesysteem (hoofdzakelijk PAM) houdt bij welk eenmalig wachtwoord het laatst is gebruikt en de gebruiker wordt geauthenticeerd als de hash van het door de gebruiker ingegeven wachtwoord gelijk is aan het vorige wachtwoord. Omdat er een eenweg hash wordt gebruikt, is het onmogelijk om toekomstige eenmalige wachtwoorden te maken als iemand toch een eenmalig wachtwoord heeft afgevangen. De iteratieteller wordt verlaagd na iedere succesvolle aanmelding om de gebruiker en het aanmeldprogramma synchroon te houden. Als de iteratieteller op 1 staat, moet OPIE opnieuw ingesteld worden.

Er zijn enkele programma’s bij ieder systeem betrokken die hieronder worden besproken. Het programma `opiekey` heeft een iteratieteller, zaad en een geheim wachtwoord nodig en maakt dan een eenmalig wachtwoord of een lijst van opeenvolgende eenmalige wachtwoorden. Het programma `opiepasswd` wordt gebruikt om OPIE te initialiseren en om wachtwoorden, iteratietellers en zaad te wijzigen. Het accepteert zowel wachtwoordzinnen als een iteratieteller, zaad en een eenmalig wachtwoord. Het programma `opieinfo` bekijkt de relevante bestanden waarin de eigenschappen staan (`/etc/opiekeys`) en toont de huidige iteratieteller en zaad van de gebruiker die het commando uitvoert.

Nu worden vier verschillende acties besproken. Bij de eerste wordt `opiepasswd` gebruikt in een beveiligde verbinding om voor het eerst eenmalige wachtwoorden in te stellen of om een wachtwoord of zaad aan te passen. Bij de tweede wordt `opiepasswd` gebruikt over een onbeveiligde verbinding samen met `opiekey` over een beveiligde verbinding om hetzelfde te bereiken. In een derde scenario wordt `opiekey` gebruikt om aan te melden over een onveilige verbinding. Het vierde scenario behandelt het gebruik van `opiekey` om een aantal sleutels aan te maken die opgeschreven of afgedrukt kunnen worden, zodat ze meegenomen kunnen worden naar een plaats van waar geen enkele veilige verbinding opgezet kan worden.

14.5.1. Veilige verbinding initialiseren

Gebruik het commando `opiepasswd` om OPIE voor de eerste keer te initialiseren:

```
% opiepasswd -c
[grimreaper] ~ $ opiepasswd -f -c
Adding unfurl:
Only use this method from the console; NEVER from remote. If you are using
telnet, xterm, or a dial-in, type ^C now or exit with no password.
Then run opiepasswd without the -c parameter.
```

```
Using MD5 to compute responses.
Enter new secret pass phrase:
Again new secret pass phrase:
ID unfurl OTP key is 499 to4268
MOS MALL GOAT ARM AVID COED
```

Als Enter new secret pass phrase: of Enter secret password: op het scherm verschijnt, dient een wachtwoord of wachtwoordzin ingevoerd te worden. Dit is dus niet het aanmeldwachtwoord is, maar dit wordt gebruikt om eenmalige wachtwoorden te maken. De “ID” regel geeft de parameters van het verzoek weer: de aanmeldnaam, de iteratieteller en zaad. Bij het aanmelden kent het systeem deze parameters en worden deze weergegeven zodat ze niet onthouden hoeven te worden. Op de laatste regel staat het eenmalige wachtwoord dat overeenkomt met die parameters en het geheime wachtwoord. Als de gebruiker direct opnieuw zou aanmelden, zou hij dat eenmalige wachtwoord moeten gebruiken.

14.5.2. Onveilige verbinding initialiseren

Om een wachtwoord te initialiseren of te wijzigen over een onveilige verbinding, moet er al ergens een veilige verbinding bestaan waar de gebruiker `opiekey` kan uitvoeren. Dit kan een shellprompt zijn op een machine die vertrouwd wordt. De gebruiker moet ook een iteratieteller verzinnen (100 is wellicht een prima getal) en een eigen zaad bedenken of er een laten fabriceren. Over de onveilige verbinding (naar de machine die de gebruiker wil initialiseren) wordt het commando `opiepasswd` gebruikt:

```
% opiepasswd

Updating unfurl:
You need the response from an OTP generator.
Old secret pass phrase:
    otp-md5 498 to4268 ext
    Response: GAME GAG WELT OUT DOWN CHAT
New secret pass phrase:
    otp-md5 499 to4269
    Response: LINE PAP MILK NELL BUOY TROY

ID mark OTP key is 499 gr4269
LINE PAP MILK NELL BUOY TROY
```

Druk op **Return** om het standaardzaad te accepteren. Voor een toegangswachtwoord wordt ingevoerd, dient eerst gewisseld te worden naar de veilige verbinding en dienen dezelfde parameters ingegeven te worden:

```
% opiekey 498 to4268
Using the MD5 algorithm to compute response.
Reminder: Don't use opiekey from telnet or dial-in sessions.
Enter secret pass phrase:
GAME GAG WELT OUT DOWN CHAT
```

In de onveilige verbinding wordt nu het eenmalige wachtwoord in het relevante programma gekopieerd.

14.5.3. Een enkel eenmalig wachtwoord maken

Als OPIE eenmaal is ingesteld staat er bij het aanmelden iets als het volgende:

```
% telnet example.com
Trying 10.0.0.1...
Connected to example.com
Escape character is '^]'.

FreeBSD/i386 (example.com) (tttya)

login: <gebruikersnaam>
otp-md5 498 gr4269 ext
Password:
```

NB: de OPIE-prompt heeft een handige optie (die hier niet te zien is): als er op **Return** wordt gedrukt bij de wachtwoordregel, wordt de echo aangezet, zodat de invoer zichtbaar is. Dit is erg handig als er met de hand een wachtwoord wordt ingegeven, zoals wanneer het wordt ingevoerd vanaf een afdruk.

Nu moet het eenmalige wachtwoord gemaakt worden om het aanmeldprompt mee te antwoorden. Dit moet gedaan worden op een vertrouwd systeem waarop `opiekey` beschikbaar is. Er zijn ook versies voor MS-DOS, Windows en Mac OS. Voor het commando moet zowel de iteratieteller als het zaad ingeven worden op de commandoregel. Deze kan zo overgenomen worden vanaf het aanmeldprompt op de machine waarop de gebruiker zich wil aanmelden.

Op het vertrouwde systeem:

```
% opiekey 498 to4268
Using the MD5 algorithm to compute response.
Reminder: Don't use opiekey from telnet or dial-in sessions.
Enter secret pass phrase:
GAME GAG WELT OUT DOWN CHAT
```

Nu het eenmalige wachtwoord er is, kan het aanmelden doorgang vinden.

14.5.4. Meerdere eenmalige wachtwoorden maken

Soms moet een gebruiker ergens naar toe gaan waar er geen toegang is tot een vertrouwde machine of een beveiligde verbinding. In dat geval is het mogelijk om met het commando `opiekey` een aantal eenmalige wachtwoorden te maken om uit te printen en mee te nemen:

```
% opiekey -n 5 30 zz99999
Using the MD5 algorithm to compute response.
Reminder: Don't use opiekey from telnet or dial-in sessions.
Enter secret pass phrase: <geheim wachtwoord>
26: JOAN BORE FOSS DES NAY QUIT
27: LATE BIAS SLAY FOLK MUCH TRIG
28: SALT TIN ANTI LOON NEAL USE
29: RIO ODIN GO BYE FURY TIC
30: GREW JIVE SAN GIRD BOIL PHI
```

Met `-n 5` worden vijf opeenvolgende sleutels aangevraagd, 30 geeft aan wat het laatste iteratiegetal moet zijn. Deze wachtwoorden worden weergegeven in *omgekeerde* volgorde voor gebruik. Als de gebruiker echt paranoïde bent kan

hij ze opschrijven of hij kan er ook voor kiezen ze af te drukken met `lpr`. Op iedere regel staat dus de iteratieteller en het eenmalige wachtwoord, maar misschien is het toch handig om ze na gebruik af te strepen.

14.5.5. Gebruik van UNIX wachtwoorden beperken

Met OPIE kan paal en perk gesteld worden aan het gebruik van UNIX wachtwoorden op basis van het IP-adres van een aanmeldsessie. Dat kan met het bestand `/etc/opieaccess` dat standaard aanwezig is. Bij `opieaccess(5)` staat meer informatie over dit bestand en welke beveiligingsoverwegingen bestaan bij het gebruik.

Hieronder een voorbeeld voor een `opieaccess` bestand:

```
permit 192.168.0.0 255.255.0.0
```

In deze regel (`permit Internet`) staat dat gebruikers met een bron IP adres (wat gefingeerd kan worden) dat past binnen de aangegeven waarde en masker altijd UNIX wachtwoorden mogen gebruiken.

Als geen van de regels uit `opieaccess` van toepassing is, worden standaard pogingen zonder OPIE geweigerd.

14.6. TCP Wrappers

Iedereen die bekend is met `inetd(8)` heeft waarschijnlijk wel eens van TCP Wrappers gehoord. Maar slechts weinigen lijken volledig te begrijpen hoe ze in een netwerk omgeving toegepast kunnen worden. Het schijnt dat iedereen een firewall wil hebben om netwerkverbindingen af te handelen. Ondanks dat een firewall veel kan, zijn er toch dingen die het niet kan, zoals tekst terugsturen naar de bron van een verbinding. De TCP Wrappers software kan dat en nog veel meer. In dit onderdeel worden de mogelijkheden van TCP Wrappers besproken en, waar dat van toepassing is, worden ook voorbeelden voor implementatie gegeven.

De TCP Wrappers software vergroot de mogelijkheden van **inetd** door de mogelijkheid al zijn serverdaemons te controleren. Met deze methode is het mogelijk om te loggen, berichten te zenden naar verbindingen, een daemon toe te staan alleen interne verbindingen te accepteren, etc. Hoewel een aantal van deze mogelijkheden ook ingesteld kunnen worden met een firewall, geeft deze manier niet alleen een extra laag beveiliging, maar gaat dit ook verder dan wat een firewall kan bieden.

De toegevoegde waarde van TCP Wrappers is niet dat het een goede firewall vervangt. TCP Wrappers kunnen samen met een firewall en andere beveiligingsinstellingen gebruikt worden om een extra laag van beveiliging voor het systeem te bieden.

Omdat dit een uitbreiding is op de instellingen van **inetd**, wordt aangenomen dat de lezer het onderdeel `inetd` configuratie heeft gelezen.

Opmerking: Hoewel programma's die onder `inetd(8)` draaien niet echt "daemons" zijn, heten ze traditioneel wel zo. Deze term wordt hier dus ook gebruikt.

14.6.1. Voor het eerst instellen

De enige voorwaarde voor het gebruiken van TCP Wrappers in FreeBSD is ervoor te zorgen dat de server **inetd** gestart wordt vanuit `rc.conf` met de optie `-ww`; dit is de standaardinstelling. Er wordt vanuit gegaan dat

`/etc/hosts.allow` juist is ingesteld, maar als dat niet zo is, dan zal `syslogd(8)` dat melden.

Opmerking: In tegenstelling tot bij andere implementaties van TCP Wrappers is het gebruik van `hosts.deny` niet langer mogelijk. Alle instellingen moeten in `/etc/hosts.allow` staan.

In de meest eenvoudige instelling worden verbindingen naar daemons toegestaan of geweigerd afhankelijk van de opties in `/etc/hosts.allow`. De standaardinstelling in FreeBSD is verbindingen toe te staan naar iedere daemon die met **inetd** is gestart. Na de basisinstelling wordt aangegeven hoe dit gewijzigd kan worden.

De basisinstelling heeft meestal de vorm `daemon : adres : actie`. `daemon` is de daemonnaam die `inetd` heeft gestart. Het `adres` kan een geldige hostnaam, een IP-adres of een IPv6-adres tussen blokhaken (`[]`) zijn. Het veld `actie` kan `allow` of `deny` zijn, afhankelijk van of toegang toegestaan of geweigerd moet worden. De instellingen werken zo dat ze worden doorlopen van onder naar boven om te kijken welke regel als eerste van toepassing is. Als een regel van toepassing is gevonden, dan stop het zoekproces.

Er zijn nog andere mogelijkheden, maar die worden elders toegelicht. Een eenvoudige instelling kan al van met deze informatie worden gemaakt. Om bijvoorbeeld POP3 verbindingen toe te staan via de `mail/qpopper` daemon, zouden de volgende instellingen moeten worden toegevoegd aan `hosts.allow`:

```
# Deze regel is nodig voor POP3-verbindingen
qpopper : ALL : allow
```

Nadat deze regel is toegevoegd moet **inetd** herstart worden. Dit gaat met het commando `kill(1)` of met de parameter `restart` met `/etc/rc.d/inetd`.

14.6.2. Gevorderde instellingen

TCP Wrappers hebben ook gevorderde instellingen. Daarmee komt meer controle over de wijze waarop er met verbindingen wordt omgegaan. Soms is het een goed idee om commentaar te sturen naar bepaalde hosts of daemonverbindingen. In andere gevallen moet misschien iets in een logboekbestand geschreven worden of een email naar de beheerder gestuurd worden. Dit kan allemaal met instellingen die `wildcards`, uitbreidingskarakters (expansion characters) en het uitvoeren van externe commando's heten. De volgende twee paragrafen beschrijven deze mogelijkheden.

14.6.2.1. Externe commando's

Stel dat zich de situatie voordoet waar een verbinding geweigerd moet worden, maar er een reden gestuurd moet worden naar het individu dat die verbinding probeerde op te zetten. Hoe gaat dat? Dat is mogelijk door gebruik te maken van de optie `twist`. Als er een poging tot verbinding wordt gedaan, wordt er met `twist` een shellcommando of script uitgevoerd. Er staat al een voorbeeld in `hosts.allow`:

```
# De andere daemons zijn beschermd.
ALL : ALL \
    : severity auth.info \
    : twist /bin/echo "You are not welcome to use %d from %h."
```

Dit voorbeeld geeft aan dat het bericht "You are not allowed to use daemon from hostname." wordt teruggestuurd voor iedere daemon die niet al is ingesteld in het toegangsbestand. Het is erg handig om een antwoord terug te sturen

naar degene die een verbinding op heeft willen zetten meteen nadat een tot stand gekomen verbinding is verbroken. Let wel dat alle berichten die gezonden worden *moeten* staan tussen " karakters. Hier zijn geen uitzonderingen op.

WaarschuwingHet is mogelijk een ontzegging van dienst aanval uit te voeren op de server als een aanvaller, of een groep aanvallers, deze daemons kan overstromen met verzoeken om verbindingen te maken.

Het is ook mogelijk hier de optie `spawn` te gebruiken. Net als `twist` weigert de optie `spawn` impliciet de verbinding en kan het gebruikt worden om shellcommando's of scripts uit te voeren. Anders dan bij `twist` stuurt `spawn` geen bericht aan degene die de verbinding wilde maken. Zie bijvoorbeeld de volgende instelling:

```
# Geen verbindingen van example.com:
ALL : .example.com \
    : spawn (/bin/echo %a from %h attempted to access %d >> \
      /var/log/connections.log) \
    : deny
```

Hiermee worden alle verbindingen van het domein `*.example.com` geweigerd. Tegelijkertijd worden ook hostnaam, IP adres en de daemon waarmee verbinding werd gemaakt naar `/var/log/connections.log` geschreven.

Naast de vervangingskarakters die al zijn toegelicht, zoals `%a`, bestaan er nog een paar andere. In de handleiding van `hosts_access(5)` staat een volledige lijst.

14.6.2.2. Wildcardopties

Tot nu toe is in ieder voorbeeld `ALL` gebruikt. Er bestaan nog andere opties waarmee de mogelijkheden nog verder gaan. Zo kan `ALL` gebruikt worden om van toepassing te zijn op iedere instantie van een daemon, domein of een IP adres. Een andere wildcard die gebruikt kan worden is `PARANOID`. Daarmee wordt iedere host die een IP-adres geeft dat gefingeerd kan zijn aangeduid. Met andere woorden: `PARANOID` kan gebruikt worden om een actie aan te geven als er een IP-adres gebruikt wordt dat verschilt van de hostnaam. Het volgende voorbeeld kan wat verheldering brengen:

```
# Weiger mogelijke gespoofde verzoeken aan sendmail:
sendmail : PARANOID : deny
```

In het voorgaande voorbeeld worden alle verbindingsverzoeken aan `sendmail` met een IP-adres dat verschilt van de hostnaam geweigerd.

Let opHet gebruik van de wildcard `PARANOID` kan nogal wat schade aanrichten als de cliënt of de server kapotte DNS-instellingen heeft. Voorzichtigheid van de beheerder is geboden.

De handleiding van `hosts_access(5)` geeft meer uitleg over wildcards en de mogelijkheden die ze bieden.

Voordat de bovenstaande instellingen werken, dient de eerste regels in `hosts.allow` als commentaar gemarkeerd te worden.

14.7. Kerberos5

Kerberos is een netwerkdienst, protocol en systeem waarmee gebruikers zich kunnen aanmelden met behulp van een dienst op een veilige server. Diensten als op een andere server aanmelden, op afstand kopiëren, veilig tussen systemen kopiëren en andere taken met een hoog risico worden aanmerkelijk veiliger en beter controleerbaar.

Kerberos kan omschreven worden als identiteitbevestigend proxy systeem. Het kan ook omschreven worden als een vertrouwd authenticatiesysteem van een derde partij. **Kerberos** vervult maar één taak: het veilig authenticeren van gebruikers op het netwerk. Het vervult geen autorisatietaken (wat gebruikers mogen) en controleert ook niets (wat gebruikers hebben gedaan). Nadat een cliënt en server **Kerberos** hebben gebruikt om hun identiteit vast te stellen kunnen ze ook al hun communicatie coderen om hun privacy en gegevensintegriteit te garanderen.

Daarom wordt het sterk aangeraden om **Kerberos** samen met andere beveiligingsmechanismen te gebruiken die autorisatie en controle mogelijkheden bieden.

De aanwijzingen die nu volgen kunnen gebruikt worden als werkinstructie om **Kerberos** in te stellen zoals dat wordt meegeleverd met FreeBSD. Een complete beschrijving staat in de handleiding.

Voor demonstratie van de installatie van **Kerberos** wordt gebruik gemaakt van de volgende naamgeving:

- Het DNS domein (“zone”) is example.org.
- De **Kerberos** wereld is EXAMPLE.ORG.

Opmerking: Het advies is voor installaties van **Kerberos** echte domeinnamen te gebruiken, zelfs als het alleen intern wordt gebruikt. Hiermee worden DNS problemen voorkomen is een goede samenwerking met andere **Kerberos** werelden verzekerd.

14.7.1. Geschiedenis

Kerberos is ontworpen door MIT als oplossing voor netwerkbeveiligingsproblemen. Het **Kerberos** protocol gebruikt sterke codering zodat een cliënt zijn identiteit kan bewijzen aan een server (en andersom) over een onveilige netwerkverbinding.

Kerberos is zowel de naam van een netwerkautorisatieprotocol als een bijvoeglijk naamwoord om de programma's te beschrijven die gebruik maken van het programma (zoals **Kerberos** telnet). De huidige versie van het protocol is versie 5 en is beschreven in RFC 1510.

Er zijn een aantal vrij beschikbare implementaties van dit protocol beschikbaar voor veel systemen. Het Massachusetts Institute of Technology (MIT), waar **Kerberos** ooit is ontwikkeld, ontwikkelt nog steeds door aan hun **Kerberos** pakket. Het wordt in de VS veel gebruikt als coderingspakket en daarom wordt het ook geraakt door de exportwetgeving van de VS. **Kerberos** van MIT is beschikbaar als port (`security/krb5`). Heimdal **Kerberos** is een andere implementatie van versie 5 die expliciet buiten de VS is ontwikkeld om de exportwetgeving de omzeilen (en wordt daarom vaak gebruikt in niet-commerciële UNIX varianten). De Heimdal **Kerberos** distributie is beschikbaar als port (`security/heimdal`) en er zit een minimale installatie in de basisinstallatie van FreeBSD.

Om het grootst mogelijke publiek te bereiken gaan deze instructies ervan uit dat de Heimdal distributie die bij FreeBSD zit wordt gebruikt.

14.7.2. Opzetten van een Heimdal KDC

Het Sleutel Distributie Centrum (KDC, voluit “Key Distribution Center”) is de gecentraliseerde authenticatiedienst die **Kerberos** levert. Het is de computer die **Kerberos** tickets uitgeeft. Het KDC wordt “vertrouwd” door alle andere computer in de **Kerberos** wereld en daarom dient er een strenger beveiligingsregime op van kracht te zijn.

Hoewel het draaien van de **Kerberos** dienst erg weinig van een systeem vraagt, wordt het wel aangeraden om een machine in te richten exclusief voor het KDC om beveiligingsredenen.

Het opzetten van een KDC begint met de controle of de instellingen in `/etc/rc.conf` juist zijn om te functioneren als KDC (misschien moeten paden veranderd worden voor een eigen systeem):

```
kerberos5_server_enable="YES"
kadmind5_server_enable="YES"
```

Daarna wordt het **Kerberos**-instellingenbestand `/etc/krb5.conf` aangemaakt:

```
[libdefaults]
    default_realm = EXAMPLE.ORG
[realms]
    EXAMPLE.ORG = {
        kdc = kerberos.example.org
        admin_server = kerberos.example.org
    }
[domain_realm]
    .example.org = EXAMPLE.ORG
```

`/etc/krb5.conf` gaat ervan uit dat de KDC de volledig gekwalificeerde hostnaam `kerberos.example.org` heeft. Als de KDC een andere hostnaam heeft, moet er nog een CNAME (alias) toegevoegd aan de zonefile.

Opmerking: Voor grotere netwerken met een juist ingestelde BIND DNS server kan het bovenstaande voorbeeld ingekort worden tot:

```
[libdefaults]
    default_realm = EXAMPLE.ORG
```

Door de volgende regels toe te voegen aan het zonebestand voor `example.org`:

```
_kerberos._udp      IN  SRV      01 00 88 kerberos.example.org.
_kerberos._tcp      IN  SRV      01 00 88 kerberos.example.org.
_kpasswd._udp       IN  SRV      01 00 464 kerberos.example.org.
_kerberos-adm._tcp  IN  SRV      01 00 749 kerberos.example.org.
_kerberos           IN  TXT       EXAMPLE.ORG
```

Opmerking: Om cliënten de **Kerberos**-diensten te kunnen laten vinden, *moet* er een volledig ingestelde `/etc/krb5.conf` zijn of een minimaal ingestelde `/etc/krb5.conf` *en* een correct ingestelde DNS-server.

Nu wordt de **Kerberos** database aangemaakt. Deze database bevat de sleutels voor alle principals en zijn versleuteld met een hoofdwachtwoord. Dit wachtwoord hoeft niet onthouden te worden omdat het wordt opgeslagen in (`/var/heimdal/m-key`). De hoofdsleutel wordt aangemaakt door `kstash` te starten en een wachtwoord in te voeren.

Als de hoofdsleutel is gemaakt, kan de database ingeschakeld worden met `kadmin` met de optie `-l` (die staat voor “local”). Deze optie geeft `kadmin` de opdracht om de databasebestanden direct te wijzigingen in plaats van via de `kadmind` netwerkdienst. Hiermee wordt het kip-ei-probleem opgelost waarbij een verbinding wordt gemaakt met de database voordat hij bestaat. Op het prompt van `kadmin` kan met `init` de database met de werelden aangemaakt worden.

Tenslotte, nog steeds in `kadmin`, kan de eerste principal gemaakt worden met `add`. De standaardopties voor de principal worden nu aangehouden. Deze kunnen later altijd nog gewijzigd worden met `modify`. Met het commando `?` kunnen alle beschikbare mogelijkheden getoond worden.

Hieronder een sessie waarin een voorbeelddatabase wordt aangemaakt:

```
# kstash
Master key: xxxxxxxx
Verifying password - Master key: xxxxxxxx

# kadmin -l
kadmin> init EXAMPLE.ORG
Realm max ticket life [unlimited]:
kadmin> add tillman
Max ticket life [unlimited]:
Max renewable life [unlimited]:
Attributes []:
Password: xxxxxxxx
Verifying password - Password: xxxxxxxx
```

Nu kan de KDC dienst gestart worden met `/etc/rc.d/kerberos start` en `/etc/rc.d/kadmind start`. Op dit moment draait er nog geen enkele daemon die gebruik maakt van **Kerberos**. Bevestiging dat KDC draait is te krijgen door een ticket te vragen en dat uit te lezen voor de principal (gebruiker) die zojuist is aangemaakt vanaf de commandoregel van het KDC zelf:

```
% kinit tillman
tillman@EXAMPLE.ORG's Password:

% klist
Credentials cache: FILE:/tmp/krb5cc_500
Principal: tillman@EXAMPLE.ORG

    Issued                Expires               Principal
Aug 27 15:37:58  Aug 28 01:37:58  krbtgt/EXAMPLE.ORG@EXAMPLE.ORG
```

Het ticket kan worden ingenomen wanneer u klaar bent:

```
% kdestroy
```

14.7.3. Kerberos inschakelen op een server met Heimdal diensten

Als eerste is een kopie van het instellingenbestand van **Kerberos** nodig, `/etc/krb5.conf`. Dit bestand kan eenvoudigweg op een veilige manier (met netwerkprogramma's als `scp`(1), of fysiek via een floppy) naar de cliëntcomputer gekopieerd worden vanaf de KDC.

Hierna is het `/etc/krb5.keytab` nodig. Dit is het belangrijkste verschil tussen een server die een daemons met **Kerberos** aanbiedt en een workstation: de server heeft het bestand `keytab` nodig. Dit bestand bevat de hostsleutel van de server waardoor het workstation en de KDC elkaars identiteit kunnen bevestigen. Dit bestand dient veilig overgebracht te worden omdat de beveiliging van de server doorbroken kan worden als de sleutel openbaar wordt gemaakt. Dit betekent expliciet dat overdracht via een protocol dat platte tekst gebruikt, bv. FTP, een slecht idee is.

Meestal wordt `keytab` naar de server gebracht met `kadmin`. Dat werkt handig omdat ook de host principal (het KDC onderdeel van `krb5.keytab`) aangemaakt moet worden met `kadmin`.

Let wel op dat er al een ticket moet zijn en dat dit ticket de `kadmin` interface moet mogen gebruiken in `kadmind.acl`. Zie “Beheer op Afstand” in de Heimdal informatiepagina’s (`info heimdal`) voor details over het ontwerpen van toegangscontrole. Als `kadmin` via het netwerk geen toegang mag hebben, dan kan ook op een veilige verbinding gemaakt worden met de KDC (via het lokale console, `ssh(1)` of **Kerberos** `telnet(1)`) zodat alles lokaal uitgevoerd kan worden met `kadmin -l`.

Na het installeren van `/etc/krb5.conf` kan `kadmin` van de **Kerberos** server gebruikt worden. Met `add --random-key` kan de host principal toegevoegd worden en met `ext` kan de host principal van de server naar zijn eigen `keytab` getrokken worden. Bijvoorbeeld:

```
# kadmin
kadmin> add --random-key host/myserver.example.org
Max ticket life [unlimited]:
Max renewable life [unlimited]:
Attributes []:
kadmin> ext host/myserver.example.org
kadmin> exit
```

Let op: `ext` slaat de sleutel standaard op in `/etc/krb5.keytab`.

Als `kadmind` niet beschikbaar is op de KDC (wellicht om beveiligingsredenen) en er via het netwerk dus geen toegang is tot `kadmin`, dan kan de host principal (`host/myserver.EXAMPLE.ORG`) ook direct aan de KDC toegevoegd worden en daarna in een tijdelijk bestand gezet worden. Het volgende kan gebruikt worden om te voorkomen dat `/etc/krb5.keytab` op de KDC) wordt overschreven:

```
# kadmin
kadmin> ext --keytab=/tmp/example.keytab host/myserver.example.org
kadmin> exit
```

Hierna kan de `keytab` veilig gekopieerd worden naar de server (met `scp` of een floppy). Geef een niet-standaard naam op voor de `keytab` om te voorkomen dat de `keytab` op de KDC wordt overschreven.

Nu kan de server communiceren met de KDC (vanweg `krb5.conf`) en zijn identiteit bewijzen (vanwege `krb5.keytab`). Nu is de server klaar om er een aantal **Kerberos** diensten op te activeren. In dit voorbeeld wordt de dienst `telnet` geactiveerd door de volgende regel in `/etc/inetd.conf` te zetten en dan `inetd(8)` te herstarten met `/etc/rc.d/inetd restart`:

```
telnet    stream  tcp    nowait  root    /usr/libexec/telnetd  telnetd -a user
```

Het belangrijkste is dat de typering `-a` (van authenticatie) op `user` staat. Meer details zijn in `telnetd(8)` te vinden.

14.7.4. Kerberos activeren op een cliënt met Heimdal

Het opzetten van een cliëntcomputer is eigenlijk kinderlijk eenvoudig. Wat betreft de **Kerberos** instelling is alleen het **Kerberos** instellingenbestand (`/etc/krb5.conf`) nodig. Dat kan eenvoudigweg naar de cliëntcomputer gekopieerd worden vanaf de KDC.

Test de cliënt met `kinit`, `klist` en `kdestroy` vanaf de cliënt om een ticket te krijgen, te bekijken en daarna te verwijderen voor de principal die hierboven is aangemaakt. Nu moeten ook **Kerberos** applicaties gebruikt kunnen worden om verbindingen te maken met servers waarop **Kerberos** is geactiveerd. Als dat niet lukt en het verkrijgen van een ticket is wel mogelijk, dan ligt dat hoogstwaarschijnlijk aan de server en niet aan de cliënt of de KDC.

Bij het testen van een applicatie als `telnet` kan het beste een pakkeetsnuffelaar (bv. `tcpdump(1)`) gebruikt worden om te bevestigen dat een wachtwoord niet als tekst wordt verzonden. Gebruik `telnet` met de optie `-x`. Dan wordt de complete gegevensstroom versleuteld (vergelijkbaar met `ssh`).

Er worden standaard ook andere **Kerberos** applicaties op de cliënt geïnstalleerd. Hier komt de “minimalistische” natuur van de basisinstallatie van Heimdal boven drijven: `telnet` is de enige dienst waarvoor **Kerberos** geactiveerd is.

De port Heimdal voegt een aantal ontbrekende cliëntapplicaties toe: versies met ondersteuning voor **Kerberos** van `ftp`, `rsh`, `rcp`, `rlogin` en een paar minder gebruikelijke programma's. De MIT port bevat ook een volledig gamma aan **Kerberos** cliëntapplicaties.

14.7.5. Instellingenbestanden voor gebruikers: `.k5login` en `.k5users`

Voor gebruikers binnen een wereld wijst hun **Kerberos** principal (bv. `tillman@EXAMPLE.ORG`) gewoonlijk naar een lokale gebruikersaccount (bijvoorbeeld een lokale account met de naam `tillman`). Voor cliëntapplicaties als `telnet` is gewoonlijk geen gebruikersnaam of principal nodig.

Soms moet iemand zonder bijpassende **Kerberos** principal toch toegang hebben tot een lokale gebruikersaccount. `tillman@EXAMPLE.ORG` zou bijvoorbeeld toegang nodig kunnen hebben tot de lokale gebruikersaccount `webdevelopers`. Andere principals zouden die toegang wellicht ook nodig kunnen hebben.

De bestanden `.k5login` en `.k5users` uit de gebruikersmap kunnen op eenzelfde manier gebruikt worden als `.hosts` en `.rhosts`. Zo wordt het voorgaande probleem opgelost. Als bijvoorbeeld een `.k5login` met de volgende inhoud:

```
tillman@example.org
jdoe@example.org
```

in de thuismap van de lokale gebruiker `webdevelopers` gezet wordt dan zouden beide principals toegang hebben tot die account zonder dat ze een wachtwoord hoeven te delen.

We raden aan de handleidingen voor deze commando's te lezen. Let op dat de `ksu` handleiding `.k5users` behandelt.

14.7.6. Kerberos tips, trucs en problemen oplossen

- Als de Heimdal of MIT **Kerberos** port wordt gebruikt dan dient de `PATH` omgevingsvariabele de **Kerberos** versies van de cliëntapplicaties te tonen voor de systeemversies.
- Hebben alle computers in de wereld hun tijd gesynchroniseerd? Als dat niet zo is, dan slaagt de authenticatie wellicht niet. Paragraaf 29.10 beschrijft hoe klokken met NTP gesynchroniseerd kunnen worden.

- MIT en Heimdal werken prima samen. Dit geldt niet voor `kadmin` omdat daarvoor geen protocolstandaard is.
- Als een hostnaam wordt gewijzigd, dan moet ook de `host/ principal` aangepast en de keytab. Dit geldt ook voor bijzondere instellingen in de keytab zoals de `www/ principal` voor `www/mod_auth_kerb` van Apache.
- Alle hosts in een wereld moeten oplosbaar (resolvable) zijn (zowel vooruit als achteruit) in de DNS (of tenminste in `/etc/hosts`). CNAMEs werken wel, maar de A en PTR records moeten juist en actief zijn. De foutmelding is niet erg duidelijk: `Kerberos5 refuses authentication because Read req failed: Key table entry not found.`
- Sommige besturingssystemen van cliënten voor een KDC zetten wellicht geen setuid `root` voor `ksu`. Dit betekent dat `ksu` niet werkt. Dat is vanuit beveiligingsoogpunt een prima idee, maar wel lastig. Dit is dus geen KDC-fout.
- Als met MIT **Kerberos** een principal een ticket moet krijgen dat langer geldig is dan de standaard van tien uur, dan moet `modify_principal` in `kadmin` gebruikt worden om de maximale geldigheidsduur (`maxlife`) van zowel de principal waar het om gaat als de `krbtgt` principal aan te passen. Dan kan de principal `kinit -l` gebruiken om een ticket met een langere levensduur aan te vragen.
-

Opmerking: Als een pakketsnuffelaar op de KDC draait bij om te helpen bij het oplossen van problemen en dan `kinit` vanaf een workstation wordt gestart, dan wordt zichtbaar dat de TGT meteen wordt verstuurd als `kinit` start, zelfs nog voor het wachtwoord! De reden hiervoor is dat de **Kerberos** server vrijelijk een TGT (Ticket Granting Ticket) verstuurt op iedere niet geautoriseerd verzoek. Maar iedere TGT is versleuteld met een sleutel die is afgeleid van het wachtwoord van de gebruiker. Als een gebruiker zijn wachtwoord ingeeft, wordt dat dus niet naar de KDC gezonden, maar ontcijfert het de TGT die `kinit` al heeft ontvangen. Als de ontcijfering resulteert in een geldige ticket met een geldige tijdstempel, dan heeft de gebruiker geldige **Kerberos** rechten. Deze rechten bevatten ook een sessiesleutel voor het opzetten van beveiligde communicatie met de **Kerberos** server in de toekomst en de eigenlijke ticket-granting ticket, die is versleuteld met de sleutel van de **Kerberos** server zelf. Deze tweede laag van versleuteling is niet bekend voor de gebruiker, maar het stelt de **Kerberos** server in staat om de juistheid van iedere TGT te bevestigen.

- Als tickets worden gebruikt die lang geldig zijn (bv. een week) en **OpenSSH** wordt gebruikt om een verbinding te maken met de machine waarop het ticket staat, zorg er dan voor dat de **Kerberos** optie `TicketCleanup` op `no` staat in `sshd_config` want anders worden tickets verwijderd bij afmelden.
- Hostprincipals kunnen ook een langere levensduur hebben. Als een gebruikers principal een levensduur van een week heeft, maar de host waar de verbinding mee gemaakt wordt heeft een levensduur van negen uur, dan heb staat er een verlopen host principal in de cache en dan werkt e.e.a. niet zoals verwacht.
- Een `krb5.dict` bestand om het gebruik van bepaalde slechte wachtwoorden te voorkomen (dit wordt kort behandeld in de handleiding voor `kadmind`) heeft alleen betrekking op principals waar een wachtwoordbeleid voor geldt. De opmaak van `krb5.dict` is eenvoudig: een rij tekens per regel. Een symbolische link maken naar `/usr/share/dict/words` is misschien handig.

14.7.7. Verschillen met de MIT port

Het belangrijkste verschil tussen de MIT en Heimdal installatie heeft betrekking op `kadmin`, dat een andere (maar gelijkwaardige) set commando's kent en een andere protocol gebruikt. Dit betekent nogal wat als een KDC MIT is,

omdat dan de `kadmin` van Heimdal niet gebruikt kan worden om de KDC vanaf afstand te beheren (dat geldt trouwens ook vice versa).

De cliëntapplicaties kunnen ook commandoregelopties gebruiken die een beetje verschillen, maar waarmee wel hetzelfde wordt bereikt. We raden aan de instructies op de MIT **Kerberos** website (<http://web.mit.edu/Kerberos/www/>) te volgen. Wees voorzichtig met paden: de MIT-port installeert standaard in `/usr/local/` en dus kunnen de “normale” systeemapplicaties gestart worden in plaats van die van MIT als de `PATH` omgevingsvariabele de systeemmappen als eerste weergeeft.

Opmerking: Als de MIT `security/krb5` port die bij FreeBSD zit wordt gebruikt, dan zorgt het lezen van `/usr/local/share/doc/krb5/README.FreeBSD` dat bij de port wordt geïnstalleerd voor een beter begrip over waarom het aanmelden via `telnetd` en `klogind` soms wat vreemd verloopt. Als belangrijkste wijzen we erop dat het bij het corrigeren van “onjuiste rechten op het cachebestand” noodzakelijk is dat het binaire bestand `login.krb5` wordt gebruikt voor authenticatie zodat het op de juiste wijze eigenaarschap kan wijzigen voor de doorgegeven rechten.

Het bestand `rc.conf` moet ook gewijzigd worden zodat het de volgende configuratie bevat:

```
kerberos5_server="/usr/local/sbin/krb5kdc"
kadmind5_server="/usr/local/sbin/kadmind"
kerberos5_server_enable="YES"
kadmind5_server_enable="YES"
```

Dit is gedaan omdat de applicaties voor MIT-Kerberos binair in de hiërarchie `/usr/local` installeren.

14.7.8. Beperkingen in Kerberos

14.7.8.1. Kerberos is een alles of niets aanpak

Iedere ingeschakelde dienst op het netwerk moet aangepast worden om met **Kerberos** te werken (of op een andere manier beschermd zijn tegen netwerkaanvallen), want anders kunnen gebruikersrechten worden gestolen en herbruikt. Een voorbeeld hier van is het inschakelen van **Kerberos** voor alle shells op afstand (via `rsh` en `telnet` bijvoorbeeld), maar de POP3 mailserver die wachtwoorden als platte tekst verzend ongemoeid laten.

14.7.8.2. Kerberos is bedoeld voor werkstations met een gebruiker

In een meergebruikersomgeving is **Kerberos** minder veilig. Dit komt doordat de tickets worden opgeslagen in de map `/tmp`, waar gelezen kan worden door alle gebruikers. Als een gebruiker een computer deelt met andere gebruikers op hetzelfde moment (dus multi-user), dan is het mogelijk dat een ticket van een gebruiker wordt gestolen (gekopieerd) door een andere gebruiker.

Dit kan voorkomen worden met de commandoregeloptie “-c bestandsnaam” of (bij voorkeur) de omgevingsvariabele `KRB5CCNAME`, maar dat wordt zelden gedaan. In principe kan het opslaan van een ticket in de thuismap van een gebruiker in combinatie met eenvoudige bestandsrechten dit probleem verhelpen.

14.7.8.3. De KDC is een single point of failure

Zoals het is ontworpen, moet de KDC zo goed mogelijk beveiligd zijn, omdat de hoofdwachtwoorddatabase erop staat. De KDC hoort geen enkele andere dienst aan te bieden en moet ook fysiek afgeschermd worden. Het gevaar is groot, omdat **Kerberos** alle wachtwoorden versleutelt met dezelfde sleutel (de “master” sleutel) die als een bestand op de KDC staat.

Toch is een gecompromitteerde mastersleutel niet zo’n groot probleem als wellicht wordt verondersteld. De mastersleutel wordt alleen gebruikt om de **Kerberos** database te versleutelen en als zaad voor de generator van willekeurige nummers. Zo lang als de toegang tot de KDC is beveiligd, kan een aanvaller niet echt iets doen met de mastersleutel.

Als de KDC niet beschikbaar is (misschien door een ontzeggen van dienst aanval of netwerkproblemen) kunnen de netwerkdiensten niet gebruikt worden omdat er geen authenticatie uitgevoerd kan worden; een recept voor een ontzeggen van dienst aanval. Dit risico kan omzeild worden door meerdere KDC’s (één master en één of meer slaven) en een zorgvuldige implementatie van secundaire of fall-back authenticatie. PAM is hier uitermate geschikt voor.

14.7.8.4. Tekortkomingen van Kerberos

Kerberos stelt gebruikers, hosts en diensten in staat om elkaar te authenticeren. Maar het heeft geen mechanisme om de KDC te authenticeren aan de gebruikers, hosts of diensten. Dit betekent dat bijvoorbeeld een vervalste kinit alle gebruikersnamen en wachtwoorden zou kunnen afluisteren. Iets als `security/tripwire` of andere controle-instrumenten voor de integriteit van bestandssystemen kunnen hier verlichting brengen.

14.7.9. Bronnen en verdere informatie

- De **Kerberos** FAQ (<http://www.faqs.org/faqs/Kerberos-faq/general/preamble.html>) (Engels)
- Een Autenticatiesysteem Ontwerpen: een Dialoog in Vier Scenes (<http://web.mit.edu/Kerberos/www/dialogue.html>) (Engels)
- RFC 1510, De **Kerberos** Netwerk Authenticatie Dienst (V5) (<http://www.ietf.org/rfc/rfc1510.txt?number=1510>) (Engels)
- MIT **Kerberos** homepage (<http://web.mit.edu/Kerberos/www/>)
- Heimdal **Kerberos** homepage (<http://www.pdc.kth.se/heimdal/>)

14.8. OpenSSL

Een toepassing die bij FreeBSD zit die veel gebruikers over het hoofd zien is **OpenSSL**. **OpenSSL** biedt een versleutelde transportlaag bovenop de normale communicatielaag. Daardoor biedt het de mogelijkheid met veel netwerktoepassingen en diensten verweven te raken.

Een aantal toepassingen van **OpenSSL** zijn versleutelde authenticatie van mailcliënten, webgebaseerde transacties als creditcardbetalingen en nog veel meer. Veel ports zoals `www/apache13-ssl` en `mail/claws-mail` bieden tijdens het compileren ondersteuning om **OpenSSL** in te bouwen.

Opmerking: In de meeste gevallen zal de Portscollectie proberen de port `security/openssl` te bouwen, tenzij de make variabele `WITH_OPENSSL_BASE` expliciet naar “yes” is gezet.

De versie van **OpenSSL** die bij FreeBSD zit ondersteunt Secure Sockets Layer v2/v3 (SSLv2/SSLv3), Transport Layer Security v1 (TLSv1) netwerkbeveiligingsprotocollen en kan gebruikt worden als generieke versleutelingsbibliotheek.

Opmerking: Hoewel **OpenSSL** ondersteuning biedt voor het IDEA algoritme, is dat standaard uitgeschakeld in verband met patenten in de VS. Om het te gebruiken dient de licentie gelezen te worden en, als de restricties aanvaardbaar zijn, dient de make-variabele `MAKE_IDEA` ingesteld te worden in `make.conf`.

Een van de meest gebruikte toepassingen van **OpenSSL** is het leveren van certificaten voor gebruik met softwaretoepassingen. Deze certificaten verzekeren dat de eigenschappen van een bedrijf of individu geldig zijn en niet vervalst. Als het certificaat in kwestie niet geldig verklaard is door een van de “Certificate Authorities” of CA’s, dan komt er een waarschuwing. Een Certificate Authority is een bedrijf, zoals VeriSign (<http://www.verisign.com>), dat certificaten ondertekent zodat de eigenschappen van een bedrijf of individu geldig verklaard kunnen worden. Dit proces kost geld en het is zeker geen voorwaarde voor het gebruik van certificaten. Het stelt wel de meer paranoïde gebruikers gerust.

14.8.1. Certificaten maken

Voor het maken van certificaten is het volgende commando beschikbaar:

```
# openssl req -new -nodes -out req.pem -keyout cert.pem
Generating a 1024 bit RSA private key
.....
.....
writing new private key to 'cert.pem'
-----
You are about to be asked to enter information that will be incorporated
into your certificate request.
What you are about to enter is what is called a Distinguished Name or a DN.
There are quite a few fields but you can leave some blank
For some fields there will be a default value,
If you enter '.', the field will be left blank.
-----
Country Name (2 letter code) [AU]:US
State or Province Name (full name) [Some-State]:PA
Locality Name (eg, city) []:Pittsburgh
Organization Name (eg, company) [Internet Widgits Pty Ltd]:My Company
Organizational Unit Name (eg, section) []:Systems Administrator
Common Name (eg, YOUR name) []:localhost.example.org
Email Address []:trhodes@FreeBSD.org

Please enter the following 'extra' attributes
to be sent with your certificate request
A challenge password []:SOME PASSWORD
An optional company name []:Another Name
```

Let op dat het antwoord direct na “Common Name” een domeinnaam weergeeft. De prompt wil dat er een servernaam wordt ingegeven voor het verificatieproces. Het plaatsen van iets anders dan een domeinnaam zorgt ervoor dat het certificaat waardeloos wordt. Er zijn ook andere opties als verloopdatum, andere versleutelingsalgoritmes, etc, beschikbaar. Een volledige lijst is na te lezen in de handleiding van openssl(1).

Er horen nu twee bestanden te staan in de map waarin het voorgaande commando is uitgevoerd. Het certificaatverzoek, `req.pem`, kan naar een certificaat autoriteit gestuurd worden die de bijgevoegde gegevens kan valideren, het verzoek kan tekenen en het certificaat kan retourneren. Het tweede bestand heet `cert.pem` en is de geheime sleutel voor het certificaat. Deze dient zorgvuldig beschermd te worden. Als de geheime sleutel in de handen van anderen valt kan die gebruikt worden om de identiteit van de eigenaar (of server) aan te nemen.

In gevallen waar ondertekening door een CA niet vereist is, kan een zelfondertekend certificaat gemaakt worden. Maak als eerste de RSA sleutel:

```
# openssl dsaparam -rand -genkey -out myRSA.key 1024
```

Hierna kan de CA sleutel gemaakt worden:

```
# openssl gendsa -des3 -out myca.key myRSA.key
```

Deze sleutel kan gebruikt worden om een certificaat te maken:

```
# openssl req -new -x509 -days 365 -key myca.key -out new.crt
```

Er zouden nu twee bestanden bijgekomen moeten zijn in de map: een certificaatautoriteit ondertekeningsbestand `myca.key` en `new.crt`, het certificaat zelf. Deze moeten in een map geplaatst worden, bij voorkeur onder `/etc` waar alleen `root` kan lezen. De rechten `0700` zijn hier prima en die kunnen ingesteld worden met `chmod`.

14.8.2. Certificaten gebruiken: een voorbeeld

En wat kunnen deze bestanden? Een prima toepassing zou het versleutelen van verbindingen naar de **Sendmail** MTA kunnen zijn. Daardoor zouden gebruikers niet langer platte tekst hoeven te authenticeren om mail te sturen via de lokale MTA.

Opmerking: Dit is niet de best denkbare toepassing omdat sommige MUA's de gebruiker een foutmelding geven als ze het certificaat niet lokaal geïnstalleerd hebben. De documentatie bij de software geeft meer informatie over het installeren van certificaten.

De volgende regels moeten opgenomen worden in het lokale `.mc` bestand:

```
dnl SSL Options
define('confCACERT_PATH', '/etc/certs')dnl
define('confCACERT', '/etc/certs/new.crt')dnl
define('confSERVER_CERT', '/etc/certs/new.crt')dnl
define('confSERVER_KEY', '/etc/certs/myca.key')dnl
define('confTLS_SRV_OPTIONS', 'V')dnl
```

`/etc/certs/` is de map die gebruikt wordt voor het lokaal opslaan van certificaten en sleutels. De laatste voorwaarde het is opnieuw aanmaken van het lokale `.cf` bestand. Dit gaat door eenvoudigweg `make install` te

typen in de map `/etc/mail`. Laat dat volgen door `make install` waardoor de daemon **Sendmail** herstart zou moeten worden.

Als alles goed is gegaan, dan staan er geen foutmeldingen `/var/log/maillog` en is **Sendmail** zichtbaar in de proceslijst.

Maak als eenvoudige test een verbinding met de mailserver met telnet(1):

```
# telnet example.com 25
Trying 192.0.34.166...
Connected to example.com.
Escape character is '^]'.
220 example.com ESMTP Sendmail 8.12.10/8.12.10; Tue, 31 Aug 2004 03:41:22 -0400 (EDT)
ehlo example.com
250-example.com Hello example.com [192.0.34.166], pleased to meet you
250-ENHANCEDSTATUSCODES
250-PIPELINING
250-8BITMIME
250-SIZE
250-DSN
250-ETRN
250-AUTH LOGIN PLAIN
250-STARTTLS
250-DELIVERBY
250 HELP
quit
221 2.0.0 example.com closing connection
Connection closed by foreign host.
```

Als de regel “STARTTLS” verschijnt in de uitvoer dan werkt alles correct.

14.9. VPN via IPsec

Een VPN opzetten met FreeBSD gateways tussen twee netwerken die gescheiden zijn door Internet.

14.9.1. IPsec begrijpen

Deze paragraaf is een gids in het proces van het opzetten van IPsec. Voordat IPsec opgezet kan worden dient de lezer bekend te zijn met de concepten die nodig zijn om een aangepaste kernel te bouwen (zie Hoofdstuk 8).

IPsec is een protocol dat bovenop de Internet Protocol (IP) laag ligt. Hiermee kunnen twee of meer host op een veilige manier communiceren (vandaar de naam). De FreeBSD IPsec “netwerk wachtrij (stack)” is gebaseerd op de KAME (<http://www.kame.net/>)-implementatie, die zowel de protocolfamilies IPv4 als de IPv6 ondersteunt.

IPsec bestaat uit twee subprotocollen:

- *Encapsulated Security Payload (ESP)* beschermt de IP-pakketdata tegen inmenging door een derde partij door de inhoud te versleutelen met symmetrische versleutelingsalgoritmes (zoals Blowfish en 3DES).
- *Authentication Header (AH)* beschermt de IP-pakketkop tegen inmenging door een derde partij en spoofing door een cryptografische checksum te berekenen en de IP-pakketkopvelden te hashen met een veilige hashfunctie.

Hierna wordt een extra kop ingevoegd die de hash bevat zodat de informatie in het pakket geauthenticeerd kan worden.

ESP en AH kunnen samen of apart gebruikt worden, afhankelijk van de omgeving.

IPsec kan gebruikt worden om het verkeer tussen twee hosts direct te versleutelen (dat heet *Transport Mode*) of door “virtuele tunnels” te bouwen tussen twee subnetten die gebruikt kunnen worden voor veilige communicatie tussen twee bedrijfsnetwerken (dat heet *Tunnel Mode*). De laatste versie staat beter bekend als *Virtual Private Network (VPN)*. In ipsec(4) staat gedetailleerde informatie over het IPsec subsysteem in FreeBSD.

Voor ondersteuning voor IPsec in de kernel zijn de volgende opties nodig in het kernelinstellingenbestand:

```
options    IPSEC          #IP-beveiliging
device crypto
```

Als er ook fouten in IPsec (debugging) verwijderd moeten kunnen worden, dan is de volgende optie ook nodig:

```
options    IPSEC_DEBUG   #debug voor IP-beveiliging
```

14.9.2. Het probleem

Er bestaat geen standaard voor wat een VPN is. VPN's kunnen opgezet worden met behulp van een aantal verschillende technologieën die allemaal hun eigen voor- en nadelen hebben. Dit onderdeel bevat een scenario en de strategieën die gebruikt kunnen worden voor het implementeren van een VPN in iedere situatie.

14.9.3. Het scenario: twee netwerken, de ene thuisgebaseerd en de andere bedrijfgebaseerd. Beide zijn verbonden met het Internet, en er wordt van verwacht dat ze zich via dit VPN als één gedragen.

Dit is het uitgangspunt:

- Er zijn tenminste twee locaties
- Beide locaties gebruiken IP
- Beide locaties hebben een Internetverbinding via een gateway waarop FreeBSD draait.
- De gateway op ieder netwerk heeft tenminste één publiek IP-adres.
- De interne adressen van de twee netwerken mogen publieke of private IP-adressen zijn, dat maakt niet uit. Ze mogen alleen niet botsen; bijvoorbeeld: ze mogen niet beide 192.168.1.x gebruiken.

14.9.4. IPsec configureren op FreeBSD

Om te beginnen moet de port `security/ipsec-tools` geïnstalleerd zijn vanuit de Portscollectie. Dit softwarepakket van een derde partij biedt een aantal applicaties die helpen de configuratie te ondersteunen.

De volgende benodigdheid is om twee gif(4) pseudo-apparaten aan te maken om de pakketten te tunnelen en beide netwerken in staat stellen om op een juiste wijze te communiceren. Draai als `root` de volgende commando's, waarbij de items *intern* en *extern* met de echte interne en externe gateways:


```
# ifconfig gif0 create

# ifconfig gif0 intern1 intern2

# ifconfig gif0 tunnel extern1 extern2
```

Het publieke IP van het LAN van de onderneming is bijvoorbeeld 172.16.5.4 en het heeft een privaat IP 10.246.38.1. Het publieke IP van het LAN van huis is 192.168.1.12 met een intern privaat IP 10.0.0.5.

Dit kan verwarrend lijken, dus bekijk de volgende voorbeeld van het commando ifconfig(8):

Gateway 1:

```
gif0: flags=8051 mtu 1280
tunnel inet 172.16.5.4 --> 192.168.1.12
inet6 fe80::2e0:81ff:fe02:5881%gif0 prefixlen 64 scopeid 0x6
inet 10.246.38.1 --> 10.0.0.5 netmask 0xffffffff00
```

Gateway 2:

```
gif0: flags=8051 mtu 1280
tunnel inet 192.168.1.12 --> 172.16.5.4
inet 10.0.0.5 --> 10.246.38.1 netmask 0xffffffff00
inet6 fe80::250:bfff:fe3a:clf%gif0 prefixlen 64 scopeid 0x4
```

Eenmaal compleet zouden beide private IP's bereikbaar moeten zijn met het commando ping(8) zoals de volgende uitvoer suggereert:

```
priv-net# ping 10.0.0.5
PING 10.0.0.5 (10.0.0.5): 56 data bytes
64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=0 ttl=64 time=42.786 ms
64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=1 ttl=64 time=19.255 ms
64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=2 ttl=64 time=20.440 ms
64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=3 ttl=64 time=21.036 ms
--- 10.0.0.5 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 19.255/25.879/42.786/9.782 ms
```

```
corp-net# ping 10.246.38.1
PING 10.246.38.1 (10.246.38.1): 56 data bytes
64 bytes from 10.246.38.1: icmp_seq=0 ttl=64 time=28.106 ms
64 bytes from 10.246.38.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=42.917 ms
64 bytes from 10.246.38.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=127.525 ms
64 bytes from 10.246.38.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=119.896 ms
64 bytes from 10.246.38.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=154.524 ms
--- 10.246.38.1 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 28.106/94.594/154.524/49.814 ms
```

Zoals verwacht hebben beide kanten de mogelijkheid om ICMP-pakketten te verzenden en te ontvangen van de privaat geconfigureerde adressen. Vervolgens dient aan beide gateways verteld te worden hoe pakketten te routeren om op de juiste wijze verkeer van een van de netwerken te versturen. Het volgende commando doet dit:

```
# corp-net# route add 10.0.0.0 10.0.0.5 255.255.255.0
```

```
# corp-net# route add net 10.0.0.0: gateway 10.0.0.5

# priv-net# route add 10.246.38.0 10.246.38.1 255.255.255.0

# priv-net# route add host 10.246.38.0: gateway 10.246.38.1
```

Op dit moment dienen interne machines bereikbaar te zijn vanuit elke gateway alsook als vanuit machines achter de gateways. Dit is eenvoudig te zien aan het volgende voorbeeld:

```
corp-net# ping 10.0.0.8
PING 10.0.0.8 (10.0.0.8): 56 data bytes
64 bytes from 10.0.0.8: icmp_seq=0 ttl=63 time=92.391 ms
64 bytes from 10.0.0.8: icmp_seq=1 ttl=63 time=21.870 ms
64 bytes from 10.0.0.8: icmp_seq=2 ttl=63 time=198.022 ms
64 bytes from 10.0.0.8: icmp_seq=3 ttl=63 time=22.241 ms
64 bytes from 10.0.0.8: icmp_seq=4 ttl=63 time=174.705 ms
--- 10.0.0.8 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 21.870/101.846/198.022/74.001 ms

priv-net# ping 10.246.38.107
PING 10.246.38.1 (10.246.38.107): 56 data bytes
64 bytes from 10.246.38.107: icmp_seq=0 ttl=64 time=53.491 ms
64 bytes from 10.246.38.107: icmp_seq=1 ttl=64 time=23.395 ms
64 bytes from 10.246.38.107: icmp_seq=2 ttl=64 time=23.865 ms
64 bytes from 10.246.38.107: icmp_seq=3 ttl=64 time=21.145 ms
64 bytes from 10.246.38.107: icmp_seq=4 ttl=64 time=36.708 ms
--- 10.246.38.107 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 21.145/31.721/53.491/12.179 ms
```

De tunnels opzetten is het eenvoudige deel. Het configureren van een veilige verbinding is een veel diepgaander proces. De volgende configuratie gebruikt vooraf gedeelde (PSK) RSA-sleutels. Afgezien van de IP-adressen zijn beide bestanden `/usr/local/etc/racoon/racoon.conf` identiek en zien ze er ongeveer als volgt uit:

```
path    pre_shared_key  "/usr/local/etc/racoon/psk.txt"; # plaats van bestand vooraf gedeelde sleutel
log      debug; # verboseiteitsinstelling van loggen: op 'notify' zetten als testen en debuggen klaar

padding # opties moeten niet veranderd worden
{
    maximum_length  20;
    randomize        off;
    strict_check     off;
    exclusive_tail   off;
}

timer    # timingopties, veranderen indien nodig
{
    counter          5;
    interval          20 sec;
    persend           1;
#    natt_keepalive   15 sec;
    phase1            30 sec;
```

```

        phase2          15 sec;
    }

listen # adres [poort] waarop racoon luistert
{
    isakmp          172.16.5.4 [500];
    isakmp_natt     172.16.5.4 [4500];
}

remote 192.168.1.12 [500]
{
    exchange_mode    main,aggressive;
    doi              ipsec_doi;
    situation         identity_only;
    my_identifier     address 172.16.5.4;
    peers_identifier  address 192.168.1.12;
    lifetime          time 8 hour;
    passive           off;
    proposal_check    obey;
#    nat_traversal    off;
    generate_policy   off;

    proposal {
        encryption_algorithm    blowfish;
        hash_algorithm           md5;
        authentication_method    pre_shared_key;
        lifetime time            30 sec;
        dh_group                  1;
    }
}

sainfo (address 10.246.38.0/24 any address 10.0.0.0/24 any) # adres $network/$netmasker $type a
{
    pfs_group          1;
    lifetime            time 3600 sec;
    encryption_algorithm    blowfish,3des,des;
    authentication_algorithm    hmac_md5,hmac_shal;
    compression_algorithm    deflate;
}

```

Het uitleggen van elke beschikbare optie, samen met diegenen in deze voorbeelden valt buiten het bereik van dit document. De configuratiehandleiding van **racoon** staat vol relevante informatie.

De SPD-beleiden moeten geconfigureerd worden zodat FreeBSD en **racoon** in staat zijn om netwerkverkeer tussen hosts te versleutelen en te ontsleutelen.

Deze taak kan met een eenvoudig shellsript zoals het volgende dat op de gateway van de onderneming staat worden uitgevoerd. Dit bestand wordt gebruikt tijdens de systeeminitialisatie en dient bewaard te worden als `/usr/local/etc/racoon/setkey.conf`.

```

flush;
spdf flush;
# Naar het thuisnetwerk
spdadd 10.246.38.0/24 10.0.0.0/24 any -P out ipsec esp/tunnel/172.16.5.4-192.168.1.12/use;

```

```
spdadd 10.0.0.0/24 10.246.38.0/24 any -P in esp/tunnel/192.168.1.12-172.16.5.4/use;
```

Eenmaal aanwezig kan **racoon** op beide gateways gestart worden met het volgende commando:

```
# /usr/local/sbin/racoon -F -f /usr/local/etc/racoon/racoon.conf -l /var/log/racoon.log
```

De uitvoer moet ongeveer gelijk zijn aan de volgende:

```
corp-net# /usr/local/sbin/racoon -F -f /usr/local/etc/racoon/racoon.conf
Foreground mode.
2006-01-30 01:35:47: INFO: begin Identity Protection mode.
2006-01-30 01:35:48: INFO: received Vendor ID: KAME/racoon
2006-01-30 01:35:55: INFO: received Vendor ID: KAME/racoon
2006-01-30 01:36:04: INFO: ISAKMP-SA established 172.16.5.4[500]-192.168.1.12[500] spi:623b9b3bd2
2006-01-30 01:36:05: INFO: initiate new phase 2 negotiation: 172.16.5.4[0]192.168.1.12[0]
2006-01-30 01:36:09: INFO: IPsec-SA established: ESP/Tunnel 192.168.1.12[0]->172.16.5.4[0] spi=28
2006-01-30 01:36:09: INFO: IPsec-SA established: ESP/Tunnel 172.16.5.4[0]->192.168.1.12[0] spi=477
2006-01-30 01:36:13: INFO: respond new phase 2 negotiation: 172.16.5.4[0]192.168.1.12[0]
2006-01-30 01:36:18: INFO: IPsec-SA established: ESP/Tunnel 192.168.1.12[0]->172.16.5.4[0] spi=12
2006-01-30 01:36:18: INFO: IPsec-SA established: ESP/Tunnel 172.16.5.4[0]->192.168.1.12[0] spi=17
```

Om er zeker van te zijn dat de tunnel correct werkt, dient naar een ander console geschakeld te worden en `tcpdump(1)` gebruikt te worden om hiermee het netwerkverkeer te bekijken. Vervang `em0` door de netwerkinterfacekaart indien nodig.

```
# tcpdump -i em0 host 172.16.5.4 and dst 192.168.1.12
```

Gegevens lijkend op de volgende zouden op het console moeten verschijnen. Indien niet, dan is er iets aan de hand, en is het nodig om de teruggegeven gegevens te debuggen.

```
01:47:32.021683 IP corporatenetwork.com > 192.168.1.12.privatenetwork.com: ESP(spi=0x02acbf9f,seq
01:47:33.022442 IP corporatenetwork.com > 192.168.1.12.privatenetwork.com: ESP(spi=0x02acbf9f,seq
01:47:34.024218 IP corporatenetwork.com > 192.168.1.12.privatenetwork.com: ESP(spi=0x02acbf9f,seq
```

Op dit punt zouden beide netwerken beschikbaar moeten zijn en deel lijken van hetzelfde netwerk. Waarschijnlijk zijn beide netwerken beschermt door een firewall, zoals het hoort. Om verkeer tussen hen toe te staan, moeten er regels worden toegevoegd om pakketten heen en terug door te laten. Voeg voor de firewall `ipfw(8)` de volgende regels toe aan het instellingenbestand van de firewall:

```
ipfw add 00201 allow log esp from any to any
ipfw add 00202 allow log ah from any to any
ipfw add 00203 allow log ipencap from any to any
ipfw add 00204 allow log udp from any 500 to any
```

Opmerking: Afhankelijk van de huidige hostconfiguratie dienen de regelnummers gewijzigd te worden.

Voor gebruikers van `pf(4)` of `ipf(8)` zouden de volgende regels moeten volstaan:

```
pass in quick proto esp from any to any
pass in quick proto ah from any to any
pass in quick proto ipencap from any to any
```

```
pass in quick proto udp from any port = 500 to any port = 500
pass in quick on gif0 from any to any
pass out quick proto esp from any to any
pass out quick proto ah from any to any
pass out quick proto ipencap from any to any
pass out quick proto udp from any port = 500 to any port = 500
pass out quick on gif0 from any to any
```

Ter afsluiting, voeg de volgende regels toe aan `/etc/rc.conf` om de machine toe te staan om ondersteuning voor het VPN te starten tijdens de systeeminitialisatie:

```
ipsec_enable="YES"
ipsec_program="/usr/local/sbin/setkey"
ipsec_file="/usr/local/etc/racoon/setkey.conf" # staat toe om spd-beleiden tijdens het opstarten
racoon_enable="yes"
```

14.10. OpenSSH

OpenSSH is een groep netwerkverbindingsprogramma's waarmee computers via het netwerk veilig benaderd kunnen worden. Het kan ingezet worden als een directe vervanger van `rlogin`, `rsh`, `rcp` en `telnet`. Daarnaast kunnen TCP/IP-verbindingen veilig getunneld of geforward worden door SSH. **OpenSSH** versleutelt al het verkeer om af luisteren, het stelen van een verbinding en andere netwerkaanvallen effectief te voorkomen.

OpenSSH wordt onderhouden door het OpenBSD project en is gebaseerd op SSH v1.2.12 met alle recente bugfixes en updates. Het is compatibel met beide protocollen SSH 1 en 2.

14.10.1. Voordelen van gebruik van OpenSSH

Als gewoonlijk `telnet(1)` of `rlogin(1)` wordt gebruikt, wordt de data in platte tekst en niet versleuteld verzonden. Netwerksnuffelaars die ergens tussen de cliënt en de server meeluisteren, kunnen een gebruikersnaam en wachtwoord stelen en zien welke gegevens er worden overgezonden tijdens een sessie. **OpenSSH** biedt een verscheidenheid aan authenticatie en versleutelingsmethoden die het voorgaande voorkomen.

14.10.2. sshd inschakelen

De **sshd** is een optie die wordt aangeboden tijdens een Standard-installatie van FreeBSD. **sshd** is ingeschakeld als de volgende regel voorkomt in `rc.conf`:

```
sshd_enable="YES"
```

Hierdoor wordt `sshd(8)` geladen, het daemonprogramma voor **OpenSSH**, als het systeem de volgende keer opstart. Als alternatief is het mogelijk om het `rc(8)`-script `/etc/rc.d/sshd` te gebruiken om **OpenSSH** te starten:

```
/etc/rc.d/sshd start
```

14.10.3. SSH-cliënt

ssh(1) werkt net zoals rlogin(1).

```
# ssh user@example.com
Host key not found from the list of known hosts.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Host 'example.com' added to the list of known hosts.
user@example.com's password: *****
```

Het aanmelden gaat nu net zoals het zou gaan als wanneer er een sessie gestart zou worden met rlogin of telnet. SSH maakt gebruik van een systeem met vingerafdrukken als sleutels voor het vaststellen met welke server verbinding wordt gemaakt op het moment dat de cliënt verbinding zoekt. De gebruiker krijgt alleen de eerste keer dat verbinding wordt gezocht met de server een vraag waarop **yes** geantwoord dient te worden. Bij volgende pogingen om aan te melden wordt de vingerafdruksleutel vergeleken met de sleutel die is opgeslagen. De SSH-cliënt alarmeert de gebruiker als de opgeslagen vingerafdruk sleutel anders is dan de sleutel die de server meldt. De vingerafdrukken worden opgeslagen in `~/.ssh/known_hosts` of in `~/.ssh/known_hosts2` voor SSH v2 vingerafdrukken.

Recente **OpenSSH** servers staan standaard ingesteld om alleen SSH v2 connecties toe te staan. De cliënt gebruikt versie 2 als dat mogelijk is en valt anders terug op versie 1. De cliënt kan ook gedwongen worden om een van de twee protocollen te gebruiken door de optie `-1` of `-2` voor respectievelijk versie 1 en versie 2 aan te geven. De mogelijkheid versie 1 te gebruiken blijft in de cliënt bestaan om compatibiliteit met oudere versies te behouden.

14.10.4. Veilig kopiëren

Het commando `scp(1)` (secure copy) werkt gelijk aan `rcp(1)`. Het kopieert een bestand van of naar een andere machine, maar doet dat veilig.

```
# scp user@example.com:/COPYRIGHT COPYRIGHT
user@example.com's password: *****
COPYRIGHT          100% | ***** | 4735
00:00
#
```

Omdat de vingerafdruk al is opgeslagen voor deze host in het vorige voorbeeld, is die al geverifieerd als `scp(1)` gebruik wordt.

De argumenten die aan `scp(1)` gegeven worden zijn vrijwel gelijk aan die voor `cp(1)` met het bestand of de bestanden als het eerste argument en de bestemming als het tweede. Omdat het bestand over het netwerk gaat, door SSH, hebben een of meer van de bestandsargumenten de vorm `user@host:<path_to_remote_file>`.

14.10.5. Instellen

Het instellingenbestand dat voor het hele systeem geldt voor zowel de **OpenSSH** daemon als cliënt staat in de map `/etc/ssh`.

`ssh_config` bevat de instellingen voor de cliënt en `sshd_config` bevat ze voor de daemon.

Daarnaast bieden het `sshd_program` (standaard `/usr/sbin/sshd`) en `sshd_flags rc.conf` opties nog meer mogelijkheden voor instellingen.

14.10.6. ssh-keygen

In plaats van het gebruik van wachtwoorden kan `ssh-keygen(1)` gebruikt worden om DSA en RSA sleutels te maken om een gebruiker te authenticeren:

```
% ssh-keygen -t dsa
Generating public/private dsa key pair.
Enter file in which to save the key (/home/user/.ssh/id_dsa):
Created directory '/home/user/.ssh'.
Enter passphrase (empty for no passphrase):
Enter same passphrase again:
Your identification has been saved in /home/user/.ssh/id_dsa.
Your public key has been saved in /home/user/.ssh/id_dsa.pub.
The key fingerprint is:
bb:48:db:f2:93:57:80:b6:aa:bc:f5:d5:ba:8f:79:17 user@host.example.com
```

`ssh-keygen(1)` maakt een publiek en privaat sleutelpaar aan dat gebruikt kan worden voor authenticatie. De private sleutel staat opgeslagen in `~/.ssh/id_dsa` of `~/.ssh/id_rsa` en de publieke sleutel staat in `~/.ssh/id_dsa.pub` of `~/.ssh/id_rsa.pub` voor respectievelijk sleuteltypen DSA en RSA. De publieke sleutel moet voor beide RSA- of DSA-sleutels in het bestand `~/.ssh/authorized_keys` van de andere machine staan om dit te laten werken.

Nu is het mogelijk een verbinding te maken met een andere machine die gebaseerd is op SSH sleutels in plaats van op wachtwoorden.

Als er een wachtwoordzin is gebruikt bij `ssh-keygen(1)` dan wordt de gebruiker iedere keer dat de private sleutel wordt gebruikt een wachtwoord gevraagd. `ssh-agent(1)` kan het ongemak van steeds opnieuw een lange wachtwoordzin moeten ingeven verlichten en wordt beschreven in het onderdeel Paragraaf 14.10.7.

Waarschuwing Afhankelijk van de gebruikte versie van **OpenSSH** kunnen opties en bestanden verschillen. Het is verstandig de handleiding `ssh-keygen(1)` te raadplegen.

14.10.7. ssh-agent en ssh-add

De hulpprogramma's `ssh-agent(1)` en `ssh-add(1)` bieden de mogelijkheid om **SSH** in het geheugen te laden zodat niet iedere keer de wachtwoordzin ingegeven hoeft te worden.

Het hulpprogramma `ssh-agent(1)` handelt de authenticatie af voor de geheime sleutels die erin geladen zijn.

`ssh-agent(1)` wordt gebruikt om andere programma's te starten. Bij eenvoudig gebruik kan er een shell mee gestart worden of meer complex een schermbeheerprogramma.

Voordat `ssh-agent(1)` in een shell gebruikt kan worden dient het eerst gestart te worden met een shell als argument. Daarna kan de identiteit toegevoegd worden daar `ssh-add(1)` aan te roepen en de wachtwoordzin voor de geheime sleutel op te geven. Als deze stappen zijn voltooid kan een gebruiker met `ssh(1)` naar iedere host waar de corresponderende publieke sleutel is geïnstalleerd:

```
% ssh-agent csh
% ssh-add
Enter passphrase for /home/user/.ssh/id_dsa:
Identity added: /home/user/.ssh/id_dsa (/home/user/.ssh/id_dsa)
%
```

Om `ssh-agent(1)` te gebruiken in X11 dient er een verwijzing naar `ssh-agent(1)` in `~/.xinitrc` te staan. Dan zijn de diensten van `ssh-agent(1)` beschikbaar voor alle programma's die in X11 gestart worden. Een `~/.xinitrc` zou er als volgt uit kunnen zien:

```
exec ssh-agent startxfce4
```

Hiermee wordt `ssh-agent(1)` gestart die op zijn beurt **XFCE** start, iedere keer dat X11 start. Als dat is gebeurd en X11 is herstart zodat de wijzigingen actief zijn, dan kan eenvoudigweg `ssh-add(1)` gestart worden om alle beschikbare SSH sleutels te laden.

14.10.8. SSH tunnels

OpenSSH kan een tunnel maken waarin een ander protocol ingepakt kan worden zodat er een versleutelde sessie ontstaat.

Het volgende commando geeft `ssh(1)` aan dat er een tunnel voor **telnet** gemaakt moet worden:

```
% ssh -2 -N -f -L 5023:localhost:23 user@foo.example.com
%
```

Aan het `ssh` commando worden de volgende opties meegegeven:

-2

Dit dwingt `ssh` om versie 2 van het protocol te gebruiken. Gebruik van deze optie wordt afgeraden als er verbinding wordt gemaakt met oudere SSH servers.

-N

Dit geeft aan dat er geen commando volgt, maar dat er een tunnel opgezet moet worden. Als deze optie niet aanwezig was, zou `ssh` een normale sessie starten.

-f

Dit dwingt `ssh` om in de achtergrond te draaien.

-L

Dit geeft aan dat de lokaal een tunnel wordt gemaakt in de vorm
lokale_poort:netwerk_host:netwerk_poort.

`user@foo.example.com`

Wijst naar een gebruiker op de SSH server op het netwerk.

Een SSH tunnel werkt doordat een luist socket wordt gemaakt op `localhost` op de aangegeven poort. Die stuurt dan iedere ontvangen verbinding op de lokale host/poort via de SSH verbinding door naar de aangegeven host en poort op het netwerk.

In het voorbeeld wordt poort 5023 op `localhost` doorgestuurd naar poort 23 op `localhost` van de machine op het netwerk. Omdat 23 **telnet** is, zou dit een veilige **telnet** verbinding opleveren door een SSH tunnel.

Dit kan gebruikt worden om ieder willekeurig onveilig TCP protocol in te pakken als SMTP, POP3, FTP, etc.

Voorbeeld 14-1. SSH gebruiken om een veilige tunnel te maken voor SMTP

```
% ssh -2 -N -f -L 5025:localhost:25 user@mailserver.example.com
user@mailserver.example.com's password: *****
% telnet localhost 5025
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^]'.
220 mailserver.example.com ESMTP
```

Dit kan samen met een ssh-keygen(1) en extra gebruikersaccounts gebruikt worden om een min of meer naadloze en eenvoudige SSH tunnelomgeving te maken. In plaats van wachtwoorden kunnen sleutels gebruikt worden en de tunnels kunnen in de omgeving van een aparte gebruiker draaien.

14.10.8.1. Praktische voorbeelden van een SSH tunnel*14.10.8.1.1. Veilige toegang tot een POP3 server*

Op het werk staat een SSH server die verbindingen van buitenaf toestaat. Op hetzelfde netwerk op kantoor staat een mailserver waarop POP3 draait. Het netwerk of het netwerkpad tussen de locatie op Internet en kantoor is wellicht niet helemaal te vertrouwen. Om deze reden dient de mailserver op een veilige manier benaderd te worden. De oplossing is een SSH verbinding opzetten naar de SSH server op kantoor en dan door de tunnel heen een verbinding opzetten met de mailserver.

```
% ssh -2 -N -f -L 2110:mail.example.com:110 user@ssh-server.example.com
user@ssh-server.example.com's password: *****
```

Als de tunnel eenmaal draait, dan kan de mailcliënt naar localhost poort 2110 gewezen worden. Alle verbinding naar die poort worden veilig doorgestuurd door de tunnel naar mail.example.com.

14.10.8.1.2. Een draconische firewall omzeilen

Sommige netwerkbeheerders stellen draconische firewallregels op en filteren niet alleen inkomende verbindingen, maar ook uitgaande. Meestal mag dan alleen maar verbinding gemaakt worden met andere machines op poorten 22 en 80 voor SSH en websurfen.

Soms wil een gebruiker dan toch toegang krijgen tot andere (wellicht niet netwerkgerelateerde) diensten, zoals een Ogg Vorbis server om muziek te streamen. Als die Ogg Vorbis server streamt op een andere poort dan 22 of 80, dan kan deze niet bereikt worden.

De oplossing ligt in het opzetten van een SSH verbinding naar een machine buiten de firewall en die tunnel te gebruiken om bij de Ogg Vorbis server te komen.

```
% ssh -2 -N -f -L 8888:music.example.com:8000 user@unfirewalled-system.example.org
user@unfirewalled-system.example.org's password: *****
```

De streamingcliënt kan nu gewezen worden naar localhost poort 8888 vanwaar er wordt doorverwezen naar music.example.com poort 8000 en zo wordt de firewall succesvol ontworpen.

14.10.9. De gebruikersoptie `AllowUsers`

Vaak is het verstandig om beperkingen aan te brengen op het gebied van welke gebruikers kunnen aanmelden en van waar. De optie `AllowUsers` biedt deze mogelijkheid. Om bijvoorbeeld alleen `root` toe te staan zich aan te melden van `192.168.1.32`, kan iets als de volgende regel worden opgenomen in het bestand `/etc/ssh/sshd_config`:

```
AllowUsers root@192.168.1.32
```

Om de gebruiker `admin` het recht te geven zich van overal aan te melden hoeft alleen de gebruikersnaam vermeld te worden:

```
AllowUsers admin
```

Meerdere gebruikers met rechten of beperkingen horen op dezelfde regel te staan:

```
AllowUsers root@192.168.1.32 admin
```

Opmerking: Het is van belang dat iedere gebruiker die zich moet kunnen aanmelden wordt genoemd. De overige gebruikers worden buitengesloten.

Nadat er wijzigingen zijn gemaakt aan `/etc/ssh/sshd_config` dienen de bestanden in `sshd(8)` geladen te worden:

```
# /etc/rc.d/sshd reload
```

14.10.10. Meer informatie

OpenSSH (<http://www.openssh.com/>)

```
ssh(1) scp(1) ssh-keygen(1) ssh-agent(1) ssh-add(1) ssh_config(5)
```

```
sshd(8) sftp-server(8) sshd_config(5)
```

14.11. Bestandssysteem toegangscontrolelijsten

In combinatie met verbeteringen als snapshots, biedt FreeBSD de veiligheid van Toegangscontrolelijsten voor Bestandssystemen (Access Control Lists, ACLs).

Met toegangscontrolelijsten wordt het standaard UNIX rechtenmodel uitgebreid op een zeer verenigbare (POSIX.1e) manier. Deze methodes stellen een beheerder in staat om gebruik te maken en voordeel te halen uit een geraffineerder beveiligingsmodel.

Om ondersteuning voor ACLs voor bestandssystemen in te schakelen dient het volgende in de kernel gecompileerd te worden:

```
options UFS_ACL
```

Als deze optie niet aanwezig is, dan wordt er een waarschuwing weergegeven als er wordt geprobeerd een bestandssysteem aan te koppelen dat gebruik maakt van ACLs. Deze optie is al geactiveerd in de `GENERIC` kernel.

ACLs zijn afhankelijk van uitgebreide attributen die zijn ingeschakeld op het bestandssysteem. Uitgebreide attributen worden standaard ondersteund in het volgende generatie UNIX bestandssysteem UFS2.

Opmerking: Er is meer administratieve rompslomp nodig om uitgebreide attributen in te stellen op UFS1 dan op UFS2. De prestaties van uitgebreide attributen zijn op UFS2 ook veel beter. Daarom wordt UFS2 ook meestal aangeraden boven UFS1 bij het gebruik van toegangscontrolelijsten.

ACLs worden ingeschakeld door de beheersvlag `acls` op het moment van aankoppelen. Dit kan ook in `/etc/fstab` staan. De vlag op het moment van aankoppelen kan ook automatisch gezet worden op een persistente wijze met `tunefs(8)` door een superblok in de bestandssysteemkop te wijzigen. In het algemeen wordt de voorkeur gegeven aan de vlag in het superblok om een aantal redenen:

- De ACLs vlag op het moment van aankoppelen kan niet gewijzigd worden bij opnieuw aankoppelen (`mount(8)` `-u`), maar alleen door een volledige `umount(8)` en een verse `mount(8)`. Dit betekent dat ACLs niet ingeschakeld kunnen worden op root-bestandssysteem na het opstarten. Het betekent ook dat de aard van een bestandssysteem niet veranderd kan worden als het eenmaal in gebruik is.
- Het inschakelen van de superblokvlag zorgt ervoor dat het bestandssysteem altijd wordt aangekoppeld met de ACLs ingeschakeld, zelfs als het niet in `fstab` staat of als de apparaten van plaats veranderen. Hiermee wordt voorkomen dat het bestandssysteem wordt gebruikt zonder dat ACLs ingeschakeld zijn, wat ervoor zou kunnen zorgen dat ACLs onjuist worden toegepast wat weer kan zorgen voor beveiligingsproblemen.

Opmerking: Wellicht wordt het mogelijk om de ACLs via de vlag in te schakelen zonder een compleet verse `mount(8)`, maar de ontwikkelaars vinden het wenselijk om het per ongeluk zonder ACLs aankoppelen te ontmoedigen, omdat er bijzonder vervelende gevolgen kunnen zijn als ACLs worden ingeschakeld, daarna worden uitgezet en weer worden ingeschakeld zonder dat de uitgebreide attributen worden geschoond. In het algemeen geldt dat als ACLs eenmaal zijn ingeschakeld voor een bestandssysteem, ze niet meer uitgeschakeld moeten worden, omdat de resulterende bestandsbescherming wellicht niet compatibel is met dat wat gebruikers van het systeem nodig hebben en het opnieuw aanzetten van ACLs kan leiden tot het opnieuw koppelen van voorheen bestaande ACLs aan bestanden waarvoor de toegangsrechten sindsdien zijn aangepast, wat kan leiden tot onverwachte situaties.

Bestandssystemen waarvoor ACLs zijn ingeschakeld worden weergegeven met een + (plus) teken als de toegangsrechten worden bekeken:

```
drwx----- 2 robert robert 512 Dec 27 11:54 private
drwxrwx---+ 2 robert robert 512 Dec 23 10:57 directory1
drwxrwx---+ 2 robert robert 512 Dec 22 10:20 directory2
drwxrwx---+ 2 robert robert 512 Dec 27 11:57 directory3
drwxr-xr-x 2 robert robert 512 Nov 10 11:54 public_html
```

Hierboven is te zien dat mappen `directory1`, `directory2` en `directory3` allemaal gebruik maken van ACLs. De map `public_html` doet dat niet.

14.11.1. Gebruik maken van ACLs

De ACLs van het bestandssysteem kunnen bekeken worden met het hulpprogramma `getfacl(1)`. Om de ACL op het bestand `test` te bekijken zou het volgende commando nodig zijn:

```
% getfacl test
#file:test
#owner:1001
#group:1001
user::rw-
group::r--
other::r--
```

Om de ACL op dit bestand te wijzigen wordt het hulpprogramma `setfacl(1)` als volgt gebruikt:

```
% setfacl -k test
```

De vlag `-k` verwijdt alle bestaande ACLs van een bestand of bestandssysteem. De methode die de voorkeur geniet is `-b` gebruiken omdat die optie de basisvelden die nodig zijn voor het laten werken van de ACLs laat staan.

```
% setfacl -m u:trhodes:rw,group:web:r--,o:--- test
```

Bij het commando hierboven, werd de optie `-m` gebruikt om de standaard ACL aan te passen. Omdat er geen voorgedefinieerde instellingen waren, die waren verwijderd door het commando daarvoor, werden nu de standaardinstellingen hersteld en de rechten die werden aangegeven toegevoegd. Let op dat bij het toevoegen van een gebruiker of een groep die niet bekend is op het systeem een foutmelding `Invalid argument` wordt geschreven naar `stdout`.

14.12. Monitoren van beveiligingsproblemen met andere software

In de afgelopen jaren zijn er in de beveiligingswereld veel vorderingen gemaakt op het gebied van inzicht in kwetsbaarheden. Als er software naast het besturingssysteem wordt geïnstalleerd en ingesteld neemt op vrijwel ieder besturingssysteem het risico op inbraak toe.

Inzicht in kwetsbaarheid is een vitale factor in beveiliging en hoewel FreeBSD waarschuwingen publiceert voor het basissysteem, gaat het publiceren van waarschuwingen voor alle overige software de scope van het FreeBSD Project te buiten. Er is een manier om inzicht te krijgen in de kwetsbaarheden voor additionele software en als beheerder gewaarschuwd te worden. Voor dit doel bestaat het FreeBSD hulpprogramma **Portaudit**.

De port `ports-mgmt/portaudit` zoekt naar bekende beveiligingsproblemen in een database die wordt bijgewerkt en onderhouden door het FreeBSD Security Team en portontwikkelaars.

Voordat **Portaudit** gebruikt kan worden dient het geïnstalleerd te worden uit de Portscollectie:

```
# cd /usr/ports/ports-mgmt/portaudit && make install clean
```

Tijdens het installatieproces worden de instellingenbestanden voor `periodic(8)` bijgewerkt, waardoor **Portaudit** uitvoer in de dagelijkse security runs meekomt. Het is van belang dat de emails die aan de emailaccount van `root` worden gezonden en uit de dagelijkse beveiligingsronde komen ook echt worden gelezen. Er zijn geen verdere instellingen nodig.

Na de installatie kan de beheerder de database bijwerken en bekende kwetsbaarheden in geïnstalleerde pakketten bekijken met het volgende commando:

```
# portaudit -Fda
```

Opmerking: De database wordt automatisch bijgewerkt tijdens de periodic(8) run; dus het voorgaande commando is volledig optioneel. Het is alleen nodig om de volgende voorbeelden na te kunnen doen.

De software die uit de Portscollectie is geïnstalleerd kan op elk moment door een beheerder ge-audit worden met:

```
# portaudit -a
```

Portaudit zal iets als het volgende produceren voor kwetsbare pakketten:

```
Affected package: cups-base-1.1.22.0_1
Type of problem: cups-base -- HPGL buffer overflow vulnerability.
Reference: <http://www.FreeBSD.org/ports/portaudit/40a3bca2-6809-11d9-a9e7-0001020eed82.html>
```

```
1 problem(s) in your installed packages found.
```

```
You are advised to update or deinstall the affected package(s) immediately.
```

Door met een webbrowser naar de aangegeven URL te gaan kan een beheerder meer informatie over de bewust kwetsbaarheid krijgen, waaronder de versies die het betreft, volgens de FreeBSD Port versie en andere websites waarop beveiligingswaarschuwingen te lezen zijn.

In het kort is **Portaudit** een krachtig hulpprogramma dat bijzonder handig is als het wordt gekoppeld aan het gebruik van de port **Portupgrade**.

14.13. FreeBSD beveiligingswaarschuwingen

Net als veel andere kwalitatief goede productiebesturingssystemen publiceert FreeBSD “Beveiligingswaarschuwingen”. Deze waarschuwingen worden meestal pas naar de beveiligingslijst gemaild en gedocumenteerd in de Errata als de van toepassing zijnde uitgaven gepatcht zijn. In deze paragraaf wordt toegelicht wat een waarschuwing is, hoe die te begrijpen en welke maatregelen er genomen moeten worden om een systeem bij te werken.

14.13.1. Hoe ziet een waarschuwing eruit?

De FreeBSD beveiligingswaarschuwingen zien er ongeveer uit als die hieronder die van de freebsd-security-notifications (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-security-notifications>) mailinglijst komt.

```
=====
FreeBSD-SA-XX:XX.UTIL                                Security Advisory
                                                    The FreeBSD Project

Topic:                denial of service due to some problem❶

Category:              core❷
Module:                sys❸
Announced:            2003-09-23❹
Credits:               Person❺
Affects:               All releases of FreeBSD❻
```

```

FreeBSD 4-STABLE prior to the correction date
Corrected:    2003-09-23 16:42:59 UTC (RELENG_4, 4.9-PRERELEASE)
              2003-09-23 20:08:42 UTC (RELENG_5_1, 5.1-RELEASE-p6)
              2003-09-23 20:07:06 UTC (RELENG_5_0, 5.0-RELEASE-p15)
              2003-09-23 16:44:58 UTC (RELENG_4_8, 4.8-RELEASE-p8)
              2003-09-23 16:47:34 UTC (RELENG_4_7, 4.7-RELEASE-p18)
              2003-09-23 16:49:46 UTC (RELENG_4_6, 4.6-RELEASE-p21)
              2003-09-23 16:51:24 UTC (RELENG_4_5, 4.5-RELEASE-p33)
              2003-09-23 16:52:45 UTC (RELENG_4_4, 4.4-RELEASE-p43)
              2003-09-23 16:54:39 UTC (RELENG_4_3, 4.3-RELEASE-p39)⑦
CVE Name:    CVE-XXXX-XXXX⑧

```

For general information regarding FreeBSD Security Advisories, including descriptions of the fields above, security branches, and the following sections, please visit <http://www.FreeBSD.org/security/>.

I. Background⑨

II. Problem Description(10)

III. Impact(11)

IV. Workaround(12)

V. Solution(13)

VI. Correction details(14)

VII. References(15)

- ❶ Het veld `Topic` geeft aan wat precies het probleem is. Het is eigenlijk een inleiding op de beveiligingswaarschuwing en geeft aan welke programma kwetsbaar is.
- ❷ Het veld `Category` geeft aan welk onderdeel van het systeem kwetsbaar is. Dat kan een van de onderdelen `core`, `contrib` of `ports` zijn. De categorie `core` betekent dat de een kerncomponent van het FreeBSD besturingssysteem kwetsbaar is. De categorie `contrib` betekent dat software die toegevoegd is aan het FreeBSD Project kwetsbaar is, zoals **sendmail**. Tenslotte geeft de categorie `ports` aan dat een optionele component uit de Portscollectie kwetsbaar is.
- ❸ Het veld `Module` geeft aan waar de component zich bevindt, bijvoorbeeld `sys`. In dit voorbeeld wordt het duidelijk dat de module `sys` kwetsbaar is. Hier gaat het dus om een kwetsbaar component die gebruikt wordt in de kernel.
- ❹ Het veld `Announced` geeft aan wanneer de beveiligingswaarschuwing gepubliceerd of aangekondigd is. Dit betekent dat het beveiligingsteam heeft bevestigd dat het probleem bestaat en dat er een patch is gecommitt in het depot met de broncode van FreeBSD.

- ⑤ In het veld `Credits` wordt iemand of een organisatie bedankt die de kwetsbaarheid heeft ontdekt en gerapporteerd.
- ⑥ Het veld `Affects` geeft aan welke uitgaven van FreeBSD door deze kwetsbaarheid worden getroffen. Voor de kernel kan snel gekeken worden naar de uitvoer van `ident` voor de betreffende bestanden om te bepalen welke revisie ze hebben. Voor ports is het versienummer te zien in `/var/db/pkg`. Als het systeem niet gelijk op loopt met het FreeBSD CVS depot en dagelijks herbouwd wordt, dan is de kans groot dat het systeem kwetsbaar is.
- ⑦ Het veld `Corrected` geeft de datum, tijd en tijdzone aan en de uitgave die is aangepast.
- ⑧ Gereserveerd voor de identificatie-informatie die gebruikt wordt om kwetsbaarheden in het Common Vulnerabilities Database System op te zoeken.
- ⑨ Het veld `Background` geeft meer informatie over wat er precies aan de hand is. Meestal staat hier waarom het programma aanwezig is in FreeBSD, waar het voor gebruikt wordt en hoe het programma is ontstaan.
- (10) Het veld `Problem Description` geeft gedetailleerde toelichting op het beveiligingsprobleem. Hier kan informatie bij staat over programmacode die fouten bevat of zelfs hoe het programma gebruikt kan worden om een beveiligingsgat te openen.
- (11) Het veld `Impact` beschrijft welke invloed het probleem kan hebben op het systeem. Dit kan bijvoorbeeld een ontzegging van dienst aanval zijn, gebruikers extra rechten geven of het verkrijgen van supergebruiker toegang voor de aanvaller zijn.
- (12) Het veld `Workaround` geeft aan hoe het mogelijk is het probleem te omzeilen (workaround) in het geval systeembeheerders niet in staat zijn om het systeem bij te werken. Dit zou te maken kunnen hebben met de tijd, beschikbaarheid van het netwerk en een hele lijst met andere redenen. Hoe dan ook, beveiliging dient serieus genomen te worden en een systeem dat kwetsbaar is moet bijgewerkt worden of het gat in de beveiliging moet gedicht worden met de alternatieve oplossing.
- (13) Het veld `Solution` geeft instructies over hoe een systeem aangepast kan worden. Dit is een werkinstructie die getest en gecontroleerd is om een systeem aan te passen en weer veilig werkend te krijgen.
- (14) In het veld `Correction Details` staan de CVS takken of uitgavenamen, met de punten veranderd in een liggend streepje. Er staat ook welke revisienummer de aangetaste bestanden binnen een tak hebben.
- (15) In het veld `References` wordt gewoonlijk verwezen naar andere bronnen. Dit kunnen web-URLs, boeken, mailinglijsten en nieuwsgroepen zijn.

14.14. Procesaccounting

Procesaccounting is een beveiligingsmethode die een beheerder in staat stelt om in de gaten te houden welke systeembronnen worden gebruikt, hoe ze over gebruikers verdeeld zijn, systeemmonitoring biedt en op minimalistische wijze het gebruik van commando's door gebruikers volgt.

Deze methode heeft voordelen en nadelen. Eén van de positieve punten is dat een inbraak gevolgd kan worden tot het moment waarop die zich voordeed. Nadelen zijn de grootte van de logboeken die door procesaccounting worden gegenereerd en de schijfruimte die dat kost. In dit onderdeel wordt een beheerder de basis van procesaccounting getoond.

14.14.1. Procesaccounting inschakelen en gebruiken

Voordat procesaccounting gebruikt kan worden dient het te worden ingeschakeld met de volgende commando's:

```
# touch /var/account/acct
# accton /var/account/acct
# echo 'accounting_enable="YES"' >> /etc/rc.conf
```

Eenmaal ingeschakeld begint accounting met het bijhouden van CPU statistieken, commando's, enzovoort. Alle accounting logboeken worden in een niet leesbaar formaat bijgehouden en zijn uit te lezen met `sa(8)`. Bij het uitvoeren zonder opties, toont `sa` informatie gerelateerd aan het aantal aanroepen per gebruiker, de totale tijd in minuten die is verstreken, de totale CPU- en gebruikerstijd in minuten, gemiddeld aantal I/O operaties, enzovoort.

Informatie over uitgevoerde commando's kan bekeken worden met `lastcomm(1)`. Zo kan met `lastcomm` bijvoorbeeld weergegeven worden welke commando's door gebruikers op een specifieke `ttys(5)` zijn uitgevoerd:

```
# lastcomm ls trhodes ttypl
```

Het bovenstaande commando toont ieder bekend gebruikt van `ls` door de gebruiker `trhodes` op terminal `ttypl`.

Veel andere handige opties staan beschreven in `lastcomm(1)`, `acct(5)` en `sa(8)`.

Noten

1. Bij FreeBSD mag het wachtwoord voor aanmelden tot 128 karakters lang zijn.

Hoofdstuk 15.

Jails

15.1. Overzicht

Dit hoofdstuk levert een uitleg van wat FreeBSD jails zijn en hoe ze gebruikt kunnen worden. Jails, soms ook wel bekend als een verbeterde vervanging van *chroot omgevingen*, zijn een erg krachtige tool voor systeem beheerders, maar het standaard gedrag kan ook interessant zijn voor gevorderde gebruikers.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Wat een jail is, en welk doel het kan dienen in een FreeBSD installatie.
- Hoe men een jail opbouwt, start en stopt.
- De basis over jail beheer, zowel van binnen in de jail, als van buitenaf.

Andere bronnen met nuttige informatie over jails zijn:

- De jail(8) handleiding. Hier kan de volledige referentie gevonden worden van het `jail` commando — de administratieve tool die in FreeBSD gebruikt kan worden om FreeBSD jails mee te beheren, te starten en te stoppen.
- De mailinglijsten en de archieven hiervan. De archieven van de FreeBSD algemene vragen mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-questions>) en andere mailing lijsten die gehost worden door de FreeBSD nlijstserver (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo>) bevatten reeds een rijke bron van informatie over jails. Het zou altijd aantrekkelijk moeten zijn om informatie in de archieven te zoeken, of een nieuwe vraag stellen aan de `freebsd-questions` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-questions>) mailinglijst.

15.2. Termen en begrippen van jails

Om een beter begrip te geven over de onderdelen van FreeBSD die gerelateerd zijn aan jails, de werking ervan, en hoe ze omgaan met de rest van FreeBSD worden de volgende termen gebruikt in het hoofdstuk:

`chroot(8)` (commando)

Hulpmiddel dat de systeemaanroep `chroot(2)` van FreeBSD gebruikt om de rootmap van een proces en alle afstammelingen te veranderen.

`chroot(2)` (omgeving)

Een omgeving van processen die draaien in een “chroot”. Dit is inclusief bronnen die gebruikt worden, zoals bijvoorbeeld het gedeelte van het bestandssysteem dat zichtbaar is, de gebruiker en groep ID’s welke beschikbaar zijn, netwerkkaarten en andere IPC mechanismes, etc.

jail(8) (commando)

De systeem utility die het mogelijk maakt om processen binnenin een jail te starten.

host (systeem, processen, gebruiker, etc.)

Het controlerende systeem van een jail omgeving. Het host systeem heeft toegang tot alle beschikbare hardware bronnen en kan processen controleren zowel buiten als binnenin een jail. Één van de belangrijkste verschillen van het host systeem met een jail zijn de limitaties die van toepassing zijn op super-gebruiker processen binnenin een jail, niet geforceerd worden voor processen in het host systeem.

hosted (systeem, processen, gebruiker, etc.)

Een proces, gebruiker, of andere entiteit wiens toegang tot bronnen is gelimiteerd door een FreeBSD jail.

15.3. Introductie

Omdat systeem beheer een complexe en enorme taak is, zijn er vele sterke tools ontwikkeld om het leven van een systeem beheerder makkelijker te maken. Deze tools leveren meestal verbeteringen op de manier waarop systemen worden geïnstalleerd, geconfigureerd en onderhouden. Een deel van de taken waarvan verwacht wordt dat die uitgevoerd wordt door de systeem beheerder is het goed configureren van de beveiliging van een systeem, zodat het kan blijven doorgaan met het serveren van de taak, zonder dat er beveiligings problemen optreden.

Één van de tools welke gebruikt kan worden om de beveiliging van een FreeBSD systeem te verbeteren zijn *jails*. Jails zijn geïntroduceerd in FreeBSD 4.X door Poul-Henning Kamp <phk@FreeBSD.org>, maar zijn grotendeels verbeterd in FreeBSD 5.X om ze nog sterker en krachtiger te maken. De ontwikkeling gaat nog steeds door met verbeteringen voor het gebruik, performance, betrouwbaarheid en beveiliging.

15.3.1. Wat is een jail

BSD achtige systemen hebben sinds 4.2-BSD ondersteuning voor chroot(2). De chroot(8) utility kan gebruikt worden om de root directory van een set processen te wijzigen waardoor een veilige omgeving wordt gecreeërd voor de rest van het systeem. Processen die gemaakt worden in een chroot omgeving kunnen bestanden en bronnen daarbuiten niet benaderen. Daardoor zou een compromitering van een dienst die in een chroot omgeving draait niet direct betekenen dat het hele systeem gecompromiteerd is. De chroot(8) utility is goed genoeg voor simpele taken, waarbij flexibiliteit en geavanceerde en complexe opties niet nodig zijn. Sinds het uitvinden van het chroot concept, zijn er vele mogelijkheden gevonden om hieruit te kunnen komen en alhoewel ze verbeterd zijn in moderne versies van FreeBSD, werd het duidelijk dat chroot(2) niet de meest ideale oplossing was voor het beveiligen van diensten. Er moest een nieuw subsysteem ontwikkeld worden.

Dit is één van de redenen waarom jails zijn ontwikkeld.

Jails zijn een verbeterd concept van de chroot(2) omgeving, in verschillende opzichten. In een traditionele chroot(2) omgeving worden processen alleen gelimiteerd in het deel van het bestandssysteem die ze kunnen benaderen. De rest van de systeem bronnen (zoals de set van systeem gebruikers, de draaiende processen of het netwerk subsysteem) worden gedeeld door het chrooted proces en de processen op het host systeem. Jails breiden dit model uit door het niet alleen virtualiseren van de toegang tot het bestandssysteem maar ook tot de set van gebruikers, het netwerk subsysteem van de FreeBSD kernel en een aantal andere delen. Een meer complete set van gespecificeerde controle mogelijkheden die beschikbaar zijn voor het personaliseren van de toegang tot een jail omgeving wordt beschreven in Paragraaf 15.5.

Een jail heeft vier kenmerken:

- Een eigen directory structuur — het startpunt van waaruit een jail benaderd wordt. Zodra men in de jail zit, mogen processen niet buiten deze directory structuur komen. Traditionele problemen die chroot(2)’s ontwerp getart hebben, hebben geen invloed op FreeBSD jails.
- Een hostname — de hostnaam die gebruikt wordt in de jail. Jails worden met name gebruikt voor het hosten van netwerk diensten, daardoor kan het de systeembeheerder heel erg helpen als er beschrijvende hostnames worden gekozen.
- Een IP adres — deze wordt gekoppeld aan de jail en kan op geen enkele manier worden gewijzigd tijdens het leven van de jail. Het IP adres van een jail is meestal een alias op een reeds bestaande netwerk interface, maar dit is niet noodzakelijk.
- Een commando — het padnaam van een uitvoerbaar bestand in de jail. Deze is relatief aan de rootdirectory van de jail omgeving en verschilt per situatie, afhankelijk van het type van de specifieke jail omgeving.

Buiten deze kenmerken, kunnen jails hun eigen set aan gebruikers en `root` gebruiker hebben. Uiteraard zijn de mogelijkheden van de `root` gebruiker beperkt tot de jail omgeving en, vanuit het host systeem gezien, is de `root` gebruiker geen super-gebruiker. Daarnaast is het de `root` gebruiker in een jail omgeving niet toegestaan om kritieke operaties uit te voeren op het systeem buiten de gedefinieerde jail omgeving. Meer informatie over de mogelijkheden en beperkingen van de `root` gebruiker kan gevonden worden in Paragraaf 15.5 hieronder.

15.4. Creeëren en controleren van jails

Sommige beheerders kiezen ervoor om jails op te delen in de volgende twee types: “complete” jails, welke een volledig FreeBSD systeem emuleert en “service” jails, gericht op één applicatie of dienst, mogelijkterwijs draaiende met privileges. Dit is alleen een conceptuele splitsing, de manier van het opbouwen van een jail wordt hierdoor niet veranderd. De jail(8) handleiding is heel duidelijk over de procedure voor het maken van een jail:

```
# setenv D /here/is/the/jail
# mkdir -p $D ❶
# cd /usr/src
# make buildworld ❷
# make installworld DESTDIR=$D ❸
# make distribution DESTDIR=$D ❹
# mount -t devfs devfs $D/dev ❺
```

- ❶ Het selecteren van een locatie voor een jail is het beste beginpunt. Hier zal de jail fysiek te vinden zijn binnen het bestandssysteem van het host systeem. Een goede keuze kan zijn `/usr/jailjailnaam`, waar `jailnaam` de naam is van de jail. Het `/usr` bestandssysteem heeft meestal genoeg ruimte voor het jail bestandssysteem, wat voor een “complete” jail betekent dat het eigenlijk een replica is van elk bestand dat standaard aanwezig is binnen het FreeBSD basissysteem.
- ❷ Als u uw userland al heeft herbouwd met `make world` of `make buildworld`, dan kunt u deze stap overslaan en uw bestaande userland in de nieuwe jail installeren.
- ❸ Dit commando zal de gekozen fysieke directory vullen met de benodigde binaire bestanden, bibliotheken, handleidingen, etc.

- ④ Het `distribution` doel voor **make** installeert elk benodigd configuratie bestand. In simpelere termen, het installeert alle installeerbare bestanden in `/usr/src/etc` naar de `/etc` directory van de jail omgeving: `$D/etc`.
- ⑤ Het koppelen van het `devfs(8)` bestandssysteem is niet vereist in een jail. Aan de andere kant, vrijwel elke applicatie heeft toegang nodig tot minstens één apparaat, afhankelijk van het doel van het programma. Het is erg belangrijk om toegang tot apparaten te controleren binnenin een jail, omdat incorrecte instellingen een aanvaller de mogelijkheid kunnen geven om vervelende dingen in de jail te doen. De controle over `devfs(8)` wordt gedaan door middel van rulesets, welke beschreven worden in de `devfs(8)` en `devfs.conf(5)` handleidingen.

Zodra een jail is geïnstalleerd, kan het opgestart worden door de `jail(8)` applicatie. De `jail(8)` applicatie heeft vier benodigde argumenten welke beschreven worden in Paragraaf 15.3.1. Er kunnen ook andere argumenten gebruikt worden, om bijvoorbeeld de jail te starten met de instellingen van een specifieke gebruiker. Het `commando` argument hangt af van het type jail, voor een *virtueel systeem* is `/etc/rc` een goede keuze, omdat het de reguliere opstart procedure nabootst van een FreeBSD systeem. Voor een *dienst* jail is het geheel afhankelijk van de dienst of applicatie die in de jail gaat draaien.

Jails worden over het algemeen gestart tegelijkertijd met de rest van het systeem. Het FreeBSD `rc` mechanisme levert een makkelijke manier om dat te doen:

1. Een lijst van jails die opgestart moeten worden tijdens het opstarten van het systeem, moeten worden toegevoegd aan het `rc.conf(5)` bestand:

```
jail_enable="YES"      # Stel dit in op NO om te voorkomen dat er jails gestart worden
jail_list="www"        # Door spaties gescheiden lijst van jails
```

Opmerking: De jail namen in `jail_list` mogen alleen alfanumerieke karakters bevatten.

2. Voor elke jail die gespecificeerd is in `jail_list` moet een groep van `rc.conf(5)` instellingen worden toegevoegd:

```
jail_www_rootdir="/usr/jail/www"      # de hoofd directory van de jail
jail_www_hostname="www.example.org"   # de hostnaam van de jail
jail_www_ip="192.168.0.10"            # het IP adres van de jail
jail_www_devfs_enable="YES"           # moet devfs wel of niet gekoppeld worden in de jail
jail_www_devfs_ruleset="www_ruleset" # welke devfs ruleset gebruikt moet worden voor de jail
```

De standaard opstart variabelen in `rc.conf(5)` gebruiken het `/etc/rc` bestand om de jail op te starten, wat er vanuit gaat dat de jail een compleet virtueel systeem is. Voor service jails moet het standaard opstart commando worden gewijzigd door het aanpassen van de `jail_jailname_exec_start` optie.

Opmerking: Voor een complete lijst van beschikbare opties, zie de `rc.conf(5)` handleiding.

Het `/etc/rc.d/jail` bestand kan worden gebruikt om jails handmatig te starten en te stoppen, mits er een overeenkomstige set regels bestaat in `/etc/rc.conf`.

```
# /etc/rc.d/jail start www
# /etc/rc.d/jail stop  www
```

Er is op dit moment geen nette methode om een jail te stoppen. Dit komt omdat de benodigde applicaties die een nette afsluiting verzorgen, niet beschikbaar zijn in een jail. De beste manier om een jail af te sluiten is door het volgende commando van binnenin de jail uit te voeren of door middel van het `jexec(8)` commando:

```
# sh /etc/rc.shutdown
```

Meer informatie hierover kan gevonden worden in de `jail(8)` handleiding.

15.5. Optimaliseren en administratie

Er zijn meerdere opties beschikbaar die ingesteld kunnen worden voor elke jail, en er zijn meerdere mogelijkheden om een FreeBSD host systeem te combineren met jails om een betere scheiding tussen systeem en applicaties te verkrijgen. Deze sectie leert:

- Een aantal opties zijn beschikbaar voor het optimaliseren van het gedrag en beveiligings beperkingen die geïmplementeerd worden in een jail.
- Een aantal “high-level” applicaties die gebruikt worden voor het beheren van jails, welke beschikbaar zijn via de FreeBSD Ports Collectie en kunnen gebruikt worden om een complete jail-gebaseerde oplossing te creëren.

15.5.1. Systeem applicaties voor het optimaliseren van jails onder FreeBSD

Het goed kunnen optimaliseren van een jail configuratie wordt veelal gedaan door het instellen van `sysctl(8)` variabelen. Er bestaat een speciale subtak van `sysctl` voor het organiseren van alle relevante opties: de `security.jail.*` hiërarchie binnen de FreeBSD kernel. Hieronder staat een lijst van de belangrijkste jail-gerelateerde `sysctl` variabelen, met informatie over de standaard waarden. De benaming zou zelf beschrijvend moeten zijn, maar voor meer informatie kunnen de `jail(8)` en `sysctl(8)` handleidingen geraadpleegd worden.

- `security.jail.set_hostname_allowed: 1`
- `security.jail.socket_unixiproute_only: 1`
- `security.jail.sysvipc_allowed: 1`
- `security.jail.enforce_statfs: 2`
- `security.jail.allow_raw_sockets: 0`
- `security.jail.chflags_allowed: 0`
- `security.jail.jailed: 0`

Deze variabelen kunnen door de systeem beheerder gebruikt worden op het *host systeem* om limitaties toe te voegen of te verwijderen, welke standaard opgedwongen worden aan de `root` gebruiker. Let op, een aantal beperkingen kan niet worden aangepast. De `root` gebruiker mag geen bestandssystemen koppelen of ontkoppelen binnenin een `jail(8)`. De `root` gebruiker mag ook geen `devfs(8)` rulesets laden of ontladen, firewall rules plaatsen of andere taken uitvoeren die vereisen dat de in-kernel data wordt aangepast, zoals het aanpassen van de `securelevel` variabele in de kernel.

Het basis systeem van FreeBSD bevat een basis set van applicaties voor het inzien van de actieve jails, en voor het uitvoeren van administratieve commando's in een jail. De `jls(8)` en `jexec(8)` commando's zijn onderdeel van het basis systeem en kunnen gebruikt worden voor het uitvoeren van de volgende simpele taken:

- Het printen van een lijst van actieve jails met het corresponderende jail ID (JID), IP adres, de hostnaam en het pad.
- Het koppelen met een actieve jail vanuit het host systeem, en voor het uitvoeren van administratieve taken in de jail zelf. Dit is bijzonder handig wanneer de `root` gebruiker een jail netjes wilt afsluiten. Het `jexec(8)` commando kan ook gebruikt worden om een shell te starten in een jail om daarmee administratieve taken uit te voeren; bijvoorbeeld met:

```
# jexec 1 tcsh
```

15.5.2. High-Level administratieve applicaties in de FreeBSD Ports Collection.

Tussen de vele software van derde partijen voor jail beheer, is één van de meest complete en bruikbare pakketten: `sysutils/jailutils`. Dit is een set van kleine applicaties, die bijdragen aan jail(8) beheer. Kijk op de web pagina voor meer informatie.

15.6. Toepassing van jails

15.6.1. Dienst jails

Deze sectie is gebaseerd op een idee van Simon L. Nielsen <simon@FreeBSD.org> op <http://simon.nitro.dk/service-jails.html>, en een geupdate artikel door Ken Tom <locals@gmail.com>. Deze sectie illustreert hoe een FreeBSD systeem opgezet kan worden met een extra laag beveiliging door gebruik te maken van jail(8). Er wordt vanuit gegaan dat het betrokken systeem minstens `RELENG_6_0` draait en dat de informatie eerder in dit hoofdstuk goed begrepen is.

15.6.1.1. Ontwerp

Één van de grootste problemen met jails is het beheer van het upgrade proces. Dit is meestal een probleem omdat elke jail vanaf het begin af aan moet worden opgebouwd wanneer er geupdate wordt. Meestal is dit voor een enkele jail geen probleem, omdat het update proces redelijk simpel is, maar het kan een vervelende tijdrovende klus zijn als er meerdere jails zijn.

Waarschuwing Deze opstelling vereist uitgebreide kennis en ervaring van FreeBSD en zijn mogelijkheden. Als onderstaande stappen te lastig lijken te zijn, wordt aangeraden om een simpeler systeem te bekijken zoals `sysutils/ezjail`, welke een simpele manier geeft voor het beheren van FreeBSD jails en niet zo complex is als deze opstelling.

Het idee werd geopperd om zulke problemen zoveel als mogelijk te voorkomen door zoveel als mogelijk te delen tussen de verschillende jails op een zo veilig mogelijke manier — door gebruik te maken van alleen-lezen `mount_nullfs(8)` koppelingen, zodat het upgraden simpeler wordt en het inzetten van jails voor enkele diensten interessanter wordt. Daarnaast geeft het een simpele manier om nieuwe jails toe te voegen of te verwijderen en om deze te upgraden.

Opmerking: Voorbeelden binnen deze context zijn: een HTTP server, een DNS server, een SMTP server enzovoorts.

De doelen van de opstelling zoals beschreven in dit hoofdstuk zijn:

- Het creëren van een simpele en makkelijk te begrijpen jail structuur. Dit impliceert dat er *niet* elke keer een volledige installworld gedraaid hoeft te worden voor elke jail.
- Het makkelijk maken van het aanmaken en verwijderen van jails.
- Het makkelijk maken van het updaten en upgraden van bestaande jails.
- Het mogelijk maken van het draaien van een eigen gemaakte FreeBSD tak.
- Paranoia zijn over beveiliging, zoveel mogelijk beperken, om de kans op inbraak zo klein mogelijk te maken.
- Het zoveel mogelijk besparen van ruimte en inodes.

Zoals reeds besproken is dit ontwerp sterk afhankelijk van het hebben van een “master-template”, welke alleen-lezen (beter bekend als **nullfs**) gekoppeld is binnen elke jail, en een beschrijfbaar apparaat per jail. Een apparaat kan hierin zijn een aparte fysieke schijf, een partitie, of een door vnodes ondersteunde md(4) apparaat. In dit voorbeeld wordt gebruik gemaakt van lezen-schrijven **nullfs** koppelpunten.

Het gebruikte bestandssysteem wordt beschreven door de volgende lijst:

- Elke jail zal gekoppeld worden onder de `/home/j` directory.
- `/home/j/mroot` is de template voor elke jail en tevens de alleen-lezen partitie voor elke jail.
- Voor elke jail zal een lege directory structuur gemaakt worden, welke valt onder de `/home/j` directory.
- Elke jail heeft een `/s` directory, welke gekoppeld zal worden aan het beschrijfbare gedeelte van het systeem.
- Elke jail zal zijn eigen beschrijfbaar systeem hebben welke gebaseerd is op `/home/j/skel`.
- Elke jail ruimte (het beschrijfbare gedeelte van de jail), wordt gecreeërd in de `/home/js` directory.

Opmerking: De voorbeelden gaan er vanuit dat de jails geplaatst worden in `/home` partitie. Dit kan uiteraard aangepast worden, maar dan moeten de voorbeelden hieronder ook worden aangepast naar de plek die gebruikt zal worden.

15.6.1.2. De template creëren

Deze sectie leert welke stappen er genomen moeten worden om de master-template te maken. Deze zal het alleen-lezen gedeelte vormen van de jails.

Het is altijd een goed idee om ervoor te zorgen dat het FreeBSD systeem de laatst beschikbare -RELEASE versie draait. Zie het corresponderende hoofdstuk in het Handboek (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/books/handbook/makeworld.html) om te lezen hoe dit gedaan wordt. In het geval dat het de moeite niet is om te updaten, zal een buildworld nodig zijn voordat er verder gegaan kan worden. Daarnaast is het `sysutils/cpdup` pakket benodigd. Er wordt gebruik gemaakt van `deportsnap(8)` applicatie om de FreeBSD Ports Collectie te downloaden. Het handboek met het hoofdstuk (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/books/handbook/portsnap.html) over `Portsnap`, is een aanrader voor nieuwe gebruikers.

1. Als eerste moet er een directory structuur gecreeërd worden voor het alleen-lezen bestandssysteem, welke de FreeBSD binaries zal bevatten voor de jails. Daarna wordt het alleen-lezen bestandssysteem geïnstalleerd vanuit de FreeBSD broncode directory in de jail template:

```
# mkdir /home/j /home/j/mroot
# cd /usr/src
# make installworld DESTDIR=/home/j/mroot
```

2. Hierna moet de FreeBSD Ports Collectie worden voorbereid, evenals de FreeBSD broncode directory, wat voor **mergemaster** vereist is:

```
# cd /home/j/mroot
# mkdir usr/ports
# portsnap -p /home/j/mroot/usr/ports fetch extract
# cpdup /usr/src /home/j/mroot/usr/src
```

3. Nu moet er een “skelet” gecreeërd worden voor het beschrijfbare gedeelte van het systeem:

```
# mkdir /home/j/skel /home/j/skel/home /home/j/skel/usr-X11R6 /home/j/skel/distfiles
# mv etc /home/j/skel
# mv usr/local /home/j/skel/usr-local
# mv tmp /home/j/skel
# mv var /home/j/skel
# mv root /home/j/skel
```

4. De **mergemaster** applicatie moet gebruikt worden om de ontbrekende configuratie bestanden te installeren. Erna moeten alle overbodige directories die gecreeërd zijn door **mergemaster** verwijderd worden:

```
# mergemaster -t /home/j/skel/var/tmp/temproot -D /home/j/skel -i
# cd /home/j/skel
# rm -R bin boot lib libexec mnt proc rescue/sbin sys usr dev
```

5. Nu moet er een symbolische link gemaakt worden tussen het beschrijfbare bestandssysteem en het alleen-lezen bestandssysteem, zorg ervoor dat de links gemaakt worden in de juiste `/s` directory. Als hier echte directories worden gemaakt of de directories worden op de verkeerde plak aangemaakt zal dit resulteren in een mislukte installatie:

```
# cd /home/j/mroot
# mkdir s
# ln -s s/etc etc
# ln -s s/home home
# ln -s s/root root
# ln -s ../s/usr-local usr/local
# ln -s ../s/usr-X11R6 usr/X11R6
# ln -s ../../s/distfiles usr/ports/distfiles
# ln -s s/tmp tmp
# ln -s s/var var
```

6. Als laatste stap moet er een generieke `/home/j/skel/etc/make.conf` gemaakt worden met de volgende inhoud:

```
WRKDIRPREFIX?= /s/portbuild
```

Door het gebruik van `WRKDIRPREFIX` op deze manier, is het mogelijk om per jail FreeBSD ports te compileren. Onthoud dat de ports directory onderdeel is van het alleen-lezen bestandssysteem. Het eigen pad voor `WRKDIRPREFIX` maakt het mogelijk dat port builds gedaan worden op het beschrijfbare gedeelte van elke jail.

15.6.1.3. Jails creëren

Nu we een complete FreeBSD template hebben, kunnen we de jails opzetten en configureren in `/etc/rc.conf`. Dit voorbeeld demonstreert het creëren van drie jails: “NS”, “MAIL” en “WWW”.

1. Zet het volgende in `/etc/fstab` zodat de alleen-lezen template voor de jails en de beschrijfbare partitie beschikbaar zijn in de respectievelijke jails:

```
/home/j/mroot    /home/j/ns      nullfs  ro  0  0
/home/j/mroot    /home/j/mail    nullfs  ro  0  0
/home/j/mroot    /home/j/www     nullfs  ro  0  0
/home/j/ns       /home/j/ns/s    nullfs  rw  0  0
/home/j/mail     /home/j/mail/s  nullfs  rw  0  0
/home/j/www      /home/j/www/s   nullfs  rw  0  0
```

Opmerking: Partities die gemarkeerd zijn met een 0 als “passnummer” worden niet gecontroleerd door `fsck(8)` tijdens het opstarten, en partities met een “dumpnummer” van 0 worden niet gebackuppeld door `dump(8)`. Het is niet gewenst dat **fsck** de **nullfs** koppelingen controleert of dat **dump** een backup maakt van de alleen-lezen nullfs koppelingen van de jails. Daarom worden ze gemarkeerd met “0 0” in de laatste twee kolommen van elke `fstab` regel hierboven.

2. Configureer de jails in `/etc/rc.conf`:

```
jail_enable="YES"
jail_set_hostname_allow="NO"
jail_list="ns mail www"
jail_ns_hostname="ns.example.org"
jail_ns_ip="192.168.3.17"
jail_ns_rootdir="/usr/home/j/ns"
jail_ns_devfs_enable="YES"
jail_mail_hostname="mail.example.org"
jail_mail_ip="192.168.3.18"
jail_mail_rootdir="/usr/home/j/mail"
jail_mail_devfs_enable="YES"
jail_www_hostname="www.example.org"
jail_www_ip="62.123.43.14"
jail_www_rootdir="/usr/home/j/www"
jail_www_devfs_enable="YES"
```

Waarschuwing De reden dat de `jail_name_rootdir` variabele verwijst naar de `/usr/home` directory in plaats van naar `/home` komt doordat het fysieke pad van de `/home` directory op een standaard FreeBSD installatie verwijst naar `/usr/home`. De `jail_name_rootdir` variabele mag *niet* ingesteld worden op een symbolische link, omdat dan de jail weigert te starten. Gebruik het `realpath(1)` programma om te zien welke waarde ingesteld moet worden voor deze variabele. Zie de FreeBSD-SA-07:11.jail waarschuwing voor meer informatie.

3. Creeër de benodigde koppelpunten voor het alleen-lezen bestandssysteem van elke jail:

```
# mkdir /home/j/ns /home/j/mail /home/j/www
```

4. Installeer de beschrijfbare template in elke jail. Let op het gebruik van `sysutils/cpdup`, wat helpt om een goede kopie te maken in elke directory:

```
# mkdir /home/js
# cpdup /home/j/skel /home/js/ns
# cpdup /home/j/skel /home/js/mail
# cpdup /home/j/skel /home/js/www
```

5. In deze fase zijn de jails gebouwd en voorbereid om op te starten. Koppel eerst de benodigde bestandssystemen voor elke jail, en start ze vervolgens door gebruik te maken van het `/etc/rc.d/jail` bestand:

```
# mount -a
# /etc/rc.d/jail start
```

De jails zouden nu gestart moeten zijn. Om te zien of ze correct gestart zijn, wordt het `jls(8)` programma gebruikt. Het resultaat hiervan ziet er ongeveer als volgend uit:

```
# jls
  JID  IP Address      Hostname                Path
  ---  -
    3  192.168.3.17    ns.example.org         /home/j/ns
    2  192.168.3.18    mail.example.org       /home/j/mail
    1  62.123.43.14    www.example.org        /home/j/www
```

Op dit moment, zou het mogelijk moeten zijn om op elke jail aan te loggen, nieuwe gebruikers toe te voegen en het configureren van daemons. De `JID` kolom geeft het identificatie nummer voor elke gestarte jail. Gebruik het volgende commando om administratieve commando's uit te voeren in de jail met het `JID` 3:

```
# jexec 3 tcsh
```

15.6.1.4. Upgraden

Naarmate de tijd verstrijkt komt de noodzaak om het systeem te updaten naar een nieuwere versie van FreeBSD, danwel vanwege een veiligheids waarschuwing danwel vanwege nieuwe mogelijkheden die geïmplementeerd zijn en nuttig zijn voor de jails. Het ontwerp van deze opzet levert een makkelijke manier voor het upgraden van jails. Daarnaast minimaliseert het de “down-time”, omdat de jails alleen in de allerlaatste minuut uitgeschakeld worden. Het geeft ook de mogelijkheid om terug te keren naar een oudere versie, voor het geval er problemen ontstaan.

1. De eerste stap is het upgraden van het host systeem zelf, waarna een nieuwe alleen-lezen template gemaakt wordt in `/home/j/mroot2`.

```
# mkdir /home/j/mroot2
# cd /usr/src
# make installworld DESTDIR=/home/j/mroot2
# cd /home/j/mroot2
# cpdup /usr/src usr/src
# mkdir s
```

Het `installworld` doel creeërt een aantal onnodige directories, welke verwijderd moeten worden:

```
# chflags -R 0 var
# rm -R etc var root usr/local tmp
```

2. Maak opnieuw de beschrijfbare symbolische link voor het hoofd bestandssysteem:

```
# ln -s s/etc etc
```

```
# ln -s s/root root
# ln -s s/home home
# ln -s ../s/usr-local usr/local
# ln -s ../s/usr-X11R6 usr/X11R6
# ln -s s/tmp tmp
# ln -s s/var var
```

3. Dit is het juiste moment om de jails te stoppen:

```
# /etc/rc.d/jail stop
```

4. Ontkoppel de originele bestandssystemen:

```
# umount /home/j/ns/s
# umount /home/j/ns
# umount /home/j/mail/s
# umount /home/j/mail
# umount /home/j/www/s
# umount /home/j/www
```

Opmerking: Het beschrijfbare gedeelte van de jail is gekoppeld aan het alleen-lezen gedeelte (/s) en moet derhalve eerst ontkoppeld worden.

5. Verplaatst het oude alleen-lezen systeem en vervang het door de nieuwe systeem. Het oude systeem dient als reservekopie voor het geval er iets misgaat. De naam moet het zelfde zijn als bij de installatie van het nieuwe systeem. Verplaats de FreeBSD Ports Collectie naar het nieuwe bestandssysteem om ruimte en inodes te besparen:

```
# cd /home/j
# mv mroot mroot.20060601
# mv mroot2 mroot
# mv mroot.20060601/usr/ports mroot/usr
```

6. Op dit moment is het alleen-lezen gedeelte klaar, de enig overgebleven taak is nu om alle bestandssystemen opnieuw te koppelen en om de jails weer op te starten:

```
# mount -a
# /etc/rc.d/jail start
```

Gebruik het jls(8) programma om te zien of de jails correct zijn opgestart. Vergeet niet om in elke jail het mergemaster programma te starten. Ook moeten de configuratie bestanden en de rc.d scripts geupdate worden.

Hoofdstuk 16.

Verplichte Toegangscontrole (MAC)

16.1. Overzicht

In FreeBSD 5.X werden nieuwe beveiligingsuitbreidingen geïntroduceerd uit het TrustedBSD project, dat is gebaseerd op de POSIX.1e draft. Twee van de meest significante nieuwe beveiligingsmechanismen zijn faciliteiten voor Toegangscontrolelijsten voor bestandssystemen (ACLs) en Verplichte Toegangscontrole (Mandatory Access Control of MAC). Met Verplichte Toegangscontrole kunnen nieuwe toegangscontrolemodules geladen worden, waarmee nieuw beveiligingsbeleid opgelegd kan worden. Een aantal daarvan bieden beveiliging aan hele kleine onderdelen van het systeem, waardoor een bepaalde dienst weerbaarder wordt. Andere bieden allesomvattende gelabelde beveiliging op alle vlakken en objecten. Het verplichte deel van de definitie komt van het feit dat het opleggen van de controle wordt gedaan door beheerders en het systeem en niet wordt overgelaten aan de nukken van gebruikers, zoals wel wordt gedaan met toegangscontrole naar goeddunken (discretionary access control of DAC, de standaardrechten voor bestanden en System V IPC rechten in FreeBSD).

In dit hoofdstuk wordt de nadruk gelegd op het Verplichte Toegangscontrole Raamwerk (MAC Framework) en een verzameling van te activeren beveiligingsbeleidmodules waarmee verschillende soorten beveiligingsmechanismen wordt ingeschakeld.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet u:

- Welke MAC beveiligingsbeleidmodules op dit moment in FreeBSD beschikbaar zijn en welke mechanismen daarbij horen.
- Wat MAC beveiligingsbeleidmodules implementeren en het verschil tussen gelabeld en niet-gelabeld beleid.
- Hoe een systeem efficiënt ingesteld kan worden om met het MAC-raamwerk te werken.
- Hoe het beleid van de verschillende beveiligingsbeleidmodules die in het MAC-raamwerk zitten ingesteld kunnen worden.
- Hoe een veiligere omgeving gemaakt kan worden met het MAC-raamwerk en de getoonde voorbeelden;
- Hoe de MAC-instellingen getest kunnen worden om er zeker van te zijn dat het raamwerk juist is geïmplementeerd.

Aangeraden voorkennis:

- Begrip van UNIX en FreeBSD basiskennis (Hoofdstuk 3);
- Bekend zijn met de beginselen van het instellen en compileren van de kernel (Hoofdstuk 8);
- Enigszins bekend zijn met beveiliging en wat dat te maken heeft met FreeBSD (Hoofdstuk 14).

Waarschuwing Het verkeerd gebruiken van de informatie die hierin staat kan leiden tot het niet langer toegang hebben tot een systeem, ergernis bij gebruikers, of het niet langer kunnen gebruiken van de mogelijkheden die X11 biedt. Nog belangrijker is dat niet alleen op MAC vertrouwd moet worden voor de beveiliging van een systeem. Het MAC-raamwerk vergroot alleen het bestaande beveiligingsbeleid; zonder goede beveiligingsprocedures en regelmatige beveiligingscontroles is een systeem nooit helemaal veilig.

Het is ook van belang op te merken dat de voorbeelden in dit hoofdstuk alleen voorbeelden zijn. Het is niet aan te raden ze uit te rollen op een productiesysteem. Het implementeren van de verschillende beveiligingsbeleidsmodules dient goed overdacht en getest te worden. Iemand die niet helemaal begrijpt hoe alles werkt, komt er waarschijnlijk achter dat die het complete systeem van voor naar achter en weer terug doorloopt en vele bestanden en mappen opnieuw moet instellen.

16.1.1. Wat niet wordt behandeld

In dit hoofdstuk wordt een brede reeks beveiligingsonderwerpen met betrekking tot het MAC-raamwerk behandeld. De ontwikkeling van nieuwe MAC-beveiligingsbeleidsmodules wordt niet behandeld. Een aantal modules die bij het MAC-raamwerk zitten hebben specifieke eigenschappen voor het testen en ontwikkelen van nieuwe modules. Daaronder vallen `mac_test(4)`, `mac_stub(4)` en `mac_none(4)`. Meer informatie over deze beveiligingsbeleidsmodules en de mogelijkheden die ze bieden staan in de hulppagina's.

16.2. Sleuteltermen in dit hoofdstuk

Voordat dit hoofdstuk gelezen wordt, moeten er een aantal sleuteltermen toegelicht worden. Hiermee wordt hopelijk mogelijke verwarring en de abrupte introductie van nieuwe termen en informatie voorkomen.

- *compartiment*: een compartiment is een verzameling van programma's en gegevens die gepartitioneerd of gescheiden dient te worden en waartoe gebruikers expliciet toegang moeten krijgen op een systeem. Een compartiment staat ook voor een groep, zoals een werkgroep, afdeling, project, of onderwerp. Door gebruik te maken van compartimenten is het mogelijk om een “need-to-know” beveiligingsbeleid in te stellen.
- *hoogwatermarkering*: Een hoogwatermarkeringsbeleid is een beleid dat toestaat om beveiligingsniveaus te verhogen met het doel informatie dat op een hoger niveau aanwezig is te benaderen. In de meeste gevallen wordt het originele niveau hersteld nadat het proces voltooid is. Momenteel heeft het MAC-raamwerk van FreeBSD hier geen beleid voor, maar de definitie is voor de volledigheid opgenomen.
- *integriteit*: integriteit, als sleutelconcept, is het niveau van vertrouwen dat in gegevens gesteld kan worden. Als de integriteit van gegevens wordt vergroot, dan geldt dat ook voor het vertrouwen dat in die gegevens gesteld kan worden.
- *label*: een label is een beveiligingsattribuut dat toegepast kan worden op bestanden, mappen of andere onderdelen van een systeem. Het kan gezien worden als een vertrouwelijkheidsstempel: als er een label op een bestand is geplaatst, beschrijft dat de beveiligingseigenschappen voor dat specifieke bestand en is daarop alleen toegang voor bestanden, gebruikers, bronnen, enzovoort, met gelijke beveiligingsinstellingen. De betekenis en interpretatie van labelwaarden hangt af van de beleidsinstellingen: hoewel sommige beleidseenheden een label beschouwen als representatie van de integriteit of het geheimhoudingsniveau van een object, kunnen andere beleidseenheden labels gebruiken om regels voor toegang in op te slaan.

- *niveau*: de verhoogde of verlaagde instelling van een beveiligingsattribuut. Met het stijgen van het niveau wordt ook aangenomen dat de veiligheid stijgt.
- *laagwatermarkering*: Een laagwatermarkeringsbeleid is een beleid dat toestaat om de beveiligingsniveaus te verlagen met het doel informatie te benaderen die minder veilig is. In de meeste gevallen wordt het originele beveiligingsniveau van de gebruiker hersteld nadat het proces voltooid is. De enige beveiligingsbeleidsmodule in FreeBSD die dit gebruikt is `mac_lomac(4)`.
- *meervoudig label*: de eigenschap `multilabel` is een optie van het bestandssysteem die in enkelegebruikersmodus met `tunefs(8)`, tijdens het opstarten via het bestand `fstab(5)` of tijdens het maken van een nieuw bestandssysteem ingesteld kan worden. Met deze optie wordt het voor een beheerder mogelijk om verschillende MAC-labels op verschillende objecten toe te passen. Deze optie is alleen van toepassing op beveiligingsbeleidsmodules die labels ondersteunen.
- *object*: een object of systeemobject is een entiteit waar informatie doorheen stroomt op aanwijzing van een *subject*. Hieronder vallen mappen, bestanden, velden, schermen, toetsenborden, geheugen, magnetische opslag, printers en alle andere denkbare apparaten waarmee gegevens kunnen worden vervoerd of kunnen worden opgeslagen. In de basis is een object een opslageenheid voor gegevens of een systeembron; toegang tot een *object* betekent in feite toegang tot de gegevens.
- *beleidseenheid*: een verzameling van regels die aangeven hoe doelstellingen bereikt moeten worden. In een *beleidseenheid* staat meestal beschreven hoe bepaalde eenheden behandeld dienen te worden. In dit hoofdstuk wordt de term *beleidseenheid* in deze context gezien als een *beveiligingsbeleidseenheid*, wat zoveel wil zeggen als een verzameling regels die bepaalt hoe gegevens en informatie stroomt en aangeeft wie toegang tot welke gegevens en informatie heeft.
- *gevoeligheid*: meestal gebruikt bij het bespreken van MLS. Een gevoeligheidsniveau is een term die gebruikt wordt om te beschrijven hoe belangrijk of geheim de gegevens horen te zijn. Met het stijgen van het gevoeligheidsniveau stijgt ook het belang van de geheimhouding of de vertrouwelijkheid van de gegevens.
- *enkelvoudig label*: een enkelvoudig label wordt gebruikt als een heel bestandssysteem gebruik maakt van één label om het toegangsbeleid over de gegevensstromen af te dwingen. Als dit voor een bestandssysteem is ingesteld, wat geldt als er geen gebruik gemaakt wordt van de optie `multilabel`, dan gehoorzamen alle bestanden aan dezelfde labelinstelling.
- *subject*: een subject is een gegeven actieve entiteit die het stromen van informatie tussen *objecten* veroorzaakt, bijvoorbeeld een gebruiker, gebruikersprocessor, systeemproces, enzovoort. Op FreeBSD is dit bijna altijd een thread die in een proces namens een gebruiker optreedt.

16.3. Uitleg over MAC

Met al deze nieuwe termen in gedachten, kan overdacht worden hoe het MAC-raamwerk de complete beveiliging van een systeem kan vergroten. De verschillende beveiligingsbeleidsmodules die het MAC-raamwerk biedt zouden gebruikt kunnen worden om het netwerk en bestandssystemen te beschermen, gebruikers toegang tot bepaalde poorten en sockets kunnen ontzeggen, en nog veel meer. Misschien kunnen de beleidsmodules het beste gebruikt worden door ze samen in te zetten, door meerdere beveiligingsbeleidsmodules te laden om te komen tot een omgeving waarin de beveiliging uit meerdere lagen is opgebouwd. In een omgeving waarin de beveiliging uit meerdere lagen is opgebouwd zijn meerdere beleidsmodules actief om de beveiliging in de hand te houden. Deze aanpak is anders dan een beleid om de beveiliging sec beter te maken, omdat daarmee in het algemeen elementen in een systeem beveiligd worden dat voor een specifiek doel wordt gebruikt. Het enige nadeel is het benodigde beheer in het geval van meervoudige bestandssysteemlabels, het instellen van toegang tot het netwerk per gebruiker, enzovoort.

De nadelen zijn wel minimaal als ze worden vergeleken met het immer durende effect van het raamwerk. Zo zorgt bijvoorbeeld de mogelijkheid om te kiezen welke beleidseenheden voor een specifiek gebruik nodig zijn voor het zo laag mogelijk houden van de beheerslast. Het terugdringen van ondersteuning voor onnodige beleidseenheden kan de beschikbaarheid van systemen verhogen en ook de keuzevrijheid vergroten. Voor een goede implementatie worden alle beveiligingseisen in beschouwing genomen en daarna worden de verschillende beveiligingsbeleidsmodule effectief door het raamwerk geïmplementeerd.

Een systeem dat gebruik maakt van de mogelijkheden van MAC dient dus tenminste de garantie te bieden dat een gebruiker niet de mogelijkheid heeft naar eigen inzicht beveiligingsattributen te wijzigen. Alle gebruikersprogramma's en scripts moeten werken binnen de beperkingen die de toegangsregels voorschrijven volgens de geselecteerde beveiligingsbeleidsmodule. Het voorgaande impliceert ook dat de volledige controle over de MAC-toegangsregels bij de systeembeheerder ligt.

Het is de taak van de systeembeheerder om zorgvuldig de juiste beveiligingsbeleidsmodule te kiezen. Voor sommige omgevingen kan het nodig zijn dat de toegang tot het netwerk wordt beperkt. In dat soort gevallen zijn de beleidsmodule `mac_portacl(4)`, `mac_ifoff(4)` en zelfs `mac_biba(4)` goede startpunten. In andere gevallen kan de strikte vertrouwelijkheid van bestandssysteemobjecten van belang zijn. Dan zijn beleidsmodule zoals `mac_bsextended(4)` en `mac_mls(4)` voor dit doel gemaakt.

Beslissingen over beleid zouden gemaakt kunnen worden op basis van het netwerkontwerp. Wellicht wordt alleen bepaalde gebruikers toegestaan gebruik te maken van de mogelijkheden van `ssh(1)` om toegang te krijgen tot het netwerk of Internet. In dat geval is de juiste beleidsmodule `mac_portacl(4)`. Maar wat te doen voor bestandssystemen? Moet alle toegang tot bepaalde mappen worden afgesneden van andere gebruikersgroepen of specifieke gebruikers, of moeten de toegang voor gebruikers of programma's tot bepaalde bestanden worden ingesteld door bepaalde objecten als geheim te bestempelen?

In het geval van het bestandssysteem, kan ervoor gekozen worden om de toegang voor sommige objecten voor bepaalde gebruikers als geheim te bestempelen, maar voor andere niet. Bijvoorbeeld: een groot ontwikkelteam wordt opgedeeld in kleinere eenheden van individuen. Ontwikkelaars in project A horen geen toegang te hebben tot objecten die zijn geschreven door ontwikkelaars in project B. Maar misschien moeten ze wel toegang hebben tot objecten die zijn geschreven door ontwikkelaars in project C. Dat is nogal wat. Door gebruik te maken van de verschillende beveiligingsbeleidsmodule in het MAC-raamwerk kunnen gebruikers in hun groepen worden opgedeeld en kan ze toegang gegeven worden tot de juiste locaties zonder dat er angst hoeft te zijn voor het lekken van informatie.

Zo heeft dus iedere beveiligingsbeleidsmodule een unieke wijze om om te gaan met de totale beveiliging van een systeem. Het kiezen van module hoort gebaseerd te zijn op een zorgvuldig uitgedacht beveiligingsbeleid. In veel gevallen wordt het totale beveiligingsbeleid aangepast en opnieuw toegepast op het systeem. Een goed begrip van de verschillende beveiligingsbeleidsmodule die het MAC-raamwerk biedt helpt beheerders bij het kiezen van de juiste beleidseenheden voor hun situatie.

De standaard FreeBSD-kernel kent geen ondersteuning voor het MAC-raamwerk en daarom dient de volgende kerneloptie toegevoegd te worden voordat op basis van de voorbeelden of informatie uit dit hoofdstuk wijzigingen worden gemaakt:

```
options      MAC
```

Hierna dient de kernel herbouwd en opnieuw geïnstalleerd te worden.

Let op Hoewel in de verschillende hulppagina's voor MAC-beleidsmodule staat dat ze in de kernel gebouwd kunnen worden, is het mogelijk het systeem van het netwerk af te sluiten en meer. Het implementeren van MAC is net zoiets als het implementeren van een firewall en er moet opgepast worden dat een systeem niet totaal op

slot gaat. Er dient rekening gehouden te worden met het teruggaan naar een vorige instelling en het op afstand implementeren van MAC dient bijzonder voorzichtig te gebeuren.

16.4. MAC-labels begrijpen

Een MAC-label is een beveiligingsattribuut dat toegepast kan worden op subjecten en objecten die door het systeem gaan.

Bij het instellen van een label moet de gebruiker in staat zijn om precies te begrijpen wat er gebeurt. De attributen die voor een object beschikbaar zijn hangen af van de geladen beleidsmodule en die interpreteren hun attributen op nogal verschillende manieren. Het resultaat kan resulteren in onverwacht en wellicht ongewenst gedrag van een systeem als het beleid door een gebrek aan begrip verkeerd is ingesteld.

Het beveiligingslabel op een object wordt gebruikt als onderdeel van een beveiligingstoegangscontrolebeslissing door een beleidseenheid. Voor sommige beleidseenheden bevat het label zelf alle informatie die nodig is voor het maken van een beslissing; in andere modellen kunnen de labels als onderdeel van een grotere verzameling verwerkt worden, enzovoort.

Zo staat bijvoorbeeld het instellen van het label `biba/low` op een bestand voor een label dat wordt beheerd door de beveiligingsbeleidsmodule Biba, met een waarde van “low”.

Een aantal beleidsmodules die in FreeBSD de mogelijkheid voor labelen ondersteunen, bieden drie specifieke voorgedefinieerde labels: `low`, `high` en `equal`. Hoewel ze in verschillende beleidsmodules op een andere manier toegangscontrole afdwingen, is er de garantie dat het label `low` de laagst mogelijke instelling is, het label `equal` het subject of object uitschakelt of ongemoeid laat en het label `high` de hoogst mogelijke instelling afdwingt die beschikbaar is in de beleidsmodules Biba en MLS.

Binnen een bestandssysteemomgeving met een enkelvoudig label kan er maar één label gebruikt worden op objecten. Hiermee wordt een verzameling van toegangsrechten op het hele systeem opgelegd en dat is voor veel omgevingen voldoende. Er zijn echter een aantal gevallen waarin het wenselijk is meervoudige labels in te stellen op subjecten of objecten in het bestandssysteem. In die gevallen kan de optie `multilabel` meegegeven worden aan `tunefs(8)`.

In het geval van Biba en MLS kan er een numeriek label gezet worden om het precieze niveau van de hiërarchische controle aan te geven. Dit numerieke niveau wordt gebruikt om informatie in verschillende groepen te partitioneren of te sorteren voor het classificeren voor het geven van toegang voor een bepaalde groep of een groep van een hoger niveau.

In de meeste gevallen stelt een beheerder alleen maar een enkelvoudig label in dat door het hele bestandssysteem wordt gebruikt.

Wacht eens, dat klinkt net als DAC! MAC gaf de controle toch strikt aan de beheerder? Dat klopt nog steeds, `root` heeft nog steeds de controle in handen en is degene die het beleid instelt zodat gebruikers in de juiste categorie en/of toegangsniveaus worden geplaatst. Daarnaast kunnen veel beleidsmodules ook de gebruiker `root` beperkingen opleggen. Dan wordt de controle overgedragen aan een groep, maar kan `root` de instellingen op ieder gewenst moment intrekken of wijzigen. Dit is het hiërarchische of toegangsmodel dat wordt afgedekt door beleidseenheden zoals Biba en MLS.

16.4.1. Labelinstellingen

Vrijwel alle aspecten voor het instellen van labelbeleid worden uitgevoerd met basissysteemprogramma's. Die commando's bieden een eenvoudige interface voor object- of subjectinstellingen of de manipulatie en verificatie van de instellingen.

Alle instellingen kunnen gemaakt worden met de hulpprogramma's `setfmac(8)` en `setpmac(8)`. Het commando `setfmac` wordt gebruikt om MAC labels op systeemobjecten in te stellen en `setpmac` voor het instellen van de labels op systeemsubjecten:

```
# setfmac biba/high test
```

Als het bovenstaande commando geen foutmeldingen heeft veroorzaakt, dan komt er een prompt terug. Deze commando's geven nooit uitvoer, tenzij er een fout is opgetreden; net als bij de commando's `chmod(1)` en `chown(8)`. In sommige gevallen kan de foutmelding `Permission denied` zijn en deze treedt meestal op als het label wordt ingesteld of gewijzigd op een object dat is beperkt.¹ De systeembeheerder kan de volgende commando's gebruiken om dit probleem te voorkomen:

```
# setfmac biba/high test
Permission denied
# setpmac biba/low setfmac biba/high test
# getfmac test
test: biba/high
```

Hierboven is te zien dat `setpmac` gebruikt kan worden om aan de instellingen van een beleidsmodules voorbij te gaan door een ander label toe te wijzen aan het aangeroepen proces. Het hulpprogramma `getpmac` wordt meestal toegepast op processen die al draaien, zoals **sendmail**: hoewel er een proces-ID nodig is in plaats van een commando, is de logica gelijk. Als gebruikers proberen een bestand te manipuleren waar ze geen toegang tot hebben, onderhevig aan de regels van de geladen beleidsmodules, dan wordt de foutmelding `Operation not permitted` weergegeven door de functie `mac_set_link`.

16.4.1.1. Labeltypen

Met de beleidsmodules `mac_biba(4)`, `mac_mls(4)` en `mac_lomac(4)` is het mogelijk eenvoudige labels toe te wijzen. Die kunnen hoog, gelijk aan en laag zijn. Hieronder een beschrijving van wat die labels betekenen:

- Het label `low` is de laagst mogelijke labelinstelling die een object of subject kan hebben. Deze instelling op objecten of subjecten blokkeert hun toegang tot objecten of subjecten met de markering hoog.
- Het label `equal` hoort alleen ingesteld te worden op objecten die uitgesloten moeten worden van een beleidsinstelling.
- Het label `high` geeft een object of subject de hoogst mogelijke instelling.

Afhankelijk van iedere beleidsmodule heeft iedere instelling een ander informatiestroomdirectief tot gevolg. Het lezen van de hulppagina's die van toepassing zijn geeft inzicht in de precieze eigenschappen van de standaard labelinstellingen.

16.4.1.1.1. Gevorderde labelinstellingen

Dit zijn de labels met numerieke graden die gebruikt worden voor vergelijking: `afdeling+afdeling`.

```
biba/10:2+3+6(5:2+3-20:2+3+4+5+6)
```

Het bovenstaande kan dus geïnterpreteerd worden als:

“Biba-beleidslabel”/“Graad 10”: “Afdelingen 2, 3 en 6”: (“graad 5 ...”)

In dit voorbeeld is de eerste graad de “effectieve graad” met de “effectieve afdelingen”, de tweede graad is de lage graad en de laatste is de hoge graad. In de meeste instellingen worden deze instellingen niet gebruikt. Ze zijn inderdaad instellingen voor gevorderden.

Als ze worden toegepast op systeemobjecten, hebben ze alleen een huidige graad/afdeling in vergelijking met systeemsubjecten, omdat ze de reikwijdte van rechten in het systeem en op netwerkinterfaces aangeven, waar ze gebruikt worden voor toegangscontrole.

De graad en afdelingen in een subject en object paar wordt gebruikt om een relatie te construeren die “dominantie” heet, waar een subject een object domineert, geen van beiden domineert, of beiden elkaar domineren. Het geval “beiden domineren” komt voor als de twee labels gelijk zijn. Vanwege de natuur van de informatiestroom van Biba, heeft een gebruiker rechten op een verzameling van afdelingen, “need to know”, die overeen zouden kunnen komen met projecten, maar objecten hebben ook een verzameling van afdelingen. Gebruikers dienen wellicht hun rechten onder te verdelen met `su` of `setpmac` om toegang te krijgen tot objecten in een afdeling die geen verboden terrein voor ze zijn.

16.4.1.2. Gebruikers en labelinstellingen

Gebruikers moeten zelf labels hebben, zodat hun bestanden en processen juist kunnen samenwerken met het beveiligingsbeleid dat op een systeem is ingesteld. Dit wordt ingesteld via het bestand `login.conf` door gebruik te maken van aanmeldklassen. Iedere beleidsmodule die labels gebruikt implementeert ook de instelling van de gebruikersklasse.

Een voorbeeld dat iedere instelling uit de beleidsmodule bevat is hieronder te zien:

```
default:\
:copyright=/etc/COPYRIGHT:\
:welcome=/etc/motd:\
:setenv=MAIL=/var/mail/$,BLOCKSIZE=K:\
:path=~:/bin:/sbin:/bin:/usr/sbin:/usr/bin:/usr/local/sbin:/usr/local/bin:\
:manpath=/usr/share/man /usr/local/man:\
:nologin=/usr/sbin/nologin:\
:cputime=1h30m:\
:datasize=8M:\
:vmemoryuse=100M:\
:stacksize=2M:\
:memorylocked=4M:\
:memoryuse=8M:\
:filesize=8M:\
:coredumpsize=8M:\
:openfiles=24:\
:maxproc=32:\
:priority=0:\
:requirehome:\
:passwordtime=91d:\
:umask=022:\
:ignoretime@:\
:label=partition/13,mls/5,biba/10(5-15),lomac/10[2]:
```

De optie `label` wordt gebruikt om het standaardlabel voor aanmeldklasse in te stellen dat door MAC wordt afgedwongen. Het wordt gebruikers nooit toegestaan deze waarde te wijzigen, dus kan het gezien worden als niet optioneel vanuit het perspectief van de gebruiker. In de echte wereld besluit een beheerder echter nooit iedere beleidsmodule te activeren. Het wordt sterk aangeraden de rest van dit hoofdstuk te lezen alvorens (een deel van) de bovenstaande instellingen te implementeren.

Opmerking: Gebruikers kunnen hun label wijzigen na het initiële aanmelden, maar dit is wel afhankelijk van de beperkingen van een beleidsinstelling. Het bovenstaande voorbeeld vertelt de beleidseenheid Biba dat de minimale integriteit van een proces 5 en het maximum 15, maar dat het effectieve label standaard 10 is. Het proces draait op niveau 10, totdat het het label wijzigt, misschien door een gebruiker die `setpmac` gebruikt, bij het aanmelden beperkt tot de door Biba ingestelde reeks.

In alle gevallen dient de database met aanmeldklassmogelijkheden opnieuw gebouwd te worden met `cap_mkdb` na het wijzigen van `login.conf`. Dit wordt ook in alle komende voorbeelden en beschrijvingen gedaan.

Het is belangrijk op te merken dat in veel gevallen sites te maken hebben met bijzonder grote aantallen gebruikers waardoor er een aantal verschillende aanmeldklassen nodig zijn. Het is dan nodig gedetailleerd te plannen omdat dit anders bijzonder complex wordt om te onderhouden.

Toekomstige versies van FreeBSD kennen een nieuwe manier om om te gaan met het koppelen van gebruikers aan labels. Dit komt echter niet beschikbaar tot enige tijd na FreeBSD 5.3.

16.4.1.3. Netwerkkinterfaces en labelinstellingen

Labels kunnen ook ingesteld worden op netwerkkinterfaces om te assisteren bij het controleren van het stromen van gegevens over het netwerk. In alle gevallen werken ze op dezelfde wijze als het beleid werkt ten aanzien van objecten. Gebruikers met bijvoorbeeld een hoge instelling in `biba` krijgen geen toegang tot interfaces met een laag label.

Het `maclabel` kan meegegeven worden aan `ifconfig` als het MAC-label op netwerkkinterfaces wordt ingesteld:

```
# ifconfig bge0 maclabel biba/equal
```

In het bovenstaande voorbeeld wordt het MAC-label `biba/equal` ingesteld op de interface `bge(4)`. Als er een instelling wordt gebruikt die gelijkvormig is aan `biba/high(low-high)`, dan moet het volledige label worden ingegeven, anders treedt er een fout op.

Iedere beleidsmodule die labels ondersteunt een instelling waarmee het MAC-label op netwerkkinterfaces kan worden uitgeschakeld. Het label instellen op `equal` heeft hetzelfde effect. Deze instellingen zijn na te kijken in de uitvoer van `sysctl`, de hulppagina van het beleid en zelfs later in dit hoofdstuk.

16.4.2. Enkelvoudig label of meervoudig label?

Standaard gebruikt een systeem de optie `singlelabel`. Wat betekent dit voor een beheerder? Er zijn een aantal verschillen die allemaal hun eigen voor- en nadelen hebben voor de flexibiliteit in het beveiligingsmodel voor een systeem.

Bij gebruik van `singlelabel` kan er maar één label, bijvoorbeeld `biba/high`, gebruikt worden voor ieder subject of object. Hierdoor is er minder beheer nodig, maar de flexibiliteit voor beleid dat labels ondersteunt daalt erdoor. Veel beheerders willen de optie `multilabel` gebruiken in hun beveiligingsmodel.

De optie `multilabel` staat ieder subject of object toe om zijn eigen onafhankelijke MAC-label te hebben in plaats van de standaardoptie `singlelabel`, die maar één label toestaat op een hele partitie. De labelopties `multilabel` en `single` zijn alleen verplicht voor de beleidseenheden die de mogelijkheid bieden om te labelen, waaronder de beleidsmogelijkheden van Biba, Lomac, MLS en SEBSD.

In veel gevallen hoeft `multilabel` niet eens ingesteld te worden. Stel er is de volgende situatie en beveiligingsmodel:

- FreeBSD-webserver die gebruik maakt van het MAC-raamwerk en een mengeling van verschillende beleidseenheden.
- De webserver heeft maar één label nodig, `biba/high`, voor alles in het systeem. Hier is de optie `multilabel` voor het bestandssysteem niet nodig, omdat een enkelvoudig label altijd van toepassing is.
- Maar omdat de machine als webserver dienst gaat doen, dient de webserver te draaien als `biba/low` om administratiemogelijkheden te voorkomen. Later wordt beschreven hoe de beleidseenheid Biba werkt, dus als de voorgaande opmerking wat lastig te begrijpen is, lees dan verder en kom later nog een keer terug. De server zou een aparte partitie kunnen gebruiken waarop `biba/low` van toepassing kan zijn voor de meeste, zo niet alle, runtime-statussen. Er ontbreekt veel in dit voorbeeld, bijvoorbeeld de restricties op gegevens en (gebruikers)instellingen. Dit was slechts een snel voorbeeld om de hiervoor aangehaalde stelling te ondersteunen.

Als er een niet-labelende beleidseenheid wordt gebruikt, dan is de optie `multilabel` nooit verplicht. Hieronder vallen de beleidseenheden `seeotheruids`, `portacl` en `partition`.

Bij gebruik van `multilabel` voor een partitie en het neerzetten van een beveiligingsmodel gebaseerd op `multilabel` functionaliteit gaat de deur open voor hogere administratieve rompslomp, omdat alles in een bestandssysteem een label krijgt. Hieronder vallen mappen, bestanden en zelfs apparaatknooppunten.

Het volgende commando stelt `multilabel` in op de bestandssystemen om meerdere labels te kunnen krijgen. Dit kan alleen uitgevoerd worden in enkele gebruikersmodus:

```
# tuneefs -l enable /
```

Dit is geen criterium voor het wisselbestandssysteem.

Opmerking: Sommige gebruikers hebben problemen ondervonden met het instellen van de vlag `multilabel` op de rootpartitie. Als dit het geval is, kijk dan naar Paragraaf 16.17 van dit hoofdstuk.

16.5. De beveiligingsconfiguratie plannen

Wanneer een nieuwe technologie wordt geïmplementeerd is een planningsfase altijd een goed idee. Tijdens de planningsfases zou een beheerder in het algemeen naar de “big picture” moeten kijken, en daarbij minstens het volgende in de gaten proberen te houden:

- De implementatiebenodigheden;

- De implementatiedoelen;

Voor MAC-installaties houden deze in:

- Hoe de beschikbare informatie en bronnen die op het doelsysteem aanwezig zijn te classificeren.
- Voor wat voor soort informatie of bronnen de toegang te beperken samen met het type van de beperkingen die dienen te worden toegepast.
- Welke MAC-module(s) nodig zullen zijn om dit doel te bereiken.

Het is altijd mogelijk om de systeembronnen en de beveiligingsinstellingen te veranderen en te herconfigureren, het komt vaak erg ongelegen om het systeem te doorzoeken en bestaande bestanden en gebruikersaccounts te repareren. Plannen helpt om zeker te zijn van een probleemloze en efficiënte systeemimplementatie. Het is vaak vitaal en zeker in uw voordeel om een proefronde van het vertrouwde systeem, inclusief de configuratie, te draaien *vóórdat* een MAC-implementatie wordt gebruikt op productiesystemen. Het idee om een systeem met MAC gewoon los te laten is als het plannen van mislukkingen.

Verskillende omgevingen kunnen verschillende behoeften en benodigdheden nodig hebben. Het opzetten van een diepgaand en compleet beveiligingsprofiel zal de noodzaak van verandering verminderen wanneer het systeem in gebruik wordt genomen. Zodoende zullen de toekomstige secties de verschillende modules die beschikbaar zijn voor beheerders behandelen; hun gebruik en configuratie beschrijven; en in sommige gevallen inzicht bieden in welke situaties ze het beste tot hun recht komen. Een webserver bijvoorbeeld zou de beleiden `mac_biba(4)` en `mac_bsdextended(4)` in gebruik nemen. In andere gevallen kan voor een machine met erg weinig lokale gebruikers `mac_partition(4)` een goede keuze zijn.

16.6. Module-instellingen

Iedere module uit het MAC-raamwerk kan zoals zojuist aangegeven in de kernel worden gecompileerd of als runtime-kernelmodule geladen worden. De geadviseerde methode is de naam van een module toevoegen aan het bestand `/boot/loader.conf` zodat die wordt geladen tijdens de eerste fase van het starten van een systeem.

In de volgende onderdelen worden de verschillende MAC-modules en hun mogelijkheden beschreven. De implementatie in een specifieke omgeving wordt ook in dit hoofdstuk beschreven. Een aantal modules ondersteunt het gebruik van labels, wat het beperken van toegang is door een label als “dit is toegestaan en dat niet” af te dwingen. Een labelinstellingenbestand kan bepalen hoe bestanden kunnen worden benaderd, hoe netwerkcommunicatie wordt uitgewisseld, en meer. In het vorige onderdeel is beschreven hoe de vlag `multilabel` ingesteld kon worden op bestandssystemen om per bestand of per partitie toegangscontrole in te schakelen.

Een instelling met een enkelvoudig label zou maar één label over een heel systeem afdwingen, daarom wordt de optie `tunefs multilabel` genoemd.

16.7. MAC-module seeotheruids

Modulenaam: `mac_seeotheruids.ko`

Kernelinstelling: `options MAC_SEEOTHERUIDS`

Opstartoptie: `mac_seeotheruids_load="YES"`

De module `mac_seeotheruids(4)` imiteert de `sysctl-tunables` `security.bsd.see_other_uids` en `security.bsd.see_other_gids` en breidt deze uit. Voor deze optie hoeven geen labels ingesteld te worden voor de instelling en hij werkt transparant met de andere modules.

Na het laden van de module kunnen de volgende `sysctl-tunables` gebruikt worden om de opties te beheren:

- `security.mac.seeotheruids.enabled` schakelt de opties van de module in en gebruikt de standaardinstellingen. Deze standaardinstellingen ontzeggen gebruikt de mogelijkheid processen en sockets te zien die eigendom zijn van andere gebruikers.
- `security.mac.seeotheruids.specificgid_enabled` staat toe dat een bepaalde groep niet onder dit beleid valt. Om bepaalde groepen van dit beleid uit te sluiten, kan de `sysctl-tunable` `security.mac.seeotheruids.specificgid=xxx` gebruikt worden. In het bovenstaande voorbeeld dient `xxx` vervangen te worden door het numerieke ID van een groep die uitgesloten moet worden van de beleidsinstelling.
- `security.mac.seeotheruids.primarygroup_enabled` wordt gebruikt om specifieke primaire groepen uit te sluiten van dit beleid. Als deze tunable wordt gebruikt, mag `security.mac.seeotheruids.specificgid_enabled` niet gebruikt worden.

16.8. MAC-module `bsdextended`

Modulenaam: `mac_bsdextended.ko`

Kernelinstelling: `options MAC_BSDEXTENDED`

Opstartoptie: `mac_bsdextended_load="YES"`

De module `mac_bsdextended(4)` dwingt de bestandssysteemfirewall af. Het beleid van deze module biedt een uitbreiding van het standaard rechtenmodel voor bestandssystemen, waardoor een beheerder een firewallachtige verzameling met regels kan maken om bestanden, programma's en mappen in de bestandssysteemhiërarchie te beschermen. Wanneer geprobeerd wordt om toegang tot een object in het bestandssysteem te krijgen, wordt de lijst met regels afgelopen totdat er of een overeenkomstige regel is gevonden of het einde van de lijst is bereikt. Dit gedrag kan veranderd worden door het gebruik van de `sysctl(8)`-parameter `security.mac.bsdextended.firstmatch_enabled`. Net zoals andere firewall-modules in FreeBSD kan een bestand dat regels voor toegangscontrole bevat tijdens het opstarten door het systeem worden aangemaakt en gelezen door een `rc.conf(5)`-variabele te gebruiken.

De lijst met regels kan ingevoerd worden met het hulpprogramma `ugidfw(8)`, dat een syntaxis heeft die lijkt op die van `ipfw(8)`. Meer hulpprogramma's kunnen geschreven worden met de functies in de bibliotheek `libugidfw(3)`.

Bij het werken met deze module dient bijzondere voorzichtigheid in acht te worden genomen. Verkeerd gebruik kan toegang tot bepaalde delen van het bestandssysteem blokkeren.

16.8.1. Voorbeelden

Nadat de module `mac_bsdextended(4)` is geladen, kan met het volgende commando de huidige regels getoond worden:

```
# ugidfw list
0 slots, 0 rules
```

Zoals verwacht zijn er geen regels ingesteld. Dit betekent dat alles nog steeds volledig toegankelijk is. Om een regel te maken die alle toegang voor alle gebruikers behalve `root` ontzegt:

```
# ugidfw add subject not uid root new object not uid root mode n
```

Dit is een slecht idee, omdat het voorkomt dat alle gebruikers ook maar het meest eenvoudige commando kunnen uitvoeren, zoals `ls`. Een betere lijst met regels zou kunnen zijn:

```
# ugidfw set 2 subject uid gebruiker1 object uid gebruiker2 mode n
# ugidfw set 3 subject uid gebruiker1 object gid gebruiker2 mode n
```

Hiermee wordt alle toegang, inclusief het tonen van mapinhoud, tot de thuismap van `gebruiker2` ontzegd voor de gebruikersnaam `gebruiker1`.

In plaats van `gebruiker1`, zou `not uid gebruiker2` kunnen worden opgegeven. Hierdoor worden dezelfde restricties als hierboven actief voor alle gebruikers in plaats van voor slechts één gebruiker.

Opmerking: De gebruiker `root` blijft onaangetast door deze wijzigingen.

Met deze informatie zou een basisbegrip moeten zijn ontstaan over hoe de module `mac_bsdextended(4)` gebruikt kan worden om een bestandssysteem te beschermen. Meer informatie staat in de hulppagina's van `mac_bsdextended(4)` en `ugidfw(8)`.

16.9. MAC-module ifoff

Modulenaam: `mac_ifoff.ko`

Kernelinstelling: `options MAC_IFOFF`

Opstartoptie: `mac_ifoff_load="YES"`

De module `mac_ifoff(4)` bestaat alleen om netwerkinterfaces tijdens het draaien uit te schakelen en om te verhinderen dat netwerkinterfaces tijdens het initiële opstarten worden geactiveerd. Er hoeven geen labels ingesteld te worden, noch is deze module afhankelijk van andere MAC-modules.

Het meeste beheer wordt gedaan met de `sysctl-tunables` die hieronder zijn vermeld.

- `security.mac.ifoff.lo_enabled` schakelt alle verkeer op teruglusinterface (`lo(4)`) in of uit.
- `security.mac.ifoff.bpfrecv_enabled` schakelt alle verkeer op het Berkeley Packet Filterinterface (`bpf(4)`) in of uit.
- `security.mac.ifoff.other_enabled` schakelt alle verkeer op alle andere interfaces in of uit.

`mac_ifoff(4)` wordt het meest gebruikt om netwerken te monitoren in een omgeving waar netwerkverkeer niet toegestaan zou moeten zijn tijdens het opstarten. Een ander voorgesteld gebruik zou het schrijven van een script zijn dat `security/aide` gebruikt om automatisch netwerkverkeer te blokkeren wanneer het nieuwe of veranderde bestanden in beschermde mappen vindt.

16.10. MAC-module portacl

Modulenaam: `mac_portacl.ko`

Kernelinstelling: `MAC_PORTACL`

Opstartoptie: `mac_portacl_load="YES"`

De module `mac_portacl(4)` wordt gebruikt om het binden aan lokale TCP- en UDP-poorten te begrenzen door een waaier aan `sysctl`-variabelen te gebruiken. In essentie maakt `mac_portacl(4)` het mogelijk om niet-root-gebruikers in staat te stellen om aan gespecificeerde geprivilegieerde poorten te binden, dus poorten lager dan 1024.

Eenmaal geladen zal deze module het MAC-beleid op alle sockets aanzetten. De volgende tunables zijn beschikbaar:

- `security.mac.portacl.enabled` schakelt het beleid volledig in of uit.
- `security.mac.portacl.port_high` stelt het hoogste poortnummer in waarvoor `mac_portacl(4)` bescherming biedt.
- `security.mac.portacl.suser_exempt` sluit de gebruiker `root` uit van dit beleid wanneer het op een waarde anders dan nul wordt ingesteld.
- `security.mac.portacl.rules` specificeert het eigenlijke beleid van `mac_portacl`; zie onder.

Het eigenlijke beleid van `mac_portacl`, zoals gespecificeerd in de `sysctl security.mac.portacl.rules`, is een tekststring van de vorm: `regel[,regel,...]` met zoveel regels als nodig. Elke regel heeft de vorm: `idtype:id:protocol:poort`. De parameter `idtype` kan `uid` of `gid` zijn en wordt gebruikt om de parameter `id` als respectievelijk een gebruikers-id of groeps-id te interpreteren. De parameter `protocol` wordt gebruikt om te bepalen of de regel op TCP of UDP moet worden toegepast door de parameter op `tcp` of `udp` in te stellen. De laatste parameter `poort` is het poortnummer waaraan de gespecificeerde gebruiker of groep zich mag binden.

Opmerking: Aangezien de regelverzameling direct door de kernel wordt geïnterpreteerd kunnen alleen numerieke waarden voor de parameters voor de gebruikers-ID, groeps-ID, en de poort gebruikt worden. Namen van gebruikers, groepen, en poortdiensten kunnen dus niet gebruikt worden.

Standaard kunnen op UNIX-achtige systemen poorten lager dan 1024 alleen aan geprivilegieerde processen gebonden worden, dus diegenen die als `root` draaien. Om `mac_portacl(4)` toe te laten staan om ongeprivilegieerde processen aan poorten lager dan 1024 te laten binden moet deze standaard UNIX-beperking uitgezet worden. Dit kan bereikt worden door de `sysctl(8)`-variabelen `net.inet.ip.portrange.reservedlow` en `net.inet.ip.portrange.reservedhigh` op nul te zetten.

Zie de onderstaande voorbeelden of bekijk de handleidingpagina voor `mac_portacl(4)` voor meer informatie.

16.10.1. Voorbeelden

De volgende voorbeelden zouden de bovenstaande discussie wat moeten toelichten:

```
# sysctl security.mac.portacl.port_high=1023
# sysctl net.inet.ip.portrange.reservedlow=0 net.inet.ip.portrange.reservedhigh=0
```

Eerst wordt `mac_portacl(4)` ingesteld om de standaard geprivilegieerde poorten te dekken en worden de normale bindbeperkingen van UNIX uitgeschakeld.

```
# sysctl security.mac.portacl.suser_exempt=1
```


De gebruiker `root` zou niet beperkt moeten worden door dit beleid, stel `security.mac.portacl.suser_exempt` dus in op een waarde anders dan nul. De module `mac_portacl(4)` is nu ingesteld om zich op de zelfde manier te gedragen als UNIX-achtige systemen zich standaard gedragen.

```
# sysctl security.mac.portacl.rules=uid:80:tcp:80
```

Sta de gebruiker met UID 80 (normaliter de gebruiker `www`) toe om zich aan poort 80 te binden. Dit kan gebruikt worden om de gebruiker `www` toe te staan een webserver te draaien zonder ooit `root`-rechten te hebben.

```
# sysctl security.mac.portacl.rules=uid:1001:tcp:110,uid:1001:tcp:995
```

Sta de gebruiker met UID 1001 om zich aan de TCP-poorten 110 (“pop3”) en 995 (“pop3s”) te binden. Dit staat deze gebruiker toe om een server te starten die verbindingen accepteert op poorten 110 en 995.

16.11. MAC-module partition

Modulenaam: `mac_partition.ko`

Kernelinstelling: `options MAC_PARTITION`

Opstartoptie: `mac_partition_load="YES"`

Het beleid `mac_partition(4)` plaatst processen in specifieke “partities” gebaseerd op hun MAC-label. Zie dit als een speciaal soort `jail(8)`, hoewel dit nauwelijks een waardige vergelijking is.

Dit is één module die aan het bestand `loader.conf(5)` dient te worden toegevoegd zodat het het beleid tijdens het opstartproces laadt en aanzet.

De meeste configuratie van dit beleid wordt gedaan met het gereedschap `setpmac(8)`, wat hieronder zal worden uitgelegd. De volgende `sysctl`-tunable is beschikbaar voor dit beleid:

- `security.mac.partition.enabled` zet het afdwingen van MAC-procespartities aan.

Wanneer dit beleid aanstaat, mogen gebruikers alleen hun eigen processen zien, en elke andere in hun partitie, maar mogen niet met gereedschappen buiten deze partitie werken. Bijvoorbeeld, een gebruiker in de klasse `insecure` heeft geen toegang tot het commando `top` noch tot vele andere commando's die een proces moeten draaien.

Gebruik het gereedschap `setpmac` om gereedschappen in te stellen of ze in een partitielabel te plaatsen:

```
# setpmac partition/13 top
```

Dit zal het commando `top` toevoegen aan het label dat voor gebruikers in de klasse `insecure` gebruikt wordt. Merk op dat alle processen gestart door gebruikers in de klasse `insecure` in het label `partition/13` zullen blijven.

16.11.1. Voorbeelden

Het volgende commando laat de partitielabel en de proceslijst zien:

```
# ps Zax
```

Het volgende commando staat toe om het procespartitielabel van een andere gebruiker en de momenteel draaiende processen van die gebruiker te zien:

```
# ps -ZU trhodes
```

Opmerking: Gebruikers kunnen processen in het label van `root` zien tenzij het beleid `mac_seeotheruids(4)` is geladen.

Een echte vakmansimplementatie zou alle diensten in `/etc/rc.conf` uitzetten en deze door een script met de juiste labeling laten starten.

Opmerking: De volgende beleiden ondersteunen integerinstellingen in plaats van de drie standaardlabels die aangeboden worden. Deze opties, inclusief hun beperkingen, worden verder uitgelegd in de handleidingpagina's van de modules.

16.12. MAC-module Multi-Level Security

Modulenaam: `mac_mls.ko`

Kernelinstelling: `options MAC_MLS`

Opstartoptie: `mac_mls_load="YES"`

Het beleid `mac_mls(4)` beheert toegang tussen subjecten en objecten in het systeem door een strikt beleid voor informatiestromen af te dwingen.

In MLS-omgevingen wordt een “toestemming”-niveau ingesteld in het label van elk subject of object, samen met compartimenten. Aangezien deze toestemmings- of zinnigheidsniveaus getallen groter dan zesduizend kunnen bereiken; zou het voor elke systeembeheerder een afschrikwekkende taak zijn om elk subject of object grondig te configureren. Gelukkig worden er al drie “kant-en-klare” bij dit beleid geleverd.

Deze labels zijn `mls/low`, `mls/equal` en `mls/high`. Aangezien deze labels uitgebreid in de handleidingpagina worden beschreven, worden ze hier slechts kort beschreven:

- Het label `mls/low` bevat een lage configuratie welke het toestaat om door alle andere objecten te worden gedomineerd. Alles dat met `mls/low` is gelabeld heeft een laag toestemmingsniveau en heeft geen toegang tot informatie van een hoger niveau. Ook voorkomt dit label dat objecten van een hoger toestemmingsniveau informatie naar hen schrijven of aan hen doorgeven.
- Het label `mls/equal` dient geplaatst te worden op objecten die geacht te zijn uitgesloten van het beleid.
- Het label `mls/high` is het hoogst mogelijke toestemmingsniveau. Objecten waaraan dit label is toegekend zijn dominant over alle andere objecten in het systeem; ze mogen echter geen informatie lekken naar objecten van een lagere klasse.

MLS biedt:

- Een hiërarchisch beveiligingsniveau met een verzameling niet-hiërarchische categoriën;

- Vaste regels: niet naar boven lezen, niet naar beneden schrijven (een subject kan leestoegang hebben naar objecten op zijn eigen niveau of daaronder, maar niet daarboven. Evenzo kan een subject schrijftoegang hebben naar objecten op zijn eigen niveau of daarboven maar niet daaronder.);
- Geheimhouding (voorkomt ongeschikte openbaarmaking van gegevens);
- Een basis voor het ontwerp van systemen die gelijktijdig gegevens op verschillende gevoeligheidsniveaus behandelen (zonder informatie tussen geheim en vertrouwelijk te lekken).

De volgende `sysctl`-tunables zijn beschikbaar voor de configuratie van speciale diensten en interfaces:

- `security.mac.mls.enabled` wordt gebruikt om het MLS-beleid in en uit te schakelen.
- `security.mac.mls.ptys_equal` labelt alle `pty(4)`-apparaten als `mls/equal` wanneer ze worden aangemaakt.
- `security.mac.mls.revocation_enabled` wordt gebruikt om toegang tot objecten in te trekken nadat hun label in die van een lagere graad verandert.
- `security.mac.mls.max_compartments` wordt gebruikt om het maximaal aantal compartimentniveaus met objecten in te stellen; in feite het maximale compartimentnummer dat op een systeem is toegestaan.

Het commando `setfmac(8)` kan gebruikt worden om de MLS-labels te manipuleren. Gebruik het volgende commando om een label aan een object toe te kennen:

```
# setfmac mls/5 test
```

Gebruik het volgende commando om het MLS-label voor het bestand `test` te verkrijgen:

```
# getfmac test
```

Dit is een samenvatting van de mogelijkheden van het beleid MLS. Een andere manier is om een meesterbeleidsbestand in `/etc` aan te maken dat de MLS-informatie bevat en om dat bestand aan het commando `setfmac` te geven. Deze methode wordt uitgelegd nadat alle beleiden zijn behandeld.

16.12.1. Verplichte Gevoeligheid plannen

Met de beleidsmodule voor meerlaagse beveiliging plant een beheerder het beheren van gevoelige informatiestromen. Standaard zet het systeem met zijn natuur van lezen naar boven blokkeren en schrijven naar beneden blokkeren alles in een lage toestand. Alles is beschikbaar en een beheerder verandert dit langzaam tijdens de configuratiefase; waarbij de vertrouwelijkheid van de informatie toeneemt.

Buiten de bovengenoemde drie basisopties voor labels, kan een beheerder gebruikers en groepen indelen als nodig om de informatiestroom tussen hun te blokkeren. Het is misschien gemakkelijker om naar de informatie te kijken in toestemmingsniveaus waarvoor bekende woorden bestaan, zoals `Vertrouwelijk`, `Geheim` en `Strikt Geheim`. Sommige beheerders zullen verschillende groepen aanmaken gebaseerd op verschillende projecten. Ongeacht de classificatiemethode moet er een goed overwogen plan bestaan voordat zo'n beperkend beleid wordt geïmplementeerd.

Wat voorbeeldsituaties voor deze beveiligingsbeleidsmodule kunnen een e-commerce webserver, een bestandsserver die kritieke bedrijfsinformatie, en omgevingen van financiële instellingen zijn. De meest onwaarschijnlijke plaats zou een persoonlijk werkstation met slechts twee of drie gebruikers zijn.

16.13. MAC-module Biba

Modulenaam: `mac_biba.ko`

Kernelinstelling: `options MAC_BIBA`

Opstartoptie: `mac_biba_load="YES"`

De module `mac_biba(4)` laadt het beleid MAC Biba. Dit beleid werkt vaak zoals dat van MLS behalve dat de regels voor de informatiestroom lichtelijk zijn omgedraaid. Dit is gezegd om de neerwaartse stroom van gevoelige informatie te voorkomen terwijl het beleid MLS de opwaartse stroom van gevoelige informatie voorkomt; veel van deze sectie is dus op beide beleiden toepasbaar.

In Biba-omgevingen wordt een “integriteits”-label op elk subject of object ingesteld. Deze labels bestaan uit hiërarchische graden, en niet-hiërarchische componenten. Een graad van een object of subject stijgt samen met de integriteit.

Ondersteunde labels zijn `biba/low`, `biba/equal`, en `biba/high`; zoals hieronder uitgelegd:

- Het label `biba/low` wordt gezien als de laagste integriteit die een object of subject kan hebben. Dit instellen op objecten of subjecten zal hun schrijftoegang tot objecten of subjecten die als hoog zijn gemarkeerd blokkeren. Ze hebben echter nog steeds leestoegang.
- Het label `biba/equal` dient alleen geplaatst te worden op objecten die geacht te zijn uitgesloten van het beleid.
- Het label `biba/high` staat schrijven naar objecten met een lager label toe maar sluit het lezen van dat object uit. Het wordt aangeraden om dit label te plaatsen op objecten die de integriteit van het gehele systeem beïnvloeden.

Biba biedt:

- Hiërarchische integriteitsniveaus met een verzameling niet-hiërarchische integriteitscategoriën;
- Vaste regels: niet naar boven schrijven, niet naar beneden lezen (tegenovergestelde van MLS). Een subject kan schrijftoegang hebben naar objecten op hetzelfde niveau of daaronder, maar niet daarboven. Evenzo kan een subject leestoegang naar objecten op hetzelfde niveau of daarboven hebben, maar niet daaronder;
- Integriteit (voorkomt oneigenlijk wijzigen van gegevens);
- Integriteitsniveaus (in plaats van de gevoeligheidsniveaus van MLS)

De volgende `sysctl`-tunables kunnen gebruikt worden om het Biba-beleid te manipuleren.

- `security.mac.biba.enabled` kan gebruikt worden om het afdwingen van het Biba-beleid op de doelmachine aan en uit te zetten.
- `security.mac.biba.ptys_equal` kan gebruikt worden om het Biba-beleid op `pty(4)`-apparaten uit te zetten.
- `security.mac.biba.revocation_enabled` dwingt het herroepen van toegang tot objecten af als het label is veranderd om het subject te domineren.

Gebruik de commando's `setfmac` en `getfmac` om de instellingen van het Biba-beleid op systeemobjecten te benaderen:

```
# setfmac biba/low test
# getfmac test
test: biba/low
```

16.13.1. Verplichte Integriteit plannen

Integriteit, anders dan gevoeligheid, garandeert dat de informatie nooit door onvertrouwde gebruikers zal worden gemanipuleerd. Dit geldt ook voor informatie die tussen subjecten, objecten, of beiden wordt doorgegeven. Het verzekert dat gebruikers alleen de informatie kunnen wijzigen en in sommige gevallen zelfs benaderen die ze expliciet nodig hebben.

De beveiligingsbeleidsmodule `mac_biba(4)` staat een beheerder in staat om te bepalen welke bestanden en programma's een gebruiker of gebruikers mogen zien en draaien terwijl het verzekert dat de programma's en bestanden vrij zijn van dreigingen en vertrouwt zijn door het systeem voor die gebruiker of groep van gebruikers.

Tijdens de initiële planningsfase moet een beheerder bereid zijn om gebruikers in gradaties, niveaus, en gebieden in te delen. Gebruikers zal toegang tot niet alleen gegevens maar ook tot programma's en hulpmiddelen ontzegt worden zowel voordat en nadat ze beginnen. Het systeem zal standaard een hoog label instellen nadat deze beleidsmodule is ingeschakeld, en het is aan de beheerder om de verschillende gradaties en niveaus voor gebruikers in te stellen. In plaats van toestemmingsniveaus zoals boven beschreven te gebruiken, kan een goede planningsmethode onderwerpen bevatten. Bijvoorbeeld, geef alleen ontwikkelaars veranderingstoegang tot het broncoderepository, de broncodecompiler, en andere ontwikkelgereedschappen. Andere gebruikers zouden in andere groepen zoals testers, ontwerpers, of gewone gebruikers worden ingedeeld en zouden alleen leestoegang hebben.

Met zijn natuurlijke beveiligingsbeheer kan een subject van lagere integriteit niet schrijven naar een subject van hogere integriteit; een subject van hogere integriteit kan geen subject van lagere integriteit observeren of lezen. Een label op de laagst mogelijke graad instellen kan het ontoegankelijk voor subjecten maken. Sommige succesvolle omgevingen voor deze beveiligingsbeheermodule zijn een beperkte webserver, een ontwikkel- en testmachine, en broncoderepositories. Minder nuttige implementaties zouden een persoonlijk werkstation, een machine gebruikt als router, of een netwerkfirewall zijn.

16.14. MAC-module LOMAC

Modulenaam: `mac_lomac.ko`

Kernelinstelling: `options MAC_LOMAC`

Opstartoptie: `mac_lomac_load="YES"`

In tegenstelling tot het beleid MAC Biba, staat het beleid `mac_lomac(4)` toegang tot objecten van lagere integriteit slechts toe nadat het integriteitsniveau is verlaagd om de integriteitsregels niet te verstoren.

De MAC-versie van het laagwatermarkeringsintegriteitsbeleid, niet te verwarren met de oudere implementatie van `lomac(4)`, werkt bijna hetzelfde als Biba maar met de uitzondering dat er drijvende labels worden gebruikt om subjectdegradatie via een hulpcompartiment met graden te ondersteunen. Dit tweede compartiment heeft de vorm `[hulpgraad]`. Wanneer een `lomac`-beleid met een `hulpgraad` wordt toegekend, dient het er ongeveer uit te zien als: `lomac/10[2]` waar het getal twee (2) de `hulpgraad` is.

Het beleid MAC LOMAC berust op het overal labelen van alle systeemobjecten met integriteitslabels, waardoor subjecten wordt toegestaan om te lezen van objecten van lage integriteit en om daarna het label op subject te degraderen om toekomstig schrijven naar objecten van hoge integriteit te voorkomen. Dit is de hierboven besproken optie `[hulpgraad]`, dus biedt het beleid grotere compatibiliteit en vereist het minder initiële configuratie dan Biba.

16.14.1. Voorbeelden

Net zoals bij de beleiden Biba en MLS kunnen de commando's `setfmac` en `setpmac` gebruikt worden om labels op systeemobjecten te plaatsen:

```
# setfmac /usr/home/trhodes lomac/high[low]
# getfmac /usr/home/trhodes lomac/high[low]
```

Merk op dat de hulpgraad hier `low` is, dit is een mogelijkheid die alleen door het beleid MAC LOMAC wordt geboden.

16.15. Nagios in een MAC-jail

De volgende demonstratie zal een veilige omgeving implementeren door verschillende MAC-modules te te gebruiken met juist ingestelde beleiden. Dit is slechts een test en dient niet gezien te worden als het volledige antwoord op de beveiligingszorgen van iedereen. Gewoon een beleid implementeren en het verder negeren werkt nooit en kan rampzalig zijn in een productieomgeving.

Voordat met dit proces wordt begonnen, moet de optie `multilabel` zijn geactiveerd op elk bestandssysteem zoals vermeld aan het begin van dit hoofdstuk. Nalatigheid zal in fouten resulteren. Zorg er ook voor dat de ports `net-mgmt/nagios-plugins`, `net-mgmt/nagios`, en `www/apache13` allemaal geïnstalleerde en geconfigureerd zijn en correct werken.

16.15.1. Gebruikersklasse `insecure` maken

Begin de procedure door de volgende gebruikersklasse toe te voegen aan het bestand `/etc/login.conf`:

```
insecure:\
:copyright=/etc/COPYRIGHT:\
:welcome=/etc/motd:\
:setenv=MAIL=/var/mail/$,BLOCKSIZE=K:\
:path=~:/bin:/sbin:/bin:/usr/sbin:/usr/bin:/usr/local/sbin:/usr/local/bin
:manpath=/usr/share/man /usr/local/man:\
:nologin=/usr/sbin/nologin:\
:cputime=1h30m:\
:datasize=8M:\
:vmemoryuse=100M:\
:stacksize=2M:\
:memorylocked=4M:\
:memoryuse=8M:\
:filesize=8M:\
:coredumpsize=8M:\
:openfiles=24:\
:maxproc=32:\
:priority=0:\
:requirehome:\
:passwordtime=91d:\
:umask=022:\
:ignoretime@:\
:label=biba/10(10-10):
```

Voeg de volgende regel toe aan de standaard gebruikersklasse:

```
:label=biba/high:
```

Wanneer dit voltooid is, moet het volgende commando gedraaid worden om de database te herbouwen:

```
# cap_mkdb /etc/login.conf
```

16.15.2. Opstartinstellingen

Start nog niet opnieuw op, voeg alleen de volgende regels toe aan `/boot/loader.conf` zodat de benodigde modules worden geladen tijdens systeeminitialisatie:

```
mac_biba_load="YES"
mac_seeotheruids_load="YES"
```

16.15.3. Gebruikers instellen

Stel de gebruiker `root` in op de standaardklasse met:

```
# pw usermod root -L default
```

Alle gebruikersaccounts die geen `root` of systeemgebruikers zijn hebben nu een aanmeldklasse nodig. De aanmeldklasse is nodig om te voorkomen dat gebruikers geen toegang hebben tot gewone commando's als `vi(1)`. Het volgende `sh`-script zou moeten werken:

```
# for x in `awk -F: '($3 >= 1001) && ($3 != 65534) { print $1 }' \
/etc/passwd`; do pw usermod $x -L default; done;
```

Laat de gebruikers `nagios` en `www` in de klasse `insecure` vallen:

```
# pw usermod nagios -L insecure
# pw usermod www -L insecure
```

16.15.4. Het contextbestand aanmaken

Nu dient een contextbestand aangemaakt te worden; het volgende voorbeeld dient geplaatst te worden in `/etc/policy.contexts`.

```
# Dit is het standaard-BIBA-beleid voor dit systeem.
# Systeem:
/var/run                biba/equal
/var/run/*              biba/equal

/dev                   biba/equal
/dev/*                 biba/equal

/var                   biba/equal
```

```

/var/spool                biba/equal
/var/spool/*              biba/equal

/var/log                  biba/equal
/var/log/*                biba/equal

/tmp                      biba/equal
/tmp/*                    biba/equal
/var/tmp                  biba/equal
/var/tmp/*                biba/equal

/var/spool/mqueue         biba/equal
/var/spool/clientmqueue   biba/equal

#Voor Nagios:
/usr/local/etc/nagios
/usr/local/etc/nagios/*   biba/10
/var/spool/nagios         biba/10
/var/spool/nagios/*       biba/10

#Voor Apache:
/usr/local/etc/apache     biba/10
/usr/local/etc/apache/*   biba/10

```

Dit beleid zal beveiliging afdwingen door beperkingen aan de informatiestroom te stellen. In deze specifieke configuratie mogen gebruikers, inclusief `root`, nooit toegang hebben tot **Nagios**. Instellingenbestanden en processen die deel zijn van **Nagios** zullen geheel in zichzelf of in een jail zitten.

Dit bestand kan nu in ons systeem worden gelezen door ons systeem door het volgende commando uit te voeren:

```

# setfsmac -ef /etc/policy.contexts /
# setfsmac -ef /etc/policy.contexts /

```

Opmerking: De bovenstaande indeling van het bestandssysteem kan afhankelijk van de omgeving verschillen; het moet echter op elk bestandssysteem gedraaid worden.

Het bestand `/etc/mac.conf` dient als volgt in de hoofdsectie gewijzigd te worden:

```

default_labels file ?biba
default_labels ifnet ?biba
default_labels process ?biba
default_labels socket ?biba

```

16.15.5. Het netwerk activeren

Voeg de volgende regel toe aan `/boot/loader.conf`:

```

security.mac.biba.trust_all_interfaces=1

```


En voeg het volgende toe aan de instellingen van de netwerkkaart opgeslagen in `rc.conf`. Als de primaire Internetconfiguratie via DHCP wordt gedaan, kan het nodig zijn om dit handmatig te configureren telkens nadat het systeem is opgestart:

```
maclabel biba/equal
```

16.15.6. De configuratie testen

Controleer dat de webserver en **Nagios** niet tijdens de systeeminitialisatie worden gestart, en start opnieuw op. Controleer dat de gebruiker `root` geen enkel bestand in de instellingenmap van **Nagios** kan benaderen. Als `root` het commando `ls(1)` op `/var/spool/nagios` kan uitvoeren, is er iets verkeerd. Anders zou er een fout “Permission denied” teruggegeven moeten worden.

Als alles er goed uitziet, kunnen **Nagios**, **Apache**, en **Sendmail** nu gestart worden op een manier die past in het beveiligingsbeleid. De volgende commando's zorgen hiervoor:

```
# cd /etc/mail &↪ make stop && \
setpmac biba/equal make start && setpmac biba/10\10\10\10\ apachectl start && \
setpmac biba/10\10\10\10\ /usr/local/etc/rc.d/nagios.sh forcestart
```

Controleer nogmaals om er zeker van te zijn dat alles juist werkt. Indien niet, controleer dan de logbestanden of de foutmeldingen. Gebruik het hulpprogramma `sysctl(8)` om de beveiligingsbeleidsmodule `mac_biba(4)` uit te schakelen en probeer om alles opnieuw op te starten, zoals gewoonlijk.

Opmerking: De gebruiker `root` kan zonder angst de afgedwongen beveiliging veranderen en de instellingenbestanden bewerken. Het volgende commando staat toe om het beveiligingsbeleid naar een lagere graad te degraderen voor een nieuw voortgebrachte shell:

```
# setpmac biba/10 csh
```

Om te voorkomen dat dit gebeurt, kan de gebruiker via `login.conf(5)` in een bereik worden gedwongen. Als `setpmac(8)` probeert om een commando buiten het bereik van het compartiment te draaien, zal er een fout worden teruggegeven en wordt het commando niet uitgevoerd. Zet in dit geval `root` op `biba/high(high-high)`.

16.16. Gebruikers afsluiten

Dit voorbeeld gaat over een relatief klein opslagsysteem met minder dan vijftig gebruikers. Gebruikers kunnen zich aanmelden, en mogen zowel gegevens opslaan als bronnen benaderen.

Voor dit scenario kunnen `mac_bsdextended(4)` gecombineerd met `mac_seeotheruids(4)` naast elkaar bestaan en zowel toegang tot systeemobjecten als tot gebruikersprocessen ontzeggen.

Begin door de volgende regel aan `/boot/loader.conf` toe te voegen:

```
mac_seeotheruids_load="YES"
```

Het beveiligingsbeleidsmodule `mac_bsdextended(4)` kan door volgende variabele in `rc.conf` geactiveerd worden:

```
ugidfw_enable="YES"
```

De standaardregels in `/etc/rc.bsdextended` zullen tijdens de systeeminitialisatie worden geladen; het kan echter nodig zijn om de standaardregels te wijzigen. Aangezien van deze machine alleen verwacht wordt dat het gebruikers bedient, kunnen alle regels uitgecommentarieerd blijven behalve de laatste twee. Deze forceren het standaard laden van systeemobjecten die eigendom zijn van gebruikers.

Voeg de benodigde gebruikers toe aan deze machine en start opnieuw op. Probeer, voor testdoeleinden, u aan te melden als een andere gebruiker over twee consoles. Draai het commando `ps aux` om te zien of processen van andere gebruikers zichtbaar zijn. Probeer om `ls(1)` te draaien op de thuismap van een andere gebruiker, dit zou moeten mislukken.

Probeer niet te testen met de gebruiker `root` tenzij de specifieke `sysctl`'s om supergebruikertoegang te blokkeren zijn aangepast.

Opmerking: Wanneer een nieuwe gebruiker is toegevoegd, zit de `mac_bsdextended(4)`-regel van die gebruiker niet in de lijst van regelverzamelingen. Om de regelverzameling snel bij te werken, kan simpelweg de beveiligingsbeleidmodule worden herladen met de gereedschappen `kldunload(8)` en `kldload(8)`.

16.17. Problemen oplossen met het MAC-raamwerk

Tijdens de ontwikkeling hebben een aantal gebruikers problemen aangegeven met normale instellingen. Hieronder worden een aantal van die problemen beschreven:

16.17.1. De optie `multilabel` kan niet ingeschakeld worden op /

De vlag `multilabel` blijft niet ingeschakeld op de rootpartitie (/)!

Het lijkt er inderdaad op dat een paar procent van de gebruikers dit probleem heeft. Nadere analyse van het probleem doet vermoeden dat deze zogenaamde “bug” het resultaat is van ofwel onjuiste documentatie ofwel verkeerde interpretatie van de documentatie. Hoe het probleem ook is ontstaan, met de volgende stappen is het te verhelpen:

1. Wijzig `/etc/fstab` en stel de rootpartitie in op `ro` voor alleen-lezen.
2. Herstart in enkele-gebruikersmodus.
3. Draai `tunefs -l enable` op /.
4. Herstart in normale modus.
5. Draai `mount -urw /` en wijzig `ro` terug in `rw` in `/etc/fstab` en start het systeem opnieuw.
6. Controleer de uitvoer van `mount` om zeker te zijn dat `multilabel` juist is ingesteld op het rootbestandssysteem.

16.17.2. Kan geen X11-server starten na MAC

Na het instellen van een beveiligde omgeving met MAC start X niet meer!

Dit kan komen door de MAC-beleidseenheid `partition` of door een verkeerde labeling van een van de MAC-labeling beleidseenheden. Probeer als volgt te debuggen:

1. Controleer de foutmelding. Als de gebruiker in de klasse `insecure` zit, kan de beleidseenheid `partition` het probleem zijn. Zet de klasse voor de gebruiker terug naar de klasse `default` en herbouw de database met het commando `cap_mkdb`. Ga naar stap twee als hiermee het probleem niet is opgelost.
2. Controleer de labelbeleidseenheden nog een keer. Stel zeker dat het beleid voor de bewuste gebruiker, de X11-applicatie, en de onderdelen van `/dev` juist zijn ingesteld.
3. Als geen van beide methodes het probleem oplossen, stuur dan de foutmelding en een beschrijving van de omgeving naar de TrustedBSD-discussielijsten van de TrustedBSD (<http://www.TrustedBSD.org>) website of naar de FreeBSD algemene vragen mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-questions>) mailinglijst.

16.17.3. Error: `_secure_path(3)` cannot stat `.login_conf`

Bij het wisselen van de gebruiker `root` naar een andere gebruiker in het systeem, verschijnt de foutmelding `_secure_path: unable to state .login_conf`.

Deze melding komt meestal voor als de gebruiker een hogere labelinstelling heeft dan de gebruiker waarnaar wordt gewisseld. Als bijvoorbeeld gebruiker `joe` een standaardlabel `biba/low` heeft, dan kan gebruiker `root`, die een label `biba/high` heeft, de thuismap van `joe` niet zien. Dit gebeurt zonder rekening te houden met de mogelijkheid dat `root` met `su` de identiteit van `joe` heeft aangenomen. In dit scenario staat het integriteitsmodel van Biba niet toe dat `root` objecten kan zien van een lager integriteitsniveau.

16.17.4. De gebruikersnaam `root` is stuk!

In normale, of zelfs in enkelegebruikersmodus, wordt `root` niet herkend. Het commando `whoami` geeft 0 (nul) terug en `su` heeft als resultaat `who are you?`. Wat is er aan de hand?

Dit kan gebeuren als een labelbeleid is uitgeschakeld, òf wel door `sysctl(8)` òf doordat de beleidsmodule niet meer is geladen. Als de beleidseenheid (tijdelijk) is uitgeschakeld dan moet de database met aanmeldmogelijkheden opnieuw worden ingesteld, waarbij de optie `label` wordt verwijderd. Er dient voor te worden zorggedragen dat het bestand `login.conf` wordt ontdaan van alle opties met `label`, waarna de database opnieuw gebouwd kan worden met `cap_mkdb`.

Dit kan ook gebeuren als een beleid toegang verhinderd tot het bestand of de database `master.passwd`. Meestal wordt dit veroorzaakt door een beheerder die het bestand verandert onder een label welke conflicteert met het globale beleid dat gebruikt wordt op het systeem. In deze gevallen wordt de gebruikersinformatie gelezen door het systeem en wordt de toegang geblokkeerd omdat het bestand het nieuwe label erft. Zet het beleid uit door middel van `sysctl(8)` en alles zou weer normaal moeten zijn.

Noten

1. Andere condities kunnen andere foutmeldingen veroorzaken. De gebruiker die het object probeert te herlabelen kan bijvoorbeeld niet de eigenaar zijn van het bestand, het object kan niet bestaan of alleen-lezen zijn. Een verplichte beleidsinstelling zal het proces niet toestaan om een bestand te herlabelen, misschien om een eigenschap van het bestand, een eigenschap van het proces of een eigenschap van de voorgestelde nieuwe waarde van het label. Een gebruiker die met een lage integriteit draait, probeert bijvoorbeeld het label van een bestand

met een hoge integriteit te veranderen of zo'n zelfde gebruiker kan proberen het label van een bestand met lage integriteit te wijzigen in een label van een hoge integriteit.

Hoofdstuk 17.

Security Event Auditing

17.1. Overzicht

Het besturingssysteem FreeBSD heeft ondersteuning voor diepgaande beveiligingsauditing van evenementen. Evenement auditing maakt het mogelijk dat er diepgaande en configureerbare logging van een variëteit aan beveiligings-gerelateerde systeem evenementen, waaronder logins, configuratie wijzigingen, bestands- en netwerk toegang. Deze log regels kunnen erg belangrijk zijn voor live systeem monitoring, intrusion detection en postmortem analyse. FreeBSD implementeert Sun's gepubliceerde BSM API en bestandsformaat en is uitwisselbaar met zowel Sun's Solaris als Apple's Mac OS X audit implementaties.

Dit hoofdstuk richt zich op de installatie en configuratie van evenement auditing. Het legt audit policies uit en geeft voorbeelden van audit configuraties.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Wat evenement auditing is en hoe het werkt.
- Hoe evenement auditing geconfigureerd kan worden voor FreeBSD voor gebruikers en processen.
- Hoe de audittrail bekeken kan worden door gebruik te maken van de audit reduction en onderzoek programma's.

Voordat verder gegaan wordt moet het volgende bekend zijn:

- UNIX en FreeBSD basishandelingen begrijpen (Hoofdstuk 3).
- Bekend zijn met de basishandelingen van kernel configuratie/compilatie (Hoofdstuk 8).
- Bekend zijn met beveiliging en hoe dat relateert aan FreeBSD (Hoofdstuk 14).

Waarschuwing De audit-faciliteiten hebben enkele bekende beperkingen waaronder dat niet alle beveiligings-relevante systeem evenementen geaudit kunnen worden en dat sommige login-mechanismes, zoals X11-gebaseerde display managers en programma's van derde partijen geen (goede) ondersteuning bieden voor het auditen van login-sessies van gebruikers.

De beveiligings evenement auditing faciliteit is in staat om erg gedetailleerde logs van systeem activiteiten op een druk systeem te genereren, trail bestands data kan erg groot worden wanneer er erg precieze details worden gevraagd, wat enkele gigabytes per week kan behalen in sommige configuraties. Beheerders moeten rekening houden met voldoende schijfruimte voor grote audit configuraties. Bijvoorbeeld het kan gewenst zijn om eigen bestandssysteem aan `/var/audit` toe te wijzen zo dat andere bestandssystemen geen hinder ondervinden als het audit bestandssysteem onverhoopt vol raakt.

17.2. Sleutelwoorden in dit hoofdstuk

Voordat dit hoofdstuk gelezen kan worden, moeten er een aantal audit gerelateerde termen uitgelegd worden:

- *evenement*: Een auditbaar evenement is elk evenement dat gelogged kan worden door het audit subsysteem. Voorbeelden van beveiligings gerelateerde evenementen zijn het creëren van een bestand, het opzetten van een netwerk verbinding, of van een gebruiker die aanlogt. Evenementen zijn ofwel “attributable” wat betekend dat ze getraceerd kunnen worden naar een geautoriseerde gebruiker, of “non-attributable” voor situaties waarin dat niet mogelijk is. Voorbeelden van non-attributable evenementen zijn elk evenement dat gebeurd voordat autorisatie plaatsvindt in het login proces, zoals bij foutieve inlog pogingen.
- *class*: Evenement klassen zijn benoemde sets van gerelateerde evenementen en worden gebruikt in selectie expressies. Veel gebruikte klassen van evenementen zijn “bestands creatie” (fc), “exec” (ex) en “login_logout” (lo).
- *record*: Een record is een audit log regel die het beveiligings evenement beschrijft. Records bevatten een record evenement type, informatie over het onderwerp (de gebruiker) welke de actie uitvoerd, de datum en de tijd, informatie over de objecten of argumenten, en een conditie die aangeeft of de actie geslaagd of mislukt is.
- *trail*: Een audit trail, of log bestand bestaat uit een serie van audit records welke beveiligings evenementen beschrijft. Meestal lopen deze trails in chronologische orde, gebaseerd op de tijd dat het evenement optrad. Alleen geautoriseerde processen mogen records toevoegen aan de audit trail.
- *selection expression*: Een selectie expressie is een string welke een lijst bevat van prefixes en audit evenement klasse namen die overeenkomen met evenementen.
- *preselection*: Het proces waarbij het systeem bepaald welke evenementen interessant zijn voor de beheerder, zodat wordt voorkomen dat er audit records worden gegenereerd voor evenementen die niet interessant zijn. De “preselection” configuratie gebruikt een serie van selectie expressies om te identificeren welke klassen van evenementen van toepassing zijn op gebruikers en globale instellingen voor zowel geautoriseerde als ongeautoriseerde processen.
- *reduction*: Het proces waarbij records van bestaande audit trails worden geselecteerd voor bewaring, uitprinten of analyse. Ook is dit het proces waarbij ongewenste audit records worden verwijderd uit het audit trail. Door gebruik te maken van reduction kunnen beheerders policies implementeren die het bewaren van audit data verzorgen. Bijvoorbeeld gedetailleerde audit trails kunnen één maand bewaard worden maar erna worden trails gereduceerd zodat alleen login informatie bewaard worden voor archiverings redenen.

17.3. Installeren van audit ondersteuning.

Ondersteuning in de gebruikersomgeving voor evenement auditing wordt geïnstalleerd als onderdeel van het basis FreeBSD besturingssysteem. Kernel-ondersteuning voor evenement-auditing wordt standaard meegenomen tijdens compilatie, maar moet expliciet in de kernel gecompileerd worden door de volgende regel toe te voegen aan het configuratiebestand van de kernel:

```
options AUDIT
```

Bouw en herinstalleer de kernel volgens het normale proces zoals beschreven in Hoofdstuk 8.

Zodra een audit ondersteunende kernel is gebouwd en geïnstalleerd en deze is opgestart kan de audit daemon aangezet worden door de volgende regel aan rc.conf(5) toe te voegen:

```
auditd_enable="YES"
```

Audit ondersteuning moet daarna aangezet worden door een herstart van het systeem of door het handmatig starten van de audit daemon:

```
/etc/rc.d/auditd start
```

17.4. Audit Configuratie

Alle configuratie bestanden voor beveiligings audit kunnen worden gevonden in `/etc/security`. De volgende bestanden moeten aanwezig zijn voor de audit daemon wordt gestart:

- `audit_class` - Bevat de definities van de audit klassen.
- `audit_control` - Controleert aspecten van het audit subsysteem, zoals de standaard audit klassen, minimale hoeveelheid diskruimte die moet overblijven op de audit log schijf, de maximale audit trail grootte, etc.
- `audit_event` - Tekst namen en beschrijvingen van systeem audit evenementen, evenals een lijst van klassen waarin elk evenement zich bevind.
- `audit_user` - Gebruiker specifieke audit benodigdheden welke gecombineerd worden met de globale standaarden tijdens het inloggen.
- `audit_warn` - Een bewerkbaar shell script gebruikt door de **auditd** applicatie welke waarschuwings berichten genereert in bijzondere situaties zoals wanneer de ruimte voor audit records te laag is of wanneer het audit trail bestand is geroteerd.

Waarschuwing Audit configuratie bestanden moeten voorzichtig worden bewerkt en onderhouden, omdat fouten in de configuratie kunnen resulteren in het verkeerd loggen van evenementen.

17.4.1. Evenement selectie expressies

Selectie expressies worden gebruikt op een aantal plaatsen in de audit configuratie om te bepalen welke evenementen er geaudit moeten worden. Expressies bevatten een lijst van evenement klassen welke gelijk zijn aan een prefix welke aangeeft of gelijke records geaccepteerd moeten worden of genegeerd en optioneel om aan te geven of de regel is bedoeld om succesvolle of mislukte operaties te matchen. Selectie expressies worden geëvalueerd van links naar rechts en twee expressies worden gecombineerd door de één aan de ander toe te voegen.

De volgende lijst bevat de standaard audit evenement klassen welke aanwezig zijn in het `audit_class` bestand:

- `all` - *all* - Matched alle evenement klassen.
- `ad` - *administrative* - Administratieve acties welke uitgevoerd worden op het gehele systeem.
- `ap` - *application* - Applicatie gedefinieerde acties.
- `cl` - *file close* - Audit aanroepen naar de `close` systeem aanroep.
- `ex` - *exec* - Audit programma uitvoer. Het auditen van command line argumenten en omgevings variabelen wordt gecontroleerd via `audit_control(5)` door gebruik te maken van de `argv` en `envv` parameters in de `policy` setting.

- *fa* - *file attribute access* - Audit de toevoeging van object attributen zoals *stat(1)*, *pathconf(2)* en gelijkwaardige evenementen.
- *fc* - *file create* - Audit evenementen waar een bestand wordt gecreëerd als resultaat.
- *fd* - *file delete* - Audit evenementen waarbij bestanden verwijderd worden.
- *fm* - *file attribute modify* - Audit evenementen waarbij bestandsattribuut wijzigingen plaatsvinden zoals bij *chown(8)*, *chflags(1)*, *flock(2)*, etc.
- *fr* - *file read* - Audit evenementen waarbij data wordt gelezen, bestanden worden geopend voor lezen etc.
- *fw* - *file write* - Audit evenementen waarbij data wordt geschreven, bestanden worden geschreven of gewijzigd, etc.
- *io* - *ioctl* - Audit het gebruik van de *ioctl(2)* systeem aanroep.
- *ip* - *ipc* - Audit verschillende vormen van Inter-Process Communication, zoals POSIX pipes en System V IPC operaties.
- *lo* - *login_logout* - Audit *login(1)* en *logout(1)* evenementen die plaatsvinden op het systeem.
- *na* - *non attributable* - Audit non-attributable evenementen.
- *no* - *invalid class* - Matched geen enkel audit evenement.
- *nt* - *network* - Audit evenementen die gerelateerd zijn aan netwerk acties zoals *connect(2)* en *accept(2)*.
- *ot* - *other* - Audit diverse evenementen.
- *pc* - *process* - Audit process operaties zoals *exec(3)* en *exit(3)*

Deze audit evenement klassen kunnen veranderd worden door het wijzigingen van de *audit_class* en *audit_event* configuratie bestanden.

Elke audit klasse in de lijst wordt gecombineerd met een voorzetsel welke aangeeft of er succesvolle of mislukte operaties hebben plaatsgevonden en of de regel wordt toegevoegd of verwijderd van het matchen van de klasse en het type.

- (none) Audit zowel succesvolle als mislukte informatie van het evenement.
- + Audit succesvolle evenementen in deze klasse.
- - Audit mislukte evenementen in deze klasse.
- ^ Audit geen enkele succesvolle of mislukte evenementen in deze klasse.
- ^+ Audit geen succesvolle evenementen in deze klasse.
- ^- Audit geen mislukte evenementen in deze klasse.

De volgende voorbeeld selectie strings selecteren zowel succesvolle als mislukte login/logout evenementen, maar alleen succesvolle uitvoer evenementen:

```
lo,+ex
```

17.4.2. Configuratie bestanden

In de meeste gevallen moet een beheerder twee bestanden wijzigingen wanneer het audit systeem wordt geconfigureerd: *audit_control* en *audit_user*. Het eerste controleert systeem brede audit eigenschappen en policies, het tweede kan gebruikt worden om diepgaande auditing per gebruiker uit te voeren.

17.4.2.1. Het audit_control bestand

Het `audit_control` bestand specificeert een aantal standaarden van het audit subsysteem. Als de inhoud bekeken wordt van dit bestand is het volgende te zien:

```
dir:/var/audit
flags:lo
minfree:20
naflags:lo
policy:cnt
filesz:0
```

De `dir` optie wordt gebruikt om één of meerdere directories te specificeren die gebruikt worden voor de opslag van audit logs. Als er meer dan één directory wordt gespecificeerd, worden ze op volgorde gebruikt naarmate ze gevuld worden. Het is standaard dat audit geconfigureerd wordt dat audit logs worden bewaard op een eigen bestandssysteem, om te voorkomen dat het audit subsysteem en andere subsystemen met elkaar botsen als het bestandssysteem volraakt.

Het `flags` veld stelt de systeem brede standaard preselection maskers voor attributable evenementen in. In het voorbeeld boven worden succesvolle en mislukte login en logout evenementen geaudit voor alle gebruikers.

De `minfree` optie definieert het minimale percentage aan vrije ruimte voor dit bestandssysteem waar de audit trails worden opgeslagen. Wanneer deze limiet wordt overschreven wordt er een waarschuwing gegenereerd. In het bovenstaande voorbeeld wordt de minimale vrije ruimte ingesteld op 20 procent.

De `naflags` optie specificeert audit klassen welke geaudit moeten worden voor non-attributed evenementen zoals het login proces en voor systeem daemons.

De `policy` optie specificeert een komma gescheiden lijst van policy vlaggen welke diverse aspecten van het audit proces beheren. De standaard `cnt` vlag geeft aan dat het systeem moet blijven draaien ook al treden er audit fouten op (deze vlag wordt sterk aangeraden). Een andere veel gebruikte vlag is `argv`, wat het mogelijk maakt om command line argumenten aan de `execve(2)` systeem aanroep te auditen als onderdeel van het uitvoeren van commando's.

De `filesz` optie specificeert de maximale grootte in bytes hoeveel een audit trail bestand mag groeien voordat het automatisch getermineerd en geroteerd wordt. De standaard, 0, schakelt automatische log rotatie uit. Als de gevraagde bestands grootte niet nul is en onder de minimale 512k zit, wordt de optie genegeerd en wordt er een log bericht gegenereerd.

17.4.2.2. Het audit_user bestand

Het `audit_user` bestand staat de beheerder toe om verdere audit benodigdheden te specificeren voor gebruikers. Elke regel configureert auditing voor een gebruiker via twee velden, het eerste is het `alwaysaudit` veld, welke een set van evenementen specificeert welke altijd moet worden geaudit voor de gebruiker, en de tweede is het `neveraudit` veld, welke een set van evenementen specificeert die nooit geaudit moeten worden voor de gebruiker.

Het volgende voorbeeld `audit_user` bestand audit login/logout evenementen en succesvolle commando uitvoer voor de `root` gebruiker, en audit bestands creatie en succesvolle commando uitvoer voor de `www` gebruiker. Als dit gebruikt wordt in combinatie met het voorbeeld `audit_control` bestand hierboven, is de `root` regel dubbelop en zullen login/logout evenementen ook worden geaudit voor de `www` gebruiker.

```
root:lo,+ex:no
www:fc,+ex:no
```

17.5. Het audit subsysteem beheren.

17.5.1. Audit trails inzien

Audit trails worden opgeslagen in het BSM binaire formaat, dus ondersteunende programma's moeten worden gebruikt om de informatie te wijzigen of converteren naar tekst. Het `praudit(1)` commando converteert trail bestanden naar een simpel tekst formaat; het `auditreduce(1)` commando kan gebruikt worden om de audit trail te reduceren voor analyse, archivering of voor het uitprinten van de data. `auditreduce` ondersteunt een variëteit aan selectie parameters, zoals evenement type, evenement klasse, gebruiker, datum of tijd van het evenement en het bestandspad of object dat gebruikt wordt.

Bijvoorbeeld, het `praudit` programma zal een dump maken van de volledige inhoud van een gespecificeerd audit log bestand in normale tekst:

```
# praudit /var/audit/AUDITFILE
```

Waar `AUDITFILE` het audit bestand is dat ingelezen moet worden.

Audit trails bestaan uit een serie van audit records die gevormd worden door tokens, welke `praudit` sequentieel print één per regel. Elke token is van een specifiek type, zoals een header welke de audit record header bevat, of path welke het bestandspad bevat van een lookup. Het volgende is een voorbeeld van een `execve` evenement:

```
header,133,10,execve(2),0,Mon Sep 25 15:58:03 2006, + 384 msec
exec_arg,finger,doug
path,/usr/bin/finger
attribute,555,root,wheel,90,24918,104944
subject,robert,root,wheel,root,wheel,38439,38032,42086,128.232.9.100
return,success,0
trailer,133
```

Deze audit representeert een succesvolle `execve` aanroep, waarbij het commando `finger doug` is aangeroepen. Het argument token bevat beide commando's gerepresenteerd door de shell aan de kernel. Het path token bevat het pad naar het uitvoerbare bestand zoals opgezocht door de kernel. Het attribute token beschrijft de binary en om precies te zijn bevat het de bestands mode welke gebruikt kan worden om te zien of het bestand setuid was. Het subject token beschrijft het onderwerp proces en bevat sequentieel het audit gebruikers ID, effectieve gebruikers ID en groep ID, echte gebruikers ID, groep ID, proces ID, sessie ID, port ID en login adres. Let op dat het audit gebruikers ID en het echte gebruikers ID van elkaar verschillen omdat de gebruiker `robert` veranderd is naar de `root` gebruiker voordat het commando werd uitgevoerd, maar welke geaudit wordt als de originele geauthoriseerde gebruiker. Als laatste wordt de `return` token gebruikt om aan te geven dat er een succesvolle uitvoer is geweest en `trailer` geeft het einde aan van het record.

`praudit` ook een XML output formaat, welke geselecteerd kan worden door gebruik te maken van het `x` argument.

17.5.2. Het reduceren van audit trails

Omdat audit logs erg groot kunnen worden, zal de beheerder waarschijnlijk een subset van records willen selecteren om te gebruiken, zoals records die gekoppeld zijn aan een specifieke gebruiker:

```
# auditreduce -u trhodes /var/audit/AUDITFILE | praudit
```

Dit selecteert alle audit records die geproduceert zijn voor de gebruiker `trhodes` die opgeslagen is in het `AUDITFILE` bestand.

17.5.3. Delegeren van audit onderzoek rechten

Leden van de `audit` groep krijgen permissie om de audit trails te lezen in `/var/audit`; standaard is deze groep leeg en kan alleen de `root` gebruiker deze audit trails lezen. Gebruikers kunnen toegevoegd worden aan de `audit` groep zodat onderzoek rechten kunnen worden gedelegeerd aan de gebruiker. Omdat de mogelijkheid van het inzien van audit log inhoud significante inzicht kan geven in het gedrag van gebruikers en processen, wordt het aangeraden dat de delegatie van onderzoek rechten eerst goed overdacht wordt.

17.5.4. Live monitoren door gebruik van audit pipes

Audit pipes zijn gecloonde pseudo-devices in het device bestands systeem, welke applicaties toestaat om een tap te plaatsen in de live audit record stream. Dit is primair interessant voor schrijvers van intrusion detection en systeem monitoring applicaties. Echter, voor een beheerder is het audit pipe device een makkelijke manier om live monitoring toe te staan zonder dat er problemen kunnen ontstaan met het eigenaarschap van het audit trail bestand, of dat een log rotatie de evenementen stroom in de weg zit. Om de live audit evenementen stroom te kunnen inzien is het volgende commando benodigd:

```
# praudit /dev/auditpipe
```

Standaard zijn de audit pipe device nodes alleen toegankelijk voor de `root` gebruiker. Om deze toegankelijk te maken voor leden van de `audit` groep, moet een `devfs` regel toegevoegd worden aan het `devfs.rules` bestand:

```
add path 'auditpipe*' mode 0440 group audit
```

Zie `devfs.rules(5)` voor meer informatie over het configureren van het `devfs` bestands systeem.

Waarschuwing Het is makkelijk om audit evenement terugkoppeling cyclussen te creëren, waarbij het tonen van elk audit evenement resulteert in het genereren van nog meer audit evenementen. Bijvoorbeeld, als alle netwerk I/O wordt geaudit en `praudit(1)` wordt gestart vanuit een SSH sessie, wordt er een grote continue stroom aan audit evenementen gegenereert doordat elk getoond evenement een nieuw evenement genereert. Het is verstandig om `praudit` te draaien op een audit pipe device voor sessies zonder diepgaande I/O auditing om te voorkomen dat dit gebeurt.

17.5.5. Het roteren van audit trail bestanden

Audit trails worden alleen beschreven door de kernel en alleen beheerd worden door de audit daemon, **auditd**. Beheerders mogen geen gebruik maken van `newsyslog.conf(5)` of soortgelijke programma's om de audit files te roteren. In plaats daarvan kan het `audit` management programma gebruikt worden om auditing te stoppen, het audit systeem te herconfigureren en log rotatie uit te voeren. Het volgende commando zorgt ervoor dat de audit daemon een nieuwe audit log maakt, en vervolgens de kernel een signaal stuurt om het nieuwe logbestand te gaan gebruiken. Het oude logbestand wordt getermineerd en hernoemd, waarna het bestand gemanipuleerd kan worden door de beheerder.

```
# audit -n
```

Waarschuwing Als de **auditd** daemon op dit moment niet actief is, zal het commando falen en zal er een error bericht worden geproduceerd.

Als de volgende regel wordt toegevoegd aan het `/etc/crontab` bestand, zal er elke twaalf uur een rotatie plaatsvinden door middel van `cron(8)`:

```
0      */12      *      *      *      root      /usr/sbin/audit -n
```

Deze wijziging wordt van kracht op het moment dat het nieuwe `/etc/crontab` bestand wordt opgeslagen.

Automatische rotatie van het audit trail bestand gebaseerd op de bestand grootte is mogelijk via de `filesz` optie in `audit_control(5)` en wordt beschreven in de configuratie bestanden sectie van dit hoofdstuk.

17.5.6. Audit trails comprimeren

Omdat audit trail bestanden erg groot kunnen worden, is het meestal gewenst om de trails te comprimeren of op een andere manier te archiveren zodra ze afgesloten zijn door de audit daemon. Het `audit_warn` script kan gebruikt worden om bewerkte operaties te doen voor een variëteit aan audit gerelateerde evenementen inclusief een nette terminatie van audit trails wanneer deze geroteerd worden. Bijvoorbeeld het volgende kan worden toegevoegd aan het `audit_warn` script, dat de audit trails comprimeert zodra ze afgesloten worden:

```
#
# Compress audit trail files on close.
#
if [ "$1" = closefile ]; then
    gzip -9 $2
fi
```

Andere archiverings activiteiten kunnen zijn het kopiëren van trail bestanden naar een gecentraliseerde server, het verwijderen van oude trail bestanden of het reduceren van de audit trail om onnodige records te verwijderen. Het script zal alleen draaien als audit trail bestanden netjes worden afgesloten, wat betekent dat het script niet uitgevoerd wordt op trails die niet netjes afgesloten zijn, waardoor bestanden corrupt kunnen raken.

Hoofdstuk 18.

Opslag

18.1. Overzicht

Dit hoofdstuk behandelt het gebruik van schijven in FreeBSD. Dit omvat geheugenschijven, schijven die met het netwerk verbonden zijn, SCSI/IDE-opslagapparaten en apparaten die gebruik maken van de USB-interface.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Welke terminologie FreeBSD gebruikt om de gegevensindeling op een fysieke schijf te beschrijven (partities en slices);
- Hoe aanvullende harde schijven aan een systeem toe te voegen;
- Hoe FreeBSD in te stellen om het gebruik te laten maken van USB-opslagapparaten;
- Hoe virtuele bestandssystemen, zoals geheugenschijven, aan te maken;
- Hoe quota te gebruiken om het schijfgebruik te beperken;
- Hoe schijven te versleutelen om ze tegen inbrekers te beschermen;
- Hoe vanuit FreeBSD CD's en DVD's aan te maken en te branden;
- Wat de verschillende mogelijkheden zijn voor opslagmedia voor back-ups;
- Hoe back-upprogramma's te gebruiken die beschikbaar zijn in FreeBSD;
- Hoe een back-up naar diskettes te maken;
- Wat bestandssysteem snapshots zijn en hoe ze efficiënt te gebruiken.

Aangeraden voorkennis:

- Hoe een nieuwe FreeBSD-kernel in te stellen en te installeren (Hoofdstuk 8).

18.2. Apparaatnamen

De volgende lijst noemt de fysieke opslagapparaten die in FreeBSD ondersteund worden, samen met de bijhorende namen.

Tabel 18-1. Naamconventies voor fysieke Schijven

Type medium	Apparaatnaam medium
IDE harde schijven	ad
IDE CD-ROM-stations	acd

Type medium

SCSI harde schijven en USB-apparaten voor massa-opslag

SCSI CD-ROM-schijven

Overige niet-standaard-CD-ROM-stations

Diskteststations

SCSI bandstations

IDE bandstations

Flashdrives

RAID-schijven

Apparaatnaam medium

da

cd

mcd voor Mitsumi CD-ROM en scd voor Sony CD-ROM apparaten.

fd

sa

ast

fla voor DiskOnChip® flashapparaten

aacd voor Adaptec® AdvancedRAID, m1xd en mlyd voor Mylex®, amrd voor AMI MegaRAID®, idad voor Compaq Smart RAID, twed voor 3ware® RAID.

18.3. Schijven toevoegen

De volgende sectie beschrijft hoe een nieuwe SCSI schijf aan een machine toe te voegen die slechts een enkele drive heeft. Ten eerste dient de computer uitgeschakeld te worden en dient de schijf volgens de instructies van de computer, controller en schijffabrikant geïnstalleerd te worden. Wegens de grote variëteiten om dit soort procedures uit te voeren, vallen de details buiten het bereik van dit document.

Er dient als gebruiker `root` ingelogd te worden. Nadat de schijf is toegevoegd, dient `/var/run/dmesg.boot` bekeken te worden om er zeker van te zijn dat de nieuwe schijf is gevonden. Volgens het voorbeeld heet de nieuw toegevoegde schijf `da1` en die wordt aangekoppeld op `/1` (als er een IDE-schijf wordt toegevoegd, is de apparaatnaam `ad1`).

FreeBSD draait op IBM-PC-compatibele computers. Daarom moet het rekening houden met de PC-BIOS-partities. Deze wijken af van de traditionele BSD-partities. Een PC-schijf bevat tot vier ingangen voor BIOS-partities. Indien de schijf geheel aan FreeBSD wordt gewijd, kan de *toegewijde*-modus gebruikt worden. In het andere geval moet FreeBSD binnen één van de vier PC-BIOS-partities draaien. De PC-BIOS-partities worden door FreeBSD *slices* genoemd om ze niet met de traditionele BSD-partities te verwarren. Slices kunnen ook op een schijf worden gebruikt die toegewijd is aan FreeBSD, maar in een computer zit die ook andere besturingssystemen heeft geïnstalleerd. Dit is een goede manier om verwarring met het programma `fdisk` van andere, niet-FreeBSD besturingssystemen te voorkomen.

Als er met slices gewerkt wordt, wordt de schijf toegevoegd als `/dev/da1s1e`. Dit moet worden gelezen als: SCSI-schijf, eenheid 1 (tweede SCSI-schijf), slice 1 (PC-BIOS-partitie 1) en BSD-partitie `e`. Als de schijf toegewijd is, wordt deze simpelweg als `/dev/da1e` toegevoegd.

Omdat 32-bit-integers worden gebruikt om het aantal sectoren op te slaan, is `bsdlabel(8)` beperkt tot $2^{32}-1$ sectoren per schijf, wat meestal neerkomt op 2 TB. Het programma `fdisk(8)` staat geen hogere startsector toe dan $2^{32}-1$ en geen grotere lengte dan $2^{32}-1$, meestal worden hiermee partities tot 2 TB begrensd en schijven tot 4 TB. Het formaat van `sunlabel(8)` is beperkt tot $2^{32}-1$ sectoren per partitie en 8 partities per schijf, in totaal dus 16 TB. Voor grotere schijven kan `gpart(8)` worden gebruikt om GPT-partities aan te maken. GPT heeft het bijkomende voordeel dat het niet tot 4 slices beperkt is.

18.3.1. sysinstall(8) gebruiken

1. Navigeren door **sysinstall**

sysinstall kan gebruikt worden om een nieuwe schijf te partitioneren en te labelen met eenvoudig te gebruiken menu's. Hiervoor dient òfwel als gebruiker **root** ingelogd te zijn, òfwel gebruik te worden gemaakt van **su**. Draai **sysinstall** en ga naar het menu **Configure**. Scroll binnen het **FreeBSD Configuration Menu** naar beneden en kies de optie **Fdisk**.

2. **fdisk** partitie-bewerker

Eenmaal binnen **fdisk** kan op **A** gedrukt worden om de gehele schijf voor FreeBSD te gebruiken. Wanneer gevraagd wordt of het systeem compatibel dient te blijven met mogelijk toekomstige besturingssystemen, dient met **YES** geantwoord te worden. Met **W** kunnen de veranderingen naar de schijf worden geschreven. Nu dient de **FDISK**-bewerker verlaten te worden door op **Q** te drukken. Vervolgens wordt er een vraag gesteld over het "Master Boot Record". Omdat er een schijf aan een reeds draaiend systeem wordt toegevoegd, dient hier **None** gekozen te worden.

3. Schijflabelbewerker

Vervolgens dient **sysinstall** verlaten en opnieuw gestart te worden. Volg bovenstaande aanwijzingen, maar kies deze keer voor de optie **Label**. Dit geeft toegang tot de **Disk Label Editor**. Hier worden de traditionele BSD-partities aangemaakt. Een schijf kan tot acht partities bevatten, gelabeld **a-h**. Enkele partitielabels hebben een speciale functie. De partitie **a** wordt gebruikt voor de rootpartitie (**/**). Alleen de systeemschijf (bijvoorbeeld de schijf van waaruit opgestart wordt) moet een partitie **a** hebben. De partitie **b** wordt voor swappartities gebruikt, en het is mogelijk om vele schijven met swappartities te hebben. De partitie **c** adresseert de gehele schijf in toegewijde modus, of de gehele FreeBSD-slice in slice-modus. De andere partities zijn voor algemeen gebruik.

sysinstall's Labelbewerker heeft een voorkeur voor de partitie **e** voor niet-root-niet-swap-partities. Binnen de Labelbewerker dient een enkel bestandssysteem te worden aangemaakt door op **C** te drukken. Kies **FS** wanneer gevraagd wordt of dit een FS (file system) of swap wordt, en geef een koppelpunt in (bijvoorbeeld **/mnt**). Wanneer een schijf in post-installatie-modus wordt toegevoegd, maakt **sysinstall** geen ingangen aan in **/etc/fstab**, dus dan is het opgegeven koppelpunt niet van belang.

Nu kan het nieuwe label naar de schijf worden geschreven en er een bestandssysteem op aangemaakt worden. Dit kan gedaan worden door op **W** te drukken. Fouten van **sysinstall** dat de nieuwe partitie niet aankoppeld kon worden kunnen genegeerd worden. De Labelbewerker en **sysinstall** kunnen nu volledig verlaten worden.

4. Afronden

De laatste stap bestaat uit het bewerken van **/etc/fstab** om hier een regel voor de nieuwe schijf aan toe te voegen.

18.3.2. Het gebruik van opdrachtregelgereedschappen

18.3.2.1. Het gebruik van slices

Deze installatie zorgt ervoor dat de schijf correct samenwerkt met andere besturingssystemen die eventueel op de computer zijn geïnstalleerd en dat de **fdisk**-gereedschappen van andere besturingssystemen niet verward raken. Het wordt aangeraden om deze methode te gebruiken voor de installatie van nieuwe schijven. Gebruik de toegewijde modus alleen als hier een goede reden voor bestaat!

```
# dd if=/dev/zero of=/dev/dal bs=1k count=1
# fdisk -BI dal # Initialiseer de nieuwe schijf.
# bsdlablel -B -w dals1 auto # Label de schijf.
# bsdlablel -e dals1 # Bewerk de zojuist aangemaakte schijflabel en voeg partities toe.
# mkdir -p /1
# newfs /dev/dals1e # Herhaal dit voor alle aangemaakte partities.
# mount /dev/dals1e /1 # Mount de partitie(s).
# vi /etc/fstab # Voeg de juiste regel(s) aan /etc/fstab toe.
```

Vervang voor een IDE-schijf da door ad.

18.3.2.2. Toegewijd

Indien de nieuwe schijf niet met een ander besturingssysteem gedeeld wordt, kan de toegewijde modus gebruikt worden. Denk eraan dat deze modus besturingssystemen van Microsoft kan verwarren. Ze richten echter geen schade aan. IBM's OS/2 "fatsoeneert" echter partities die het niet begrijpt.

```
# dd if=/dev/zero of=/dev/dal bs=1k count=1
# bsdlablel -Bw dal auto
# bsdlablel -e dal # Maak de 'e'-partitie aan.
# newfs /dev/dale
# mkdir -p /1
# vi /etc/fstab # Voeg een regel voor /dev/dale toe.
# mount /1
```

Een alternatieve methode is:

```
# dd if=/dev/zero of=/dev/dal count=2
# bsdlablel /dev/dal | bsdlablel -BR dal /dev/stdin
# newfs /dev/dale
# mkdir -p /1 # Voeg een regel voor /dev/dale toe.
# mount /1
```

18.4. RAID

18.4.1. Software RAID

18.4.1.1. Concatenated Disk Driver (CCD) instellingen

Bij het kiezen van een medium voor massa-opslag zijn de belangrijkste afwegingen snelheid, betrouwbaarheid en kosten. Het komt zelden voor dat alle drie in balans zijn. Normaalgesproken is een snel, betrouwbaar apparaat voor massa-opslag duur en kosten sparen gaat ten koste van òfwel snelheid òfwel betrouwbaarheid.

Bij het ontwerpen van het onderstaande systeem werd primair op de kosten gelet, gevolgd door snelheid en als laatste betrouwbaarheid. De overdrachtsnelheid van gegevens wordt voor dit systeem uiteindelijk beperkt door het netwerk. En hoewel betrouwbaarheid erg belangrijk is, wordt onderstaande CCD-schijf gebruikt voor het serveren van on-line gegevens die reeds volledig op CD-R's zijn geback-up't en eenvoudig vervangen kunnen worden.

De eerste stap in het kiezen van een massa-opslagoplossing is het bepalen van de eigen behoeften. Indien snelheid belangrijker is dan betrouwbaarheid of kosten, wijkt de oplossing af van het systeem dat in deze sectie wordt beschreven.

18.4.1.1.1. Hardware installeren

Als aanvulling op de IDE systeemschijf zijn drie Western Digital IDE-schijven van 30 GB, 5400 RPM vanuit de kern van de onderstaande CCD-schijf aanwezig, die ongeveer 90 GB aan on-line opslag bieden. Ideaal gezien heeft iedere IDE-schijf een eigen IDE-controller en kabel, maar om de kosten te minimaliseren zijn geen aanvullende IDE-kabels gebruikt. In plaats hiervan zijn de schijven zodanig met jumpers ingesteld dat elke IDE-controller één master en één slave heeft.

Tijdens het opnieuw opstarten werd het systeem-BIOS zodanig ingesteld dat het automatisch de aangekoppelde schijven detecteerde. Het was belangrijker dat FreeBSD ze tijdens het opnieuw opstarten herkende:

```
ad0: 19574MB <WDC WD205BA> [39770/16/63] at ata0-master UDMA33
ad1: 29333MB <WDC WD307AA> [59598/16/63] at ata0-slave UDMA33
ad2: 29333MB <WDC WD307AA> [59598/16/63] at ata1-master UDMA33
ad3: 29333MB <WDC WD307AA> [59598/16/63] at ata1-slave UDMA33
```

Opmerking: Indien FreeBSD niet alle schijven detecteert, moet gecontroleerd worden of de jumpers juist zijn ingesteld. De meeste IDE-schijven hebben ook een jumper voor "Cable Select". Dit is *niet* de jumper voor de master/slave-instelling. Voor hulp met het identificeren van de juiste jumper dient de documentatie van de schijf geraadpleegd te worden.

Vervolgens dient besloten te worden hoe ze deel gaan uitmaken van het bestandssysteem. Hiervoor dienen vinum(4) (Hoofdstuk 21) en ccd(4) bestudeerd te worden. Voor deze instellingen werd voor ccd(4) gekozen.

18.4.1.1.2. CCD installeren

Het stuurprogramma ccd(4) biedt de mogelijkheid om meerdere identieke schijven aaneen te rijgen tot één logisch bestandssysteem. Om gebruik te kunnen maken van ccd(4) is een kernel met ingebouwde ondersteuning voor ccd(4) nodig. De volgende regel dient toegevoegd te worden aan het kernelinstellingenbestand en de kernel dient opnieuw gebouwd en geïnstalleerd te worden:

```
device ccd
```

Om ccd(4) te installeren dient eerst bsdlablel(8) gebruikt te worden om de schijven te labelen:

```
bsdlablel -w -ad1 auto
bsdlablel -w ad2 auto
bsdlablel -w ad3 auto
```

Bovenstaande maakt een schijflabel aan voor ad1c, ad2c en ad3c die de gehele schijf beslaat.

Vervolgens dient het labeltype van de schijf veranderd te worden. Voor het bewerken van de schijven kan bsdlablel(8) gebruikt worden:

```
bsdlablel -e ad1
bsdlablel -e ad2
```

```
bsdlabel -e ad3
```

Dit zorgt ervoor dat het huidige schijflabel van elke schijf met de tekstverwerker wordt geopend die door de omgevingsvariabele `EDITOR` wordt gespecificeerd, vaak `vi(1)`.

Een ongewijzigd schijflabel ziet er ongeveer als volgt uit:

```
8 partitions:
# size offset fstype [fsize bsize bps/cpg]
c: 60074784 0 unused 0 0 0 # (Cyl. 0 - 59597)
```

Er dient een nieuwe partitie `e` toegevoegd te worden die door `ccd(4)` gebruikt kan worden. Deze kan gewoonlijk van partitie `c` overgenomen worden, maar het `fstype` moet **4.2BSD** zijn. Het schijflabel ziet er nu ongeveer als volgt uit:

```
8 partitions:
# size offset fstype [fsize bsize bps/cpg]
c: 60074784 0 unused 0 0 0 # (Cyl. 0 - 59597)
e: 60074784 0 4.2BSD 0 0 0 # (Cyl. 0 - 59597)
```

18.4.1.1.3. Bestandssysteem aanmaken

Nu alle schijven gelabeld zijn, moet de `ccd(4)` gebouwd worden. Om dit te doen, dient `ccdconfig(8)` gebruikt te worden met opties die ongeveer gelijk zijn aan de volgende:

```
ccdconfig ccd0❶ 32❷ 0❸ /dev/ad1e❹ /dev/ad2e /dev/ad3e
```

Hieronder staat het gebruik en de betekenis van elke optie:

- ❶ Het eerste argument is het in te stellen apparaat, in dit geval `/dev/ccd0c`. Het gedeelte `/dev/` is optioneel.
- ❷ De interleave voor het bestandssysteem. De interleave definieert de grootte van een stripe in schijfblokken, elk schijfblok is normaalgesproken 512 bytes groot. Een interleave van 32 is dus 16.384 bytes groot.
- ❸ Vlaggen voor `ccdconfig(8)`. Indien het gewenst is om schijfspiegeling aan te zetten, kan er hier een vlag voor gespecificeerd worden. Deze opstelling biedt geen spiegeling voor `ccd(4)`, dus is die op 0 (nul) ingesteld.
- ❹ De laatste argumenten voor `ccdconfig(8)` zijn de apparaten die in de rij geplaatst dienen te worden. Voor elk apparaat dient de complete padnaam gebruikt te worden.

Nadat `ccdconfig(8)` gedraaid is, is de `ccd(4)` ingesteld. Er kan een bestandssysteem worden geïnstalleerd. Er kan in `newfs(8)` worden gekeken voor opties, of het draaien van het onderstaande commando is ook toereikend:

```
newfs /dev/ccd0c
```

18.4.1.1.4. Alles automatisch maken

In het algemeen is het wenselijk om de `ccd(4)` telkens te mouten wanneer er opnieuw opgestart wordt. Dit dient eerst ingesteld te worden. Met het volgende commando worden de huidige instellingen naar `/etc/ccd.conf` geschreven:

```
ccdconfig -g > /etc/ccd.conf
```

Tijdens het opstarten draait het script `/etc/rc ccdconfig -C` indien `/etc/ccd.conf` bestaat. Dit stelt automatisch de `ccd(4)` in, zodat die kan worden aangekoppeld.

Opmerking: Indien er in enkele-gebruiker-modus wordt opgestart, dient het volgende commando te worden uitgevoerd om de rij in te stellen voordat de ccd(4) aangekoppeld kan worden:

```
ccdconfig -C
```

Om de ccd(4) automatisch aan te koppelen, kan er een regel voor de ccd(4) in `/etc/fstab` geplaatst worden, zodat die tijdens het opstarten aangekoppeld wordt:

```
/dev/ccd0c /media ufs rw 2 2
```

18.4.1.2. Volumebeheerder Vinum

De volumebeheerder Vinum is een blokstuurprogramma dat virtuele schijven implementeert. Het isoleert schijfhardware van de blokapparaat-interface en projecteert gegevens op een manier die de flexibiliteit, prestatie en betrouwbaarheid verhoogt in vergelijking met de traditionele slice-blik op schijfopslag. `vinum(4)` implementeert de modellen RAID-0, RAID-1 en RAID-5, zowel individueel als als combinatie.

In Hoofdstuk 21 staat meer informatie over `vinum(4)`.

18.4.2. Hardwarematige RAID

FreeBSD ondersteunt ook een verscheidenheid aan hardwarematige RAID-stuurprogramma's. Deze apparaten besturen een RAID-deelsysteem zonder dat er FreeBSD-specifieke software nodig is om de rij te beheren.

Door gebruik te maken van een BIOS die op de kaart aanwezig is, beheert de kaart de meeste schijfbewerkingen zelf. Nu volgt een korte beschrijving van een opzet waarbij een Promise IDE-stuurprogramma is gebruikt. Wanneer deze kaart geïnstalleerd en het systeem opgestart is, beeldt het een prompt af waarbij om informatie wordt gevraagd. De instructies dienen opgevolgd te worden om bij het instelscherm van de kaart te komen. Van hieruit kunnen alle aangekoppelde schijven gecombineerd worden. Nadat dit gedaan is, zien de schijven er voor FreeBSD als één enkele schijf uit. Andere RAID-niveaus kunnen overeenkomstig ingesteld worden.

18.4.3. ATA RAID1-rijen opnieuw bouwen

Met FreeBSD is het mogelijk om een defecte schijf in een rij te vervangen terwijl de computer aanstaat ("hot replace"). Hiervoor dient de schijf vóór het opnieuw opstarten vervangen te zijn.

Waarschijnlijk is zoiets als het volgende in `/var/log/messages` of in de uitvoer van `dmesg(8)` te zien:

```
ad6 on monster1 suffered a hard error.
ad6: READ command timeout tag=0 serv=0 - resetting
ad6: trying fallback to PIO mode
ata3: resetting devices .. done
ad6: hard error reading fsbn 1116119 of 0-7 (ad6 bn 1116119; cn 1107 tn 4 sn 11)\
status=59 error=40
ar0: WARNING - mirror lost
```

Meer informatie kan met behulp van `atacontrol(8)` gezocht worden:

```
# atacontrol list
ATA channel 0:
  Master:      no device present
  Slave:   acd0 <HL-DT-ST CD-ROM GCR-8520B/1.00> ATA/ATAPI rev 0

ATA channel 1:
  Master:      no device present
  Slave:      no device present

ATA channel 2:
  Master:   ad4 <MAXTOR 6L080J4/A93.0500> ATA/ATAPI rev 5
  Slave:    no device present

ATA channel 3:
  Master:   ad6 <MAXTOR 6L080J4/A93.0500> ATA/ATAPI rev 5
  Slave:    no device present

# atacontrol status ar0
ar0: ATA RAID1 subdisks: ad4 ad6 status: DEGRADED
```

1. Ontkoppel eerst het ata kanaal met de falende schijf zodat deze veilig kan worden verwijderd:

```
# atacontrol detach ata3
```

2. Vervang de schijf.

3. Koppel het ata kanaal opnieuw aan:

```
# atacontrol attach ata3
Master:   ad6 <MAXTOR 6L080J4/A93.0500> ATA/ATAPI rev 5
Slave:    no device present
```

4. Voeg de nieuwe schijf toe aan de rij als reserve:

```
# atacontrol addspare ar0 ad6
```

5. De rij dient nu opnieuw opgebouwd te worden:

```
# atacontrol rebuild ar0
```

6. Het is mogelijk de voortgang te volgen met het volgende commando:

```
# dmesg | tail -10
[uitvoer verwijderd]
ad6: removed from configuration
ad6: deleted from ar0 disk1
ad6: inserted into ar0 disk1 as spare

# atacontrol status ar0
ar0: ATA RAID1 subdisks: ad4 ad6 status: REBUILDING 0% completed
```

7. Nu moet er gewacht worden tot de bewerking voltooid is.

18.5. USB-opslagapparaten

Veel externe opslagoplossingen gebruiken tegenwoordig de Universele Seriële Bus (USB): harde schijven, USB-duimdrives, CD-R-branders, etc. FreeBSD biedt voor al dit soort apparaten ondersteuning.

18.5.1. Instellen

Het stuurprogramma `umass(4)` biedt de ondersteuning voor USB-opslagapparaten. Indien de kernel `GENERIC` wordt gebruikt, hoeft er niets aan de instellingen gewijzigd te worden. Als er een eigen kernel wordt gebruikt, dienen de volgende regels in het kernelinstellingenbestand aanwezig zijn:

```
device scbus
device da
device pass
device uhci
device ohci
device ehci
device usb
device umass
```

Het stuurprogramma `umass(4)` gebruikt het subsysteem SCSI om toegang te krijgen tot de USB-opslagapparaten. Het USB-apparaat wordt door het systeem als een SCSI-apparaat gezien. Afhankelijk van de chipset op het moederbord is slechts òf `device uhci` òf `device ohci` nodig voor ondersteuning van USB 1.X. Het kan echter geen kwaad om ze beiden in het kernelinstellingenbestand te hebben. Ondersteuning voor USB 2.0 wordt geleverd door het stuurprogramma `ehci(4)` (de regel met `device ehci`). Indien er regels zijn toegevoegd dient de kernel opnieuw gecompileerd en geïnstalleerd te worden.

Opmerking: Indien het USB-apparaat een CD-R- of DVD-brander is, dient het SCSI CD-ROM-stuurprogramma `cd(4)` met de volgende regel aan de kernel toegevoegd te worden:

```
device cd
```

Aangezien de brander als een SCSI-schijf gezien wordt, dient het stuurprogramma `atapicam(4)` niet in de kernelinstellingen gebruikt te worden.

18.5.2. Instellingen testen

De instellingen zijn klaar om getest te worden: het USB-apparaat dient aangesloten te worden en in de buffer voor systeemmeldingen (`dmesg(8)`) dient het stuurprogramma ongeveer als volgt te verschijnen:

```
umass0: USB Solid state disk, rev 1.10/1.00, addr 2
GEOM: create disk da0 dp=0xc2d74850
da0 at umass-sim0 bus 0 target 0 lun 0
da0: <Generic Traveling Disk 1.11> Removable Direct Access SCSI-2 device
da0: 1.000MB/s transfers
da0: 126MB (258048 512 byte sectors: 64H 32S/T 126C)
```

Uiteraard kunnen het merk, de apparaatnode (`da0`) en andere details verschillen naar gelang de instelling.

Aangezien het USB-apparaat als een SCSI-apparaat gezien wordt, kan het commando `camcontrol` gebruikt worden om de USB-opslagapparaten weer te geven die aan het systeem gekoppeld zijn:

```
# camcontrol devlist
<Generic Traveling Disk 1.11>          at scbus0 target 0 lun 0 (da0,pass0)
```

Indien er een bestandssysteem op de schijf aanwezig is, kan dat aangekoppeld worden. Paragraaf 18.3 biedt indien nodig hulp bij het formatteren en aanmaken van partities op de USB-drive.

Waarschuwing Door het toestaan dat gewone gebruikers verschillende media kunnen koppelen door b.v. het aanzetten van `vfs.usermount` zoals hieronder beschreven, zou niet als veilig beschouwd moeten worden uit een beveiligings oogpunt. Veel bestandssystemen in FreeBSD zijn niet geschreven om beveiliging te bieden tegen kwaadaardige apparaten.

Om het apparaat koppelbaar te maken voor de gewone gebruiker moeten er een aantal stappen ondernomen worden. Als eerste moeten de apparaten die gecreeerd worden wanneer het USB opslag- medium wordt toegevoegd toegankelijk zijn voor de gebruiker. Een oplossing is om alle gebruikers die deze rechten nodig hebben toe te voegen aan de `operator` groep. Dit kan gedaan worden met `pw(8)`. Daarna moet het voor de `operator` groep mogelijk zijn te lezen en te schrijven naar de gecreeerde apparaten. Dit kan bewerkstelligd worden door de volgende regels toe te voegen aan `/etc/devfs.rules`:

```
[localrules=5]
add path 'da*' mode 0660 group operator
```

Opmerking: Als er SCSI schijven in het systeem aanwezig zijn moet dit anders aangepakt worden. Stel dat het systeem reeds over de volgende schijven beschikt `da0` tot en met `da2`, verander de regel dan in het volgende:

```
add path 'da[3-9]*' mode 0660 group operator
```

Dit sluit de reeds bestaande schijven buiten van toegang door de `operator` groep.

Erna moet ook de nieuwe ruleset voor `devfs.rules(5)` ingeschakeld worden door middel van `/etc/rc.conf`:

```
devfs_system_ruleset="localrules"
```

Hierna moet de kernel worden geconfigureerd zodat gewone gebruikers rechten krijgen om bestandssystemen te koppelen. De makkelijkste manier is door de volgende regel toe te voegen aan `/etc/sysctl.conf`:

```
vfs.usermount=1
```

Let op, deze wijziging wordt pas actief na de volgende start van het systeem. Als alternatief kan ook `sysctl(8)` gebruikt worden om deze variabele te zetten.

De laatste stap is het creëren van de map waar het bestandssysteem gekoppeld wordt. Deze map moet eigendom zijn van de gebruiker die het bestandssysteem gaat koppelen. Een manier om dat te bewerkstelligen is door met de gebruiker `root` een submap aan te maken die eigendom is van de gebruiker als `/mntgebruikersnaam` (verander `gebruikersnaam` door de loginnaam van de daadwerkelijke gebruiker en `gebruikersgroep` door de primaire groep van de gebruiker):

```
# mkdir /mnt/gebruikersnaam
# chown gebruikersnaam:gebruikersgroep /mnt/gebruikersnaam
```

Stel dat er vervolgens een USB-stick ingeplugged wordt en er een `/dev/da0s1` aangemaakt wordt. Omdat deze apparaten meestal voorgeformatteerd met een FAT-bestandssysteem komen, kan deze als volgende gekoppeld worden:

```
% mount -t msdosfs -o -m=644,-M=755 /dev/da0s1 /mnt/gebruikersnaam
```

Indien het apparaat losgekoppeld wordt (nadat de schijf afgekoppeld is), dient in de buffer voor systeemmeldingen iets als het volgende te zien te zijn:

```
umass0: at uhub0 port 1 (addr2) disconnected
(da0:umass-sim0:0:0:0): lost device
(da0:umass-sim0:0:0:0): removing device entry
GEOM: destroy disk da0 dp=0xc2d74850
umass0: detached
```

18.5.3. Referenties

Naast de onderdelen Schijven toevoegen en Bestandssystemen aan- en afkoppelen, kunnen de volgende hulppagina's ook nuttig zijn: `umass(4)`, `camcontrol(8)` en `usbconfig(8)` voor FreeBSD 8.X of `usbdevs(8)` voor eerdere versies van FreeBSD.

18.6. Optische media (CD's) aanmaken en gebruiken

18.6.1. Inleiding

CD's hebben een aantal eigenschappen waardoor ze verschillen van conventionele schijven. Initieel zijn ze door de gebruiker niet beschrijfbaar. Ze zijn zó ontworpen dat ze continu, zonder vertragingen van het verplaatsen van de kop tussen tracks, gelezen kunnen worden. Ze zijn ook veel gemakkelijker tussen twee systemen te verplaatsen dan gelijksoortige media in hun tijd waren.

CD's hebben tracks, maar die verwijzen naar secties van gegevens die continu gelezen dienen te worden en niet naar fysieke eigenschappen van de schijf. Om een CD op FreeBSD te produceren, dienen de gegevensbestanden waaruit de tracks op de CD gaan bestaan te worden voorbereid, waarna de tracks op de CD worden geschreven.

Het bestandssysteem ISO 9660 is ontworpen om met deze verschillen om te gaan. Helaas codeert het bestandssysteemgrenzen die destijds gebruikelijk waren. Gelukkig biedt het een uitbreidingsmechanisme dat correct geschreven CD's toestaat om deze grenzen te overschrijden en nog steeds te werken met systemen die deze uitbreidingen niet ondersteunen.

De port `sysutils/cdrtools` bevat `mkisofs(8)`, een programma dat gebruikt kan worden om een gegevensbestand aan te maken dat een ISO 9660-bestandssysteem bevat. Het bevat opties die verschillende uitbreidingen ondersteunen en wordt hieronder beschreven.

Het gereedschap om de CD te branden hangt af van het feit of de CD-brander ATAPI of iets anders is. ATAPI CD-branders gebruiken het programma `burncd` dat deel uitmaakt van het basissysteem. SCSI en USB CD-branders

dienen cdrecord van de port `sysutils/cdrtools` te gebruiken. Het is ook mogelijk om `cdrecord` en andere gereedschappen voor SCSI-drives op ATAPI-hardware te gebruiken door middel van de module ATAPI/CAM.

Indien CD-brandsoftware met een grafische gebruikersinterface gewenst is, is **X-CD-Roast** of **K3b** een mogelijkheid. Deze gereedschappen zijn beschikbaar als package of vanuit de ports `sysutils/xcdroast` en `sysutils/k3b`. **X-CD-Roast** en **K3b** hebben de module ATAPI/CAM met ATAPI-hardware nodig.

18.6.2. mkisofs

Het programma `mkisofs(8)`, dat deel uitmaakt van de port `sysutils/cdrtools`, maakt een ISO 9660-bestandssysteem aan dat een beeld is van een boomstructuur in de UNIX bestandssysteem-namespace. De eenvoudigste gebruiksvorm is:

```
# mkisofs -o beeldbestand.iso /pad/naar/boomstructuur
```

Dit commando maakt een `beeldbestand.iso` aan dat een ISO 9660-bestandssysteem bevat dat een kopie is van de boomstructuur in `/pad/naar/boomstructuur`. Tijdens het proces beeldt het bestandsnamen af op namen die aan de beperkingen van het standaard ISO 9660-bestandssysteem voldoen en sluit het bestanden uit die namen hebben die niet karakteristiek zijn voor ISO-bestandssystemen.

Er is een aantal opties beschikbaar om over deze beperkingen heen te komen. In het bijzonder zet `-R` de Rock Ridge-uitbreidingen aan die gangbaar zijn voor UNIX systemen, zet `-J` de Rock Ridge-uitbreidingen aan die gebruikt worden op Microsoft-systemen en `-hfs` kan gebruikt worden om HFS-bestandssystemen aan te maken die door Mac OS gebruikt worden.

Voor CD's die alleen op FreeBSD-systemen gebruikt gaan worden, kan `-U` gebruikt worden om alle restricties op bestandsnamen uit te zetten. Indien het met `-R` gebruikt wordt, maakt het een bestandssysteembeeld aan dat identiek is aan de FreeBSD-boomstructuur van waaruit begonnen is, alhoewel het mogelijk is dat het zich op aantal manieren niet aan de ISO 9660-standaard houdt.

De laatste optie voor algemeen gebruik is `-b`. Deze wordt gebruikt om de plaats van het opstartbeeld aan te geven om een "El Torito" opstartbare CD te maken. Deze optie heeft een argument nodig, namelijk het pad naar een opstartbeeld dat het begin van de boomstructuur die naar de CD geschreven wordt voorstelt. Gewoonlijk maakt `mkisofs(8)` een ISO-beeld aan in de zogenaamde "diskette-emulatie"-modus en verwacht het dus dat het beeldbestand exact 1200, 1440 of 2880 KB groot is. Sommige bootloaders, zoals degene die door de distributieschijven van FreeBSD wordt gebruikt, gebruiken de emulatiemodus niet. In dat geval dient de optie `-no-emul-boot` gebruikt te worden. Dus indien `/tmp/myboot` een opstartbaar FreeBSD-systeem met het beeldbestand in `/tmp/myboot/boot/cdboot` bevat, kan het beeld van een ISO 9660-bestandssysteem als volgt in `/tmp/bootable.iso` aangemaakt worden:

```
# mkisofs -R -no-emul-boot -b boot/cdboot -o /tmp/bootable.iso /tmp/myboot
```

Als dit gedaan is en `md` in de kernel is ingesteld, kan het bestandssysteem gekoppeld worden:

```
# mdconfig -a -t vnode -f /tmp/bootable.iso -u 0
# mount -t cd9660 /dev/md0 /mnt
```

Nu kan gecontroleerd worden of `/mnt` en `/tmp/myboot` identiek zijn.

Er zijn vele andere opties die met `mkisofs(8)` gebruikt kunnen worden om het gedrag af te stemmen. In het bijzonder wijzigingen aan een ISO 9660-structuur en het aanmaken van Joliet- en HFS-schijven. Details staan in `mkisofs(8)`.

18.6.3. burncd

Indien er een ATAPI CD-brander aanwezig is, kan het commando `burncd` gebruikt worden om een ISO-beeld naar een CD te branden. `burncd` maakt deel uit van het basissysteem en is geïnstalleerd als `/usr/sbin/burncd`. Het gebruik is erg eenvoudig, aangezien het weinig opties heeft.

```
# burncd -f cd-apparaat gegevens beeldbestand.iso fixate
```

Het bovenstaande commando brandt een kopie van `beeldbestand.iso` naar `cd-apparaat`. Het standaardapparaat is `/dev/acd0`. Opties om de schrijfsnelheid in te stellen, de CD na het branden uit te werpen en geluidsgegevens te schrijven staan in `burncd(8)`.

18.6.4. cdrecord

Indien er geen ATAPI CD-brander aanwezig is, dient `cdrecord` gebruikt te worden om CD's te branden. `cdrecord` maakt geen deel uit van het basissysteem. Het dient òfwel vanuit de port in `sysutils/cdrtools` òfwel als package geïnstalleerd te worden. Veranderingen in het basissysteem kunnen ervoor zorgen dat binaire versies van dit programma falen, wat mogelijk tot een “coaster” leidt. Daarom dient òfwel de port bijgewerkt te worden als het systeem wordt bijgewerkt, òwel, als `-STABLE` gevolgd wordt, dient de port bijgewerkt te worden wanneer er een nieuwe versie beschikbaar komt.

Hoewel `cdrecord` vele opties heeft, is het gebruik voor gewone situaties nog eenvoudiger dan dat van `burncd`. Een ISO 9660-beeld kan gebrand worden met:

```
# cdrecord dev=device beeldbestand.iso
```

Het lastige gedeelte in het gebruik van `cdrecord` is het vinden van de juiste `dev`. Om de juiste instelling te vinden, kan de vlag `-scanbus` van `cdrecord` gebruikt worden, wat resultaten zoals de onderstaande kan geven:

```
# cdrecord -scanbus
Cdrecord-Clone 2.01 (i386-unknown-freebsd7.0) Copyright (C) 1995-2004 Jörg Schilling
Using libscg version 'schily-0.1'
scsibus0:
    0,0,0    0) 'SEAGATE ' 'ST39236LW      ' '0004' Disk
    0,1,0    1) 'SEAGATE ' 'ST39173W      ' '5958' Disk
    0,2,0    2) *
    0,3,0    3) 'iomega ' 'jaz 1GB        ' 'J.86' Removable Disk
    0,4,0    4) 'NEC      ' 'CD-ROM DRIVE:466' '1.26' Removable CD-ROM
    0,5,0    5) *
    0,6,0    6) *
    0,7,0    7) *
scsibus1:
    1,0,0   100) *
    1,1,0   101) *
    1,2,0   102) *
    1,3,0   103) *
    1,4,0   104) *
    1,5,0   105) 'YAMAHA ' 'CRW4260        ' '1.0q' Removable CD-ROM
    1,6,0   106) 'ARTEC  ' 'AM12S          ' '1.06' Scanner
    1,7,0   107) *
```

Dit geeft de gepaste `dev`-waarden voor de apparaten in de lijst. De CD-brander dient gezocht te worden, waarna de drie getallen gescheiden door komma's gebruikt kunnen worden als de waarde voor `dev`. In dit geval is het CD-RW-apparaat 1,5,0, dus is de juiste invoer `dev=1,5,0`. Er zijn eenvoudigere manieren om deze waarde te specificeren. In `cdrecord(1)` staan meer details. Hier staat ook informatie over geluidstracks, de snelheid instellen en meer.

18.6.5. Audio-CD's dupliceren

Een audio-CD kan gedupliceerd worden door de geluidsgegevens van de CD naar een serie bestanden te schrijven en deze bestanden daarna naar een lege CD te schrijven. Het proces verschilt licht tussen ATAPI- en SCSI-drives.

SCSI-drives

1. Onttrek `cdda2wav` de audio:

```
% cdda2wav -vall -D2,0 -B -Owav
```

2. Schrijf met `cdrecord` de `.wav`-bestanden:

```
% cdrecord -v dev=2,0 -dao -useinfo *.wav
```

Controleer of `2,0` juist is opgegeven, zoals beschreven in Paragraaf 18.6.4.

ATAPI-drives

Opmerking: Met behulp van de ATAPI/CAM module kan `cdda2wav` ook gebruikt worden voor ATAPI-drives. Dit gereedschap is vaak een betere keuze voor de meeste gebruikers (jitter-correctie, endianness-zaken, etc.) dan de methode die hieronder wordt voorgesteld.

1. Het ATAPI CD-stuurprogramma maakt elke track beschikbaar als `/dev/acd0t nn` , waarin d het stationsnummer is en nn het tracknummer is in twee decimale cijfers, dat indien nodig vooraf wordt gegaan door een nul. Dus is de eerste track op de eerste schijf `/dev/acd0t01`, de tweede `/dev/acd0t02`, de derde `/dev/acd0t03`, enzovoort.

Controleer of de juiste bestanden in `/dev` bestaan. Als de benodigde namen er niet bijstaan, forceer het systeem dan om opnieuw te kijken:

```
# dd if=/dev/acd0 of=/dev/null count=1
```

2. De track kan met `dd(1)` onttrokken worden. Bij het onttrekken van de bestanden dient een specifieke blok grootte gebruikt te worden.

```
# dd if=/dev/acd0t01 of=track1.cdr bs=2352
#dd if=/dev/acd0t02 of=track2.cdr bs=2352
...
```

3. Brand de onttrokken bestanden met `burncd`. Er dient opgegeven te worden dat het geluidsbestanden zijn en dat `burncd` de schijf moet fixeren wanneer na afronding van het proces.

```
# burncd -f /dev/acd0 audio track1.cdr track2.cdr ... fixate
```

18.6.6. Gegevens-CD's dupliceren

Een gegevens-CD kan gekopieerd worden naar een beeldbestand dat functioneel gelijk is aan het beeldbestand dat met `mkisofs(8)` gemaakt is en het kan gebruikt worden om elke gegevens-CD te dupliceren. Het hier gegeven voorbeeld neemt aan dat het CD-ROM-apparaat `acd0` is.

```
# dd if=/dev/acd0 of=bestand.iso bs=2048
```

Nu het beeld beschikbaar is, kan het naar CD geschreven worden zoals hierboven beschreven.

18.6.7. Gegevens-CD's gebruiken

Nu er een standaard gegevens-CD-ROM is aangemaakt moet deze waarschijnlijk aangekoppeld worden om de gegevens die er op staan te lezen. Normaalgesproken neemt `mount(8)` aan dat een bestandssysteem van het soort `ufs` is. Als zoiets als onderstaande geprobeerd wordt komt er een klacht over `Incorrect super block` en wordt er niet aangekoppeld:

```
# mount /dev/cd0 /mnt
```

De CD-ROM bevat geen `ufs`-bestandssysteem, dus pogingen om zo aan te koppelen mislukken. Er dient aan `mount(8)` verteld te worden dat het bestandssysteem van het soort `ISO9660` is en dan werkt alles. Dit kan door de optie `-t cd9660` van `mount(8)` op te geven. Het CD-ROM-apparaat `/dev/cd0` onder `/mnt` aankoppelen kan zo:

```
# mount -t cd9660 /dev/cd0 /mnt
```

De apparaatnaam (in dit voorbeeld `/dev/cd0`) kan afwijken, afhankelijk van de interface die de CD-ROM gebruikt. Verder voert de optie `-t cd9660` gewoon `mount_cd9660(8)` uit. Bovenstaand voorbeeld kan verkort worden tot:

```
# mount_cd9660 /dev/cd0 /mnt
```

Het is in het algemeen mogelijk om gegevens-CD-ROMs van elke fabrikant op deze manier te gebruiken. Schijven met bepaalde uitbreidingen op ISO 9660 kunnen zich echter vreemd gedragen. Joliet-schijven bijvoorbeeld, slaan alle bestandsnamen op in twee-byte Unicode-karakters. De FreeBSD-kernel spreekt geen Unicode, maar het FreeBSD CD9660 stuurprogramma is in staat om Unicode karakters direct te converteren. Als er niet-Engelse karakters verschijnen als vraagtekens, moet de lokale karakterset gedefinieerd worden met de `-C` optie. Zie de `mount_cd9660(8)` handleiding voor meer informatie.

Opmerking: Om in staat te zijn om de karakter conversie te doen met behulp van de `-C` optie, heeft de kernel de `cd9660_iconv.ko` module nodig. Deze kan ingeladen worden door het volgende toe te voegen aan `/boot/loader.conf`:

```
cd9660_iconv_load="YES"
```

en daarna de machine te herstarten of door de module direct in te laden met `kldload(8)`.

Zo nu en dan kan `Device not configured` verschijnen als geprobeerd wordt om een CD-ROM aan te koppelen. Dit betekent meestal dat het CD-ROM-station denkt dat er geen schijf in de lade ligt of dat het station niet zichtbaar is op de bus. Omdat het enkele seconden kan duren voordat een CD-ROM-station doorheeft dat er een CD-ROM in ligt, is geduld geboden.

Soms wordt een SCSI CD-ROM gemist omdat het station niet genoeg tijd had om antwoord te geven op de busreset. Indien er een SCSI CD-ROM aanwezig is, dient de volgende optie aan de kernelinstellingen toegevoegd te worden en de kernel opnieuw gebouwd te worden.

```
options SCSI_DELAY=15000
```

Dit zorgt ervoor dat de SCSI-bus 15 seconden pauzeert tijdens het opstarten opdat het CD-ROM-station elke gelegenheid krijgt om de busreset te beantwoorden.

18.6.8. Rauwe gegevens-CD's branden

Een bestand kan direct naar CD geschreven worden zonder een ISO 9660-bestandssysteem aan te maken. Sommige mensen doen dit voor back-updoeleinden. Dit gaat sneller dan een standaard-CD branden:

```
# burncd -f /dev/acd1 -s 12 gegevens archief.tar.gz fixate
```

Om de gegevens terug te halen die op zo'n CD gebrand zijn, is het noodzakelijk om gegevens van de rauwe apparaatnode te lezen:

```
# tar xzvf /dev/acd1
```

Het is niet mogelijk om deze schijf aan te koppelen zoals dat voor een normale CD-ROM gedaan wordt. Zo'n CD-ROM kan onder geen enkel besturingssysteem, behalve FreeBSD, gelezen worden. Om de CD aan te kunnen koppelen of gegevens te delen met een ander besturingssysteem, dient mkisofs(8) gebruikt te worden, zoals boven beschreven is.

18.6.9. Het ATAPI/CAM-stuurprogramma gebruiken

Dit stuurprogramma stelt ATAPI-apparaten (CD-ROM, CD-RW, DVD-stations, enzovoort) in staat om vanuit het SCSI-subsysteem benaderd te worden en maakt daarmee het gebruik van applicaties zoals `sysutils/cdrdao` of `cdrecord(1)` mogelijk.

Om dit stuurprogramma te gebruiken, is het noodzakelijk om de volgende regel aan het `/boot/loader.conf` bestand toe te voegen:

```
atapicam_load="YES"
```

om daarna de machine opnieuw op te starten.

Opmerking: Als het noodzakelijk is om `atapicam(4)` statisch toe te voegen aan de kernel moet de volgende regel worden toegevoegd aan het kernelinstellingenbestand:

```
device atapicam
```

Ook zijn de volgende regels in het kernelinstellingenbestand nodig, die meestal wel aanwezig zijn:

```
device ata
device scbus
device cd
device pass
```

Hierna dient de nieuwe kernel opnieuw gebouwd en geïnstalleerd te worden en dient de machine opnieuw gestart te worden.

Tijdens het opstartproces dient de brander als volgt te verschijnen:

```
acd0: CD-RW <MATSHITA CD-RW/DVD-UJDA740> at atal-master PIO4
cd0 at atal bus 0 target 0 lun 0
cd0: <MATSHITA CD-RW/DVD-UJDA740 1.00> Removable CD-ROM SCSI-0 device
cd0: 16.000MB/s transfers
cd0: Attempt to query device size failed: NOT READY, Medium not present - tray closed
```

Het station is nu toegankelijk via de apparaatnaam `/dev/cd0`. Om bijvoorbeeld een CD-ROM op `/mnt` aan te koppelen:

```
# mount -t cd9660 /dev/cd0 /mnt
```

Als root kan het volgende commando gegeven worden om het SCSI-adres van de brander te verkrijgen:

```
# camcontrol devlist
<MATSHITA CD-RW/DVD-UJDA740 1.00> at scbus1 target 0 lun 0 (pass0,cd0)
```

Dus `1,0,0` is het SCSI-adres dat met `cdrecord(1)` en andere SCSI-toepassingen gebruikt dient te worden.

Meer informatie over het ATAPI/CAM en het SCSI-systeem staat in de hulppagina's van `atpicam(4)` en `cam(4)`.

18.7. Optische media (DVD's) aanmaken en gebruiken

18.7.1. Inleiding

Vergeleken met de CD behoort de DVD de tot de volgende generatie van optische media-opslagtechnologie. De DVD kan meer gegevens bevatten dan enige CD en is tegenwoordig de standaard voor videopublicatie.

Er kunnen vijf fysieke opneembare formaten gedefinieerd worden die opneembare DVD heten:

- DVD-R: dit was het eerst beschikbare opneembare DVD-formaat. De DVD-R-standaard is gedefinieerd door het DVD Forum (<http://www.dvdforum.com/forum.shtml>). Dit formaat is voor eenmalig schrijven.
- DVD-RW: dit is de herschrijfbare versie van de DVD-R-standaard. Een DVD-RW kan tot ongeveer 1.000 maal herschreven worden.
- DVD-RAM: dit is ook een herschrijfbaar formaat dat door het DVD Forum ondersteund wordt. Een DVD-RAM kan gezien worden als een verwisselbare harde schijf. Dit medium is echter niet uitwisselbaar met de meeste DVD-ROM-stations en DVD-Video-spelers. Slechts enkele DVD-schrijvers ondersteunen het DVD-RAM-formaat. Lees Paragraaf 18.7.9 voor meer informatie over het gebruik van DVD-RAM.
- DVD+RW: dit is het herschrijfbare formaat dat is gedefinieerd door de DVD+RW Alliance (<http://www.dvdrw.com/>). Een DVD+RW kan tot ongeveer 1.000 maal herschreven worden.
- DVD+R: dit formaat is de eenmalig beschrijfbare versie van het DVD+RW-formaat.

Een enkellaags opneembare DVD kan maximaal 4.700.000.000 bytes bevatten, wat eigenlijk 4,38 GB of 4.485 MB is (1 kB is 1024 bytes).

Opmerking: Er dient onderscheid gemaakt te worden tussen het fysieke medium en de toepassing. Een DVD-Video bijvoorbeeld is een specifiek bestandsschema dat op elk fysiek opneembaar DVD-medium geschreven kan worden: DVD-R, DVD+R, DVD-RW, enzovoort. Voordat het mediumtype gekozen wordt, dient het zeker te zijn dat zowel de brander als de DVD-Video-speler (een onafhankelijke speler of een DVD-ROM-station in een computer) overweg kunnen met het overwogen medium.

18.7.2. Instellingen

Het programma `growisofs(1)` wordt gebruikt om DVD's op te nemen. Dit commando is deel van de **dvd+rw-tools** gereedschappen (`sysutils/dvd+rw-tools`). **dvd+rw-tools** ondersteunt alle types DVD-media.

Deze gereedschappen gebruiken het SCSI-subsysteem om toegang tot de apparaten te krijgen, daarvoor moet ondersteuning voor ATAPI/CAM aan de kernel toegevoegd worden. Indien de brander de USB-interface gebruikt, is deze toevoeging nutteloos en dient Paragraaf 18.5 gelezen te worden voor meer details over het instellen van USB-apparaten.

De DMA-toegang voor ATAPI-apparaten dient ook aangezet te worden door de volgende regel aan het bestand `/boot/loader.conf` toe te voegen:

```
hw.ata.atapi_dma="1"
```

Voordat de **dvd+rw-tools** gebruikt kunnen worden, dienen de `dvd+rw-tools`' hardware compatibility notes (<http://fy.chalmers.se/~appro/linux/DVD+RW/hcn.html>) geraadpleegd te worden voor enige informatie die betrekking heeft op de DVD-brander.

Opmerking: Indien een grafische gebruikersinterface gewenst is, is **K3b** (`sysutils/k3b`), die een gebruikersvriendelijke interface biedt voor `growisofs(1)` en vele andere brandprogramma's, het bekijken waard.

18.7.3. Gegevens-DVD's branden

Het commando `growisofs(1)` is een frontend voor `mkisofs`. Het roept `mkisofs(8)` aan om het bestandssysteemoverzicht aan te maken en het schrijft naar de DVD. Hierdoor is het niet nodig om een beeld van de gegevens aan te maken voordat met branden begonnen wordt.

Om de gegevens uit de map `/pad/naar/gegevens` op een DVD+R of een DVD-R te branden:

```
# growisofs -dvd-compat -Z /dev/cd0 -J -R /pad/naar/gegevens
```

De opties `-J` `-R` worden doorgegeven aan `mkisofs(8)` voor het aanmaken van het bestandssysteem (in dit geval een ISO 9660-bestandssysteem met Joliet en Rock Ridge uitbreidingen). Meer details staan in de hulppagina `mkisofs(8)`.

De optie `-z` wordt gebruikt voor het opnemen van de eerste sessie, ook bij meerdere sessies. Het DVD-apparaat, `/dev/cd0`, dient aan de hand van de instellingen aangepast te worden. De parameter `-dvd-compat` sluit de schijf

zodat er niets aan de opname toegevoegd kan worden. Dit zou als tegenprestatie betere uitwisselbaarheid met DVD-ROM-stations moeten geven.

Het is ook mogelijk om een vooraf gemastered beeld te branden, om bijvoorbeeld het beeld *beeldbestand.iso* te branden:

```
# growisofs -dvd-compat -Z /dev/cd0=beeldbestand.iso
```

De schrijfsnelheid moet automatisch gedetecteerd en ingesteld worden, afhankelijk van het medium en het gebruikte station. Om de schrijfsnelheid te forceren, dient de parameter `-speed=` gebruikt te worden. Meer informatie staat in de hulppagina `growisofs(1)`.

Opmerking: Om bestanden groter dan 4,38GB in de compilatie op te nemen dient een UDF/ISO-9660 hybride bestandssysteem aangemaakt te worden door de aanvullende parameter `-udf -iso-level 3` aan `mkisofs(8)` en alle gerelateerde programma's (i.e. `growisofs(1)`) door te geven. Dit is alleen nodig als een ISO beeldbestand wordt aangemaakt, of als bestanden direct naar een schijf worden geschreven. Schijven die op deze manier zijn aangemaakt moeten als een UDF-bestandssysteem worden aangekoppeld met het hulpmiddel `mount_udf(8)`, zodat het alleen bruikbaar is op een besturingssysteem dat zich van UDF bewust is, anders zal het lijken of er corrupte bestanden op staan.

Om zo'n ISO-bestand aan te maken:

```
% mkisofs -R -J -udf -iso-level 3 -o beeldbestand.iso /pad/naar/gegevens
```

Om de bestanden direct naar een schijf te schrijven:

```
# growisofs -dvd-compat -udf -iso-level 3 -Z /dev/cd0 -J -R /pad/naar/gegevens
```

Wanneer u een ISO-beeld heeft dat al grote bestanden bevat, zijn er geen extra opties nodig om met `growisofs(1)` het beeld naar een schijf te schrijven.

Zorg er ook voor dat u een actuele versie van `sysutils/cdrtools` heeft (welke `mkisofs(8)` bevat), aangezien oudere versies geen ondersteuning voor grote bestanden bieden. Als u problemen tegenkomt, gebruik dan de ontwikkelversie, `sysutils/cdrtools-devel` en lees de handleidingpagina `mkisofs(8)`.

18.7.4. DVD-Video branden

Een DVD-Video is een specifiek bestandsschema dat gebaseerd is op de ISO 9660 en de micro-UDF (M-UDF) specificaties. DVD-Video heeft ook een specifieke hiërarchie voor de gegevensstructuur, de reden waarom een speciaal programma zoals `multimedia/dvdauthor` nodig is om de DVD te schrijven.

Indien er reeds een beeld van het bestandssysteem van de DVD-Video beschikbaar is, kan het zoals elk ander beeld gebrand worden. In de vorige sectie staat een voorbeeld. Als het resultaat voor de inhoud voor de DVD bijvoorbeeld in de map `/pad/naar/video` staat, kan de DVD-Video als volgt gebrand worden:

```
# growisofs -Z /dev/cd0 -dvd-video /pad/naar/video
```

De optie `-dvd-video` wordt doorgegeven aan `mkisofs(8)` en geeft het opdracht om een bestandssysteemschema voor een DVD-Video aan te maken. Verder impliceert de optie `-dvd-video` de optie `-dvd-compat` van `growisofs(1)`.

18.7.5. DVD+RW gebruiken

In tegenstelling tot een CD-RW dient een nieuwe DVD+RW voor het eerste gebruik geformatteerd te worden. Het programma `growisofs(1)` regelt dit automatisch als nodig. Dit is de *aanbevolen* manier. Het is ook mogelijk om `dvd+rw-format` te gebruiken om een DVD+RW te formatteren:

```
# dvd+rw-format /dev/cd0
```

Deze operatie hoeft slechts één maal uitgevoerd te worden. Onthoud dat alleen nieuwe DVD+RW-media geformatteerd dienen te worden. Daarna is het mogelijk om de DVD+RW op dezelfde manier te branden zoals in bovenstaande secties staat vermeldt.

Om nieuwe gegevens op een DVD+RW te branden (een geheel nieuw bestandssysteem branden, niet wat gegevens toevoegen), is het niet nodig om deze te wissen. Het is voldoende om de vorige opname te overschrijven (tijdens het aanmaken van een initiële sessie), zoals hieronder:

```
# growisofs -Z /dev/cd0 -J -R /pad/naar/nieuwe gegevens
```

Het DVD+RW-formaat biedt de mogelijkheid om eenvoudig nieuwe gegevens aan een vorige opname toe te voegen. De operatie bestaat uit het samenvoegen van een nieuwe sessie en de bestaande. Het is geen multisessie-schrijven. `growisofs(1)` laat het ISO 9660-bestandssysteem dat aanwezig is op het medium *groeien*.

Om gegevens aan de vorige DVD+RW toe te voegen:

```
# growisofs -M /dev/cd0 -J -R /pad/naar/volgende gegevens
```

Dezelfde opties van `mkisofs(8)` die gebruikt werden om de initiële sessie te branden, dienen gebruikt te worden tijdens schrijfsessies.

Opmerking: De optie `-dvd-compat` kan gebruikt worden als betere uitwisselbaarheid met DVD-ROM-stations gewenst is. In het geval van een DVD+RW verhindert dit het toevoegen van gegevens niet.

Om het medium te wissen:

```
# growisofs -Z /dev/cd0=/dev/zero
```

18.7.6. DVD-RW gebruiken

Een DVD-RW accepteert twee schijfformaten: de incrementele sequentiële en beperkt overschrijven. Standaard zijn DVD-RW-schijven in het sequentiële formaat.

Een nieuwe DVD-RW kan direct beschreven worden zonder deze te formatteren. Een gebruikte DVD-RW in sequentieel formaat dient echter gewist te worden voordat het mogelijk is om een nieuwe initiële sessie te schrijven.

Om een DVD-RW in sequentiële toestand te wissen, dient het volgende gedaan te worden:

```
# dvd+rw-format -blank=full /dev/cd0
```

Opmerking: Volledig wissen (`-blank=full`) neemt ongeveer één uur in beslag op een 1x-medium. Het is mogelijk om snel te wissen door gebruik te maken van de optie `blank` als de DVD-RW in Disk-At-Once-modus (DAO) wordt opgenomen. Om de DVD-RW in DAO-modus te branden:


```
# growisofs -use-the-force-luke=dao -Z /dev/cd0=beeldbestand.iso
```

De optie `-use-the-force-luke=dao` is niet nodig aangezien `growisofs(1)` probeert om minimale (snel gewiste) media te detecteren en gebruik te maken van DAO-schrijven.

Eigenlijk moet beperkt overschrijven gebruikt worden met elke DVD-RW. Dit formaat is flexibeler dan het standaard incrementeel sequentiële.

Om gegevens op een sequentiële DVD-RW te schrijven, worden dezelfde instructies gebruikt als voor de andere DVD-formaten:

```
# growisofs -Z /dev/cd0 -J -R /pad/naar/gegevens
```

Om wat gegevens aan de vorige opname toe te voegen, dient de optie `-M` van `growisofs(1)` gebruikt te worden. Als echter gegevens aan een DVD-RW in incrementeel sequentiële modus worden toegevoegd, wordt een nieuwe sessie op de schijf aangemaakt wat resulteert in een multisessie schijf.

Een DVD-RW in het beperkt overschrijven formaat hoeft niet gewist te worden vóór een nieuwe initiële sessie. Het is voldoende om de schijf te overschrijven met de optie `-Z`, wat analoog is aan het geval van de DVD+RW. Het is ook mogelijk om een bestaand ISO 9660-bestandssysteem te laten groeien op soortgelijke wijze als voor een DVD+RW met de optie `-M`. Het resultaat is een enkelsessie DVD.

Om een DVD-RW in het beperkt overschrijven-formaat te zetten:

```
# dvd+rw-format /dev/cd0
```

Om terug te gaan naar het sequentiële formaat:

```
# dvd+rw-format -blank=full /dev/cd0
```

18.7.7. Multisessie

Multisessie DVD's worden door zeer weinig DVD-ROM-stations geaccepteerd en meestal lezen ze hopelijk tenminste de eerste sessie. DVD+R, DVD-R en DVD-RW kunnen in het sequentiële formaat meerdere sessies accepteren. Het idee van meerdere sessies bestaat niet voor de formaten DVD+RW en DVD-RW in beperkt overschrijven.

Om een nieuwe sessie achter een initiële (niet-gesloten) sessie op een DVD+R, DVD-R of DVD-RW in sequentieel formaat toe te voegen:

```
# growisofs -M /dev/cd0 -J -R /pad/naar/volgende gegevens
```

Het gebruik van dit commando met een DVD+RW of een DVD-RW in beperkt overschrijven-formaat voegt gegevens toe door de nieuwe sessie samen te voegen met de bestaande. Dit leidt tot een enkelsessie schijf. Deze manier kan gebruikt worden om gegevens achter een initiële sessie aan deze media toe te voegen.

Opmerking: Op deze media wordt wat ruimte gebruikt tussen elke sessie om het einde en begin van de sessies aan te geven. Daarom dienen sessies met grote hoeveelheden gegevens toegevoegd te worden om de mediaruimte te optimaliseren. Het aantal sessies is beperkt tot 154 voor een DVD+R, ongeveer 2000 voor een DVD-R en 127 voor een dubbellaags DVD+R.

18.7.8. Meer informatie

Om meer informatie over een DVD te verkrijgen kan het commando `dvd+rw-mediainfo /dev/cd0` met de schijf in het station gebruikt worden.

Meer informatie over **dvd+rw-tools** staat in de hulppagina `growisofs(1)`, op de `dvd+rw-tools` website (<http://fy.chalmers.se/~appro/linux/DVD+RW/>) en in de archieven van de `cdwrite` mailing list (<http://lists.debian.org/cdwrite/>).

Opmerking: De uitvoer van `dvd+rw-mediainfo` met betrekking tot de resulterende opname of het medium met problemen is verplicht voor elk probleemrapport. Zonder deze uitvoer volgt geen hulp.

18.7.9. DVD-RAM gebruiken

18.7.9.1. Configuratie

DVD-RAM schrijvers komen met of een SCSI of een ATAPI interface. DMA toegang voor ATAPI apparaten moet worden ingeschakeld, wat gedaan kan worden door de volgende regel toe te voegen aan `/boot/loader.conf`:

```
hw.ata.atapi_dma="1"
```

18.7.9.2. Voorbereiden van het medium

Zoals vermeld in de introductie van dit hoofdstuk kan DVD-RAM gezien worden als een verwijderbare harde schijf. Zoals elke andere harde schijf moet de DVD-RAM “voorbereid” worden voor het eerste gebruik. In het voorbeeld wordt alle beschikbare ruimte gebruikt voor een standaard UFS2 bestandssysteem:

```
# dd if=/dev/zero of=/dev/acd0 bs=2k count=1
# bsdlabel -Bw acd0
# newfs /dev/acd0
```

Het DVD apparaat, `acd0` moet worden gewijzigd naar gelang de configuratie.

18.7.9.3. Het medium gebruiken

Zodra de voorgaande operaties uitgevoerd zijn op de DVD-RAM kan het gekoppeld worden net als een normale harde schijf:

```
# mount /dev/acd0 /mnt
```

Hierna zal de DVD-RAM zowel lees- als beschrijfbaar zijn.

18.8. Diskettes aanmaken en gebruiken

Soms is het opslaan van gegevens op een diskette nuttig, bijvoorbeeld als er geen andere verwijderbare opslagmedia beschikbaar zijn of als kleine hoeveelheden gegevens naar een andere computer moeten worden overgedragen.

In deze sectie wordt beschreven hoe diskettes in FreeBSD gebruikt dienen te worden. Hier worden hoofdzakelijk het formatteren en gebruik van 3,5 inch DOS-diskettes behandeld, maar de concepten zijn vergelijkbaar voor andere disketteformaten.

18.8.1. Diskettes formatteren

18.8.1.1. Het apparaat

Diskettes worden benaderd door ingangen in `/dev` net zoals andere apparaten. Om een rauwe floppy te benaderen gebruikt u `/dev/fdN`.

18.8.1.2. Formatteren

Een diskette dient op laag niveau geformatteerd te worden voordat deze kan worden gebruikt. Dit wordt meestal door de fabrikant gedaan, maar formatteren is een goede manier om de integriteit van het medium te controleren. Hoewel het mogelijk is om grotere (of kleinere) schijfgroottes te forceren, zijn de meeste diskettes ontworpen voor 1440kB.

Een diskette kan op laag niveau geformatteerd worden met `fdformat(1)`. Dit gereedschap verwacht de apparaatnaam als parameter.

Op basis van eventuele foutmeldingen kan bepaald worden of een schijf goed of slecht is.

18.8.1.2.1. Formatteren van floppies

Voor het formatteren van de diskette dienen de apparaten `/dev/fdN` gebruikt te worden. Nadat een 3,5 inch diskette in het station is gestoken:

```
# /usr/sbin/fdformat -f 1440 /dev/fd0
```

18.8.2. Schijflabels

Nadat de diskette op laag niveau is geformatteerd, dient er schijflabel aan gekoppeld te worden. Dit schijflabel wordt later vernietigd, maar het systeem heeft het nodig om later de grootte en de geometrie van de schijf te bepalen.

Het nieuwe schijflabel neemt de gehele schijf over en bevat alle benodigde informatie over de geometrie van de diskette. De geometriewaarden van het schijflabel staan vermeld in `/etc/disktab`.

Nu kan `bsdlable(8)` als volgt gedraaid worden:

```
# /sbin/bsdlable -B -w /dev/fd0 fd1440
```

18.8.3. Bestandssystemen

Nu is de diskette klaar om op hoog niveau geformatteerd te worden. Hiermee wordt een nieuw bestandssysteem opgezet, wat FreeBSD in staat stelt om naar de schijf te lezen en te schrijven. Nadat het nieuwe bestandssysteem is aangemaakt, wordt het schijflabel vernietigd, dus om de schijf te herformatteren is het noodzakelijk om het schijflabel opnieuw aan te maken.

Het bestandssysteem voor diskettes kan zowel UFS als FAT zijn. FAT is over het algemeen een betere keuze voor diskettes.

Om een nieuw bestandssysteem op de diskettes te zetten:

```
# /sbin/newfs_msdos /dev/fd0
```

De schijf is nu klaar voor gebruik.

18.8.4. Diskettes gebruiken

Om de diskette te gebruiken kan `mount_msdosfs(8)` gebruikt worden om het medium aan te koppelen. Ook kan `emulators/mtools` uit de Portscollectie worden gebruikt.

18.9. Gegevensbanden aanmaken en gebruiken

De belangrijkste bandmedia zijn de 4mm, 8mm, QIC, mini-cartridge en DLT.

18.9.1. 4mm (DDS: Digital Data Storage)

4mm-banden vervangen steeds vaker QIC-banden als back-upmedium voor werkstations. Deze trend werd versneld toen Connor Archive, een toonaangevende fabrikant van QIC-stations, overnam en daarna de productie van QIC-stations stopte. 4mm-stations zijn klein en stil maar genieten niet de betrouwbaarheidsreputatie van 8mm-stations. De cartridges zijn minder duur en kleiner (3 x 2 x 0,5 inch, 76 x 51 x 12 mm) dan 8mm-cartridges. Net zoals bij 8mm hebben de koppen bij 4mm een vergelijkbaar kort leven, omdat beiden gebruik maken van een helische scan.

De gegevensdoorvoer op deze stations begint bij ongeveer 150 kB/s, met pieken van 500 kB/s. De opslagcapaciteit begint bij 1,3 GB en eindigt bij 2,0 GB. Hardwarecompressie, die voor de meeste stations beschikbaar is, zorgt voor ongeveer een verdubbeling van de capaciteit. Bibliothekeenheden van multi-station bandbibliotheken kunnen 6 stations in een enkel kabinet bevatten met automatische wisseling van de banden. De capaciteit van een bibliotheek loopt op tot 240 GB.

Door de DDS-3-standaard worden bandcapaciteiten van 12 GB (of 24 GB met compressie) ondersteund.

Net als 8mm-drives gebruiken 4mm-drives helische scan. Alle voor- en nadelen van helische scan gelden voor zowel 4mm- als 8mm-stations.

Banden dienen na 2.000 maal of 100 volledige back-ups afgedankt te worden.

18.9.2. 8mm (Exabyte)

8mm-banden zijn de meest gebruikte SCSI-banden. Ze vormen de beste keuze met betrekking tot het uitwisselen van banden. Bijna elk bedrijf heeft een Exabyte 2 GB 8mm-bandstation. 8mm-stations zijn betrouwbaar, gemakkelijk en stil. Cartridges zijn niet duur en klein (4,8 x 3,3 x 0,6 inch; 122 x 84 x 15 mm). Een nadeel van 8mm-banden is de relatief korte levensduur van de kop en band vanwege de hoge mate van relatieve beweging tussen de band en de koppen.

De gegevensdoorvoer varieert van ~250 kB/s tot ~500 kB/s. De gegevensomvang begint bij 300 MB en kan oplopen tot 7 GB. Hardwarecompressie, waarmee de meeste stations van deze soort zijn uitgerust, zorgt voor ongeveer een verdubbeling van de capaciteit. Deze stations zijn los of als multi-station bandbibliotheken met 6 stations en 120 banden in een enkele kast beschikbaar. In het laatste geval worden banden automatisch per stuk verwisseld. De capaciteit van een bibliotheek kan oplopen tot meer dan 840 GB.

Het model “Mammoth” van Exabyte ondersteunt een capaciteit van 12 GB (24 GB met compressie) per band en kost ongeveer twee maal zoveel als een gewoon bandstation.

Gegevens worden door middel van helische scan op de band gezet en de koppen zijn onder een hoek (ongeveer 6 graden) op het medium gepositioneerd. De band wordt 270 graden om de spoel gewikkeld die de koppen vasthoudt. Dit resulteert in een hoge gegevensdichtheid en dicht bij elkaar staande sporen die een hoek van de ene naar de andere kant van de band maken.

18.9.3. QIC

De banden en stations voor de QIC-150 zijn misschien de meest voorkomende bandstations en bandmedia. QIC-bandstations zijn de minst dure “serieuze” back-upstations. Het nadeel is de prijs van de media. QIC-banden zijn duur in vergelijking met 8mm- of 4mm-banden. De prijs per GB opslagruimte kan tot 5 maal zo hoog zijn. Indien een half dozijn banden toereikend is, zijn QIC-banden waarschijnlijk de juiste keuze. QIC is het *meest* voorkomende bandstation. Elk bedrijf heeft QIC-stations met een bepaalde capaciteit. QIC heeft namelijk een groot aantal capaciteiten per type band, die fysiek vergelijkbaar (soms identiek) zijn. QIC-banden zijn niet stil. Deze stations maken een hoorbaar geluid tijdens het zoeken voordat ze beginnen met het opnemen van gegevens en zijn duidelijk hoorbaar tijdens het lezen, schrijven en zoeken. QIC-banden zijn 6 x 4 x 0,7 inch of 152 x 102 x 17 mm groot.

De gegevensdoorvoer varieert van ~150 kB/s tot ~500 kB/s. Hardwarecompressie is mogelijk met veel van de nieuwere bandstations. QIC-stations worden steeds minder vaak geïnstalleerd. Ze worden vervangen door DAT-stations.

Gegevens worden in sporen op de band gezet. De sporen lopen parallel aan de lange as van het bandmedium van het ene naar het andere einde. Het aantal sporen, en daarmee de breedte van een spoor, varieert met de capaciteit van de band. De meeste, zo niet alle, nieuwe stations bieden achterwaartse leescompatibiliteit (en vaak ook achterwaartse schrijfcompatibiliteit). QIC heeft een goede reputatie op het gebied van gegevensveiligheid (de mechanismen zijn eenvoudiger en robuuster dan die van helische scan-stations).

Banden dienen na 5.000 back-ups afgedankt te worden.

18.9.4. DLT

DLT-banden hebben de snelste gegevensdoorvoer van alle hiergenoemde bandstations. De band van 1/2 inch (12,5 mm) zit in een cartridge (4 x 4 x 1 inch; 100 x 100 x 25 mm) op één enkele haspel. De cartridge heeft een opklapbare opening aan één gehele kant van de cartridge. Het mechanisme van het station opent deze opening om de bandleider eruit te halen. De bandleider heeft een ovaal gat dat door het station gebruikt wordt om de band “vast te zetten”. De

haspel die de band aanpakt is in het bandstation gesitueerd. Bij alle andere bandcartridges die hier genoemd zijn (9-sporige banden zijn de enige uitzondering) zitten zowel de haspel die de band levert als de haspel die de band aanpakt in de bandcartridge zelf.

De gegevensdoorvoer bedraagt ongeveer 1.5 MB/s, drie maal de doorvoer van 4mm-, 8mm-, en QIC-bandstations. De gegevenscapaciteit varieert van 10 GB tot 20 GB per stations. Stations zijn als meerdere-bandwisselaars en als bibliotheken van meerdere banden en meerdere stations beschikbaar, die 5 tot 900 banden bevatten verspreid over 1 tot 20 stations, waardoor een opslagcapaciteit van 50 GB tot 9 TB geleverd wordt.

Met compressie levert het formaat DLT Type IV tot 70 GB aan capaciteit.

Gegevens worden in sporen die parallel aan de looprichting lopen op de band gezet (net als met QIC-banden). Er worden twee sporen per keer geschreven. De levensduur van de lees- en schrijfkoppen is relatief lang. Als de band eenmaal stilstaat, is er geen relatieve beweging tussen de koppen en de band.

18.9.5. AIT

AIT is een nieuw formaat van Sony dat (met compressie) tot 50 GB gegevens per band kan bevatten. De band bevat geheugenchips die een index van de inhoud van de band bevatten. Deze index kan snel door het bandstation gelezen worden voor het bepalen van de positie van bestanden op de band, in plaats van de enkele minuten die nodig zijn voor andere banden. Software als **SAMS:Alexandria** kan meer dan veertig AIT-bandbibliotheken beheren, waarbij het direct met de geheugenchip van de band communiceert om de inhoud op het scherm te tonen, om te bepalen welke bestanden naar welke band zijn geback-upped en om de correcte band te vinden, laden en de gegevens ervan terug te zetten.

Dit soort bibliotheken kosten rond de \$ 20.000, waardoor ze enigszins boven het budget van de hobbyist liggen.

18.9.6. Eerste gebruik van een nieuwe band

Als de eerste keer van een nieuwe, geheel lege band wordt gelezen of eraan wordt geschreven, mislukt dit. Het bericht op de console ziet er analoog aan het volgende uit:

```
sa0(ncr1:4:0): NOT READY asc:4,1
sa0(ncr1:4:0): Logical unit is in process of becoming ready
```

De band bevat geen Identifier Block (bloknummer 0). Alle QIC-bandstations sinds de adoptie van de standaard QIC-525 schrijven een Identifier Block naar de band. Er zijn twee oplossingen:

- `mt fsf 1` zorgt ervoor dat het bandstation een Identifier Block naar de band schrijft.
- De knop aan de voorkant van het paneel dient gebruikt te worden om de band uit te werpen.

De band dient opnieuw in het station gestoken te worden en met `dump` worden gegevens naar de band gedumpt.

```
dump geeft DUMP: End of tape detected en de console laat het volgende zien:
HARDWARE FAILURE
info:280 asc:80,96.
```

De band kan met `mt rewind` teruggespoeld te worden.

Hierna zijn alle bandbewerkingen succesvol.

18.10. Naar diskettes back-uppen

18.10.1. Kunnen diskettes gebruikt worden om gegevens te back-uppen?

Diskettes zijn niet bepaald een geschikt medium om back-ups mee te maken, omdat:

- Het medium onbetrouwbaar is, in het bijzonder op de langere termijn;
- Het back-uppen en terugzetten erg traag is;
- Diskettes een zeer beperkte capaciteit hebben. De tijden dat een hele harde schijf naar een tiental diskettes kon worden geback-upped zijn allang verstreken.

Maar als er geen andere manier beschikbaar is om de gegevens te back-uppen, is een back-up naar diskettes beter dan helemaal geen back-up.

Gebruikte diskettes moet van goede kwaliteit zijn. Diskettes die al jaren op kantoor rondgeslingerd hebben, zijn een slechte keuze. In het ideale geval dienen nieuwe diskettes van een reputabele fabrikant gebruikt te worden.

18.10.2. Hoe de gegevens naar diskettes back-uppen?

Het beste kan naar diskettes worden geback-upped door gebruik te maken van `tar(1)` met de optie `-M` (meerdere volumes), die back-ups over meerdere diskettes ondersteunt.

Om alle bestanden in de huidige map en de submappen te back-uppen (als `root`):

```
# tar Mcvf /dev/fd0 *
```

Als de eerste diskette vol is, vraagt `tar(1)` om het volgende volume. Omdat `tar(1)` media-onafhankelijk is, refereert het aan volumes, in deze context diskettes.

Prepare volume #2 for /dev/fd0 and hit return:

Dit wordt herhaald (met oplopend volumenummer) totdat alle gespecificeerde bestanden zijn geback-upped.

18.10.3. Kunnen back-ups gecomprimeerd worden?

Helaas staat `tar(1)` het gebruik van de optie `-z` niet toe voor archieven over meerdere volumes. Het is uiteraard mogelijk om alle bestanden met `gzip(1)` te comprimeren, ze met `tar(1)` op diskettes te zetten en ze daarna met `gunzip(1)` weer te decomprimeren!

18.10.4. Hoe worden de back-ups teruggezet?

Om een volledige archief terug te zetten:

```
# tar Mxvf /dev/fd0
```

Er zijn twee manieren om alleen specifieke bestanden terug te zetten. Ten eerste kan met de eerste diskette begonnen worden:

```
# tar Mxvf /dev/fd0 bestandsnaam
```

Het programma tar(1) vraagt om de vervolgdiskettes totdat het benodigde bestand is gevonden.

Als alternatief kan, als bekend is op welke diskette het bestand staat, de betreffende diskette worden ingestoken en bovenstaand commando gebruikt worden. Als het eerste bestand op de diskette een vervolg is van de vorige diskette, waarschuwt tar(1) dat het bestand niet teruggezet kan worden, zelfs als hier niet om gevraagd is!

18.11. Back-up strategieën

Het eerste wat nodig is voor het ontwerpen van een back-upplan, is er voor te zorgen dat de volgende mogelijke problemen worden ondervangen:

- Schijffalen
- Per ongeluk verwijderde bestanden
- Willekeurige bestands corruptie
- Complete machinevernietiging (door bijvoorbeeld brand), inclusief de vernietiging van lokaal beschikbare back-ups.

Het is goed mogelijk dat een aantal systemen het best geholpen zijn door voor al deze problemen een andere techniek te gebruiken. Behalve voor volledig persoonlijke systemen met niet echt belangrijke gegevens, is het zelfs onwaarschijnlijk dat één techniek alle mogelijke problemen kan afvangen.

Een aantal technieken in de gereedheidskist zijn:

- Archiveren van een heel systeem op een back-up die niet lokaal wordt bewaard. Dit biedt bescherming tegen alle hierboven beschreven problemen, maar het is langzaam en onhandig om er een restore van te maken. Het is mogelijk om lokaal een kopie aan te houden en/of online, maar dan zijn er nog steeds onhandigheden, in het bijzonder voor restores voor gebruikers met beperkte rechten.
- Snapshots van bestandssystemen. Dit werkt eigenlijk alleen in het geval bestanden per ongelijk verwijderd worden, maar het kan in dat geval *erg* handig zijn en het werkt snel en eenvoudig.
- Een kopie maken van hele bestandssystemen en/of schijven (bijvoorbeeld een periodieke rsync(1) van een hele machine). Dit is in het algemeen het meest bruikbaar in netwerken met specifieke eisen. Voor algemene bescherming tegen het falen van een schijf, is het meestal minder geschikt dan RAID. Voor het herstellen van per ongeluk verwijderde bestanden is het vergelijkbaar aan UFS snapshots, maar dat hangt af van persoonlijke voorkeuren.
- RAID. Minimaliseert of voorkomt downtime als een schijf faalt. Dit ten koste van het vaker hebben van schijven die falen (omdat er meer van zijn), maar wel met een veel lagere urgentie.
- Controleren van fingerprints van bestanden. Het hulpprogramma mtree(8) kan hier bij helpen. Hoewel dit geen back-uptechniek is, zorgt het er wel voor dat kan worden opgemerkt wanneer back-ups geraadpleegd moeten worden. Dit is in het bijzonder belangrijk voor offline back-ups en de fingerprints horen periodiek gecontroleerd te worden.

Het is makkelijk om met nog meer technieken op de proppen te komen, waaronder veel variaties op de bovengenoemde. Bijzondere eisen leiden vaak tot bijzondere oplossingen. Het back-uppen van een draaiende database vereist bijvoorbeeld een methode die toegespitst is op de gebruikte database software als tussenstap. Het is van groot belang om te onderkennen tegen welke gevaren er bescherming dient te zijn en hoe daarmee om te gaan.

18.12. Back-upbeginselen

De drie grote back-upprogramma's zijn `dump(8)`, `tar(1)` en `cpio(1)`.

18.12.1. Dump en Restore

De traditionele back-upprogramma's voor UNIX zijn `dump` en `restore`. Deze zien het station als een verzameling van schijfblokken, onder de abstracties van bestanden, koppelingen en mappen die door de bestandssystemen worden aangemaakt. In tegenstelling tot andere back-upprogramma's, verzorgt `dump` een back-up van een compleet bestandssysteem op een apparaat. Het is niet in staat om slechts een gedeelte van een bestandssysteem of een mapstructuur die meer dan één bestandssysteem in beslag neemt te back-uppen. Het commando `dump` schrijft geen bestanden en mappen naar band, maar de rauwe gegevensblokken waaruit de bestanden en mappen bestaan. Wanneer het gebruikt wordt om gegevens te extraheren, slaat `restore` tijdelijke bestanden standaard op in `/tmp/` — als u werkt vanaf een herstelschijf met een kleine map `/tmp`, moet u wellicht de omgevingsvariabele `TMPDIR` op een map met meer vrije ruimte instellen zodat de `restore` kan slagen.

Opmerking: Indien `dump` op een hoofdmap wordt gebruikt, wordt er geen back-up gemaakt van `/home`, `/usr` of van de vele andere mappen, aangezien dit typisch koppelpunten voor andere bestandssystemen of symbolische koppelingen binnen deze bestandssystemen zijn.

`dump` bevat eigenaardigheden die uit de begintijd in Versie 6 van AT&T UNIX (circa 1975) zijn overgebleven. De standaardparameters zijn geschikt voor banden met 9 sporen (6.250 bpi), niet voor de media met hoge dichtheid die vandaag beschikbaar zijn (tot 62.182 fpi). Deze standaardwaarden dienen op de opdrachtregel overschreven te worden om de capaciteit van de huidige bandstations te benutten.

Het is ook mogelijk om gegevens met `rdump` en `rrestore` over een netwerk naar een bandstation dat aan een andere computer gekoppeld is te back-uppen. Beide programma's maken gebruik van `rcmd(3)` en `ruserok(3)` om toegang tot het bandstation op afstand te krijgen. De gebruiker die de back-up uitvoert moet vermeld staan in het bestand `.rhosts` op de computer op afstand. De argumenten die aan `rdump` en `rrestore` gegeven worden dienen geschikt te zijn voor gebruik op de computer op afstand. Als `rdump` gebruikt wordt om een dump te maken van een FreeBSD computer naar een Exabyte-bandstation dat met een Sun-computer genaamd `komodo` verbonden is:

```
# /sbin/rdump 0dsbfu 54000 13000 126 komodo:/dev/nsa8 /dev/da0a 2>&1
```

Let op: er kleven veiligheidsbezwaren aan het toestaan van authenticatie met `.rhosts`. De situatie dient goed geëvalueerd te worden.

Het is ook mogelijk om `dump` en `restore` op een veiligere manier via `ssh` te gebruiken.

Voorbeeld 18-1. Het gebruik van `dump` via `ssh`

```
# /sbin/dump -0uan -f - /usr | gzip -2 | ssh -c blowfish \
doelgebruiker@doelmachine.voorbeeld.com dd of=/mijngrotebestanden/dump-usr-10.gz
```

Ook kan de ingebouwde manier van `dump` gebruikt worden, door de omgevingsvariabele `RSH` in te stellen:

Voorbeeld 18-2. Het gebruik van `dump` via `ssh` met ingestelde `RSH`

```
# RSH=/usr/bin/ssh /sbin/dump -0uan -f doelgebruiker@doelmachine.voorbeeld.com:/dev/sa0 /usr
```

18.12.2. tar

`tar(1)` stamt ook uit de tijd van Versie 6 van AT&T UNIX (circa 1975). Het werkt samen met het bestandssysteem. `tar` schrijft bestanden en mappen naar band en ondersteunt niet het volledige scala aan opties dat beschikbaar is met `cpio(1)`, maar `tar` heeft niet de ongebruikelijke opdrachtpijplijn nodig die `cpio` gebruikt.

Om `tar` toe te passen op een Exabyte-bandstation die met een Sun genaamd `komodo` verbonden is:

```
# tar cf - . | rsh komodo dd of=tape-device obs=20b
```

Indien de veiligheid van back-uppen over een netwerk een punt is, dient gebruik te worden gemaakt van het commando `ssh` en niet van `rsh`.

18.12.3. cpio

`cpio(1)` is het originele UNIX bandprogramma voor magnetische media om bestanden uit te wisselen. `cpio` heeft opties (naast vele anderen) om byte-swapping uit te voeren, een aantal verschillende archiefformaten te schrijven en de gegevens over een pijplijn naar andere programma's te voeren. Deze laatste optie maakt `cpio` een uitstekende keuze voor installatiemedia. `cpio` weet niet hoe het door een mapstructuur moet lopen. Er dient een lijst met bestanden door `stdin` aangeleverd te worden.

`cpio` biedt geen ondersteuning voor back-ups over het netwerk. Er kan gebruik worden gemaakt van een pijplijn en `rsh` om de gegevens naar een banddrive op afstand te sturen.

```
# for f in maplijst; do
find $f >> back-up.lijst
done
# cpio -v -o --format=newc < back-up.lijst | ssh gebruiker@host "cat > back-upapparaat"
```

Hier is `maplijst` een lijst van de mappen waarvan een back-up gemaakt dient te worden, `gebruiker@host` de gebruiker/hostnaam-combinatie die de back-ups uitvoert, en `back-upapparaat` het apparaat waar de back-ups naar toe geschreven te worden (bijvoorbeeld `/dev/nsa0`).

18.12.4. pax

`pax(1)` is het antwoord van IEEE en POSIX op `tar` en `cpio`. In de loop der jaren zijn de verscheidene versies van `tar` en `cpio` licht incompatibel geworden. Dus in plaats van dit uit te vechten en ze volledig te standaardiseren, heeft POSIX een nieuw archiveringsprogramma gemaakt. `pax` poogt om veel van de verscheidene formaten van `cpio` en `tar` te lezen en te schrijven, met daarbij nog nieuwe, eigen formaten. De commandoverzameling lijkt meer op die van `cpio` dan op die van `tar`.

18.12.5. Amanda

Amanda (Advanced Maryland Network Disk Archiver) is een client/server-back-upsysteem, in plaats van een enkel programma. Een **Amanda** server back-upt elk aantal computers dat een **Amanda** client en een netwerkverbinding met de **Amanda** server heeft naar een enkel bandstation. Een veelvoorkomend probleem bij bedrijven met een groot aantal schijven is dat de tijd die nodig is om de gegevens direct naar band te back-uppen langer is dan de tijd die voor de taak gereserveerd is. **Amanda** lost dit probleem op. **Amanda** kan gebruik maken van een "tussenschijf" om verschillende bestandssystemen tegelijkertijd te back-uppen. **Amanda** maakt "archiefterzamelingen" aan, een groep

banden die gedurende een tijd gebruikt wordt om volledige back-ups te maken van alle bestandssystemen die in het instellingenbestand van **Amanda** vermeld staan. De “archiefverzameling” bevat ook incrementele (of differentiële) back-ups van alle bestandssystemen. Voor het herstellen van een beschadigd bestandssysteem zijn de meest recente volledige back-up en de incrementele back-ups nodig.

Het instellingenbestand biedt verfijnde controle over de back-ups en het netwerkverkeer door **Amanda**. **Amanda** kan elk bovenstaand back-upprogramma gebruiken om de gegevens naar de band te schrijven. **Amanda** is òf als port òf als package beschikbaar.

18.12.6. Nietsdoen

“Nietsdoen” is geen computerprogramma, maar de meest gebruikte back-upstrategie. Er zijn geen initiële kosten. Er is geen back-upschema om te volgen. Zeg gewoon nee. Als er iets met gegevens gebeurt, lach erom en leef ermee!

Als tijd en gegevens weinig tot niets waard zijn, is “Nietsdoen” het meest geschikte back-upprogramma. Maar wees bedacht, UNIX is een nuttig stuk gereedschap en er is zo maar binnen zes maanden een verzameling bestanden die wèl van waarde is.

“Nietsdoen” is de juiste back-upmethode voor `/usr/obj` en andere mapstructuren die zo opnieuw aangemaakt kunnen worden. Een voorbeeld zijn de bestanden waaruit de HTML- of PostScript versie van dit Handboek bestaan. Deze documentformaten zijn vanuit SGML-invoerbestanden aangemaakt. Het back-uppen van de HTML- of PostScript bestanden is niet nodig. Van de SGML-bestanden dient regelmatig een back-up gemaakt te worden.

18.12.7. Welk back-upprogramma is het beste?

`dump(8)`. *Punt uit.* Elizabeth D. Zwicky heeft stresstesten op alle hierboven besproken back-upprogramma's uitgevoerd. De heldere keuze voor het behouden van alle gegevens en alle eigenaardigheden van UNIX bestandssystemen is `dump`. Elizabeth heeft bestandssystemen aangemaakt met een grote verscheidenheid aan ongewone omstandigheden (en enkele minder ongebruikelijke) en heeft elk programma getest door een back-up van die bestandssystemen uit te voeren en ze te herstellen. De eigenaardigheden omvatten bestanden met gaten, bestanden met gaten en een blok nullen, bestanden met vreemde tekens in hun namen, onleesbare en onschrijfbaar bestanden, apparaten, bestanden waarvan de grootte verandert tijdens het back-uppen, bestanden die aangemaakt/verwijderd worden tijdens het back-uppen en meer. Ze presenteerde de resultaten op LISA V in oktober 1991. Zie *torture-testing Backup and Archive Programs* (<http://www.coredumps.de/doc/dump/zwicky/testdump.doc.html>).

18.12.8. Noodterugzetprocedure

18.12.8.1. Vóór de ramp

Er zijn slechts vier stappen om te volgen bij het voorbereiden op elke ramp die voor kan komen.

Het schijflabel van elke schijf dient afgedrukt te worden (bijvoorbeeld met `bsdlablel da0 | lpr`), de bestandssysteemtabel (`/etc/fstab`) en alle opstartboodschappen, alles in tweevoud.

Ten derde dient een “livefs” CD-ROM gebrandt te worden. Deze CD-ROM biedt ondersteuning voor het opstarten in een FreeBSD “livefs” reddingsmodus die gebruiker in staat stelt om vele taken uit te voeren zoals het draaien van `dump(8)`, `restore(8)`, `fdisk(8)`, `bsdlablel(8)`, `newfs(8)`, en meer. Een livefs CD-image voor

FreeBSD/i386 9.0-RELEASE is beschikbaar op

<ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/releases/i386/ISO-IMAGES/9.0/FreeBSD-9.0-RELEASE-i386-livefs.iso>.

Ten derde dienen regelmatig back-upbanden aangemaakt te worden. Alle veranderingen die na de laatste back-up zijn gemaakt kunnen onherroepelijk verloren zijn gegaan. De back-upbanden dienen beveiligd te worden tegen overschrijven.

Ten vierde dienen de “livefs” CD-ROM die in stap twee gemaakt is en de back-upbanden getest te worden. Van de handelingen dienen aantekeningen gemaakt te worden. De aantekeningen, de CD-ROM, de afdrucken en de back-upbanden dienen gezamenlijk bewaard te worden. Tijdens het herstellen kunnen de notities ervoor zorgen dat de back-upbanden vernietigd worden. Hoe? In plaats van `tar xvf /dev/sa0` kan per ongeluk `tar cvf /dev/sa0` worden ingetypt, waardoor de back-upband overschreven wordt.

Als extra veiligheidsmaatregel dienen telkens een “livefs” CD-ROM en twee back-upbanden gemaakt te worden. Eén van deze banden dient op een plaats op afstand bewaard te worden. Zo’n plaats is NIET de kelder van het zelfde kantoorgebouw. Een aantal bedrijven in het World Trade Center heeft deze les op de harde manier geleerd. Zo’n plaats dient fysiek gescheiden te zijn van de computers en de schijven door een significante afstand.

18.12.8.2. Na de ramp

De hamvraag is: heeft de hardware het overleefd? Er zijn regelmatig back-ups gemaakt, dus zorgen over de software zijn niet nodig.

Indien hardware beschadigd is, dienen kapotte onderdelen vervangen te worden voordat gepoogd wordt om een computer te gebruiken.

Plaats de “livefs” CD-ROM in de CD-ROM drive indien de hardware in orde is en start de computer op. Het originele installatiemenu wordt op het scherm getoond. Kies het land van toepassing en kies daarna **Fixit -- Repair mode with CDROM/DVD/floppy** en kies het item **CDROM/DVD -- Use the live filesystem CDROM/DVD**. `restore` en de andere benodigde programma’s staan in `/mnt2/rescue`.

Herstel elk bestandssysteem apart.

Probeer de rootpartitie van de eerste schijf aan te koppelen (bijvoorbeeld `mount /dev/da0a /mnt`). Als het schijflabel beschadigd is, gebruik dan `bsdlabel` om de schijf opnieuw te partitioneren en te labelen zodat deze overeenkomt met het afgedrukte en bewaarde label. Gebruik voor het opnieuw aanmaken van de bestandssystemen `newfs`. Koppel de rootpartitie van de schijf opnieuw aan voor lezen en schrijven (`mount -u -o rw /mnt`). Gebruik voor het herstellen van de gegevens van dit bestandssysteem het back-upprogramma en de back-upbanden (bijvoorbeeld `restore vrf /dev/sa0`). Koppel nu het bestandssysteem af (bijvoorbeeld `umount /mnt`). Herhaal dit voor elk beschadigd bestandssysteem.

Back-up de gegevens naar nieuwe banden als het systeem weer draait. De omstandigheden die verantwoordelijk waren voor de crash of het gegevensverlies kunnen weer voorkomen. Nu een extra uur investeren, kan later grote zorgen besparen.

18.13. Netwerk-, geheugen-, en bestandsgebaseerde bestandssystemen

Naast de schijven die fysiek in de computer zitten, diskettes, CD’s, harde schijven, enzovoort, worden er ook andere

vormen van schijven door FreeBSD begrepen: de *virtuele schijven*.

Dit omvat netwerkbestandssystemen zoals het Network File System en Coda, geheugengebaseerde bestandssystemen en bestandsgebaseerde bestandssystemen.

Nagelang de gebruikte versie van FreeBSD, zijn er andere gereedschappen voor het aanmaken en gebruiken van bestandsgebaseerde en geheugengebaseerde bestandssystemen.

Opmerking: Gebruik `devfs(8)` om de apparaatnodes transparant voor de gebruiker toe te wijzen.

18.13.1. Bestandsgebaseerd bestandssysteem

Met `mdconfig(8)` kunnen geheugenschijven, `md(4)`, ingesteld worden en aangezet worden. Om `mdconfig(8)` te gebruiken, moet de module `md(4)` geladen worden of ondersteuning aan het kernelinstellingenbestand toegevoegd worden:

```
device md
```

Het commando `mdconfig(8)` ondersteunt drie types geheugen-gebaseerde virtuele schijven: geheugenschijven die met `malloc(9)` toegewezen zijn, geheugenschijven die een bestand als basis gebruiken en geheugenschijven die swapruimte als basis gebruiken. Een mogelijk gebruik is het aankoppelen van een beeld van een diskette of CD dat in een bestand bewaard wordt.

Om een bestaand beeld van een bestandssysteem aan te koppelen:

Voorbeeld 18-3. `mdconfig` gebruiken om een bestaand beeld van een bestandssysteem aan te koppelen

```
# mdconfig -a -t vnode -f schijfbeeld -u 0
# mount /dev/md0 /mnt
```

Om een nieuw beeld van een bestandssysteem aan te maken met `mdconfig(8)`:

Voorbeeld 18-4. Nieuwe bestandsgebaseerde schijf aanmaken met `mdconfig`

```
# dd if=/dev/zero of=nieuwbeeld bs=1k count=5k
5120+0 records in
5120+0 records out
# mdconfig -a -t vnode -f nieuwbeeld -u 0
# bsdlablel -w md0 auto
# newfs md0a
/dev/md0a: 5.0MB (10240 sectors) block size 16384, fragment size 2048
  using 4 cylinder groups of 1.25MB, 80 blks, 192 inodes.
super-block backups (for fsck -b #) at:
  160, 2720, 5280, 7840
# mount /dev/md0a /mnt
# df /mnt
Filesystem 1K-blocks Used Avail Capacity Mounted on
/dev/md0a      4710    4  4330    0%  /mnt
```

Indien het eenheidsnummer niet met de optie `-u` gespecificeerd wordt, gebruikt `mdconfig(8)` de automatische toewijzing van `md(4)` om een ongebruikt apparaat te selecteren. De naam van het toegewezen apparaat wordt op stdout weergegeven als `md4`. Meer details staan in de hulppagina van `mdconfig(8)`.

Het commando `mdconfig(8)` is erg nuttig, hoewel het veel opdrachten vergt om een bestandsgebaseerd bestandssysteem aan te maken. FreeBSD wordt met `mdmfs(8)` geleverd. Dit programma stelt een `md(4)`-schijf in door gebruik te maken van `mdconfig(8)`, zet er een bestandssysteem op door gebruik te maken van `newfs(8)` en koppelt het aan door gebruik te maken van `mount(8)`. Om hetzelfde bestandssysteembeeld als hierboven aan te maken en aan te koppelen:

Voorbeeld 18-5. Instellen en aankoppelen van een bestandsgebaseerde schijf met `mdmfs`

```
# dd if=/dev/zero of=nieuwbeeld bs=1k count=5k
5120+0 records in
5120+0 records out
# mdmfs -F nieuwbeeld -s 5m md0 /mnt
# df /mnt
Filesystem 1K-blocks Used Avail Capacity Mounted on
/dev/md0      4718    4  4338      0%    /mnt
```

Als de optie `md` zonder eenheidsnummer gebruikt wordt, gebruikt `mdmfs(8)` de automatische toewijzing van `md(4)` om automatisch een ongebruikt apparaat te selecteren. Meer details staan in de hulppagina van `mdmfs(8)`.

18.13.2. Geheugengebaseerd bestandssysteem

Voor een geheugen gebaseerd bestands systeem moet normaal gesproken “wisselbestand geheugen” gebruikt worden. Gebruik maken van wisselbestand geheugen wil niet perse zeggen dat de geheugen schijf direct in het wisselbestand gezet wordt, maar dat het bestand naar het wisselbestand geschreven kan worden indien nodig. Het is ook mogelijk om `malloc(9)` gebaseerde geheugen schijven te maken, maar door hiervan gebruik te maken kan het gebeuren dat het systeem crashed als de kernel uit het geheugen loopt.

Voorbeeld 18-6. Nieuwe geheugengebaseerde schijf aanmaken met `mdconfig`

```
# mdconfig -a -t swap -s 5m -u 1
# newfs -U md1
/dev/md1: 5.0MB (10240 sectors) block size 16384, fragment size 2048
  using 4 cylinder groups of 1.27MB, 81 blks, 192 inodes.
  with soft updates
super-block backups (for fsck -b #) at:
  160, 2752, 5344, 7936
# mount /dev/md1 /mnt
# df /mnt
Filesystem 1K-blocks Used Avail Capacity Mounted on
/dev/md1      4718    4  4338      0%    /mnt
```

Voorbeeld 18-7. Nieuwe geheugengebaseerde schijf aanmaken met `mdmfs`

```
# mdmfs -s 5m md2 /mnt
# df /mnt
Filesystem 1K-blocks Used Avail Capacity Mounted on
```

```
/dev/md2      4846      2  4458      0%      /mnt
```

18.13.3. Geheugenschijf van het systeem afkoppelen

Als een geheugen- of bestandsgebaseerd bestandssysteem niet gebruikt wordt, dienen alle bronnen aan het systeem vrijgegeven te worden. Koppel als eerste het bestandssysteem af, gebruikt daarna `mdconfig(8)` om de schijf van een systeem los te koppelen en de bronnen vrij te geven.

Om bijvoorbeeld alle bronnen die door `/dev/md4` gebruikt worden los te koppelen en vrij te geven:

```
# mdconfig -d -u 4
```

Het is mogelijk om de informatie over ingestelde `md(4)` apparaten weer te geven door gebruik te maken van `mdconfig -l`.

18.14. Snapshots van bestandssystemen

FreeBSD biedt een mogelijkheid om samen met Soft Updates: snapshots van bestandssystemen.

Snapshots bieden de mogelijkheid om beelden van een gespecificeerd bestandssysteem te maken en ze als bestand te behandelen. Snapshotbestanden moeten aangemaakt worden in het bestandssysteem waarop de handeling wordt uitgevoerd en er mogen niet meer dan 20 snapshots per bestandssysteem worden aangemaakt. Actieve snapshots worden opgeslagen in het superblok zodat ze persistent zijn met afkoppel- en heraankoppelbewerkingen en met het opnieuw opstarten van het systeem. Als een snapshot niet langer nodig is, kan het met het standaardcommando `rm(1)` worden verwijderd. Snapshots kunnen in elke volgorde verwijderd worden, alhoewel misschien niet alle gebruikte ruimte teruggewonnen wordt omdat sommige vrijgegeven blokken mogelijk door een ander snapshot geclaimd worden.

De onveranderlijke bestandsvlag `snapshot` wordt door `mksnap_ffs(8)` ingesteld nadat het snapshotbestand initieel is aangemaakt. Het commando `unlink(1)` maakt een uitzondering voor snapshotbestanden aangezien het toestaat dat ze verwijderd worden.

Snapshotbestanden worden aangemaakt met `mount(8)`. Om een snapshot van `/var` in het bestand `/var/snapshot/snap` te plaatsen:

```
# mount -o -o snapshot /var/snapshot/snap /var
```

Als alternatief kan `mksnap_ffs(8)` gebruikt worden om een snapshot aan te maken:

```
# mksnap_ffs /var /var/snapshot/snap
```

Snapshotbestanden kunnen gezocht worden op een bestandssysteem (bijvoorbeeld `/var`) door gebruik te maken van het commando `find(1)`:

```
# find /var -flags snapshot
```

Nadat een snapshot is aangemaakt, kan het voor een aantal dingen gebruikt worden:

- Sommige systeembeheerders gebruiken een snapshotbestand voor back-updoeleinden, omdat het snapshot naar CD's of band overgezet kan worden;
- De bestandssysteem integriteit controle, `fsck(8)` kan gebruikt worden op het snapshot. Ervan uitgaande dat het bestandssysteem schoon was toen het werd aangekoppeld, zou dit altijd een schoon (en onveranderlijk) resultaat moeten opleveren. Dit is in principe wat het `fsck(8)`-achtergrondproces doet;
- Het commando `dump(8)` draaien op het snapshot. Er wordt een dump teruggegeven die consistent is met het bestandssysteem en tijdstempel van het snapshot. `dump(8)` kan ook in één commando een snapshot maken, een dumpbeeld aanmaken en daarna het snapshot verwijderen door gebruik te maken van de vlag `-L`;
- Het snapshot kan met `mount(8)` als bevroren beeld van het bestandssysteem worden aangekoppeld. Om het snapshot `/var/snapshot/snap` aan te koppelen:

```
# mdconfig -a -t vnode -f /var/snapshot/snap -u 4
# mount -r /dev/md4 /mnt
```

Het is nu mogelijk om door de structuur van het bevroren bestandssysteem `/var` te lopen dat aangekoppeld is op `/mnt`. Alles zal initieel in dezelfde toestand verkeren als op het moment dat het snapshot werd aangemaakt. De enige uitzondering hierop is dat eerdere snapshots als bestanden met lengte nul verschijnen. Als een snapshot niet meer nodig is, kan het als volgt afgekoppeld worden:

```
# umount /mnt
# mdconfig -d -u 4
```

Meer informatie over `softupdates` en snapshots van bestandssystemen, inclusief technische documenten, staat op de website van Marshall Kirk McKusick op <http://www.mckusick.com/>.

18.15. Bestandssysteemquota

Quota zijn een optionele mogelijkheid van het besturingssysteem om de hoeveelheid schijfruimte en/of het aantal bestanden dat gebruikers of leden van een groep per bestandssysteem mogen gebruiken te beperken. Dit wordt het meeste gebruikt op timesharing-systemen waar het wenselijk is om het aantal bronnen dat elke gebruiker of groep van gebruikers mag gebruiken te beperken. Dit voorkomt dat één gebruiker of groep van gebruikers alle beschikbare schijfruimte in beslag neemt.

18.15.1. Schijfquota inschakelen

Controleer alvorens te proberen om schijfquota te gebruiken of quota ingesteld zijn in de kernel. Dit gebeurt door het toevoegen van de volgende regel aan het kernelinstellingenbestand:

```
options QUOTA
```

De standaardkernel `GENERIC` heeft deze optie niet aanstaan, dus is het nodig om een eigen kernel in te stellen, te bouwen en te installeren om gebruik te kunnen maken van schijfquota. Meer informatie over het instellen van de kernel staat in Hoofdstuk 8.

Vervolgens dienen schijfquota aangezet te worden in `/etc/rc.conf`:

```
enable_quotas="YES"
```


Voor fijnere controle over de opstartquota zijn extra instellingsvariabelen beschikbaar. Normaalgesproken wordt de integriteit van de quota van elk bestandssysteem tijdens het opstarten door `quotacheck(8)` gecontroleerd. `quotacheck(8)` verzekert dat de gegevens in de quotadatabase een juiste afspiegeling vormen van de gegevens op het bestandssysteem. Dit proces neemt erg veel tijd in beslag en beïnvloedt de tijd die een systeem nodig heeft om op te starten significant. Om deze stap over te slaan, bestaat een variabele in `/etc/rc.conf`:

```
check_quotas="NO"
```

Als laatste dient `/etc/fstab` bewerkt te worden om schijfquota per bestandssysteem aan te zetten. Hier kunnen gebruiker- of groepquota of beide worden aangezet voor alle bestandssystemen.

Om quota per gebruiker op een bestandssysteem aan te zetten, dient de optie `userquota` aan het optieveld toegevoegd te worden aan de regel in `/etc/fstab` voor het bestandssysteem waar quota worden aangezet.

Bijvoorbeeld:

```
/dev/dals2g    /home    ufs rw,userquota 1 2
```

Analoog, om groepquota aan te zetten, dient de optie `groupquota` in plaats van `userquota` gebruikt te worden. Om zowel gebruikers- als groepquota aan te zetten, dient de regel als volgt veranderd te worden:

```
/dev/dals2g    /home    ufs rw,userquota,groupquota 1 2
```

Standaard worden de quotabestanden opgeslagen in de hoofdmap van het bestandssysteem onder de namen `quota.user` en `quota.group` voor respectievelijk gebruikers- en groepquota. Meer informatie staat in `fstab(5)`. Alhoewel de hulppagina `fstab(5)` vermeldt dat een alternatieve plaats voor de quotabestanden gespecificeerd kan worden, wordt dit niet aangeraden omdat de verschillende quotageereedschappen dit niet juist schijnen af te handelen.

Hier aangekomen dient het systeem opnieuw opgestart te worden met de nieuwe kernel. `/etc/rc` voert automatisch de juiste commando's uit om de initiële quotabestanden aan te maken voor alle quota die in `/etc/fstab` zijn aangezet. Het is dus niet nodig om handmatig quotabestanden met lengte nul aan te maken.

Tijdens normale bewerkingen moet het niet nodig zijn om de commando's `quotacheck(8)`, `quotaon(8)` of `quotaoff(8)` handmatig te draaien. Lees wel de betreffende hulppagina's om bekend te raken met de werking ervan.

18.15.2. Quotalimieten instellen

Indien het systeem ingesteld voor gebruik van quota, controleer dan of ze echt aanstaan. Een eenvoudige manier om dit te doen is de volgende:

```
# quota -v
```

Er hoort een eenregelige samenvatting te verschijnen over het schijfgebruik en de huidige quotalimieten voor elk bestandssysteem waarop quota aanstaan.

Nu kunnen quotalimieten toegewezen worden met `edquota(8)`.

Er zijn verschillende opties om grenzen te stellen aan de hoeveelheid schijfruimte die een gebruiker of groep mag toewijzen en het aantal bestanden dat ze mogen aanmaken. Toewijzingen kunnen begrensd worden met betrekking tot schijfruimte (blokquota) of het aantal bestanden (inode-quota) of een combinatie van beide. Elk van deze limieten is op zijn beurt weer opgesplitst in twee categoriën: harde en zachte limieten.

Een harde limiet mag niet overschreden worden. Indien een gebruiker de harde limiet bereikt, mag deze geen verdere toewijzingen maken op het betreffende bestandssysteem. Indien een gebruiker bijvoorbeeld een harde limiet heeft

van 500 kB op een bestandssysteem en er 490 kB van gebruikt, kan deze nog slechts 10 kB toewijzen. Een poging om 11 kB toe te wijzen zal mislukken.

Zachte limieten kunnen voor een beperkte tijd overschreden worden. Deze periode staat bekend als de gratieperiode, die standaard een week bedraagt. Als een gebruiker de zachte limiet langer dan de gratieperiode overschrijdt, verandert de zachte limiet in een harde limiet en zijn er geen verdere toewijzingen toegestaan. Als de gebruiker onder de zachte limiet komt, wordt de gratieperiode opnieuw ingesteld.

Het volgende is een voorbeeld van een mogelijk gebruik van `edquota(8)`. Als het commando `edquota(8)` gestart wordt, wordt de tekstverwerker opgestart die door de omgevingsvariabele `EDITOR` gespecificeerd is, of de tekstverwerker `vi` als de variabele `EDITOR` niet is ingesteld. Nu kunnen de quotalimieten bewerkt worden.

```
# edquota -u test
```

```
Quotas for user test:
```

```
/usr: kbytes in use: 65, limits (soft = 50, hard = 75)
      inodes in use: 7, limits (soft = 50, hard = 60)
/usr/var: kbytes in use: 0, limits (soft = 50, hard = 75)
          inodes in use: 0, limits (soft = 50, hard = 60)
```

Normaalgesproken worden er twee regels weergegeven voor elk bestandssysteem waarvoor quota gelden: één regel voor de bloklimieten, en één voor de inode-limieten. Om de quotalimieten te veranderen dient de waarde ervan veranderd te worden. Om bijvoorbeeld de bloklimiet van een gebruiker te veranderen van een zachte limiet van 50 en een harde limiet van 75 in een zachte limiet van 500 en een harde limiet van 600, dient het volgende veranderd te worden:

```
/usr: kbytes in use: 65, limits (soft = 50, hard = 75)
```

In:

```
/usr: kbytes in use: 65, limits (soft = 500, hard = 600)
```

De nieuwe quotalimieten gelden zodra de tekstverwerker verlaten wordt.

Soms is het gewenst om quotalimieten in te stellen op een aantal UID's. Dit kan gedaan worden door de optie `-p` van `edquota(8)` te gebruiken. Wijs eerst de gewenste quotalimiet aan een gebruiker toe en draai daarna `edquota -p prototypegebruiker beginuid-einduid`. Indien bijvoorbeeld gebruiker `test` de gewenste quotalimieten heeft, kan het volgende commando gebruikt worden om deze quotalimieten te dupliceren voor UID's 10.000 tot en met 19.999:

```
# edquota -p test 10000-19999
```

Meer informatie staat in de hulppagina voor `edquota(8)`.

18.15.3. Quotalimieten en schijfgebruik controleren

Zowel `quota(1)` als `repquota(8)` kunnen gebruikt worden om de quotalimieten en het schijfgebruik te controleren. Het commando `quota(1)` kan gebruikt worden om de quota van zowel individuele gebruikers als groepen en het schijfgebruik te controleren. Een gebruiker mag alleen de eigen quota en de quota van een groep waarvan deze lid is controleren. Alleen de beheerder mag alle gebruikers- en groepsquota bekijken. Het commando `repquota(8)` kan gebruikt worden om een overzicht te krijgen van alle quota en gebruik van bestandssystemen waarvan quota aanstaan.

Het volgende is een mogelijke uitvoer van het commando `quota -v` voor een gebruiker die quotalimieten heeft op twee bestandssystemen.

Disk quotas for user test (uid 1002):

Filesystem	usage	quota	limit	grace	files	quota	limit	grace
/usr	65*	50	75	5days	7	50	60	
/usr/var	0	50	75		0	50	60	

Voor het bestandssysteem `/usr` in bovenstaand voorbeeld overschrijdt deze gebruiker de zachte limiet van 50 kB momenteel met 15 kB en heeft deze 5 dagen van de gratieperiode over. De asterisk, `*` geeft aan dat de gebruiker momenteel de quotalimiet overschrijdt.

Normaalgesproken worden bestandssystemen waarvan de gebruiker geen schijfruimte gebruikt niet weergegeven in de uitvoer van `quota(1)`, zelfs niet als er de gebruiker een quotalimiet heeft voor dat bestandssysteem. De optie `-v` geeft deze bestandssystemen weer, zoals het bestandssysteem `/usr/var` in bovenstaand voorbeeld.

18.15.4. Quota over NFS

Quota worden afgedwongen door het quota-substelsysteem op de NFS-server. De daemon `rpc.rquotad(8)` stelt quota-informatie beschikbaar aan het commando `quota(1)` op de NFS-cliënten, wat de gebruikers op deze machines in staat stelt hun quota-statistieken in te zien.

`rpc.rquotad` dient als volgt in `/etc/inetd.conf` aangezet te worden:

```
rquotad/1      dgram rpc/udp wait root /usr/libexec/rpc.rquotad rpc.rquotad
```

Vervolgens dient `inetd` opnieuw gestart te worden:

```
# /etc/rc.d/inetd restart
```

18.16. Schijfpartities versleutelen

FreeBSD biedt uitstekende on-line bescherming tegen onbevoegde gegevenstoegang. Bestandsrechten en Mandatory Access Control (MAC) (zie Hoofdstuk 16) helpen voorkomen dat onbevoegde derde partijen toegang tot de gegevens krijgen als het besturingssysteem actief is en de computer aanstaat. De door het besturingssysteem afgedwongen rechten zijn echter niet relevant als een aanvaller fysieke toegang tot een computer heeft en deze de harde schijf van de computer in een ander systeem kan plaatsen om de gevoelige gegevens te kopiëren en te analyseren.

Afgezien van hoe een aanvaller in het bezit van een harde schijf of een uitgezette computer gekomen is, kan **GEOM Based Disk Encryption (gbde)** de gegevens op het bestandssysteem van de computer zelfs tegen hooggemotiveerde aanvallers met aanzienlijke middelen beschermen. In tegenstelling tot lastige versleutelmethode die alleen losse bestanden versleutelen, versleutelt **gbde** gehele bestandssystemen op een transparante manier. De harde schijf komt nooit in aanraking met klare tekst.

Los van hoe een aanvaller in het bezit van een harde schijf of een uitgezette computer gekomen is, kunnen de cryptografische subsystemen **GEOM Based Disk Encryption (gbde)** en **geli** in FreeBSD gegevens op bestandssystemen van een computer beschermen tegen zelfs de meer gemotiveerde belagers die ook nog eens adequate middelen hebben. Anders dan met lastige versleutelmethode die alleen individuele bestanden

versleutelen, versleutelen `gbde` en `geli` transparant complete bestandssystemen. Er komt nooit platte tekst op een harde schijf.

18.16.1. Schijven versleutelen met `gbde`

1. Word `root`

Het instellen van `gbde` vereist beheerdersrechten.

```
% su -
Password:
```

2. Voeg ondersteuning voor `gbde(4)` aan het kernelinstellingenbestand toe

Voeg de volgende regel toe aan het kernelinstellingenbestand:

```
options GEOM_BDE
```

Herbouw de kernel opnieuw zoals beschreven in Hoofdstuk 8.

Start op met de nieuwe kernel.

3. Een alternatief voor het hercompileren van de kernel is door gebruik te maken van `kldload(8)` om `gbde(4)` te laden:

```
# kldload geom_bde
```

18.16.1.1. Versleutelde harde schijf voorbereiden

In het volgende voorbeeld wordt aangenomen dat er een nieuwe harde schijf aan het systeem wordt toegevoegd die een enkele versleutelde partitie zal bevatten. Deze partitie wordt aangekoppeld als `/private`. `gbde` kan ook gebruikt worden om `/home` en `/var/mail` te versleutelen, maar daarvoor zijn complexere instructies nodig die buiten het bereik van deze inleiding vallen.

1. Voeg een nieuwe harde schijf toe

Voeg de nieuwe harde schijf toe zoals beschreven in Paragraaf 18.3. In dit voorbeeld is een nieuwe harde schijfpartitie toegevoegd als `/dev/ad4s1c`. De apparaten `/dev/ad0s1*` stellen bestaande standaard FreeBSD partities van het voorbeeldsysteem voor.

```
# ls /dev/ad*
/dev/ad0          /dev/ad0s1b      /dev/ad0s1e      /dev/ad4s1
/dev/ad0s1        /dev/ad0s1c      /dev/ad0s1f      /dev/ad4s1c
/dev/ad0s1a       /dev/ad0s1d      /dev/ad4
```

2. Maak een map aan voor `gbde` lockbestanden

```
# mkdir /etc/gbde
```

Het lockbestand voor `gbde` bevat informatie die `gbde` nodig heeft om toegang te krijgen tot versleutelde partities. Zonder toegang tot de lockbestand is `gbde` niet in staat om de gegevens die op de versleutelde partitie staan te ontsleutelen zonder aanzienlijke handmatige tussenkomst die niet door de software ondersteund wordt. Elke versleutelde partitie gebruikt een ander lockbestand.

3. Initialiseer de `gbde`-partitie

Een **gbde**-partitie dient geïnitieerd te worden voordat deze kan worden gebruikt. Deze initialisatie dient slechts eenmalig uitgevoerd te worden:

```
# gbde init /dev/ad4s1c -i -L /etc/gbde/ad4s1c.lock
```

gbde(8) opent een tekstverwerker om verschillende instellingen in een sjabloon te kunnen instellen. Stel de sector_size in op 2048 als UFS of UFS2 wordt gebruikt:

```
$FreeBSD: src/sbin/gbde/template.txt,v 1.1 2002/10/20 11:16:13 phk Exp $
#
# Sector size is the smallest unit of data which can be read or written.
# Making it too small decreases performance and decreases available space.
# Making it too large may prevent filesystems from working. 512 is the
# minimum and always safe. For UFS, use the fragment size
#
sector_size      =          2048
[...]
```

gbde(8) vraagt twee keer om de wachtwoordzin voor het beveiligen van de gegevens. De wachtwoordzin dient beide keren hetzelfde te zijn. De mogelijkheid van **gbde** om de gegevens te beveiligen is geheel afhankelijk de gekozen wachtwoordzin.¹

Het commando `gbde init` maakt een lockbestand aan voor de **gbde**-partitie die in dit voorbeeld is opgeslagen als `/etc/gbde/ad4s1c.lock`. **gdbde** slotbestanden moeten eindigen op “.lock” om correct door het opstartscript `/etc/rc.d/gbde` gedetecteerd te worden.

Let opgbde lockbestanden *moeten* samen met de inhoud van versleutelde partities geback-upped worden. Hoewel het verwijderen van een lockbestand op zich een gedreven aanvaller er niet van weerhoudt een **gbde** partitie te ontsleutelen, is de wettige eigenaar zonder het lockbestand niet in staat om de gegevens op de versleutelde partitie te benaderen zonder een aanzienlijke hoeveelheid werk die in het geheel niet ondersteund wordt door gbde(8) of de ontwerper ervan.

4. Koppel de versleutelde partitie aan de kernel

```
# gbde attach /dev/ad4s1c -l /etc/gbde/ad4s1c.lock
```

Er wordt om de wachtwoordzin gevraagd die gekozen is tijdens de initialisatie van de versleutelde partitie. Het nieuwe versleutelde apparaat verschijnt in `/dev` als `/dev/apparaatnaam.bde`:

```
# ls /dev/ad*
/dev/ad0          /dev/ad0s1b      /dev/ad0s1e      /dev/ad4s1
/dev/ad0s1        /dev/ad0s1c      /dev/ad0s1f      /dev/ad4s1c
/dev/ad0s1a       /dev/ad0s1d      /dev/ad4          /dev/ad4s1c.bde
```

5. Maak een bestandssysteem op het versleutelde apparaat

Nu het versleutelde apparaat aan de kernel gekoppeld is, kan een bestandssysteem op het apparaat aangemaakt worden. Met `newfs(8)` kan een bestandssysteem op het versleutelde apparaat aangemaakt worden. Aangezien het veel sneller is om een nieuw UFS2 bestandssysteem te initialiseren dan om een oud UFS1 bestandssysteem te initialiseren, is het aan te raden om `newfs(8)` met de optie `-O2` te gebruiken.

```
# newfs -U -O2 /dev/ad4s1c.bde
```

Opmerking: Voer `newfs(8)` uit op een aangekoppelde **gbde**-partitie die geïndificeerd wordt door de uitbreiding `*.bde` op de apparaatnaam.

6. Mount de versleutelde partitie

Maak een koppelpunt voor het versleutelde bestandssysteem aan:

```
# mkdir /private
```

Mount het versleutelde bestandssysteem:

```
# mount /dev/ad4s1c.bde /private
```

7. Controleer of het versleutelde bestandssysteem beschikbaar is

Het versleutelde bestandssysteem is nu zichtbaar met `df(1)` en gebruiksklaar:

```
% df -H
Filesystem      Size  Used Avail Capacity  Mounted on
/dev/ad0s1a     1037M   72M   883M     8%    /
/devfs          1.0K    1.0K    0B    100%   /dev
/dev/ad0s1f      8.1G   55K    7.5G     0%   /home
/dev/ad0s1e     1037M   1.1M   953M     0%   /tmp
/dev/ad0s1d      6.1G   1.9G   3.7G    35%   /usr
/dev/ad4s1c.bde  150G   4.1K   138G     0%   /private
```

18.16.1.2. Bestaande versleutelde bestandssystemen aankoppelen

Elke keer nadat het systeem is opgestart dient elk versleuteld bestandssysteem opnieuw aan de kernel gekoppeld te worden, op fouten gecontroleerd te worden, en aangekoppeld te worden voordat de bestandssystemen gebruikt kunnen worden. De benodigde commando's dienen als de gebruiker `root` uitgevoerd te worden.

1. Koppel de gbde-partitie aan de kernel

```
# gbde attach /dev/ad4s1c -l /etc/gbde/ad4s1c.lock
```

Er wordt om de wachtwoordzin gevraagd die gekozen is tijdens de initialisatie van de versleutelde **gbde**-partitie.

2. Controleer het bestandssysteem op fouten

Aangezien het nog niet mogelijk is om versleutelde bestandssystemen op te nemen in `/etc/fstab` voor automatische controle, dienen de bestandssystemen voordat ze aangekoppeld worden handmatig op fouten gecontroleerd te worden door `fsck(8)` uit te voeren:

```
# fsck -p -t ffs /dev/ad4s1c.bde
```

3. Mount het versleutelde bestandssysteem

```
# mount /dev/ad4s1c.bde /private
```

Het versleutelde bestandssysteem is nu klaar voor gebruik.

18.16.1.2.1. Versleutelde partities automatisch aankoppelen

Het is mogelijk om een script aan te maken om automatisch een versleutelde partitie aan te koppelen, op fouten te controleren en aan te koppelen, maar vanwege veiligheidsredenen dient het script niet het wachtwoord voor `gbde(8)` te bevatten. In plaats hiervan wordt het aangeraden om zulke scripts handmatig uit te voeren en het wachtwoord via de console of `ssh(1)` te geven.

Als alternatief, wordt er een `rc.d` script bijgeleverd. De argumenten kunnen via `rc.conf(5)` doorgegeven worden. Bijvoorbeeld:

```
gbde_autoattach_all="YES"
gbde_devices="ad4slc"
gbde_lockdir="/etc/gbde"
```

Hierdoor is het noodzakelijk dat de wachtwoordzin voor **gbde** bij het starten wordt ingegeven. Na het invoeren van de juiste wachtwoordzin wordt de met **gbde** versleutelde partitie automatisch aangekoppeld. Dit kan erg handig zijn bij het gebruik van **gbde** op notebooks.

18.16.1.3. Door gbde gebruikte cryptografische beschermingen

`gbde(8)` versleutelt de sectorlading door gebruik te maken van 128-bit AES in CBC-modus. Elke sector op de schijf wordt met een andere AES-sleutel versleuteld. Meer informatie over het cryptografische ontwerp van **gbde**, inclusief de methode die gebruikt wordt om de sectorsleutels van de door de gebruiker gegeven wachtwoordzin af te leiden, staan in `gbde(4)`.

18.16.1.4. Compatibiliteitspunten

`sysinstall(8)` is niet compatibel met apparaten die met **gbde** versleuteld zijn. Alle `*.bde` apparaten moeten van de kernel ontkoppeld worden voordat `sysinstall(8)` gebruikt wordt om te voorkomen dat het crasht tijdens het initiële zoeken naar apparaten. Om het versleutelde apparaat dat in dit voorbeeld gebruikt wordt te ontkoppelen:

```
# gbde detach /dev/ad4slc
```

gbde kan niet met **vinum** volumes gebruikt worden, omdat `vinum(4)` geen gebruik maakt van het subsysteem `geom(4)`.

18.16.2. Schijfversleuteling met geli

Een alternatieve cryptografische GEOM klassie is beschikbaar - `geli`. Deze wordt op het moment ontwikkeld door Pawel Jakub Dawidek <pjd@FreeBSD.org>. `geli` verschilt van `gbde` in de mogelijkheden en in het gebruik van een andere methode voor het versleutelen.

De meest belangrijke mogelijkheden van `geli(8)` zijn:

- Gebruikt het `crypto(9)` framework; als cryptografische hardware aanwezig is, gebruikt `geli` die automatisch;
- Ondersteunt meerdere cryptografische algoritmen. Op dit moment AES, Blowfish en 3DES;
- Staat toe dat de root-partitie wordt versleuteld. De wachtwoordzin die wordt gebruikt om de root-partitie te versleutelen wordt opgevraagd tijdens het starten van een systeem;
- Staat het gebruik van twee onafhankelijke sleutels toe, bijvoorbeeld een “sleutel” en een “bedrijfsleutel”;
- `geli` is snel; het werkt met sector-naar-sector versleuteling;
- Ondersteunt back-up en restore van Master Keys. Als een gebruiker sleutels moet vernietigen, is het mogelijk weer toegang te krijgen tot de gegevens door sleutels uit een back-up te halen;

- Ondersteunt het koppelen van een schijf met een willekeurige, eenmalige sleutel. Handig voor swap-partities en tijdelijke bestandssystemen.

Meer mogelijkheden van `geli` staan beschreven in de handleiding van `geli(8)`.

De volgende stappen beschrijven hoe ondersteuning voor `geli` in de FreeBSD-kernel ingeschakeld kan worden en hoe een nieuwe `geli` versleutelingsvoorziening gemaakt kan worden.

Het is noodzakelijk super-user rechten te hebben omdat de kernel wordt aangepast.

1. Toevoegen van `geli`-ondersteuning

Voeg de volgende regels toe aan het bestand met kernelinstellingen:

```
options GEOM_ELI
device crypto
```

Herbouw de kernel zoals beschreven is in Hoofdstuk 8.

De `geli`-module kan ook bij het opstarten geladen worden. Voeg de volgende regel toe aan

`/boot/loader.conf`:

```
geom_eli_load="YES"
```

Nu hoort `geli(8)` door de kernel ondersteund te worden.

2. Een Master Key genereren

Het volgende voorbeeld beschrijft hoe een sleutelbestand te maken, dat wordt gebruikt als onderdeel van de Master Key voor de versleutelde dienst die wordt aangekoppeld onder `/private`. Het sleutelbestand zorgt voor wat willekeurige gegevens die worden gebruikt om de Master Key te versleutelen. De Master Key wordt ook door een wachtwoordzin beschermd. De sectorgrootte van de dienst wordt 4 kB. Ook wordt beschreven hoe de `geli`-dienst te koppelen, er een bestandstelsysteem op te maken, dat aan te koppelen, hoe ermee te werken en tenslotte hoe te ontkoppelen.

Het wordt aangeraden een grotere sectorgrootte in te stellen (zoals 4 kB) voor betere prestaties.

De Master Key wordt beschermd door een wachtwoordzin en de gegevensbron voor het sleutelbestand wordt `/dev/random`. De sectorgrootte van `/dev/da2.eli`, die als dienst wordt aangeduid, wordt 4 kB.

```
# dd if=/dev/random of=/root/da2.key bs=64 count=1
# geli init -s 4096 -K /root/da2.key /dev/da2
Enter new passphrase:
Reenter new passphrase:
```

Het is niet verplicht om zowel een wachtwoordzin als een sleutelbestand te gebruiken. De methodes kunnen onafhankelijk van elkaar gebruikt worden.

Als een sleutelbestand wordt opgegeven als “-”, wordt de standaardinvoer gebruikt. In het onderstaande voorbeeld wordt aangegeven hoe meer dan een sleutelbestand kan worden gebruikt.

```
# cat sleutelbestand1 sleutelbestand2 sleutelbestand3 | geli init -K - /dev/da2
```

3. De dienst koppelen met de gemaakte sleutel

```
# geli attach -k /root/da2.key /dev/da2
Enter passphrase:
```

Het nieuwe platte tekst-apparaat wordt `/dev/da2.eli` genoemd.

```
# ls /dev/da2*
/dev/da2  /dev/da2.eli
```


4. Het nieuwe bestandssysteem maken

```
# dd if=/dev/random of=/dev/da2.eli bs=1m
# newfs /dev/da2.eli
# mount /dev/da2.eli /private
```

Het versleutelde bestandssysteem moet nu zichtbaar zijn voor `df(1)` en beschikbaar zijn voor gebruik:

```
# df -H
Filesystem      Size    Used Avail Capacity  Mounted on
/dev/ad0s1a     248M     89M   139M     38%    /
/devfs          1.0K     1.0K     0B    100%   /dev
/dev/ad0s1f     7.7G    2.3G   4.9G     32%   /usr
/dev/ad0s1d     989M    1.5M   909M      0%   /tmp
/dev/ad0s1e     3.9G    1.3G   2.3G     35%   /var
/dev/da2.eli    150G    4.1K   138G      0%   /private
```

5. De dienst afkoppelen

Als het werk met de versleutelde partitie is afgehandeld en de `/private`-partitie niet langer nodig is, dan is het verstandig te overwegen de met `geli` versleutelde partitie af te koppelen van het bestandssysteem en de kernel.

```
# umount /private
# geli detach da2.eli
```

Meer informatie over `geli(8)` staat in de handleiding.

18.16.2.1. Gebruik maken van het `geli rc.d` script.

Bij `geli` hoort een `rc.d` script dat gebruikt kan worden om het gebruik van `geli` te vereenvoudigen. Een voorbeeld van hoe `geli` met `rc.conf(5)` ingesteld kan worden volgt:

```
geli_devices="da2"
geli_da2_flags="-p -k /root/da2.key"
```

Hiermee wordt `/dev/da2` ingesteld als `geli`-dienst met Master Key-bestand `/root/da2.key` en `geli` gebruikt geen wachtwoordzin als de dienst wordt gekoppeld (dit kan alleen gebruikt worden als `-p` is meegegeven tijdens de `geli init` fase van `geli`). Een systeem ontkoppelt de `geli`-dienst van de kernel voordat het afsluit.

Meer informatie over het instellen van `rc.d` staat in het onderdeel over `rc.d`.

18.17. Het versleutelen van de wisselbestand ruimte

Het versleutelen van de wisselbestand ruimte is gemakkelijk met FreeBSD te configureren. Afhankelijk van welke versie er gebruikt wordt zijn er verschillende configuratie opties en instellingen mogelijk. De `gbde(8)` en `geli(8)` programma's kunnen gebruikt worden voor het versleutelen van het wisselbestand. Beide systemen maken gebruik van het `encswap rc.d` script.

De vorige sectie, Schijfpartities versleutelen, biedt een korte discussie over de verschillende versleutel systemen.

18.17.1. Waarom moet het wisselbestand versleuteld worden?

Net als met het versleutelen van harde schijven, wordt het versleutelen van het wisselbestand gebruikt om gevoelige data te beschermen. Stelt u eens een applicatie voor dat omgaat het wachtwoorden. Zolang deze wachtwoorden in het fysieke geheugen blijven is er niets aan de hand. Echter zodra deze verplaatst worden naar het wisselbestand om ruimte te maken voor andere applicaties, kan het gebeuren dat de wachtwoorden onbeschermd op de harde schijf geschreven worden, waardoor het makkelijk te achterhalen is voor iemand die kwaad wilt. Het versleutelen van het wisselbestand biedt hierin een mogelijke uitkomst.

18.17.2. Voorbereiding

Opmerking: Tot het einde van deze sectie zal `ad0s1b` het wisselbestand bevatten.

Tot op dit moment is het wisselbestand niet versleuteld. Het is mogelijk dat er reeds wachtwoorden of andere gevoelige data onbeschermd op de harde schijf geschreven zijn. Om dit te corrigeren, moet de data op de swap partitie overschreven worden met willekeurige data:

```
# dd if=/dev/random of=/dev/ad0s1b bs=1m
```

18.17.3. Versleutelen van het wisselbestand met gbde(8)

Er moet gebruik gemaakt worden van het `.bde` achtervoegsel aan het apparaat in de respectievelijke `/etc/fstab` wisselbestand regel:

# Device	Mountpoint	FStype	Options	Dump	Pass#
/dev/ad0s1b.bde	none	swap	sw	0	0

18.17.4. Versleutelen van het wisselbestand met geli(8)

Het opzetten van `geli(8)` voor het versleutelen van het wisselbestand is hetzelfde als dat van `gbde(8)`. Hier moet echter gebruik gemaakt worden van het `.eli` achtervoegsel aan het apparaat in de respectievelijke `/etc/fstab` wisselbestand regel:

# Device	Mountpoint	FStype	Options	Dump	Pass#
/dev/ad0s1b.eli	none	swap	sw	0	0

`geli(8)` maakt standaard gebruik van het AES algoritme met een sleutel lengte van 256 bit.

Optioneel kunnen deze standaardwaarden worden aangepast door gebruik te maken van de `geli_swap_flags` optie in `/etc/rc.conf`. De volgende regel verteld het `encswap rc.d` bestand om een `geli(8)` wisselbestand te maken met het Blowfish algoritme met een sleutel lengte van 128 bit, een sectorgrootte van 4 kilobytes en met de optie “ontkoppelen nadat de laatste afsluiting” gezet:

```
geli_swap_flags="-e blowfish -l 128 -s 4096 -d"
```

Zie de uitleg over het `onetime` commando in de `geli(8)` handleiding voor een lijst van mogelijke opties.

18.17.5. Controleren of het werkt

Zodra het systeem opnieuw opgestart is kan gekeken worden of alles nog goed werkt door gebruik te maken van het `swapinfo` commando.

Als gebruik gemaakt wordt van `gbde(8)`:

```
% swapinfo
Device          1K-blocks    Used    Avail Capacity
/dev/ad0s1b.bde  542720        0    542720      0%
```

Als gebruik gemaakt wordt van `geli(8)`:

```
% swapinfo
Device          1K-blocks    Used    Avail Capacity
/dev/ad0s1b.eli  542720        0    542720      0%
```

18.18. Highly Available Storage (HAST)

18.18.1. Overzicht

Hoge beschikbaarheid is een van de hoofdzaken in serieuze zakelijke toepassingen en hoog beschikbare opslag is een sleutelonderdeel in zulke omgevingen. Hoog beschikbare opslag, of HAST, werd ontwikkeld door Pawel Jakub Dawidek <pjd@FreeBSD.org> als een raamwerk dat transparante opslag van dezelfde gegevens toestaat over fysiek gescheiden machines die verbonden zijn door een TCP/IP-netwerk. HAST kan gezien worden als een netwerkgebaseerde RAID1 (spiegel) en is vergelijkbaar met het DRBD® opslagsysteem bekend van het GNU/Linux platform. In combinatie met andere eigenschappen voor hoge beschikbaarheid van FreeBSD zoals CARP maakt HAST het mogelijk om een opslagcluster met hoge beschikbaarheid te bouwen dat resistent is tegen falende hardware.

Na het lezen van deze sectie weet u:

- Wat HAST is, hoe het werkt en welke mogelijkheden het biedt.
- Hoe HAST op FreeBSD te op te zetten en te gebruiken.
- Hoe CARP en `devd(8)` te integreren om een robuust opslagsysteem te bouwen.

Voor het lezen van deze sectie dient u:

- De beginselen van UNIX en FreeBSD te begrijpen (Hoofdstuk 3).
- Te weten hoe de netwerkinterfaces en andere kerndeelsystemen van FreeBSD in te stellen (Hoofdstuk 11).
- Netwerken op FreeBSD goed te begrijpen (Deel IV in *FreeBSD handboek*).
- FreeBSD 8.1-RELEASE of nieuwer te gebruiken.

Het HAST-project werd gesponsord door The FreeBSD Foundation met ondersteuning van OMCnet Internet Service GmbH (<http://www.omc.net/>) en TransIP BV (<http://www.transip.nl/>).

18.18.2. Eigenschappen van HAST

De belangrijkste eigenschappen van HAST zijn:

- Het kan gebruikt worden om I/O-fouten op lokale harde schijven te maskeren.
- Agnostisch qua bestandssysteem, dus het staat toe om elk bestandssysteem dat door FreeBSD wordt ondersteund te gebruiken.
- Efficiënte en snelle hersynchronisatie, alleen de blokken die zijn veranderd toen een knooppunt uitstond worden gesynchroniseerd.
- Het kan gebruikt worden in reeds uitgerolde omgevingen om aanvullende redundantie toe te voegen.
- Samen met CARP, **Heartbeat** of andere gereedschappen kan het worden gebruikt om een robuust en duurzaam opslagsysteem te bouwen.

18.18.3. Werking van HAST

Omdat HAST synchrone replicatie op blokniveau van elk opslagmedium naar verscheidene machines biedt, heeft het tenminste twee knooppunten (fysieke machines) nodig — het *primaire* (ook bekend als *meester*) knooppunt en het *secundaire* (*slaaf*) knooppunt. Tezamen worden deze twee machines een cluster genoemd.

Opmerking: HAST is momenteel beperkt tot een totaal van twee clusterknooppunten.

Aangezien HAST in een primaire-secundaire configuratie werkt, kan er op elk moment slechts één van de clusterknooppunten actief zijn. Het *primaire* knooppunt, ook wel *actief*, is degene die alle I/O-verzoeken aan apparaten die door HAST worden beheerd afhandelt. Het *secundaire* knooppunt wordt dan automatisch gesynchroniseerd vanuit het *primaire* knooppunt.

De fysieke componenten van het HAST-systeem zijn:

- lokale schijf (op primair knooppunt)
- schijf op verre machine (secundair knooppunt)

HAST werkt synchroon op blokniveau, wat het transparant maakt voor bestandssystemen en toepassingen. HAST biedt reguliere GEOM-aanbieders aan in `/dev/hast/` voor zowel andere gereedschappen als toepassingen, er is dus geen verschil tussen het gebruik van apparaten die door HAST worden geleverd en rauwe schijven, partities, etc.

Elke bewerking met betrekking tot schrijven, verwijderen of spoelen wordt naar de plaatselijke schijf en over TCP/IP naar de verre schijf gestuurd. Elke leesbewerking wordt gedaan door de plaatselijke schijf, tenzij de plaatselijke schijf niet actueel is of er een I/O-fout optreedt. In zulke gevallen wordt de leesbewerking naar het secundaire knooppunt gestuurd.

18.18.3.1. Synchronisatie- en replicatiemodi

HAST probeert om een snel herstel van fouten te leveren. Om deze reden is het heel belangrijk om de synchronisatietijd te verkorten nadat een knooppunt is hersteld van een uitval. Om een snelle synchronisatie te leveren, beheert HAST op de schijf een bitmap van gebruikte extents en synchroniseert het die alleen tijdens een reguliere synchronisatie (met uitzondering van de initiële synchronisatie).

Er zijn vele manieren om synchronisatie af te handelen. HAST implementeert meerdere replicatiemodi om verschillende synchronisatiemethodes af te handelen:

- *memsync*: rapporteer een schrijfbewerking als voltooid wanneer de plaatselijke schrijfbewerking klaar is en wanneer het verre knooppunt de gegevensaankomst bevestigt, maar voordat het de gegevens daadwerkelijk heeft opgeslagen. De gegevens op het verre knooppunt zullen meteen na het versturen van de bevestiging worden opgeslagen. Deze modus is bedoeld om latency te verminderen en nog steeds een zeer goede betrouwbaarheid te bieden. De replicatiemodus *memsync* is momenteel niet geïmplementeerd.
- *fullsync*: rapporteer een schrijfbewerking als voltooid wanneer zowel de plaatselijke en de verre schrijfbewerking voltooid zijn. Dit is de veiligste en traagste replicatiemodus. Dit is de standaardmodus.
- *async*: rapporteer de schrijfbewerking als voltooid wanneer de plaatselijke schrijfbewerking klaar is. Dit is de snelste en gevaarlijkste replicatiemodus. Het dient gebruikt te worden wanneer er naar een ver knooppunt wordt gerepliceerd en de latency te hoog is voor andere modi. De replicatiemodus *async* is momenteel niet geïmplementeerd.

Waarschuwing Momenteel wordt alleen de replicatiemodus *fullsync* ondersteund.

18.18.4. HAST-configuratie

HAST heeft ondersteuning voor `GEOM_GATE` nodig om te kunnen functioneren. De kernel `GENERIC` bevat standaard *geen* `GEOM_GATE`, de laadbare module `geom_gate.ko` is echter beschikbaar in de standaardinstallatie van FreeBSD. Zorg ervoor dat deze module beschikbaar is voor afgeslankte systemen. Het is ook mogelijk om ondersteuning voor `GEOM_GATE` statisch in de kernel te bouwen, door de volgende regel aan het kernelconfiguratiebestand toe te voegen:

```
options GEOM_GATE
```

Het HAST-raamwerk bestaat vanuit het besturingssysteem gezien uit verschillende delen:

- het daemon `hastd(8)` dat verantwoordelijk is voor de gegevenssynchronisatie,
- het beheerprogramma `hastctl(8)` voor de gebruikers,
- het configuratiebestand `hast.conf(5)`.

Het volgende voorbeeld beschrijft hoe twee knooppunten in een meester-slaaf / primaire-secundaire opstelling te configureren door HAST te gebruiken om de gegevens tussen de twee te repliceren. De knooppunten worden *hast*_a met IP-adres `172.16.0.1` en *hast*_b met IP-adres `172.16.0.2` genoemd. Beide knooppunten hebben een toegewijde harde schijf `/dev/ad6` van dezelfde grootte om met HAST te werken. De HAST-pool (soms ook een hulpbron genoemd, i.e. de GEOM-aanbieder in `/dev/hast/`) wordt *test* genoemd.

Het bestand `/etc/hast.conf` regelt de configuratie van HAST. Dit bestand dient hetzelfde te zijn op beide knooppunten. Het volgende is de simpelst mogelijke configuratie:

```
resource test {
  on hasta {
    local /dev/ad6
    remote 172.16.0.2
  }
  on hastb {
    local /dev/ad6
    remote 172.16.0.1
  }
}
```

Raadpleeg voor geavanceerdere configuraties de handleidingpagina `hast.conf(5)`.

Tip: Het is ook mogelijk om hostnamen in de regels met `remote` te gebruiken. Zorg er in dat geval voor dat deze hosts vindbaar zijn, bijvoorbeeld doordat ze zijn gedefinieerd in het bestand `/etc/hosts` of anders in het plaatselijke DNS.

Nu de configuratie op beide knooppunten aanwezig is, is het mogelijk om de HAST-pool aan te maken. Voer de volgende commando's op beide knooppunten uit om de initiële metagegevens op de plaatselijke schijf te plaatsen en het `hastd(8)`-daemon te starten:

```
# hastctl create test
# /etc/rc.d/hastd onestart
```

Opmerking: Het is *niet* mogelijk om GEOM-aanbieders met een bestaand bestandssysteem te gebruiken (i.e. een bestaande opslag omzetten naar een door HAST beheerde pool), omdat deze procedure wat metagegevens op de aanbieder moet opslaan en er daarvoor niet genoeg beschikbare ruimte is.

HAST is niet verantwoordelijk voor het kiezen van de rol van een knooppunt (*primaire* of *secundaire*). De rol van een knooppunt dient door een beheerder of andere software zoals **Heartbeat** gebruikmakend van `hastctl(8)` te worden geconfigureerd. Voer het volgende commando uit op het primaire knooppunt (*hasta*):

```
# hastctl role primary test
```

Voer het volgende, soortgelijke, commando uit op het secundaire knooppunt (*hastb*):

```
# hastctl role secondary test
```

Let op Het kan gebeuren dat beide knooppunten niet met elkaar kunnen communiceren en beiden geconfigureerd zijn als primaire knooppunten; het gevolg van deze situatie wordt *split-brain* genoemd. Volg de stappen zoals beschreven in Paragraaf 18.18.5.2 om deze situatie op te lossen.

Het is mogelijk om met het gereedschap `hastctl(8)` het resultaat op elk knooppunt te verifiëren:

```
# hastctl status test
```

Het belangrijke gedeelte van de uitvoer is de regel met `status` dat voor alle knooppunten complete dient te bevatten. Als het `degraded` bevat, is er iets verkeerd gegaan. Op dat moment is de synchronisatie tussen de knooppunten al begonnen. De synchronisatie is compleet wanneer het commando `hastctl status` 0 bytes aan `dirty extents` rapporteert.

De laatste stap is het aanmaken van een bestandssysteem op de GEOM-aanbieder `/dev/hast/test` en het aan te koppelen. Dit moet op het primaire knooppunt gebeuren (aangezien `/dev/hast/test` alleen op het primaire knooppunt verschijnt), en het enkele minuten kan duren afhankelijk van de grootte van de harde schijf:

```
# newfs -U /dev/hast/test
# mkdir /hast/test
# mount /dev/hast/test /hast/test
```

Wanneer het HAST-raamwerk correct is geconfigureerd, betreft de laatste stap het ervoor zorgen dat HAST automatisch tijdens het opstarten wordt gestart. De volgende regel dient aan het bestand `/etc/rc.conf` te worden toegevoegd:

```
hastd_enable="YES"
```

18.18.4.1. Failover-configuratie

Het doel van dit voorbeeld is om een robuust opslagsysteem te bouwen dat resistent is tegen het falen van alle knooppunten. De hoofdtak is het oplossen van een scenario waarin een primair knooppunt van het cluster faalt. Mocht dit gebeuren, dan neemt het secundaire knooppunt het feilloos over, controleert en koppelt het het bestandssysteem aan, en gaat het verder zonder dat er een bit aan gegevens ontbreekt.

Om deze taak voor elkaar te krijgen, is het nodig om een andere eigenschap te gebruiken die beschikbaar is op FreeBSD en dat voorziet in automatische failover van de IP-laag — CARP. CARP staat voor Common Address Redundancy Protocol en maakt het mogelijk dat meerdere hosts in hetzelfde netwerksegment een IP-adres delen. Stel CARP in op beide knooppunten van het cluster volgens de documentatie die beschikbaar is in Paragraaf 31.13. Nadat deze taak voltooid is, zou elk knooppunt een eigen interface `carp0` met een gedeeld IP-adres `172.16.0.254` moeten hebben. Het primaire HAST-knooppunt van het cluster moet het meester-CARP-knooppunt zijn.

De HAST-pool die in de vorige sectie is gemaakt is nu klaar om geëxporteerd te worden naar de andere hosts op het netwerk. Dit kan gedaan worden door het te exporteren over NFS, **Samba**, etc., door gebruik te maken van het gedeelde IP-adres `172.16.0.254`. Het enige overgebleven probleem is een automatische failover in het geval dat het primaire knooppunt het begeeft.

Als een CARP-interface aan- of uitgaat, genereert FreeBSD een `devd(8)`-gebeurtenis, wat het mogelijk maakt om toestandsveranderingen op de CARP-interfaces in de gaten te houden. Een toestandsverandering op het CARP-interface geeft aan dat een van de knooppunten het begaf of weer online kwam. In zulke gevallen is het mogelijk om een script te draaien dat automatisch de failover afhandelt.

Om de toestandsverandering op de CARP-interfaces af te vangen, dient de volgende configuratie te worden toegevoegd aan het bestand `/etc/devd.conf` op elk knooppunt:

```
notify 30 {
    match "system" "IFNET";
    match "subsystem" "carp0";
    match "type" "LINK_UP";
    action "/usr/local/sbin/carp-hast-switch master";
```

```
};

notify 30 {
    match "system" "IFNET";
    match "subsystem" "carp0";
    match "type" "LINK_DOWN";
    action "/usr/local/sbin/carp-hast-switch slave";
};
```

Draai het volgende commando op beide knooppunten om de nieuwe configuratie te laten gelden:

```
# /etc/rc.d/devd restart
```

Als het interface carp0 aan of uit gaat (i.e. de toestand van het interface verandert), genereert het systeem een notificatie wat het subsysteem devd(8) in staat stelt om een willekeurig script te draaien, in dit geval /usr/local/sbin/carp-hast-switch. Dit is het script dat de automatische failover afhandelt. Raadpleeg de handleidingpagina devd.conf(5) voor verdere uitleg over de bovenstaande configuratie van devd(8).

Het volgende zou een voorbeeld van zo'n script kunnen zijn:

```
#!/bin/sh
# Origineel script door Freddie Cash <fjwcash@gmail.com>
# Gewijzigd door Michael W. Lucas <mwlucas@BlackHelicopters.org>
# en Viktor Petersson <vpetersson@wireload.net>

# De namen van de HAST-hulpbronnen, zoals vermeld in /etc/hast.conf
resources="test"

# vertraging voor het aankoppelen van de HAST-hulpbron na het worden van meester
# doe een gok
delay=3

# logging
log="local0.debug"
name="carp-hast"

# einde van gebruiker-instelbare dingen

case "$1" in
    master)
        logger -p $log -t $name "Omschakelen naar primaire aanbieder voor ${resources}."
        sleep ${delay}

        # Wacht totdat de "hastd secondary" processen zijn gestopt
        for disk in ${resources}; do
            while $( pgrep -lf "hastd: ${disk} \ (secondary\)" > /dev/null 2>&1 ); do
                sleep 1
            done

            # Verwissel de rol voor elke schijf
            hastctl role primary ${disk}
            if [ $? -ne 0 ]; then
                logger -p $log -t $name "Omschakelen van rol naar primair voor hulpbron ${disk} mislukt."
```



```

        exit 1
    fi
done

# Wacht totdat de apparaten /dev/hast/* verschijnen
for disk in ${resources}; do
    for I in $( jot 60 ); do
        [ -c "/dev/hast/${disk}" ] && break
        sleep 0.5
    done

    if [ ! -c "/dev/hast/${disk}" ]; then
        logger -p $log -t $name "GEOM-aanbieder /dev/hast/${disk} is niet verschenen."
        exit 1
    fi
done

logger -p $log -t $name "Rollen van HAST-hulpbronnen ${resources} omgeschakeld naar primair."

logger -p $log -t $name "Schijven aankoppelen."
for disk in ${resources}; do
    mkdir -p /hast/${disk}
    fsck -p -y -t ufs /dev/hast/${disk}
    mount /dev/hast/${disk} /hast/${disk}
done

;;

slave)
    logger -p $log -t $name "Omschakelen naar secundaire aanbieder voor ${resources}."

    # Schakel de rollen van de HAST-hulpbronnen om
    for disk in ${resources}; do
        if ! mount | grep -q "^/dev/hast/${disk} on "
        then
            else
                umount -f /hast/${disk}
            fi
            sleep $delay
            hastctl role secondary ${disk} 2>&1
            if [ $? -ne 0 ]; then
                logger -p $log -t $name "Omschakelen van rol naar secundair voor hulpbron ${disk} mislukt."
                exit 1
            fi
            logger -p $log -t $name "Rol van hulpbron ${disk} omgeschakeld naar secundair."
        done
    ;;
esac

```

In een notendop doet het script het volgende wanneer een knooppunt meester / primair wordt:

- De HAST-pools opwaarderen naar primair op een gegeven knooppunt.

- Het bestandssysteem onder de HAST-pool controleren.
- De pools op de juiste plaats aankoppelen.

Wanneer een knooppunt `backup / secundair` wordt:

- De HAST-pools afkoppelen.
- De HAST-pools degraderen naar secundair.

Let opHoud in gedachte dat dit slechts een voorbeeldscript is dat dienst doet om aan te tonen dat alles werkt. Het behandelt niet alle mogelijke situaties en kan op elke manier worden uitgebreid of veranderd, het kan bijvoorbeeld benodigde diensten starten en stoppen.

Tip: Voor het doel van dit voorbeeld hebben we een standaard UFS-bestandssysteem gebruikt. Om de tijd die nodig is voor herstel te verkorten, kan een bestandssysteem met UFS-journaling of ZFS worden gebruikt.

Meer gedetailleerde informatie met aanvullende voorbeelden kunnen gevonden worden op de HAST Wiki (<http://wiki.FreeBSD.org/HAST>)-pagina.

18.18.5. Problemen oplossen

18.18.5.1. Algemene tips om problemen op te lossen

HAST zou over het algemeen zonder problemen moeten werken, maar net als met elk ander software-product zijn er momenten waarop het anders werkt dan het zou moeten. De oorzaken van de problemen kunnen verschillen, maar de vuistregel is om ervoor te zorgen dat de klokken zijn gesynchroniseerd op alle knooppunten in het cluster.

Het debug-niveau van `hastd(8)` dient verhoogd te worden wanneer problemen met HAST worden verholpen. Dit kan gedaan worden door het daemon `hastd(8)` met het argument `-d` op te starten. Merk op dat dit argument meerdere malen kan worden opgegeven om het debug-niveau nog verder op te hogen. Op deze manier kan veel nuttige informatie worden vergaard. Het is ook de moeite te overwegen om het argument `-F` te gebruiken, dat het daemon `hastd(8)` in de voorgrond zal starten.

18.18.5.2. Herstellen van de Split-brain-conditie

Het gevolg van de situatie waarin beide knooppunten van het cluster niet met elkaar kunnen communiceren en beide als primaire knooppunten zijn ingesteld wordt `split-brain` genoemd. Dit is een gevaarlijke situatie omdat het beide knooppunten in staat stelt om incompatibele veranderingen aan de gegevens te maken. Deze situatie dient handmatig door de systeembeheerder te worden afgehandeld.

Om deze situatie op te lossen moet de beheerder besluiten welk knooppunt de belangrijkste veranderingen bevat (of ze handmatig samenvoegen) en HAST de volledige synchronisatie op het knooppunt dat de kapotte gegevens heeft laten uitvoeren. Voer hiervoor de volgende commando's uit op het knooppunt dat opnieuw gesynchroniseerd moet worden:

```
# hastctl role init <resource>
# hastctl create <resource>
# hastctl role secondary <resource>
```

Noten

1. Tips met betrekking tot het kiezen van veilige wachtwoordzinnen die gemakkelijk te onthouden zijn staan op de website Diceware Passphrase (<http://world.std.com/~reinhold/diceware.html>).

Hoofdstuk 19.

GEOM: Modulair schijftransformatie raamwerk

19.1. Overzicht

Dit hoofdstuk beschrijft het gebruik van schijven in het GEOM raamwerk in FreeBSD. Hieronder vallen de belangrijkste RAID besturingsprogramma's die het raamwerk gebruikt voor instellingen. In dit hoofdstuk wordt niet diepgaand beschreven hoe GEOM omgaat met I/O, het onderliggende subsysteem of code. Die informatie staat in het hulppagina voor geom(4) en de verscheidene "SEE ALSO" referenties. Dit hoofdstuk is ook geen definitief stuk over het instellen van RAID. Alleen de door GEOM ondersteunde RAID-classificaties worden beschreven.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Welk type RAID-ondersteuning via GEOM beschikbaar is;
- Hoe de basisgereedschappen te gebruiken om de verschillende RAID-niveaus in te stellen, te onderhouden en te wijzigen;
- Hoe schijfapparaten via GEOM te spiegelen, aaneen te schakelen, te versleutelen en vanaf afstand schijven aan te sluiten;
- Hoe problemen op te lossen met schijven die via het GEOM raamwerk zijn aangesloten.

Veronderstelde voorkennis:

- Begrijpen hoe FreeBSD omgaat met schijfapparaten (Hoofdstuk 18);
- Weten hoe een nieuwe FreeBSD kernel in te stellen en te installeren (Hoofdstuk 8).

19.2. GEOM inleiding

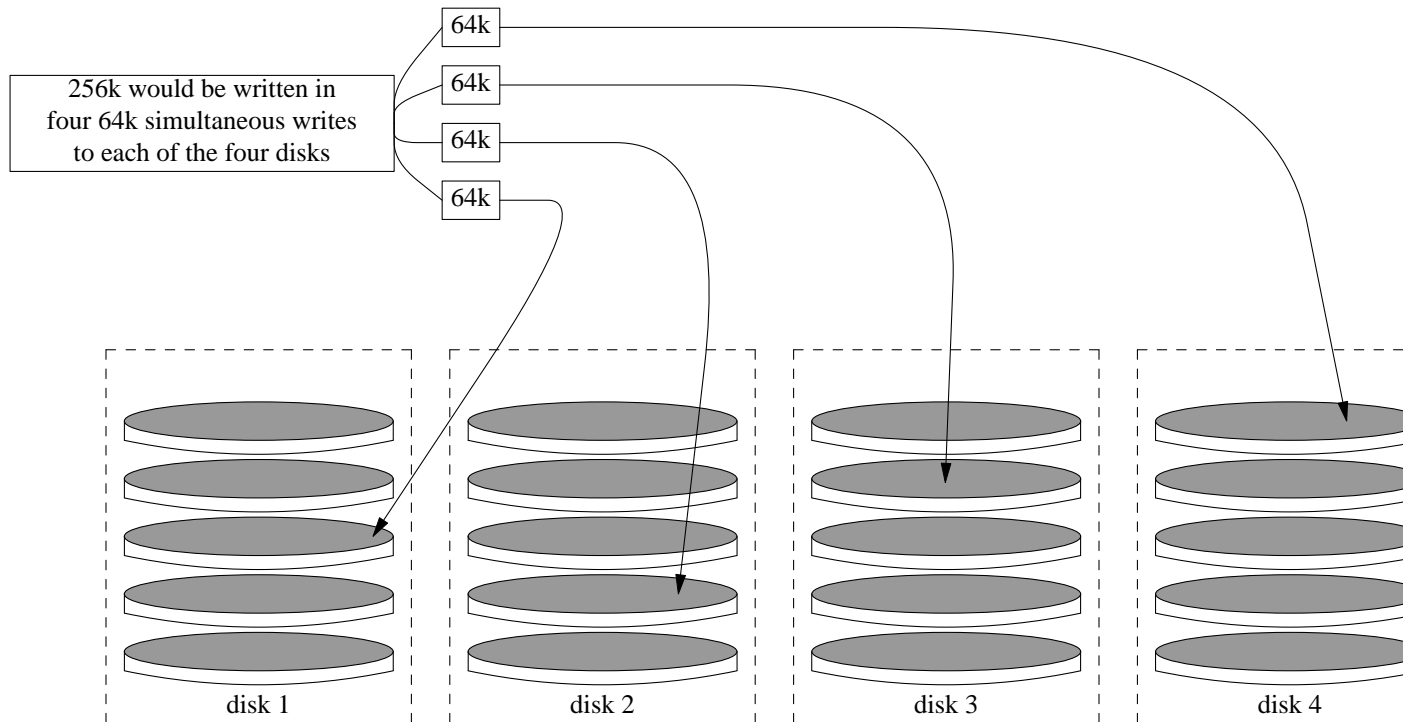
GEOM staat toegang en controle toe op klassen, Master Boot Records, BSD labels, enzovoort, door gebruik te maken van diensten of de speciale bestanden in /dev. GEOM ondersteunt verschillende software RAID instellingen en biedt transparante toegang tot het besturingssysteem en de hulpprogramma's.

19.3. RAID0 - aaneengeschakeld

Aaneenschakelen is een methode die gebruikt wordt om meerdere schijven te combineren tot een enkele volume. In veel gevallen wordt dit gedaan met hardware controllers. Het GEOM subsysteem biedt softwareondersteuning voor RAID0, ook wel bekend als aaneenschakelen ("disk striping").

In een RAID0-systeem worden gegevens opgedeeld in blokken die verdeeld worden over de schijven in een reeks. In plaats van te hoeven wachten tot een systeem 256k naar één schijf heeft geschreven, kan een RAID0-systeem tegelijkertijd 64k naar vier verschillende schijven schrijven, waardoor superieure I/O prestaties worden bereikt. Deze prestaties kunnen nog verbeterd worden door meerdere schijfcontrollers te gebruiken.

Iedere schijf in een RAID0-aaneenschakeling moet van dezelfde grootte zijn, omdat I/O-verzoeken altijd zijn opgebouwd uit precies gelijk over de schijven verdeelde verzoeken tot lezen of schrijven.



Ongeformatteerde ATA-schijven aaneenschakelen

1. Laad de module `geom_stripe.ko`:

```
# kldload geom_stripe
```
2. Zorg ervoor dat er een koppelpunt beschikbaar is. Als dit volume een rootpartitie wordt, gebruikt dan tijdelijk een ander koppelpunt zoals `/mnt`:

```
# mkdir /mnt
```
3. Stel de apparaatnamen voor de schijven vast die aaneen worden geschakeld en maak het nieuwe apparaat aan. Om twee ongebruikte, ongepartitioneerde ATA schijven aaneen te schakelen (`/dev/ad2` en `/dev/ad3`):

```
# gstripe label -v st0 /dev/ad2 /dev/ad3
Metadata value stored on /dev/ad2.
Metadata value stored on /dev/ad3.
Done.
```

4. Schrijf een standaard label naar de nieuwe partitie, ook wel bekend als een partitietabel en installeer de standaard opstart code:

```
# bsdlable -wB /dev/stripe/st0
```

5. Dit proces hoort twee nieuwe apparaten gemaakt te hebben in de map `/dev/stripe` naast het apparaat `st0`, te weten `st0a` en `st0c`. Vanaf nu kan er een bestandssysteem op `st0a` worden gezet met behulp van de `newfs` applicatie:

```
# newfs -U /dev/stripe/st0a
```

Na het uitvoeren van het bovenstaande commando rollen er veel getallen over het scherm en na een aantal seconden is het proces afgerond. Het volume is gereed en klaar om aangekoppeld te worden.

Om de nieuwe aaneengeschakelde schijf handmatig te koppelen moet het volgende gedaan worden:

```
# mount /dev/stripe/st0a /mnt
```

Om dit aaneengeschakelde bestandssysteem automatisch aan te koppelen bij het opstarten wordt de volume-informatie in `/etc/fstab` gezet. Voor dit doel wordt een permanent koppelpunt, genaamd `stripe`, aangemaakt:

```
# mkdir /stripe
# echo "/dev/stripe/st0a /mnt ufs rw 2 2" \
    >> /etc/fstab
```

Laadt de module `geom_stripe.ko` ook automatisch bij het initialiseren van een systeem door de volgende regel toe te voegen aan `/boot/loader.conf`:

```
# echo 'geom_stripe_load="YES"' >> /boot/loader.conf
```

19.4. RAID1 - spiegelen

Spiegelen (“mirroring”) is een technologie die door veel bedrijven en thuisgebruikers wordt ingezet om gegevens te back-uppen zonder onderbrekingen. Als er een spiegel bestaat, betekent dat eenvoudigweg dat schijfB een kopie is van schijfA, of misschien zijn schijvenC+D een kopie van schijvenA+B. Los van de schijfinstellingen is het belangrijkste aspect dat de gegevens van de ene schijf of partitie worden gerepliceerd naar de andere. Later kunnen die gegevens eenvoudiger worden hersteld of geback-upped zonder dat dit leidt tot onderbrekingen in dienstverlening of toegang tot gegevens en schijven kunnen zelfs fysiek worden opgeslagen in een kluis.

Begin met een systeem dat twee schijven heeft van gelijke grootte. Deze oefeningen stellen dat het directe-toegang (da(4)) SCSI-schijven zijn.

19.4.1. Primaire schijven spiegelen

Aannemende dat FreeBSD op het eerste `da0`-schijfapparaat is geïnstalleerd, dient er aan `gmirror(8)` verteld te worden om daar de primaire gegevens op te slaan.

Voordat de mirror gebouwd wordt, dient aanvullende debuginformatie en openingstoegang tot het apparaat aangezet te worden door de `sysctl(8)`-optie `kern.geom.debugflags` op de volgende waarde in te stellen:

```
# sysctl kern.geom.debugflags=17
```

Maak nu de mirror aan. Begin het proces door informatie over metagegevens op het primaire schijfapparaat op te slaan, waardoor effectief het apparaat `/dev/mirror/gm` aangemaakt wordt met het volgende commando:

Waarschuwing Het creëren van een mirror buiten de opstartschijf kan resulteren in gegevensverlies als er enige gegevens zijn opgeslagen op de laatste sector van de schijf. Dit gevaar wordt verminderd als het creëren van de mirror direct na een verse installatie van FreeBSD wordt gedaan.

```
# gmirror label -vb round-robin gm0 /dev/da0
```

Het systeem hoort te antwoorden met:

```
Metadata value stored on /dev/da0.
Done.
```

Initialiseer GEOM, dit zal de kernelmodule `/boot/kernel/geom_mirror.ko` laden:

```
# gmirror load
```

Opmerking: Wanneer dit commando succesvol verloopt, maakt het het apparaatknooppunt `gm0` aan onder de map `/dev/mirror`.

Maak het mogelijk om de kernelmodule `geom_mirror.ko` tijdens systeeminitialisatie te laden:

```
# echo 'geom_mirror_load="YES"' >> /boot/loader.conf
```

Bewerk het bestand `/etc/fstab`, waarbij verwijzingen naar het oude `da0` worden vervangen door de nieuwe apparaatknooppunten van het mirrorapparaat `gm0`.

Opmerking: Indien `vi(1)` de geprefereerde tekstverwerker is, is het volgende een gemakkelijke manier om deze taak te volbrengen:

```
# vi /etc/fstab
```

Maak een reservekopie van de huidige gegevens van `fstab` in `vi(1)` door `:w /etc/fstab.bak` in te typen. Vervang daarna alle oude verwijzingen naar `da0` door `gm0` door `:%s/da/mirror/gm/g` in te typen.

Het resulterende `fstab` zou er ongeveer hetzelfde als het volgende uit moeten zien. Het maakt niet uit of de schijfstations SCSI of RAID zijn, het RAID-apparaat zal ongeacht hiervan `gm` zijn.

#	Device	Mountpoint	FStype	Options	Dump	Pass#		
	/dev/mirror/gm0slb		none		swap	sw	0	0
	/dev/mirror/gm0sla		/		ufs	rw	1	1
	/dev/mirror/gm0sld		/usr		ufs	rw	0	0
	/dev/mirror/gm0slf	/home	ufs	rw 2 2				
	/dev/mirror/gm0s2d		/store		ufs	rw	2	2
	/dev/mirror/gm0sle		/var		ufs	rw	2	2
	/dev/acd0		/cdrom		cd9660	ro,noauto	0	0

Start het systeem opnieuw op:

```
# shutdown -r now
```

Tijdens de systeeminitialisatie dient het apparaat `gm0` in plaats van `da0` gebruikt te worden. Als het systeem volledig is geïnitieerd, kan dit gecontroleerd worden door de uitvoer van het commando `mount` te inspecteren:

```
# mount
Filesystem      1K-blocks    Used    Avail Capacity  Mounted on
/dev/mirror/gm0sla  1012974  224604  707334    24%      /
devfs              1          1          0   100%     /dev
/dev/mirror/gm0slf 45970182   28596 42263972    0%     /home
/dev/mirror/gm0sld  6090094 1348356 4254532    24%     /usr
/dev/mirror/gm0sle  3045006 2241420  559986    80%     /var
devfs              1          1          0   100%     /var/named/dev
```

De uitvoer ziet er als verwacht uit. Plaats als laatste stap, om synchronisatie te beginnen, de schijf `da1` in de mirror met het volgende commando:

```
# gmirror insert gm0 /dev/da1
```

De status kan gecontroleerd worden tijdens het bouwen van de mirror met het volgende commando:

```
# gmirror status
```

Wanneer de mirror gebouwd is en alle huidige gegevens zijn gesynchroniseerd, dient de uitvoer van het bovenstaande commando er als volgt uit te zien:

```
      Name      Status  Components
mirror/gm0  COMPLETE  da0
              da1
```

Als er problemen zijn, of als de mirror nog bezig is om het bouwproces te voltooien, zal het voorbeeld `DEGRADED` in plaats van `COMPLETE` laten zien.

19.4.2. Problemen oplossen

19.4.2.1. Systeem weigert op te starten

Als een systeem opstart in een prompt dat op het volgende lijkt:

```
ffs_mountroot: can't find rootvp
Root mount failed: 6
mountroot>
```

Herstart te machine met de aan/uit-schakelaar of met de resetknop. Selecteer in het bootmenu optie zes (6). Hierdoor komt een systeem in een loader(8) prompt. Laad de kernelmodules handmatig:

```
OK? load geom_mirror
OK? boot
```

Als dit werkt werd de module om welke reden dan ook niet juist geladen. Controleer of de relevante regel in `/boot/loader.conf` correct is. Als het probleem aanhoudt, zet dan de onderstaande regel in het bestand met kernelinstellingen en herbouw en installeer de kernel.

```
options GEOM_MIRROR
```


Hiermee moet het probleem opgelost zijn.

19.4.3. Herstellen van falende schijven

Het mooie aan het spiegelen van schijven is dat als een schijf faalt, deze vervangen kan worden, aangenomen zonder gegevensverlies.

Neem met betrekking tot de vorige RAID1-configuratie aan dat `da1` het geeft begeven en vervangen moet worden. Bepaal, om het te vervangen, welke schijf het heeft begeven en schakel het systeem uit. Op dit moment kan de schijf worden verwisseld door een nieuwe en kan het systeem weer worden opgestart. Nadat het systeem is herstart, kunnen de volgende commando's worden gebruikt om de schijf te vervangen:

```
# gmirror forget gm0  
  
# gmirror insert gm0 /dev/da1
```

Gebruik het commando `gmirror status` om de voortgang van het herbouwen te bekijken. Zo eenvoudig is het.

19.5. GEOM Gate netwerk apparaten

GEOM ondersteunt het op afstand gebruiken van apparaten, zoals schijven, CD-ROMs, bestanden, etc. door het gebruik van de gate applicaties. Dit is vergelijkbaar met NFS.

Om te beginnen moet er een exports bestand gemaakt worden. Dit bestand specificeert wie de geëxporteerde bron mag benaderen en welke rechten er op dat moment verleend worden. Bijvoorbeeld om de vierde slice te exporteren van de eerste SCSI schijf, moet het volgende in `/etc/gg.exports` gezet worden:

```
192.168.1.0/24 RW /dev/da0s4d
```

Dit staat alle machines in het privé netwerk toe om het bestandssysteem op `da0s4d` te benaderen.

Om dit apparaat te kunnen exporteren is het van belang dat de schijf nog niet gekoppeld is en moet de `ggated(8)` dienst gestart worden.

```
# ggated
```

Om vervolgens het apparaat aan een client machine te koppelen moet het volgende gedaan worden:

```
# ggatec create -o rw 192.168.1.1 /dev/da0s4d  
ggate0  
# mount /dev/ggate0 /mnt
```

Vanaf dit moment kan de schijf benaderd worden via het koppelpunt `/mnt`.

Opmerking: Let op, dit mislukt als de schijf reeds gekoppeld is op de server machine of als deze reeds gekoppeld is aan een andere machine op het netwerk.

Zodra het apparaat niet langer nodig is, kan het veilig ontkoppeld worden met behulp van `umount(8)` net zoals met elke andere schijf.

19.6. Het labelen van schijven

Tijdens het initialiseren van het systeem zal de FreeBSD kernel apparaatknooppunten creëren nadat het een apparaat gevonden heeft. Deze manier om te zoeken naar apparaten levert wat problemen op bijvoorbeeld wanneer er een nieuwe schijf wordt toegevoegd via USB. Het is hoogst waarschijnlijk dat een flash apparaat een apparaatknooppunt krijgt van `da0`, waarna de originele `da0` op schuift naar `da1`. Dit levert problemen op als bestandssystemen worden gekoppeld als ze gedefinieerd zijn in `/etc/fstab`, dit kan zelfs ertoe leiden dat het systeem niet opstart.

Een mogelijke oplossing hiervoor is om de SCSI schijven een vaste plek te geven op een bepaalde volgorde, zodat zodra er een nieuwe schijf geplaatst wordt, deze een ongebruikt apparaatknooppunt toegewezen krijgt. Maar wat als er USB apparaten zijn die de primaire SCSI schijf vervangt? Dit gebeurt omdat USB apparaten meestal eerder gevonden worden dan een SCSI kaart. Een oplossing hiervoor is om de apparaten pas toe te voegen als het systeem reeds gestart is, een andere methode kan zijn om alleen een enkele ATA schijf te koppelen en nooit SCSI schijven door middel van `/etc/fstab`.

Maar er is een betere oplossing beschikbaar. Door het gebruik van `glabel` kunnen beheerders en gebruikers een label toevoegen aan een schijf, en deze labels gebruiken in `/etc/fstab`. Omdat `glabel` het label bewaard in de laatste sector van de schijf, kan het label bewaard blijven ook na een reboot en kan het bestandssysteem altijd gekoppeld worden ongeacht welk apparaatknooppunt toegekend is aan het apparaat.

Opmerking: Uiteraard hoeft een label niet permanent te zijn, het `glabel` programma kan zowel tijdelijke als permanente labels aanmaken. Alleen een permanent label blijft beschikbaar ook na een reboot. Zie de `glabel(8)` handleiding voor meer informatie over de verschillen tussen de labeltypes.

19.6.1. Label types en voorbeelden

Er zijn twee type labels: een generiek label en een bestandssysteemplabel. Labels kunnen permanent of tijdelijk zijn. Permanente labels kunnen met de commando's `tunefs(8)` of `newfs(8)` aangemaakt worden. Ze zullen vervolgens worden aangemaakt in een submap van `/dev`, welke genoemd wordt naar het bestandssysteemtype. Bijvoorbeeld UFS2 labels worden geplaatst in de map `/dev/ufs`. Permanente labels kunnen ook worden aangemaakt met het commando `glabel label`. Deze zijn niet specifiek voor het bestandssysteem, en zullen in de map `/dev/label` aangemaakt worden.

Een tijdelijk label verdwijnt na een herstart van het systeem. Deze labels worden gecreëerd in `/dev/label` en zijn perfect voor experimenten. Een tijdelijk kan met het commando `glabel create` worden aangemaakt. Lees voor meer informatie de handleidingpagina van `glabel(8)`.

Om een permanent label te schrijven voor een UFS2-bestandssysteem zonder de huidige data te vernietigen:

```
# tunefs -L home /dev/da3
```

Waarschuwing Als het bestandssysteem vol is kan dit leiden tot data corruptie; echter als het bestandssysteem vol is zou het hoofddoel moeten zijn om oude achtergebleven bestanden weg te halen in plaats van het toevoegen van labels.

Er zou nu een label moeten bestaan in `/dev/ufs`, welke toegevoegd kan worden aan het `/etc/fstab` bestand:

```
/dev/ufs/home /home          ufs      rw          2          2
```

Opmerking: Het bestandssysteem mag niet aangekoppeld zijn op het moment dat `tunefs` gebruikt wordt.

Nu kan het bestandssysteem net als normaal worden gekoppeld:

```
# mount /home
```

Vanaf dit moment is het mogelijk om, zolang de `geom_label.ko` geladen wordt tijdens het opstarten van het systeem, of als deze is meegecompileerd door middel van de `GEOM_LABEL` optie in de kernel, het apparaatknooppunt te wijzigen zonder ernstige gevolgen voor het systeem.

Bestandssystemen kunnen ook een standaard label mee krijgen door gebruik te maken van de `-L` optie met het `newfs` commando. Zie de `newfs(8)` handleiding voor meer informatie.

Het volgende commando kan worden gebruikt om een label te verwijderen:

```
# glabel destroy home
```

Het volgende voorbeeld laat zien hoe de partities van een opstartschijf gelabeld worden.

Voorbeeld 19-1. Partities op de opstartschijf labelen

Door de partities op de opstartschijf permanent te labelen zou het systeem in staat moeten zijn om normaal door te gaan met opstarten, zelfs als de schijf verplaatst is naar een andere controller of is overgeplaatst naar een ander systeem. In dit voorbeeld wordt aangenomen dat er een enkele ATA-schijf wordt gebruikt, die momenteel als `ad0` door het systeem wordt herkend. Het wordt ook aangenomen dat het standaard partitieschema van FreeBSD wordt gebruikt, met de bestandssystemen `/`, `/var`, `/usr`, en `/tmp`, alsmede een wisselpartitie.

Start het systeem opnieuw op, en druk bij de `loader(8)`-prompt op 4 om in enkele gebruikersmodus op te starten. Geef dan de volgende commando's:

```
# glabel label rootfs /dev/ad0s1a
GEOM_LABEL: Label for provider /dev/ad0s1a is label/rootfs
# glabel label var /dev/ad0s1d
GEOM_LABEL: Label for provider /dev/ad0s1d is label/var
# glabel label usr /dev/ad0s1f
GEOM_LABEL: Label for provider /dev/ad0s1f is label/usr
# glabel label tmp /dev/ad0s1e
GEOM_LABEL: Label for provider /dev/ad0s1e is label/tmp
# glabel label swap /dev/ad0s1b
GEOM_LABEL: Label for provider /dev/ad0s1b is label/swap
# exit
```

Het systeem zal doorgaan met opstarten in meergebruikersmodus. Bewerk, nadat het opstarten is voltooid, `/etc/fstab` en vervang de conventionele namen door de respectievelijke labels. Het uiteindelijke bestand `/etc/fstab` zal er als volgt uitzien:

```
# Device          Mountpoint      FStype  Options      Dump    Pass#
```

/dev/label/swap	none	swap	sw	0	0
/dev/label/rootfs	/	ufs	rw	1	1
/dev/label/tmp	/tmp	ufs	rw	2	2
/dev/label/usr	/usr	ufs	rw	2	2
/dev/label/var	/var	ufs	rw	2	2

Het systeem kan nu worden herstart. Als alles goed ging, zal het normaal opstarten en zal mount dit laten zien:

```
# mount
/dev/label/rootfs on / (ufs, local)
devfs on /dev (devfs, local)
/dev/label/tmp on /tmp (ufs, local, soft-updates)
/dev/label/usr on /usr (ufs, local, soft-updates)
/dev/label/var on /var (ufs, local, soft-updates)
```

Beginnend met FreeBSD 7.2 ondersteunt de klasse glabel(8) een nieuw labeltype voor UFS-bestandssystemen, gebaseerd op het unieke id van het bestandssysteem, `ufsid`. Deze labels kunnen in de map `/dev/ufsid` gevonden worden en worden automatisch tijdens het opstarten aangemaakt. Het is mogelijk om de `ufsid`-labels te gebruiken om partities aan te koppelen door middel van de faciliteit `/etc/fstab`. Gebruik `glabel status` om een lijst van bestandssystemen en hun overeenkomende `ufsid`-labels te ontvangen:

```
% glabel status
      Name      Status  Components
ufsid/486b6fc38d330916  N/A    ad4s1d
ufsid/486b6fc16926168e  N/A    ad4s1f
```

In het bovenstaande voorbeeld representeert `ad4s1d` het bestandssysteem `/var`, terwijl `ad4s1f` het bestandssysteem `/usr` representeert. Door gebruik te maken van de gegeven `ufsid`-waarden kunnen deze partities nu aangekoppeld worden met de volgende regels in `/etc/fstab`:

```
/dev/ufsid/486b6fc38d330916 /var ufs rw 2 2
/dev/ufsid/486b6fc16926168e /usr ufs rw 2 2
```

Elke partitie met een `ufsid`-label kan op deze manier worden aangekoppeld, waardoor het niet meer nodig is om handmatig permanente labels voor ze aan te maken, terwijl er nog steeds van de voordelen van apparaatnaam-onafhankelijk aankoppelen genoten kan worden.

19.7. UFS logboeken door middel van GEOM

Met de komst van FreeBSD 7.0 komt ook de langverwachte optie van UFS logboeken. De implementatie zelf is gedaan door middel van het GEOM subsysteem, welke makkelijk geconfigureerd kan worden met behulp van de `gjournal(8)` applicatie.

Wat is logboeken? Logboek mogelijkheden betekend het opslaan van bestandssysteem transacties, zoals wijzigingen die een complete schrijfactie zijn, voor er meta-data wordt toegevoegd en voor de wijzigingen op schijf worden gezet. Deze transactie log kan later opnieuw afgespeeld worden om te voorkomen dat er bestandssysteem inconsistenties voorkomen.

Deze methode is een extra manier om te beschermen tegen gegevensverlies en inconsistenties van het bestandssysteem. In tegenstelling tot Soft Updates, welke bijhoudt welke meta-data wijzigingen er worden uitgevoerd

en Snapshots, wat een beeld bestand is van het bestandssysteem, wordt er een complete log bewaard in de schijfruimte die speciaal voor deze taak is gereserveerd, en in sommige gevallen op een compleet andere schijf.

In tegenstelling tot andere logboek implementaties is de `gjournal` methode blok gebaseerd en niet geïmplementeerd als onderdeel van het bestandssysteem maar als uitbreiding op GEOM.

Om ondersteuning in te schakelen voor `gjournal`, moet de kernel over de volgende optie beschikken, welke standaard is op FreeBSD 7.X-systemen:

```
options          UFS_GJOURNAL
```

Indien gejournalde volumes tijdens het opstarten aangekoppeld moeten worden, moet de kernelmodule `geom_journal.ko` ook geladen zijn, door de volgende regel aan `/boot/loader.conf` toe te voegen:

```
geom_journal_load="YES"
```

Ook kan deze functie in een eigen kernel worden ingebouwd, door de volgende regel aan het kernelinstellingenbestand toe te voegen:

```
options          GEOM_JOURNAL
```

Het creëren van een logboek op een vrij en beschikbaar bestandssysteem kan nu gedaan worden met behulp van de volgende stappen, ervan uitgaande dat `da4` de nieuwe beschikbare SCSI schijf is:

```
# gjournal load
# gjournal label /dev/da4
```

Op dit moment zou er een `ad4` apparaatknooppunt en een `ad4.journal` apparaatknooppunt moeten zijn. Nu kan er een bestandssysteem op gezet worden:

```
# newfs -O 2 -J /dev/da4.journal
```

Het hiervoor ingevoerde commando zal een UFS2 bestandssysteem met logboek ondersteuning aanmaken.

Koppel het apparaat op een gewenst koppelpunt met:

```
# mount /dev/da4.journal /mnt
```

Opmerking: In het geval dat er meerdere slices zijn, zal er een logboek voor elke slice gecreëerd worden. Bijvoorbeeld, als `ad4s1` en `ad4s2` allebei slices zijn, dan zal `gjournal` een `ad4s1.journal` en een `ad4s2.journal` creëren.

Voor performance doeleinden is het gewenst om het logboek op een andere schijf te bewaren. Voor deze gevallen moet de logboekleverancier of het opslagapparaat gespecificeerd worden achter het apparaat waarop de logboek functionaliteit aangebracht moet worden. De logboekfunctionaliteit kan ook worden ingeschakeld op een reeds bestaand systeem met behulp van `tunefs`. Maak echter altijd een backup voor dat dit soort dingen uitgetest worden. In de meeste gevallen zal `gjournal` falen als het geen actueel logboek kan maken, maar het voorkomt geen dataverlies als gevolg van verkeerd gebruik van `tunefs`.

Het is ook mogelijk om een journal van de opstartschijf van een FreeBSD-systeem bij te houden. Voor gedetailleerde instructies over deze taak wordt naar het artikel *Implementing UFS Journaling on a Desktop PC* (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/articles/gjournal-desktop) verwezen.

Hoofdstuk 20.

Ondersteuning van bestandssystemen

20.1. Overzicht

Bestandssystemen zijn een integraal onderdeel van ieder besturingssysteem. Ze stellen gebruikers in de gelegenheid om bestanden te uploaden en op te slaan, geven toegang tot gegevens en maken natuurlijk harde schijven bruikbaar. Verschillende besturingssystemen hebben gewoonlijk één gezamenlijk aspect, namelijk het bestandssysteem. Op FreeBSD staat dit bestandssysteem bekend onder de naam Fast File System ofwel FFS, dat is gebaseerd op het oorspronkelijke Unix™ File System, ook bekend als UFS. Dit is het oorspronkelijke bestandssysteem van FreeBSD dat op harde schijven wordt geplaatst voor gegevenstoegang.

FreeBSD ondersteunt daarnaast ook een groot aantal andere bestandssystemen om lokaal toegang tot gegevens van andere besturingssystemen te bewerkstelligen; dat wil zeggen: gegevens opgeslagen op lokaal aangesloten USB opslagapparaten, flash drives, en harde schijven. Verder is er ook ondersteuning voor vreemde bestandssystemen. Dit zijn bestandssystemen ontwikkeld voor andere besturingssystemen zoals het Linux Extended File System (EXT) en het Sun Z File System (ZFS).

Er zijn verschillende gradaties van ondersteuning voor de verschillende bestandssystemen op FreeBSD. Sommigen vereisen het laden van een kernelmodule, voor anderen moet een toolset worden geïnstalleerd. Dit hoofdstuk is geschreven om gebruikers van FreeBSD te helpen om op hun systeem toegang te verkrijgen tot andere bestandssystemen, te beginnen met het Sun Z File System.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Het verschil tussen eigen en ondersteunde bestandssystemen.
- Welke bestandssystemen zijn ondersteund in FreeBSD.
- Hoe niet-eigen bestandssystemen geactiveerd, geconfigureerd, benaderd en gebruikt kunnen worden.

Voorafgaand aan het lezen van dit hoofdstuk dient de lezer:

- Begrip te hebben van de beginselen van UNIX en FreeBSD (Hoofdstuk 3).
- Bekend te zijn met de beginselen van kernelconfiguratie en -compilatie (Hoofdstuk 8).
- Vertrouwd te zijn met installatie van software van derden in FreeBSD (Hoofdstuk 4).
- Enigszins bekend te zijn met schijven, opslag en apparaatnamen in FreeBSD (Hoofdstuk 18).

20.2. Het Z File System (ZFS)

Het Z File System, ontwikkeld door Sun, is een nieuwe technologie ontwikkeld om gebruik te maken van een pool-gebaseerde opslagmethode. Dit houdt in dat ruimte pas wordt gebruikt wanneer het nodig is voor dataopslag. Verder is het ontworpen voor maximale integriteit van gegevens, ondersteuning van gegevens-snapshots, meerdere kopieën, en gegevenschecksums. Ook is een nieuw gegevensreplicatiemodel, bekend als RAID-Z, toegevoegd; RAID-Z lijkt op RAID5, maar is ontworpen om corruptie tijdens het schrijven van gegevens te voorkomen.

20.2.1. ZFS tuning

Het ZFS subsysteem maakt gebruik van veel systeembronnen waardoor het nodig kan zijn een en ander af te stellen, zodat voor het dagelijks gebruik maximale efficiëntie wordt behaald. Doordat het een experimentele eigenschap van FreeBSD is, kan dit in de nabije toekomst veranderen; op dit moment echter, worden de volgende stappen aangeraden.

20.2.1.1. Geheugen

De totale hoeveelheid systeemgeheugen dient minstens één gigabyte te zijn, maar twee gigabytes of meer wordt aanbevolen. In alle voorbeelden hier heeft het systeem één gigabyte geheugen, met verschillende andere afstelmechanismen in werking.

Sommigen hebben succes gehad met minder dan een gigabyte geheugen, maar met een dergelijke, beperkte hoeveelheid geheugen is de kans groot dat onder zware belasting een kernelpanic in FreeBSD op zal treden door uitputting van het geheugen.

20.2.1.2. Kernelconfiguratie

Het wordt aangeraden om ongebruikte stuurprogramma's en opties te verwijderen uit het kernelconfiguratiebestand. Omdat de meeste stuurprogramma's beschikbaar zijn als modules kunnen ze alsnog worden geladen door middel van het bestand `/boot/loader.conf`.

Gebruikers van de i386-architectuur dienen de volgende optie aan hun kernelconfiguratiebestand toe te voegen, de kernel opnieuw te compileren, en opnieuw op te starten:

```
options KVA_PAGES=512
```

Deze optie vergroot de kerneladresruimte, waarmee het mogelijk wordt gemaakt om de `vm.kvm_size` afstelling hoger dan de huidige limiet van 1 GB (2 GB voor PAE) in te stellen. Deel, om de meest geschikte waarde voor deze optie te vinden, de gewenste hoeveelheid adresruimte door vier (4). In dit geval is dat 512 voor 2 GB.

20.2.1.3. Loader tunables

De `kmem` adresruimte dient te worden vergroot op alle FreeBSD architecturen. Op het testsysteem met één gigabyte fysiek geheugen werd succes behaald met de volgende opties, die in het bestand `/boot/loader.conf` geplaatst dienen te worden, waarna het systeem opnieuw moet worden opgestart:

```
vm.kmem_size="330M"
vm.kmem_size_max="330M"
vfs.zfs.arc_max="40M"
vfs.zfs.vdev.cache.size="5M"
```

Zie voor een meer gedetailleerde lijst van aanbevelingen aangaande ZFS-afstelling:
<http://wiki.freebsd.org/ZFSTuningGuide>.

20.2.2. Gebruik maken van ZFS

Er is een opstartmechanisme dat FreeBSD in staat stelt om ZFS pools te mounten tijdens initialisatie van het systeem. Voer de volgende commando's uit om dit in te stellen:

```
# echo 'zfs_enable="YES"' >> /etc/rc.conf
# /etc/rc.d/zfs start
```

In het resterende deel van dit document wordt aangenomen dat er drie SCSI-schijven beschikbaar zijn, en dat hun apparaatnamen respectievelijk *da0*, *da1* en *da2* zijn. Gebruikers van IDE-hardware kunnen de *ad* apparaten gebruiken in plaats van SCSI-apparaten.

20.2.2.1. Een pool op een enkele schijf

Voer het commando `zpool` uit om een simpele, niet-redundante ZFS-pool op een enkele schijf aan te maken:

```
# zpool create example /dev/da0
```

Bestudeer de uitvoer van het commando `df` om de nieuwe pool te zien:

```
# df
Filesystem 1K-blocks    Used   Avail Capacity  Mounted on
/dev/ad0s1a  2026030  235230  1628718    13%    /
devfs         1         1         0   100%    /dev
/dev/ad0s1d  54098308 1032846 48737598     2%    /usr
example      17547136         0 17547136     0%    /example
```

In deze uitvoer wordt duidelijk dat de *example*-pool niet alleen is aangemaakt, maar ook direct *gemount* is. Hij is ook toegankelijk, net als een gewoon bestandssysteem; er kunnen bestanden op worden aangemaakt en gebruikers kunnen er op rondkijken zoals in het volgende voorbeeld:

```
# cd /example
# ls
# touch testfile
# ls -al
total 4
drwxr-xr-x  2 root  wheel   3 Aug 29 23:15 .
drwxr-xr-x 21 root  wheel 512 Aug 29 23:12 ..
-rw-r--r--  1 root  wheel   0 Aug 29 23:15 testfile
```

Helaas benut deze pool nog geen ZFS-mogelijkheden. Maak een bestandssysteem aan op deze pool en activeer er compressie op:

```
# zfs create example/compressed
# zfs set compression=gzip example/compressed
```

example/compressed is nu een gecomprimeerd ZFS-bestandssysteem. Probeer er een paar grote bestanden naartoe te kopiëren door ze naar */example/compressed* te kopiëren.

De compressie kan nu worden uitgeschakeld met:

```
# zfs set compression=off example/compressed
```

Voer het volgende commando uit om het bestandssysteem te unmounten, en controleer dat daarna met `df`:

```
# zfs umount example/compressed
# df
Filesystem 1K-blocks    Used    Avail Capacity  Mounted on
/dev/ad0s1a 2026030 235232 1628716    13%    /
devfs        1          1          0   100%    /dev
/dev/ad0s1d 54098308 1032864 48737580    2%    /usr
example     17547008      0 17547008    0%    /example
```

Mount het bestandssysteem opnieuw om het weer toegankelijk te maken en controleer met `df`:

```
# zfs mount example/compressed
# df
Filesystem      1K-blocks    Used    Avail Capacity  Mounted on
/dev/ad0s1a      2026030 235234 1628714    13%    /
devfs             1          1          0   100%    /dev
/dev/ad0s1d      54098308 1032864 48737580    2%    /usr
example          17547008      0 17547008    0%    /example
example/compressed 17547008      0 17547008    0%    /example/compressed
```

De pool en het bestandssysteem zijn ook zichtbaar in de uitvoer van `mount`:

```
# mount
/dev/ad0s1a on / (ufs, local)
devfs on /dev (devfs, local)
/dev/ad0s1d on /usr (ufs, local, soft-updates)
example on /example (zfs, local)
example/data on /example/data (zfs, local)
example/compressed on /example/compressed (zfs, local)
```

Zoals is te zien kunnen ZFS-bestandssystemen, nadat ze zijn gecreëerd, net als gewone bestandssystemen worden gebruikt; er zijn echter ook vele andere mogelijkheden beschikbaar. In het volgende voorbeeld wordt er een nieuw bestandssysteem `data` gecreëerd. Er zullen belangrijke bestanden op worden bewaard, dus het bestandssysteem wordt zodanig ingesteld dat het twee kopieën van ieder gegevensblok opslaat:

```
# zfs create example/data
# zfs set copies=2 example/data
```

Het is nu mogelijk om het gegevens- en ruimtegebruik te bekijken door `df` opnieuw te draaien:

```
# df
Filesystem      1K-blocks    Used    Avail Capacity  Mounted on
/dev/ad0s1a      2026030 235234 1628714    13%    /
devfs             1          1          0   100%    /dev
/dev/ad0s1d      54098308 1032864 48737580    2%    /usr
example          17547008      0 17547008    0%    /example
example/compressed 17547008      0 17547008    0%    /example/compressed
example/data      17547008      0 17547008    0%    /example/data
```

Merk op dat ieder bestandssysteem in de pool dezelfde hoeveelheid vrije ruimte heeft. Dit is de reden dat `df` steeds wordt gebruikt tussen de voorbeelden door, om te laten zien dat de bestandssystemen slechts zoveel ruimte gebruiken als ze nodig hebben en allemaal putten uit dezelfde pool. Het ZFS bestandssysteem elimineert concepten als volumes en partities, en staat verschillende bestandssystemen toe om in dezelfde pool te bestaan. Verwijder nu de bestandssystemen en verwijder daarna de pool, omdat deze niet meer nodig zijn:

```
# zfs destroy example/compressed
# zfs destroy example/data
# zpool destroy example
```

Schijven gaan slechter werken en begeven het, een onvermijdelijke eigenschap. Wanneer de schijf stukgaat zullen de gegevens verloren gaan. Een methode om gegevensverlies ten gevolge van een kapotte harde schijf te vermijden is het implementeren van RAID. ZFS ondersteunt deze mogelijkheid in zijn pool-ontwerp en wordt beschreven in de volgende sectie.

20.2.2.2. ZFS RAID-Z

Zoals eerder opgemerkt wordt in deze sectie aangenomen dat er drie SCSI-schijven bestaan als de apparaten `da0`, `da1` en `da2` (of `ad0` en hoger als IDE-schijven worden gebruikt). Voer het volgende commando uit om een RAID-Z-pool te creëren:

```
# zpool create storage raidz da0 da1 da2
```

Opmerking: Sun raadt aan om tussen de drie en negen schijven te gebruiken voor een RAID-Z-configuratie. Overweeg, als u een enkele pool met 10 of meer schijven nodig heeft, om deze te splitsen in kleine RAID-Z-groepen. Overweeg, als u slechts twee schijven heeft en nog steeds redundantie nodig heeft, om in plaats hiervan een ZFS-spiegel te gebruiken. Bekijk de handleidingpagina `zpool(8)` voor meer details.

De `storage` zpool zou gecreëerd moeten zijn. Dit kan worden geverifieerd met de `mount(8)` en `df(1)` commando's zoals eerder. Er kunnen meer schijfapparaten worden toegewezen door ze aan het einde van de bovenstaande lijst toe te voegen. Maak een nieuw bestandssysteem in de pool, genaamd `home` waar op den duur de gebruikersbestanden geplaatst zullen worden:

```
# zfs create storage/home
```

Het is nu mogelijk om compressie in te schakelen en extra kopieën te bewaren van de gebruikersmappen en -bestanden. Dit kan net als eerder worden bewerkstelligd door de volgende commando's uit te voeren:

```
# zfs set copies=2 storage/home
# zfs set compression=gzip storage/home
```

Kopieer, om dit als de nieuwe home-map voor gebruikers in te stellen, de gebruikersgegevens naar deze map en creëer de benodigde links:

```
# cp -rp /home/* /storage/home
# rm -rf /home /usr/home
# ln -s /storage/home /home
# ln -s /storage/home /usr/home
```

De gebruikersgegevens zouden nu op het nieuw aangemaakte `/storage/home` bestandssysteem moeten staan. Test dit door een nieuwe gebruiker aan te maken en daarmee in te loggen.

Probeer een snapshot te maken dat later weer hersteld kan worden:

```
# zfs snapshot storage/home@08-30-08
```

Merk op dat de snapshot-optie alleen een echt bestandssysteem vastlegt, geen mappen of bestanden. Het @-karakter wordt gebruikt als scheidingsteken tussen de naam van het bestandssysteem of de naam van het volume. Wanneer de home-map van een gebruiker wordt weggegooid, kan deze worden hersteld met:

```
# zfs rollback storage/home@08-30-08
```

Voer `ls` in de `.zfs/snapshot` directory van het bestandssysteem uit om een lijst van alle beschikbare snapshots te krijgen. Voer, om bijvoorbeeld het zojuist gemaakte snapshot te zien, het volgende commando uit:

```
# ls /storage/home/.zfs/snapshot
```

Het is mogelijk om een script te schrijven dat maandelijks een snapshot van de gebruikersgegevens maakt; na verloop van tijd kunnen snapshots echter een grote hoeveelheid schrijfruimte in beslag nemen. Het vorige snapshot kan worden verwijderd met het volgende commando:

```
# zfs destroy storage/home@08-30-08
```

Na al dit testen is er geen reden om `/storage/home` in zijn huidige staat nog te bewaren. Maak er het echte `/home` bestandssysteem van:

```
# zfs set mountpoint=/home storage/home
```

Het uitvoeren van de commando's `df` en `mount` laat zien dat het systeem ons bestandssysteem nu als de echte `/home` behandelt:

```
# mount
/dev/ad0s1a on / (ufs, local)
devfs on /dev (devfs, local)
/dev/ad0s1d on /usr (ufs, local, soft-updates)
storage on /storage (zfs, local)
storage/home on /home (zfs, local)
# df
Filesystem    1K-blocks    Used   Avail Capacity  Mounted on
/dev/ad0s1a    2026030    235240 1628708    13%      /
devfs          1           1        0    100%     /dev
/dev/ad0s1d   54098308 1032826 48737618     2%     /usr
storage       26320512      0 26320512     0%     /storage
storage/home  26320512      0 26320512     0%     /home
```

Hiermee is de RAID-Z configuratie compleet. Voer het volgende commando uit om status-updates van de gecreëerde bestandssystemen te krijgen tijdens het draaien van de nachtelijke `periodic(8)`:

```
# echo 'daily_status_zfs_enable="YES"' >> /etc/periodic.conf
```

20.2.2.3. Het herstellen van RAID-Z

Iedere software-RAID heeft een methode om zijn status te inspecteren. ZFS is geen uitzondering. De status van RAID-Z-apparaten kan worden geïnspecteerd met het volgende commando:

```
# zpool status -x
```

Als alle pools in orde zijn en alles is normaal, dan wordt het volgende bericht weergegeven:

```
all pools are healthy
```

Als er een probleem is, misschien een schijf die offline is gegaan, dan wordt de status van de pool weergegeven en dat zal er als volgt uitzien:

```
pool: storage
state: DEGRADED
status: One or more devices has been taken offline by the administrator.
Sufficient replicas exist for the pool to continue functioning in a
degraded state.
action: Online the device using 'zpool online' or replace the device with
'zpool replace'.
scrub: none requested
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
storage	DEGRADED	0	0	0
raidz1	DEGRADED	0	0	0
da0	ONLINE	0	0	0
da1	OFFLINE	0	0	0
da2	ONLINE	0	0	0

```
errors: No known data errors
```

Hier staat dat het apparaat offline is gezet door de beheerder. Dat is waar voor dit specifieke voorbeeld. Om de schijf offline te zetten werd het volgende commando gebruikt:

```
# zpool offline storage da1
```

Het is nu mogelijk om de schijf da1 te vervangen nadat het systeem uitgeschakeld is. Zodra het systeem weer opgestart is, kan het volgende commando worden uitgevoerd om de schijf te vervangen:

```
# zpool replace storage da1
```

Nu kan de status opnieuw geïnspecteerd worden, dit keer zonder de -x vlag, om de statusinformatie op te vragen:

```
# zpool status storage
pool: storage
state: ONLINE
scrub: resilver completed with 0 errors on Sat Aug 30 19:44:11 2008
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
storage	ONLINE	0	0	0
raidz1	ONLINE	0	0	0

da0	ONLINE	0	0	0
da1	ONLINE	0	0	0
da2	ONLINE	0	0	0

```
errors: No known data errors
```

Zoals te zien in dit voorbeeld lijkt alles normaal te zijn.

20.2.2.4. Gegevensverificatie

Zoals eerder opgemerkt gebruikt ZFS checksums om de integriteit van opgeslagen gegevens te verifiëren. Ze worden automatisch ingeschakeld bij het creëren van bestandssystemen en kunnen worden uitgeschakeld door middel van het volgende commando:

```
# zfs set checksum=off storage/home
```

Dit is echter geen verstandig idee, omdat checksums zeer weinig opslagruimte innemen en nuttiger zijn wanneer ze zijn ingeschakeld. Het lijkt daarnaast ook geen merkbare invloed op de prestaties te hebben wanneer ze zijn ingeschakeld. Wanneer ze aanstaan is het mogelijk om ZFS gegevensintegriteit te laten controleren door middel van checksum-verificatie. Dit proces staat bekend als “scrubbing”. Voer het volgende commando uit om de gegevensintegriteit van de storage-pool te controleren:

```
# zpool scrub storage
```

Dit proces kan, afhankelijk van de hoeveelheid opgeslagen gegevens, een aanzienlijke hoeveelheid tijd in beslag nemen. Het is daarnaast ook zeer I/O-intensief, zozeer dat slechts één van deze operaties tegelijkertijd uitgevoerd kan worden. Nadat de scrub is voltooid wordt de status bijgewerkt en kan deze worden bekeken door een statusaanvraag te doen:

```
# zpool status storage
pool: storage
state: ONLINE
scrub: scrub completed with 0 errors on Sat Aug 30 19:57:37 2008
config:
```

NAME	STATE	READ	WRITE	CKSUM
storage	ONLINE	0	0	0
raidz1	ONLINE	0	0	0
da0	ONLINE	0	0	0
da1	ONLINE	0	0	0
da2	ONLINE	0	0	0

```
errors: No known data errors
```

De voltooiingstijd is in dit voorbeeld duidelijk zichtbaar. Deze eigenschap helpt om gegevensintegriteit te garanderen gedurende een lange tijdsperiode.

Er zijn vele andere opties voor het Z-bestandssysteem, zie de handleidingpagina's `zfs(8)` en `zpool(8)`.

Hoofdstuk 21.

De VINUM volumebeheerder

21.1. Overzicht

Welke harde schijven er ook gebruikt worden, er zijn altijd mogelijke problemen:

- Ze kunnen te klein zijn.
- Ze kunnen te traag zijn.
- Ze kunnen te onbetrouwbaar zijn.

Er zijn verschillende oplossingen voor deze problemen voorgesteld en geïmplementeerd. Eén manier waarop gebruikers zich wapenen tegen een aantal van deze problemen is door meerdere en soms ook redundante schijven te gebruiken. Naast ondersteuning voor verschillende kaarten en controllers die hardware-RAID ondersteunen, bevat het FreeBSD basissysteem ook de Vinum Volume Manager, een “blokapparaatstuurprogramma” waarmee virtuele schijven gemaakt kunnen worden. *Vinum* is een zogenaamde *Volume Manager*, een stuurprogramma voor virtuele schijven dat deze drie problemen in beschouwing neemt. Vinum biedt meer flexibiliteit, prestaties en betrouwbaarheid dan traditionele schijfopslag en er kan RAID-0, RAID-1 en RAID-5 mee gemaakt worden of een combinatie van deze RAID-niveaus.

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de mogelijke problemen die traditionele schijfopslag met zich meebrengt en de Vinum Volume Manager wordt geïntroduceerd.

Opmerking: Vanaf FreeBSD 5, is Vinum herschreven om in de GEOM-architectuur (Hoofdstuk 19) te passen, met behoud van de originele ideeën, terminologie, en metagegevens die op de schijf staan. Deze herschrijving wordt *gvinum* (voor *GEOM vinum*) genoemd. De volgende tekst refereert aan *Vinum* als een abstracte naam, onafhankelijk van de implementatievariant. Alle commando-aanroepen dienen nu met het commando `gvinum` gedaan te worden, en de naam van de kernelmodule is veranderd van `vinum.ko` naar `geom_vinum.ko`, en alle apparaatknooppunten bevinden zich in `/dev/gvinum` in plaats van `/dev/vinum`. Sinds FreeBSD 6 is de oude implementatie van Vinum niet meer beschikbaar in de broncode.

21.2. Schijfgrootte

De capaciteit van schijven wordt groter, maar ook de vraag naar capaciteit neemt toe. Vaak is het gewenste bestandssysteem groter dan de op dat moment beschikbare schijven. Hoewel dit probleem niet meer zo actueel als het tien jaar geleden was, bestaat het nog steeds. In sommige systemen is dit opgelost door een virtuele harde schijf te maken die de gegevens op meerdere fysieke harde schijven kan opslaan.

21.3. Snelheid van toegang

Moderne systemen hebben vaak simultaan toegang tot gegevens nodig. FTP en webserveren kunnen bijvoorbeeld duizenden simultane sessies onderhouden en hebben vaak meerdere 100 Mbit/s verbindingen met de rest van de wereld. De benodigde gegevensdoorvoer is dan groter dan de meeste schijven kunnen leveren.

Huidige schijven kunnen gegevens sequentieel overdragen met ongeveer 70 MB/s, maar deze snelheid heeft geen waarde in een omgeving waar onafhankelijke processen toegang tot de schijf hebben. In zo'n situatie is het interessanter om vanuit het standpunt van de schijfstuurprogramma te kijken: de belangrijkste parameter is dan de belasting die een bepaalde gegevensoverdracht op het stuurprogramma plaatst. Met andere woorden: wat is het tijdsbeslag van een gegevensoverdracht op te schijf?

Bij elke gegevensoverdracht moet de schijf eerst zijn kop positioneren, wachten tot de eerste sector onder de kop doorkomt en vervolgens de overdracht starten. Deze acties duren bijzonder kort. Het heeft geen enkele zin om ze te onderbreken.

Neem een overdracht van ongeveer 10 kB: de huidige generatie high-performance schijven kan de kop in 3.5 ms plaatsen. De snelste schijven draaien met 15.000 toeren per minuut, dus de gemiddelde rotatie vertraging (een halve omwenteling) bedraagt 2 ms. Met 70 MB/s de overdracht zelf duurt ongeveer 150 μ s, bijna niets vergeleken met de tijd die verloren is gegaan aan het positioneren. In zulke gevallen daalt de gegevensoverdracht naar iets meer dan 1 MB/s en is dus duidelijk afhankelijk van de grootte van de over te dragen gegevens.

De traditionele en logische oplossing voor dit probleem is “meer schijven”: in plaats van één grote schijf, meerdere kleine schijven met een zelfde totale opslagcapaciteit. Iedere schijf is in staat om onafhankelijk de kop te plaatsen en de gegevens over te dragen, dus de effectieve doorvoer neemt toe met een factor bijna gelijk aan het aantal schijven.

De exacte verbetering van de doorvoer is natuurlijk kleiner dan het aantal schijven, want hoewel iedere schijf in staat is om parallel de gegevens over te dragen, er is geen garantie dat de gegevens gelijk over de schijven verdeeld is. De belasting op de ene schijf zal dan ook groter zijn dan op de andere schijf.

Een gelijke belasting van de schijven is in grote mate afhankelijk van de manier waarop gegevens over de schijven zijn verdeeld. In het volgende stuk is de opslag van een virtuele schijf voor te stellen als een verzameling sectoren die met een nummer aangesproken kan worden, net als bladzijden in een boek. De meest voor de hand liggende methode om een virtuele schijf te maken is het achter elkaar plakken van de fysieke schijven. Een virtueel boek zou dan opgebouwd zijn uit verschillende achter elkaar zittende fysieke hoofdstukken. Deze methode heet *aaneenschakelen* (“concatenation”) en heeft het voordeel dat schijven verschillend van grootte kunnen zijn. Dit werkt prima als toegang tot de gegevens gelijk verdeeld is over de hele gegevensverzameling. Als die toegang beperkt is tot een klein deel van de gegevensverzameling, is de snelheidsverbetering een stuk kleiner. Figuur 21-1 laat de manier zien hoe aaneengeschaalde schijven hun gegevens opslaan.

Figuur 21-1. Aaneengeschakeld georganiseerd

Disk 1	Disk 2	Disk 3	Disk 4
0	6	10	12
1	7	11	13
2	8		14
3	9		15
4			16
5			17

Een andere methode is het verdelen van de totale opslag van de virtuele schijf in kleinere stukjes van gelijke grootte en ze achter elkaar op verschillende fysieke schijven op te slaan. Bijvoorbeeld: de eerste 256 sectoren worden op schijf 1 opgeslagen, de tweede 256 sectoren op schijf 2 enzovoort, tot de laatste schijf is gebuikt, waarna weer bij schijf 1 verder wordt gegaan, net zolang tot de schijven vol zijn. Deze methode heet *verdelen* (“striping”) of RAID-0.¹ Bij RAID-0 kost het iets meer moeite om de gegevens te vinden en het kan extra I/O belasting met zich meebrengen als gegevens zijn verdeeld over verschillende fysieke schijven. Het kan echter ook zorgen voor een constantere belasting van die schijven. Figuur 21-2 geeft weer hoe RAID-0 schijven hun gegevens opslaan.

Figuur 21-2. Verdeeld georganiseerd

Disk 1	Disk 2	Disk 3	Disk 4
0	1	2	3
4	5	6	7
8	9	10	11
12	13	14	15
16	17	18	19
20	21	22	23

21.4. Betrouwbaarheid van gegevens

Het laatste probleem met de huidige schijven is dat ze onbetrouwbaar zijn. Hoewel de betrouwbaarheid de laatste jaren enorm is toegenomen, blijven schijven het vitale onderdeel van een server dat waarschijnlijk als eerste kapot gaat. Als dat gebeurt kan het catastrofale gevolgen hebben: het vervangen van de schijf en het terugplaatsen van de gegevens kan dagen kosten.

De traditionele manier om dit te voorkomen is *spiegelen* (“mirroring”): het hebben van een kopie van de gegevens op een andere fysieke schijf. Sinds de uitvinding van RAID niveaus staat dit bekend als RAID-1. Een schrijfactie naar de virtuele schijf gebeurt op beide fysieke schijven. Een leesactie hoeft slechts vanaf één te gebeuren. Op deze manier kan de virtuele schijf dus blijven werken als één van de twee fysieke schijven kapot is.

RAID-1 heeft twee problemen:

1. Prijs. Er is twee keer zoveel schijfruimte nodig als bij een niet-redundante schijf.
2. Prestatie. Een schrijfactie moet op twee schijven gebeuren en kost dus twee keer zoveel bandbreedte. Een leesactie hoeft maar op één schijf te gebeuren en heeft hier dus geen last van.

Een andere manier is *pariteit*, uitgevoerd in RAID niveaus 2, 3, 4 en 5. Van deze vier is RAID-5 het meest interessant. In Vinum is het geïmplementeerd als een variant van een verdeelde organisatie waarbij één blok van elk deel is gereserveerd voor de pariteit van één van de andere blokken. Voor Vinum is een RAID-5 samenstelling (“plex”) dan ook gelijk aan een verdeelde samenstelling, met als verschil dat het een pariteitblok bevat in ieder deel. Zoals voorgeschreven door RAID-5 wisselt de locatie van dit pariteitblok van het ene deel naar het andere. De nummers in de gegevensblokken geven de relatieve bloknummers aan.

Figuur 21-3. RAID-5 georganiseerd

Disk 1	Disk 2	Disk 3	Disk 4
0	1	2	Parity
3	4	Parity	5
6	Parity	7	8
Parity	9	10	11
12	13	14	Parity
15	16	Parity	17

Vergeleken met spiegelen heeft RAID-5 het voordeel dat er beduidend minder opslagcapaciteit nodig is. Lezen gebeurt op dezelfde manier als bij een verdeelde organisatie, maar schrijven kost beduidend meer tijd, ongeveer 25% van de leesprestaties meer. Als één schijf uitvalt, kan de reeks doorwerken in een *verslechterde staat* (“degraded mode”): gegevens van een functionerende schijf kunnen zonder problemen gelezen worden, maar gegevens van de

defecte schijf moeten eerst worden samengesteld uit de pariteit van de overeenkomende blokken van de resterende schijven.

21.5. Vinum objecten

Om deze problemen op te lossen, hanteert vinum een hiërarchie met vier niveaus van objecten:

- Het meest zichtbare object is de virtuele schijf. Dit object wordt *volume* genoemd. Op een paar kleine details na, hebben volumes dezelfde eigenschappen als een UNIX schijf. Het belangrijkste verschil is dat er geen beperking aan de grootte van de schijf is.
- Volumes zijn opgebouwd uit *samenstellingen*, die elk de totale opslagcapaciteit van het volume hebben. Dit niveau in de hiërarchie biedt daarom redundantie. Een samenstelling is goed voor te stellen als een individuele schijf in een RAID-1 systeem. Iedere schijf bevat dezelfde gegevens.
- Omdat Vinum bestaat binnen het UNIX opslagsysteem, moet het mogelijk zijn om UNIX partities te gebruiken als bouwstenen voor samenstellingen die uit meerdere schijven bestaan. Maar het blijkt dat dit te inflexibel is: UNIX schijven hebben een beperkt aantal partities. In plaats daarvan verdeelt Vinum een UNIX partitie (de schijf) in aaneengesloten stukken die *subschijven* worden genoemd. Deze subschijven worden vervolgens als bouwstenen voor de samenstelling gebruikt.
- Subschijven bestaan op Vinum *schijven*, op dit moment UNIX partities. Een Vinum schijf kan een oneindig aantal subschijven bevatten. Met uitzondering van een klein stukje aan het begin van de schijf, dat wordt gebruikt om informatie over de instellingen en de toestand op te slaan, is de gehele schijf beschikbaar voor de opslag van gegevens.

In de volgende paragrafen wordt beschreven hoe deze objecten de functionaliteit van Vinum leveren.

21.5.1. Volumegrootte overwegingen

Een samenstelling kan meerdere subschijven bevatten die uitgespreid zijn over alle schijven in de Vinum instelling. Dat houdt in dat de grootte van een individuele schijf geen limiet is voor de samenstelling en dus niet voor het volume.

21.5.2. Redundante gegevensopslag

Vinum implementeert RAID-0 door meerdere samenstellingen aan een volume te koppelen. Elke samenstelling representeert hierbij de gegevens in het volume. Een volume kan tussen de één en acht samenstellingen bevatten.

Hoewel een samenstelling de totale gegevens van een volume voorstelt, is het mogelijk dat delen van deze voorstelling missen, door ontwerp (door geen subschijf voor delen van de samenstelling te definiëren) of per ongeluk (door een defecte schijf). Zo lang tenminste één samenstelling de gegevens voor het gehele volume kan leveren, is het volume volledig bruikbaar.

21.5.3. Prestaties

Vinum implementeert aaneenschakelen en spiegelen op het niveau van de samenstelling:

- Een aaneengeschakelde samenstelling gebruikt de adresruimte van elke subschijf achter elkaar.
- Een verdeelde samenstelling spreiden de gegevens over iedere subschijf. De subschijven moeten daarvoor allemaal dezelfde grootte hebben en er moeten tenminste twee subschijven zijn om onderscheid te kunnen maken met een aaneengeschakelde samenstelling.

21.5.4. Welke samenstelling?

De versie van Vinum die met FreeBSD 9.0 wordt meegeleverd, kent twee soorten samenstellingen:

- Aaneengeschakelde samenstellingen zijn het meest flexibel: ze kunnen een oneindig aantal subschijven bevatten die verschillend van lengte mogen zijn. De samenstelling kan uitgebreid worden door subschijven toe te voegen. Ze kosten minder CPU tijd dan verdeelde samenstellingen, hoewel het verschil van de CPU belasting niet meetbaar is. Aan de andere kant, ze zijn het meest kwetsbaar voor “hot-spots”, waar één schijf heel intensief gebruikt wordt en anderen ongebruikt blijven.
- Het grootste voordeel van verdeelde samenstellingen (RAID-0) is dat ze geen “hot-spots” hebben. Door het kiezen van een optimale deelgrootte (veelal 256 kB) kan de belasting op de fysieke schijven gelijk getrokken worden. De nadelen van deze aanpak zijn (minuscule) complexere code en beperkingen aan de subschijven: ze moeten allemaal van gelijke grootte zijn en het uitbreiden van een samenstelling met extra subschijven is zo gecompliceerd, dat de huidige versie van Vinum dit niet ondersteunt. Vinum voegt een extra, triviale, beperking toe: een verdeelde samenstelling moet tenminste twee subschijven hebben, omdat die anders niet onderscheiden kan worden van een aaneengeschakelde samenstelling.

In Tabel 21-1 worden de voor- en nadelen van elke samenstelling samengevat.

Tabel 21-1. Vinum samenstellingen

Samenstellingstype	Min. aantal subschijven	Subschijven toevoegen	Gelijke grootte	Toepassing
aaneengeschakeld	1	ja	nee	Veel gegevensopslag met maximale flexibiliteit en gemiddelde performance.
verdeeld	2	nee	ja	Hoge prestaties, ook bij veel gelijktijdige toegang.

21.6. Voorbeelden

Vinum houdt een *instellingendatabase* bij waarin beschreven staat welke objecten bekend zijn in het systeem. Bij het instellen vult de gebruiker deze database uit één of meer instellingenbestanden met behulp van het hulpprogramma `gvinum(8)`. Vinum bewaart een kopie van de database op iedere slice (die Vinum *apparaat* noemt) die door Vinum wordt beheerd. Deze database wordt na iedere statuswijziging bijgewerkt, zodat een na een herstart accuraat de toestand van ieder Vinum object wordt weergegeven.

21.6.1. Het instellingenbestand

Het instellingenbestand beschrijft de individuele vinum objecten. De definitie van een eenvoudig volume kan er zo uitzien:

```
drive a device /dev/da3h
volume myvol
plex org concat
sd length 512m drive a
```

Dit bestand beschrijft vier Vinum objecten:

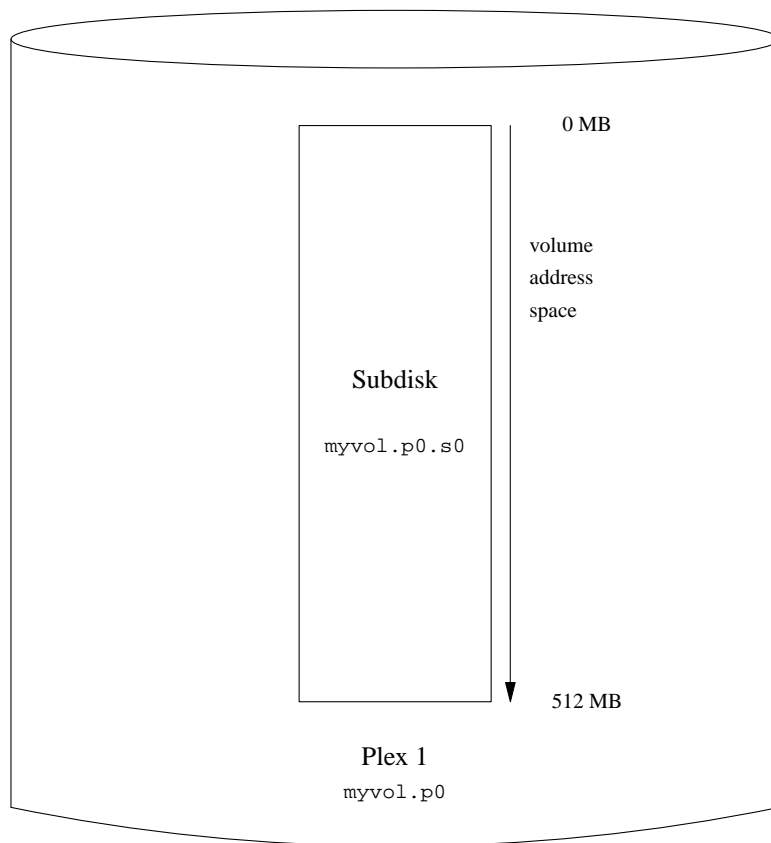
- De *drive* regel beschrijft een partitie (*drive*) en de relatieve positie ten opzichte van de onderliggende hardware. Het heeft de symbolische naam *a*. Deze scheiding van de symbolische naam van de schijf maakt het mogelijk om schijven te verplaatsen van de ene locatie naar de andere, zonder verwarring te veroorzaken.
- De *volume* regel beschrijft een volume. Het enige benodigde attribuut is de naam: *myvol*.
- De *plex* regel beschrijft een samenstelling. Het enige benodigde attribuut is de organisatie, in dit geval *concat*. Er is geen naam nodig: het systeem genereert automatisch een naam door *.px* aan de volumenaam toe te voegen, waarbij *x* het nummer van de samenstelling in het volume is. De naam van deze samenstelling wordt dus *myvol.p0*.
- De *sd* regel beschrijft een subschijf. De minimale specificaties zijn de naam van een schijf waar de subschijf kan worden opgeslagen en de lengte van de subschijf. Net als bij een samenstelling is er geen naam nodig: het systeem genereert automatisch een naam door *.sx* aan de samenstellingnaam toe te voegen, waarbij *x* het nummer van de subschijf is. De naam van deze subschijf is dus *myvol.p0.s0*.

Na het verwerken van dit bestand ziet de uitvoer van `gvinum(8)` er als volgt uit:

```
# gvinum -> create config1
Configuration summary
Drives:      1 (4 configured)
Volumes:     1 (4 configured)
Plexes:      1 (8 configured)
Subdisks:    1 (16 configured)
```

D a	State: up	Device /dev/da3h	Avail: 2061/2573 MB (80%)
V myvol	State: up	Plexes: 1	Size: 512 MB
P myvol.p0	C State: up	Subdisks: 1	Size: 512 MB
S myvol.p0.s0	State: up	PO: 0 B	Size: 512 MB

Deze uitvoer geeft de korte uitvoer van `gvinum(8)` weer. Het is grafisch weergegeven in Figuur 21-4.

Figuur 21-4. Een eenvoudig Vinum volume

Deze en de volgende figuren stellen een volume voor dat samenstellingen bevat die weer de subschijven bevatten. In dit triviale voorbeeld bevat het volume een samenstelling en deze samenstelling bevat een subschijf.

Dit speciale volume heeft geen voordeel boven een gewone schijf partitie. Het bevat één samenstelling, dus het is niet redundant. De samenstelling bevat één subschijf, dus er is geen verschil in de plaats van de gegevens met een conventionele schijfpartitie. In de volgende paragrafen worden meer interessante instellingen getoond.

21.6.2. Verbeterde betrouwbaarheid: spiegelen

De betrouwbaarheid van een volume wordt vergroot door spiegelen. Bij het opzetten van een gespiegeld volume is het van belang dat subschijven van iedere samenstelling op een andere schijf staan, zodat een defecte schijf niet beide samenstellingen beïnvloedt. De volgende instelling maakt een gespiegeld volume:

```
drive b device /dev/da4h
volume mirror
plex org concat
sd length 512m drive a
```

```
plex org concat
sd length 512m drive b
```

In dit voorbeeld was het niet nodig om schijf *a* opnieuw te definiëren, omdat Vinum alle objecten bijhoudt in de instellingendatabase. Na het verwerken van deze definitie, ziet de instelling er als volgt uit:

```
Drives:      2 (4 configured)
Volumes:     2 (4 configured)
Plexes:      3 (8 configured)
Subdisks:    3 (16 configured)

D a          State: up      Device /dev/da3h    Avail: 1549/2573 MB (60%)
D b          State: up      Device /dev/da4h    Avail: 2061/2573 MB (80%)

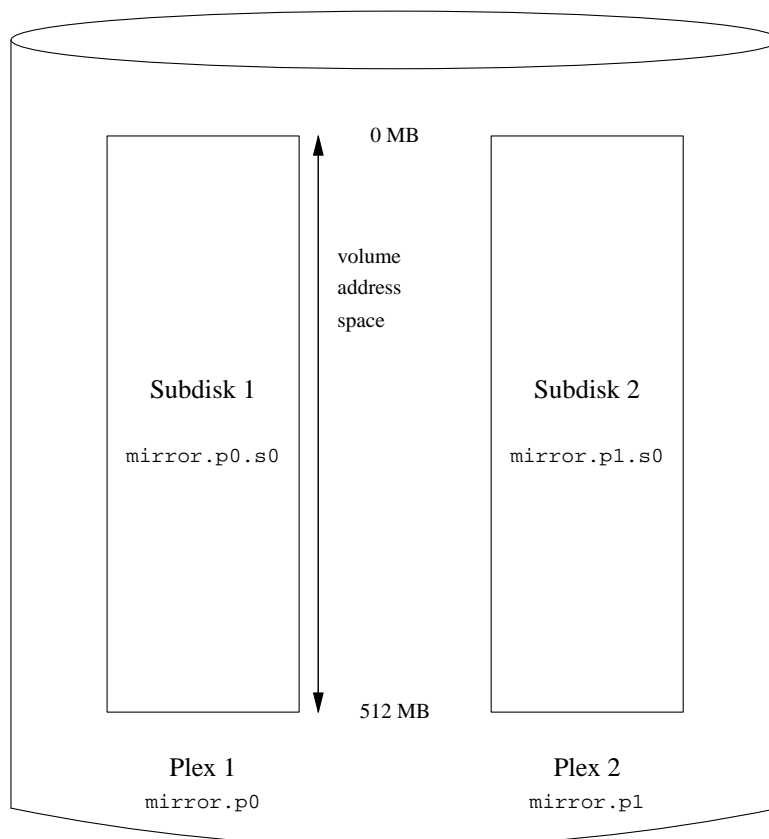
V myvol      State: up      Plexes: 1 Size: 512 MB
V mirror     State: up      Plexes: 2 Size: 512 MB

P myvol.p0   C State: up      Subdisks: 1 Size: 512 MB
P mirror.p0  C State: up      Subdisks: 1 Size: 512 MB
P mirror.pl  C State: initializing Subdisks: 1 Size: 512 MB

S myvol.p0.s0 State: up      PO: 0 B Size: 512 MB
S mirror.p0.s0 State: up      PO: 0 B Size: 512 MB
S mirror.pl.s0 State: empty   PO: 0 B Size: 512 MB
```

Het is grafisch weergegeven in Figuur 21-5.

Figuur 21-5. Een gespiegeld Vinum volume



In dit voorbeeld bevat iedere samenstelling de volledige 512 MB van de opslagcapaciteit. Net als in het vorige voorbeeld bevat iedere samenstelling slechts één subschijf.

21.6.3. Verbeterde prestatie

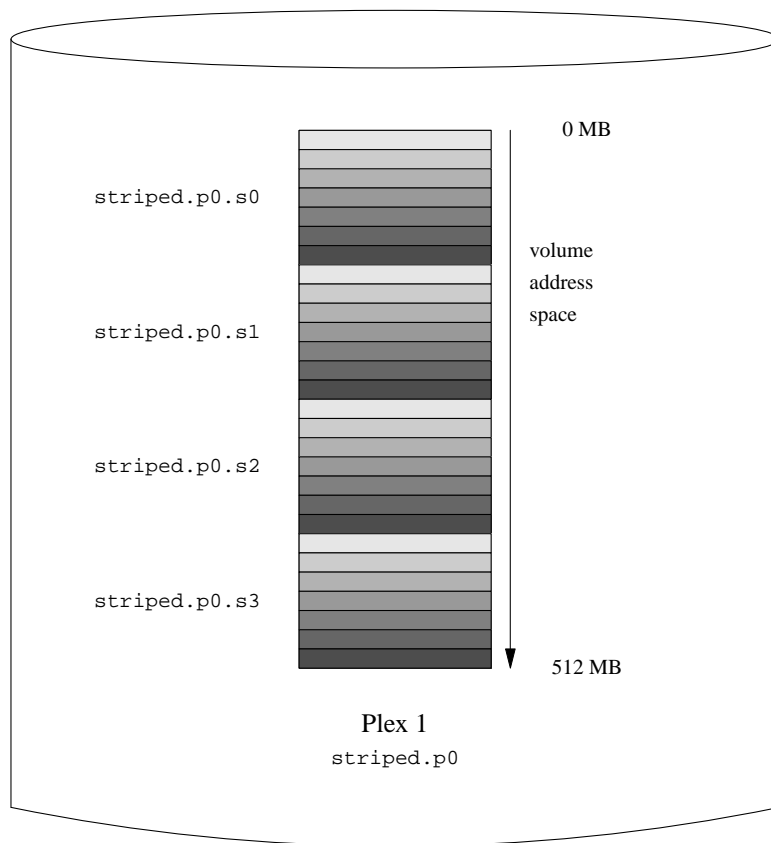
Het gespiegelde volume in het vorige voorbeeld is beter bestand tegen hardware fouten dan een niet-gespiegeld volume, maar de prestaties zijn lager: iedere schrijfactie naar het volume moet op beide schijven worden uitgevoerd, waardoor een groter deel van de bandbreedte van de schijf nodig is. Als prestaties een belangrijke rol spelen, moet er een andere benadering gekozen worden: in plaats van spiegelen worden de gegevens verdeeld over zoveel mogelijk schijven. De volgende instelling laat een volume zien waarbij een samenstelling over vier schijven verdeeld is:

```
drive c device /dev/da5h
drive d device /dev/da6h
volume stripe
plex org striped 512k
  sd length 128m drive a
  sd length 128m drive b
  sd length 128m drive c
  sd length 128m drive d
```

Zoals eerder al te zien was, is het niet nodig om schijven die al bekend zijn bij Vinum opnieuw te definiëren. Na het verwerken van deze definitie, ziet de instelling er zo uit:

```
Drives:          4 (4 configured)
Volumes:         3 (4 configured)
Plexes:          4 (8 configured)
Subdisks:        7 (16 configured)
```

D a	State: up	Device /dev/da3h	Avail: 1421/2573 MB (55%)
D b	State: up	Device /dev/da4h	Avail: 1933/2573 MB (75%)
D c	State: up	Device /dev/da5h	Avail: 2445/2573 MB (95%)
D d	State: up	Device /dev/da6h	Avail: 2445/2573 MB (95%)
V myvol	State: up	Plexes: 1 Size: 512 MB	
V mirror	State: up	Plexes: 2 Size: 512 MB	
V striped	State: up	Plexes: 1 Size: 512 MB	
P myvol.p0	C State: up	Subdisks: 1 Size: 512 MB	
P mirror.p0	C State: up	Subdisks: 1 Size: 512 MB	
P mirror.p1	C State: initializing	Subdisks: 1 Size: 512 MB	
P striped.p1	State: up	Subdisks: 1 Size: 512 MB	
S myvol.p0.s0	State: up	PO: 0 B Size: 512 MB	
S mirror.p0.s0	State: up	PO: 0 B Size: 512 MB	
S mirror.p1.s0	State: empty	PO: 0 B Size: 512 MB	
S striped.p0.s0	State: up	PO: 0 B Size: 128 MB	
S striped.p0.s1	State: up	PO: 512 kB Size: 128 MB	
S striped.p0.s2	State: up	PO: 1024 kB Size: 128 MB	
S striped.p0.s3	State: up	PO: 1536 kB Size: 128 MB	

Figuur 21-6. Een verdeeld Vinum volume

Dit volume wordt weergegeven in Figuur 21-6. De grijstinten geven de positie binnen de samenstelling aan: de lichtste strepen komen het eerst, de donkerste het laatst.

21.6.4. Betrouwbaarheid en prestaties

Met voldoende hardware is het mogelijk om een volume te bouwen met zowel verbeterde betrouwbaarheid als verbeterde prestaties ten opzichte van een standaard UNIX partitie. De volgende instelling is een voorbeeld van zo'n volume:

```
volume raid10
plex org striped 512k
sd length 102480k drive a
sd length 102480k drive b
sd length 102480k drive c
sd length 102480k drive d
sd length 102480k drive e
```

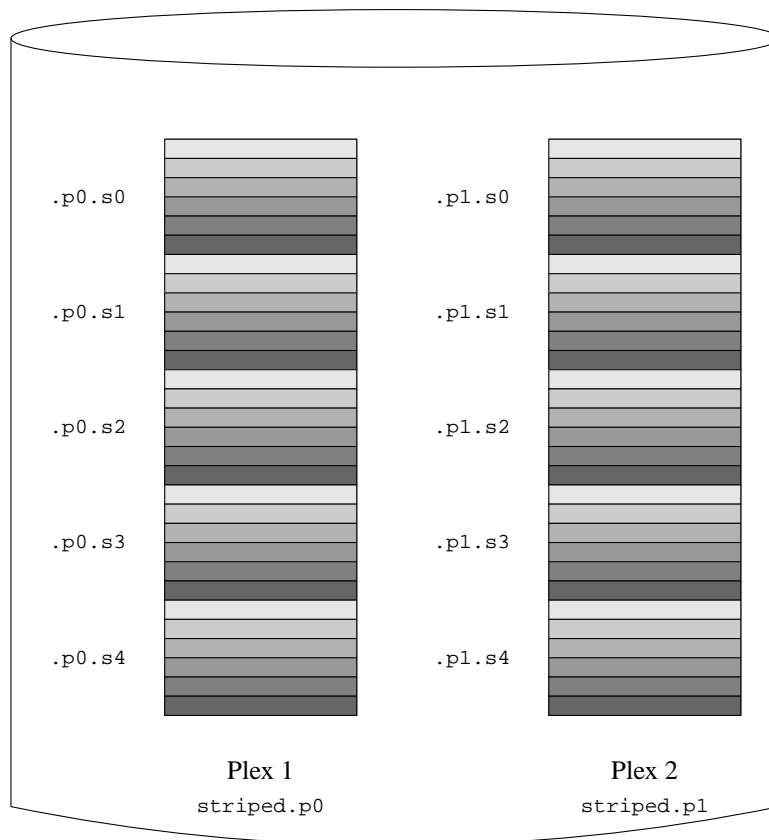


```
plex org striped 512k
sd length 102480k drive c
sd length 102480k drive d
sd length 102480k drive e
sd length 102480k drive a
sd length 102480k drive b
```

De subschijven van de tweede samenstelling zijn twee schijven verschoven ten opzichte van die van de eerste samenstelling. Dit zorgt ervoor dat een schrijfactie niet naar dezelfde schijven gaat, zelfs niet als die schrijfactie over twee schijven plaatsvindt.

Figuur 21-5 laat deze instelling zien in grafische vorm.

Figuur 21-7. Een gespiegeld en verdeeld Vinum volume



21.7. Objectnamen

Zoals eerder in dit hoofdstuk beschreven staat, kent Vinum standaardnamen toe aan samenstellingen en subschijven. Er mag echter een andere naam aan gegeven worden. Een andere naamgeving wordt niet aangeraden: ervaring met de VERITAS volumebeheerder, die een willekeurige object benaming toestaat, heeft laten zien dat deze flexibiliteit geen beduidend voordeel heeft, terwijl het de kans op verwarring vergroot.

Namen mogen bestaan uit alle karakters, behalve de spatie, maar het wordt aanbevolen om alleen letters, cijfers en het liggende streepje te gebruiken. De namen van de volumes, samenstellingen en subschijven kunnen 64 tekens lang zijn en de namen van schijven kunnen 32 tekens lang zijn.

Vinum objecten worden apparaatknooppunten toegekend in de hiërarchie `/dev/gvinum`. Met de instellingen uit de vorige paragraaf creëert Vinum de volgende apparaatknooppunten:

- Karakterapparaatingangen voor elk volume. Dit zijn de primaire apparaten die door Vinum gebruikt worden. De bovenstaande configuratie zou dus deze apparaten bevatten: `/dev/gvinum/myvol`, `/dev/gvinum/mirror`, `/dev/gvinum/striped`, `/dev/gvinum/raid5` en `/dev/gvinum/raid10`.
- Alle volumes krijgen ingangen direct onder `/dev/gvinum/`.
- De mappen `/dev/gvinum/plex`, en `/dev/gvinum/sd`, welke respectievelijk apparaatknooppunten voor elke plex en voor elke subschijf bevatten.

Dit is een volgend voorbeeld:

```
drive drive1 device /dev/sdlh
drive drive2 device /dev/sd2h
drive drive3 device /dev/sd3h
drive drive4 device /dev/sd4h
volume s64 setupstate
plex org striped 64k
sd length 100m drive drive1
sd length 100m drive drive2
sd length 100m drive drive3
sd length 100m drive drive4
```

Na verwerking van dit bestand maakt gvinum(8) de volgende structuur aan in `/dev/gvinum`:

```
drwxr-xr-x  2 root  wheel      512 Apr 13 16:46 plex
crwxr-xr--  1 root  wheel    91,   2 Apr 13 16:46 s64
drwxr-xr-x  2 root  wheel      512 Apr 13 16:46 sd

/dev/vinum/plex:
total 0
crwxr-xr--  1 root  wheel    25, 0x10000002 Apr 13 16:46 s64.p0

/dev/vinum/sd:
total 0
crwxr-xr--  1 root  wheel    91, 0x20000002 Apr 13 16:46 s64.p0.s0
crwxr-xr--  1 root  wheel    91, 0x20100002 Apr 13 16:46 s64.p0.s1
crwxr-xr--  1 root  wheel    91, 0x20200002 Apr 13 16:46 s64.p0.s2
crwxr-xr--  1 root  wheel    91, 0x20300002 Apr 13 16:46 s64.p0.s3
```

Hoewel het wordt aangeraden om samenstellingen en subschijven geen naam mee te geven, moeten Vinum schijven een naam hebben. Hierdoor kan een schijf naar een andere locatie verplaatst worden terwijl hij nog steeds automatisch herkend wordt. Schijfnamen mogen maximaal 32 tekens lang zijn.

21.7.1. Bestandssystemen maken

Volumes lijken voor het systeem identiek aan schijven, met één uitzondering: in tegenstelling tot UNIX schijven partitioneert Vinum het volume niet en het bevat dus geen partitietabel. Daarom was het nodig een paar schijfhulpprogramma's te veranderen, met name `newfs(8)`, dat voorheen probeerde om de laatste letter van een Vinum volumenaam als een partitie te zien. Bijvoorbeeld: een schijf kan een naam hebben als `/dev/ad0a` of `/dev/da2h`. Deze namen stellen respectievelijk de eerste partitie (a) op de eerste (0) IDE schijf (ad) en de achtste partitie (h) op de derde (2) SCSI schijf (da) voor. Een Vinum volume kan daarentegen `/dev/gvinum/concat` heten, een naam die geen enkele relatie met een partitienaam heeft.

Gebruik `newfs(8)` om een bestandssysteem op dit volume aan te maken:

```
# newfs /dev/gvinum/concat
```

21.8. Vinum instellen

De `GENERIC` kernel bevat geen Vinum. Het is mogelijk een kernel te bouwen waar Vinum in zit, maar dit wordt niet aangeraden. De standaard manier om Vinum te starten is als kernelmodule (kld). Het is zelfs niet nodig om `kldload(8)` te gebruiken voor Vinum. Als `gvinum(8)` wordt gestart en de module is niet geladen, dan gebeurt dit alsnog automatisch.

21.8.1. Opstarten

Vinum slaat de instellingeninformatie op de schijfslices op in ongeveer dezelfde vorm als de instellingenbestanden. Bij het lezen van de instellingendatabase herkent Vinum een aantal sleutelwoorden die niet zijn toegestaan in instellingenbestanden. Een schijfinstelling kan bijvoorbeeld de volgende tekst bevatten:

```
volume myvol state up
volume bigraid state down
plex name myvol.p0 state up org concat vol myvol
plex name myvol.p1 state up org concat vol myvol
plex name myvol.p2 state init org striped 512b vol myvol
plex name bigraid.p0 state initializing org raid5 512b vol bigraid
sd name myvol.p0.s0 drive a plex myvol.p0 state up len 1048576b driveoffset 265b plexoffset 0b
sd name myvol.p0.s1 drive b plex myvol.p0 state up len 1048576b driveoffset 265b plexoffset 1048576b
sd name myvol.p1.s0 drive c plex myvol.p1 state up len 1048576b driveoffset 265b plexoffset 0b
sd name myvol.p1.s1 drive d plex myvol.p1 state up len 1048576b driveoffset 265b plexoffset 1048576b
sd name myvol.p2.s0 drive a plex myvol.p2 state init len 524288b driveoffset 1048841b plexoffset 0b
sd name myvol.p2.s1 drive b plex myvol.p2 state init len 524288b driveoffset 1048841b plexoffset 524288b
sd name myvol.p2.s2 drive c plex myvol.p2 state init len 524288b driveoffset 1048841b plexoffset 1048576b
sd name myvol.p2.s3 drive d plex myvol.p2 state init len 524288b driveoffset 1048841b plexoffset 1572864b
sd name bigraid.p0.s0 drive a plex bigraid.p0 state initializing len 4194304b driveoff set 1573129b plexoffset 0b
sd name bigraid.p0.s1 drive b plex bigraid.p0 state initializing len 4194304b driveoff set 1573129b plexoffset 4194304b
sd name bigraid.p0.s2 drive c plex bigraid.p0 state initializing len 4194304b driveoff set 1573129b plexoffset 8388608b
sd name bigraid.p0.s3 drive d plex bigraid.p0 state initializing len 4194304b driveoff set 1573129b plexoffset 12582912b
sd name bigraid.p0.s4 drive e plex bigraid.p0 state initializing len 4194304b driveoff set 1573129b plexoffset 16777216b
```

Duidelijke verschillen zijn de aanwezigheid van expliciete locatie informatie en namen (beide zijn toegestaan, maar worden afgeraden) en informatie over de toestand (die niet beschikbaar is voor de gebruiker). Vinum slaat geen informatie over schijven op in de instellingen: het vindt de schijven door de ingestelde schijven te scannen naar

partities met een vinum label. Hierdoor kan Vinum zelfs schijven detecteren als ze aan een andere UNIX schijf worden toegekend.

21.8.1.1. Automatisch opstarten

Gvinum start altijd automatisch op wanneer de kernelmodule eenmaal is geladen, via `loader.conf(5)`. Voeg `geom_vinum_load="YES"` toe aan `/boot/loader.conf` om de module *GVinum* tijdens het opstarten te laden.

Als Vinum met `gvinum start` wordt gestart, leest Vinum de instellingendatabase van één van de Vinum schijven. Normaal gesproken bevat iedere schijf een identieke kopie van de instellingendatabase. Het maakt dus niet uit welke schijf gelezen wordt. Na een crash moet Vinum echter bepalen welke schijf het laatst is bijgewerkt en de instellingen van die schijf gebruiken. Als het nodig is worden de instellingen van de oudere schijven daarna bijgewerkt, in volgorde van leeftijd.

21.9. Het rootbestandssysteem op Vinum

Bij een machine die een volledig gespiegeld bestandssysteem heeft, is het wenselijk ook het rootbestandssysteem te spiegelen. Het bouwen van zo'n instelling is niet zo rechttoe-rechtaan als bij een ander bestandssysteem omdat:

- Het rootbestandssysteem al heel snel beschikbaar moet zijn tijdens het opstartproces, dus de Vinum infrastructuur moet dan al beschikbaar zijn.
- Het volume met het rootbestandssysteem bevat ook de bootstrap en de kernel, die gelezen moeten worden door de eigen systeemprogramma's (bijvoorbeeld de BIOS op PC's), die meestal ingesteld kunnen worden om Vinum te gebruiken.

In de volgende paragrafen wordt de term "rootvolume" gebruikt voor het Vinum volume dat het rootbestandssysteem bevat. Het is waarschijnlijk een goed idee om de naam `root` te gebruiken voor dit volume, maar dit is niet technisch noodzakelijk. Alle commandovoorbeelden in de volgende stukken gaan echter uit van deze naam.

21.9.1. Vinum op tijd starten voor het rootbestandssysteem

Om dit te bereiken, moeten een aantal stappen worden doorlopen:

- Vinum moet beschikbaar zijn voor de kernel tijdens het opstarten. De methode zoals beschreven in Paragraaf 21.8.1.1 is dus niet geschikt en de `start_vinum` parameter mag zelfs *niet* aanwezig zijn als de volgende opzet wordt gebruikt. De eerste optie is Vinum statisch in de kernel te compileren, zodat het altijd beschikbaar is. Maar die is vaak niet wenselijk. Er is nog een mogelijkheid door `/boot/loader` (Paragraaf 12.3.3) de Vinum kernel module te laten laden, voordat de kernel gestart wordt. Dit wordt gedaan door de volgende regel in `/boot/loader.conf` op te nemen:
`gvinum_load="YES"`
- Voor *Gvinum* wordt alles automatisch opgestart nadat de kernelmodule eenmaal is geladen, dus is alleen de procedure die hierboven is beschreven nodig.

21.9.2. Een Vinum rootvolume beschikbaar maken voor bootstrap

Omdat de huidige FreeBSD bootstrap maar 7,5 KB code bevat en al belast is met het lezen van bestanden (zoals `/boot/loader`) van het UFS bestandssysteem, is het bijna onmogelijk om het ook te leren hoe Vinum informatie gelezen moet worden en deze dan te gebruiken om de elementen van het bootvolume samen te stellen. Er zijn daarom een paar trucs nodig om de bootstrapcode wijs te maken dat er een standaard "a" partitie aanwezig is met het rootbestandssysteem.

Om dit mogelijk te maken, moet het rootvolume aan de volgende eisen voldoen:

- Het rootvolume mag niet verdeeld of RAID-5 zijn.
- Het rootvolume mag niet meer dan één aaneengeschakelde subschijf per samenstelling bevatten.

Het is mogelijk en wenselijk om meer dan één samenstelling te hebben, ieder met een replica van het rootbestandssysteem. Het bootstrapproces gebruikt wel maar één van deze replica's om de bootstrap en alle andere bestanden te vinden, tot het moment dat de kernel het rootbestandssysteem laadt. Iedere subschijf binnen deze samenstellingen heeft dus zijn eigen "a" partitievoorstelling nodig om dit apparaat opstartbaar te maken. Het is niet verplicht dat iedere voorgestelde "a" partitie op dezelfde offset is geplaatst binnen het apparaat, vergeleken met andere apparaten die samenstellingen van het rootvolume bevatten. Het is wel een goed idee om op die manier Vinum volumes te maken, zodat de resulterende gespiegelde apparaten symmetrisch zijn. Dit om verwarring te voorkomen.

Om deze "a" partities voor ieder apparaat dat een deel van het rootvolume bevat te maken, moet het volgende worden gedaan:

1. De locatie (offset vanaf het begin van het apparaat) en de grootte van de subschijf die onderdeel is van het rootvolume moet als volgt bekeken worden:

```
# gvinum 1 -rv root
```

Opmerking: De Vinum offsets en groottes worden aangegeven in bytes. Ze moeten door 512 worden gedeeld om de bloknummers te krijgen die in `bsdlabeled` moeten worden gebruikt.

2. Voor elk apparaat dat deelneemt aan het rootbestandssysteem moet het onderstaande commando uitgevoerd worden:

```
# bsdlabeled -e apparaatnaam
```

apparaatnaam moet of de naam van een schijf (zoals `da0`) voor schijven zonder slice-tabel zijn (ook wel: `fdisk`), of de naam van de slice zijn (zoals `ad0s1`).

Als er al een "a" partitie op het apparaat aanwezig is (waarschijnlijk met een pre-Vinum rootbestandssysteem), moet die eerst worden hernoemd, zodat het wel toegankelijk blijft (voor de zekerheid), maar niet langer gebruikt wordt om het systeem van op te starten. Actieve partities (zoals een rootbestandssysteem dat op dit moment aangekoppeld is) kan geen andere naam gegeven worden. Dit moet dus gebeuren als het systeem vanaf een "Fixit" medium opgestart is of in twee stappen, waar (in een gespiegelde situatie) de schijf waar niet van opgestart is als eerste wordt aangepast.

Daarna moet de offset van de Vinum partitie op dit apparaat (als het bestaat) opgeteld worden bij de offset van de rootvolume subschijf op dit apparaat. De resulterende waarde wordt de "offset" waarde voor de nieuwe "a" partitie. De "size" waarde voor deze partitie kan worden gehaald uit bovenstaande berekening. De

"fstype" wordt 4.2BSD. De "fsize", "bsize" en "cpg" waarden moeten zo goed mogelijk worden gekozen om een daadwerkelijk bestandssysteem na te bootsen, hoewel ze vrij onbelangrijk zijn in deze context.

Op deze manier wordt een nieuwe "a" partitie gemaakt dat de Vinum partitie op dit apparaat overlapt. Het `bsdlablel` staat deze overlap alleen toe als de Vinum partitie gemarkeerd is met het bestandstype "vinum".

3. Dat is het! Er bestaat nu een nep "a" partitie op ieder apparaat dat een replica van het rootvolume heeft. Het is aan te bevelen om de resultaten nogmaals te verifiëren met iets als:

```
# fsck -n /dev/devnaama
```

Opmerking: Alle bestanden die controle informatie bevatten moeten relatief zijn ten opzichte van het rootbestandssysteem in het Vinum volume dat, bij het creëren van een Vinum volume, niet overeen hoeft te komen met het rootbestandssysteem dat op dit moment in gebruik is. Dit geldt in het bijzonder voor `/etc/fstab` en `/boot/loader.conf`.

Bij de volgende herstart zou de bootstrap de juiste controle informatie moeten vinden in het nieuwe, op Vinum gebaseerde, rootbestandssysteem en moeten starten. Aan het einde van het kernel initialisatie proces, nadat alle apparaten aangemeld zijn, geeft het volgende bericht aan dat het opzetten gelukt is:

```
Mounting root from ufs:/dev/gvinum/root
```

21.9.3. Een op Vinum gebaseerde rootinstallatie

Nadat het Vinum rootvolume is opgezet, geeft `gvinum l -rv root` een volgend resultaat:

```
...
Subdisk root.p0.s0:
    Size:          125829120 bytes (120 MB)
    State: up
    Plex root.p0 at offset 0 (0 B)
    Drive disk0 (/dev/da0h) at offset 135680 (132 kB)

Subdisk root.p1.s0:
    Size:          125829120 bytes (120 MB)
    State: up
    Plex root.p1 at offset 0 (0 B)
    Drive disk1 (/dev/dal1h) at offset 135680 (132 kB)
```

De interessante waarden zijn 135680 voor de offset (relatief ten opzichte van de partitie `/dev/da0h`). Dit vertaalt zich naar 265 schijfblokken van 512 bytes in termen van `bsdlablel`. Zo is de grootte van dit rootvolume 245760 blokken van 512 bytes. `/dev/dal1h`, dat de tweede replica van dit rootvolume bevat, is symmetrische opgezet.

Het `bsdlablel` voor deze apparaten kan er zo uitzien:

```
...
8 partitions:
#      size  offset  fstype  [fsize bsize bps/cpg]
a:    245760    281   4.2BSD   2048 16384    0 # (Cyl.  0*- 15*)
c:   71771688    0  unused    0    0    0 # (Cyl.  0 - 4467*)
```

```
h: 71771672      16      vinum      # (Cyl.      0*- 4467*)
```

Hieruit blijkt dat de "size" parameter voor de nep "a" partitie overeenkomt met de waarde als hierboven beschreven en dat de "offset" parameter de som is van de offset binnen de Vinum partitie "h" en de offset van deze partitie binnen het apparaat (of de slice). Dit is een normale opzet om problemen te voorkomen zoals in Paragraaf 21.9.4.3 beschreven is. Verder blijkt dat de hele "a" partitie volledig binnen de "h" partitie valt die alle Vinum gegevens voor dit apparaat bevat.

In het bovenstaande voorbeeld is de volledige schijf voor Vinum gereserveerd en er is geen restant van de pre-Vinum rootpartitie, omdat dit een nieuwe schijf is die vanaf het begin af aan bedoeld was als onderdeel van een Vinum instelling.

21.9.4. Problemen oplossen

Als er iets fout gaat moet er een manier zijn om dat te herstellen. De volgende lijst bevat een paar bekende valkuilen en oplossingen.

21.9.4.1. Systeem bootstrap laadt, maar systeem start niet door

Als om wat voor reden dan ook het systeem niet doorgaat met opstarten, kan de bootstrap worden onderbroken door de **spatie** toets in te drukken tijdens de 10 seconden waarschuwing. Dan kunnen de loader variabelen (zoals `vinum.autostart`) bekeken worden met behulp van `show` en aangepast worden met `set` of `unset`.

Als het enige probleem was dat de Vinum kernelmodule nog niet in de lijst van modules staat die automatisch geladen wordt, dan zal `load geom_vinum` helpen.

Als alles in orde is, kan het opstartproces doorgestart worden met `boot -as`. De opties `-as` geven de kernel aan om het rootbestandssysteem te vragen (`-a`), en het opstartproces te stoppen in single-user mode (`-s`), waarbij het rootbestandssysteem als alleen-lezen aangekoppeld wordt. Op die manier is er geen risico op gegevensinconsistentie tussen de samenstellingen, zelfs niet als er maar één samenstelling van een multi-samenstellingen volume aangekoppeld is.

Op de prompt, waar om het rootbestandssysteem gevraagd wordt, kan ieder apparaat dat een valide rootbestandssysteem bevat worden opgegeven. Als `/etc/fstab` goed is opgezet, is iets als `ufs:/dev/gvinum/root` te zien. Een typische andere keuze kan `ufs:da0d` zijn, dat een hypothetische partitie is die het pre-Vinum rootbestandssysteem bevat. Als één van de alias "a" partities ingevuld wordt die eigenlijk een referentie naar de subschijf van het Vinum rootapparaat zijn, dan wordt in een gespiegelde opzet maar één kant van het gespiegelde volume aangekoppeld. Als dit bestandssysteem later als lezen/schrijven aangekoppeld wordt, moet(en) de andere samenstelling(en) van het rootvolume verwijderd worden, omdat deze samenstellingen anders inconsistente gegevens bevatten.

21.9.4.2. Alleen primaire bootstrap laadt

Als `/boot/loader` niet start, maar de primaire bootstrap laadt wel (zichtbaar door een enkel minteken in de linker bovenhoek van het scherm, direct na de start van het opstartproces), kan worden geprobeerd het primaire opstartproces te onderbreken door op de **spatie** toets te drukken. Dit zorgt ervoor dat het opstartproces stopt bij de tweede fase (zie ook Paragraaf 12.3.2). Hier kan worden geprobeerd vanaf een andere partitie te starten, bijvoorbeeld van de partitie waar het vorige rootbestandssysteem op stond, dat nu van de "a" verplaatst is.

21.9.4.3. Niets start, paniek van bootstrap

Dit gebeurt als de bootstrap is vernietigd door de Vinum installatie. Helaas laat Vinum op dit moment slechts 4 KB vrij aan het begin van zijn partitie voordat de Vinum volume identificatie geschreven wordt. De stage 1 en 2 bootstraps en de bsdlablel-informatie hebben ongeveer 8 KB nodig. Dus als de Vinum partitie op offset 0 van de slice van de schijf begint die als opstartbaar was bedoeld, zal deze Vinum informatie de bootstrap vernielen.

Als bovenstaande situatie is omzeild, bijvoorbeeld door te starten vanaf een “Fixit” medium, en de bootstrap opnieuw is aangemaakt met `bsdlablel -B` zoals beschreven in Paragraaf 12.3.2, overschrijft de nieuwe bootstrap de Vinum identificatie en kan Vinum de Vinum schijven niet langer vinden. Hoewel geen instellingsgegevens van Vinum of gegevens in de Vinum volumes overschreven wordt en alle gegevens hersteld kunnen worden door precies dezelfde instellingsgegevens van Vinum opnieuw in te vullen, is dit een lastige situatie om te herstellen. Het zou nodig zijn om de complete Vinum partitie tenminste 4 KB te verplaatsen, om te voorkomen dat de Vinum identificatie en de bootstrap met elkaar botsen.

Noten

1. RAID staat voor *Redundant Array of Inexpensive Disks* (Redundante Reeks van Goedkope Schijven) en biedt verschillende vormen van fouttolerantie. Hoewel die laatste term wat misleidend is: het biedt namelijk geen redundantie.

Hoofdstuk 22.

Virtualisatie

22.1. Overzicht

Virtualisatiesoftware maakt het mogelijk om meerdere besturingssystemen gelijktijdig op dezelfde computer te draaien. Zulke softwaresystemen voor PC's gebruiken vaak een gastheer-besturingssysteem dat de virtualisatiesoftware draait en dat elk aantal gast-besturingssystemen ondersteunt.

Aan het einde van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Het verschil tussen een gastheer-besturingssysteem en een gast-besturingssysteem.
- Hoe FreeBSD op een Intel-gebaseerde Apple Macintosh computer te installeren.
- Hoe FreeBSD op Microsoft Windows te installeren met **Virtual PC**.
- Hoe een FreeBSD-systeem in te stellen voor de beste prestaties tijdens virtualisatie.

Voor het lezen van dit hoofdstuk, dient de lezer:

- De beginselen van UNIX en FreeBSD (Hoofdstuk 3) te begrijpen.
- Te weten hoe FreeBSD te installeren (Hoofdstuk 2).
- Te weten hoe een netwerkverbinding te installeren (Hoofdstuk 31).
- Te weten hoe aanvullende software van derde partijen te installeren (Hoofdstuk 4).

22.2. FreeBSD als een gast-besturingssysteem

22.2.1. Parallels op Mac OS®

Parallels Desktop voor Mac OS is een commercieel softwareprodukt voor Intel-gebaseerde Apple Mac computers die Mac OS 10.4.6 of nieuwer draaien. FreeBSD is een volledig ondersteund gast-besturingssysteem. Nadat **Parallels** is geïnstalleerd op Mac OS X dient de gebruiker een virtuele machine in te stellen en daarna het gewenste gast-besturingssysteem te installeren.

22.2.1.1. FreeBSD installeren op Parallels/Mac OS X

De eerste stap in het installeren van FreeBSD op Mac OS X **Parallels** is het aanmaken van een nieuwe virtuele machine voor het installeren van FreeBSD. Selecteer **FreeBSD** als het **Guest OS Type** wanneer dit gevraagd wordt:



Kies verder een hoeveelheid aan schijf- en geheugenruimte afhankelijk van de plannen voor deze virtuele instantie van FreeBSD. 4GB aan schijfruimte en 512MB aan RAM werken goed voor de meeste gebruikers van FreeBSD onder **Parallels** :



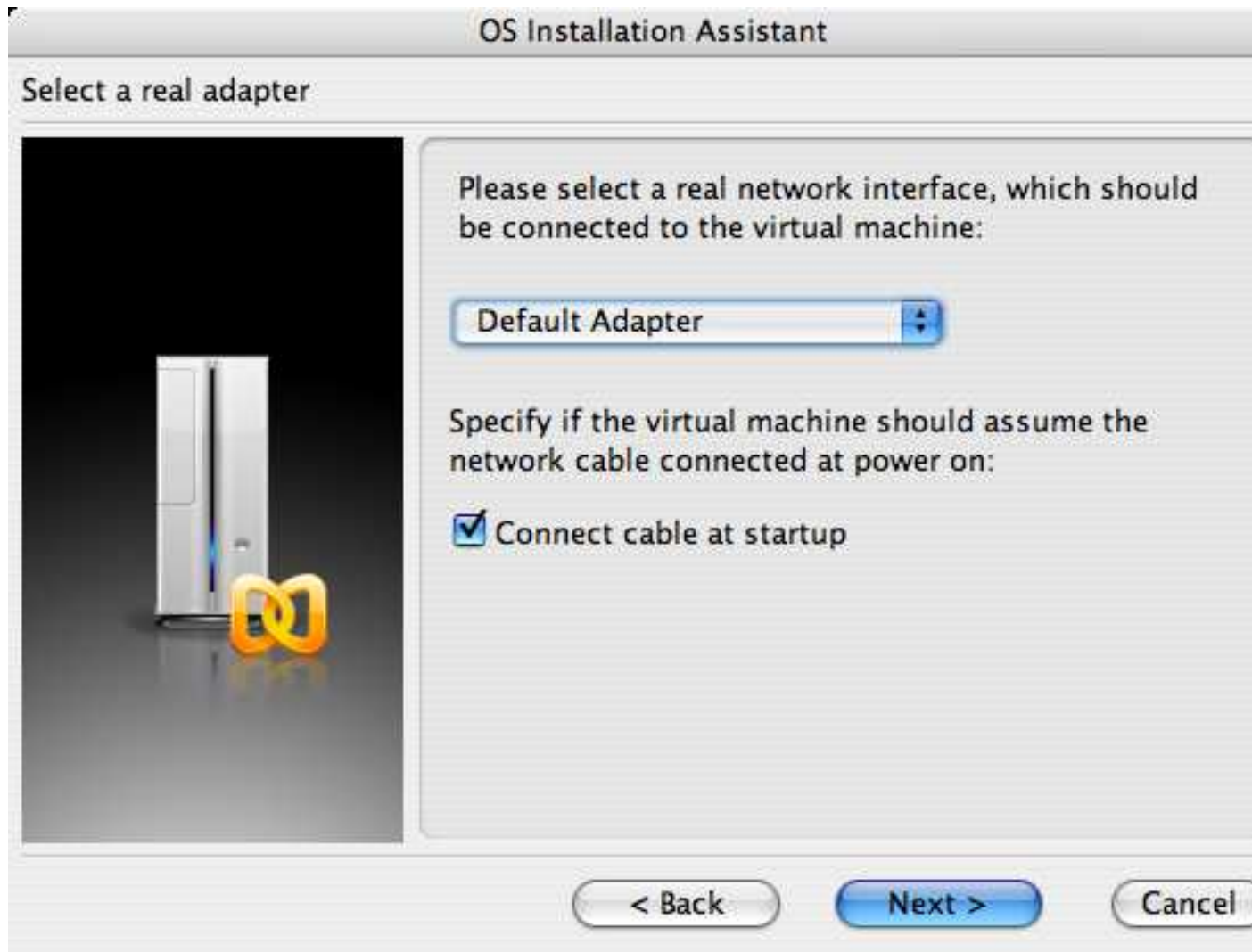






Selecteer het type netwerk en een netwerkinterface:





Bewaar de instellingen en sluit af:

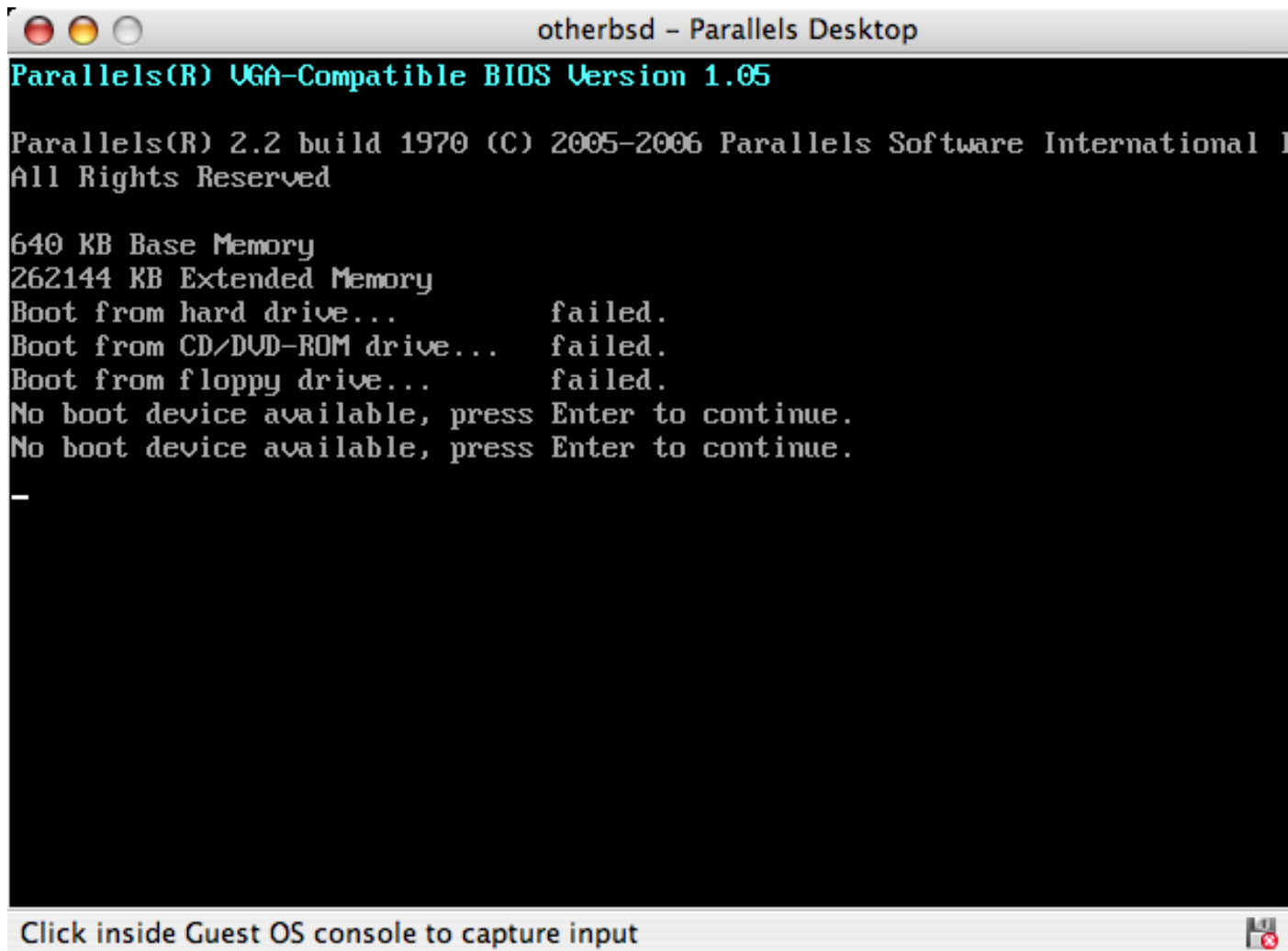




Nadat de virtuele FreeBSD-machine is aangemaakt, dient er FreeBSD op geïnstalleerd te worden. Dit gaat het beste met een officiële FreeBSD CDROM of met een ISO-beeld dat is gedownload van een officiële FTP-site. Wanneer het juiste ISO-beeld op het plaatselijke Mac-bestandssysteem of een CDROM in de CD-drive van de Mac aanwezig is, dient op het schijficon in de rechteronderhoek van het FreeBSD **Parallels**-scherm geklikt te worden. Dit zal een scherm tonen dat het mogelijk maakt om de CDROM-drive in de virtuele machine te associëren met een ISO-bestand op schijf of met een echte CDROM-drive.



Nadat deze associatie met de CDROM-bron is gemaakt, dient de virtuele FreeBSD-machine herstart te worden door op het herstart-icoon te klikken. **Parallels** zal herstarten met een speciale BIOS dat eerst controleert of er een CDROM aanwezig is, net zoals een normale BIOS zou doen.



In dit geval zal het de installatiemedia van FreeBSD vinden en een normale installatie gebaseerd op **sysinstall** beginnen zoals beschreven in Hoofdstuk 2. X11 kan nu geïnstalleerd, maar nog niet ingesteld, worden.



Nadat de installatie is voltooid, kan naar de nieuw geïnstalleerde virtuele FreeBSD-machine herstart worden.

```

otherbsd - Parallels Desktop
unfamiliar with FreeBSD's directory layout, please refer to the hier(7)
manual page.  If you are not familiar with manual pages, type 'man man'.

You may also use sysinstall(8) to re-enter the installation and
configuration utility.  Edit /etc/motd to change this login announcement.

> pwd
/usr/home/murray
> su -m
Password:
%ifconfig -a
ed0: flags=8802<BROADCAST,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    ether 00:a6:db:8f:82:ca
    media: Ethernet autoselect (10baseT/UTP)
lo0: flags=8049<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST> mtu 16384
    inet6 fe80::1%lo0 prefixlen 64 scopeid 0x2
    inet6 ::1 prefixlen 128
    inet 127.0.0.1 netmask 0xff000000
%dhclient ed0
DHCPDISCOVER on ed0 to 255.255.255.255 port 67 interval 7
DHCPOFFER from 192.168.1.1
DHCPREQUEST on ed0 to 255.255.255.255 port 67
DHCPACK from 192.168.1.1
bound to 192.168.1.107 -- renewal in 43200 seconds.
%
Click inside Guest OS console to capture input

```

22.2.1.2. FreeBSD instellen op Mac OS X/Parallels

Nadat FreeBSD succesvol op Mac OS X met **Parallels** is geïnstalleerd, zijn er een aantal instellingen die gewijzigd kunnen worden om het systeem voor virtuele werking te optimaliseren.

1. De variabelen voor de bootloader instellen

De belangrijkste stap is om de tunable `kern.hz` te verlagen om het CPU-gebruik van FreeBSD onder de **Parallels**-omgeving te verminderen. Dit kan bereikt worden door de volgende regel aan `/boot/loader.conf` toe te voegen:

```
kern.hz=100
```

Zonder deze instelling zal een rustend FreeBSD **Parallels** gast-besturingssysteem ongeveer 15% van de CPU van een enkele iMac®-processor gebruiken. Na deze wijziging zal het gebruik slechts ongeveer 5% zijn.

2. Een nieuw instellingenbestand voor de kernel aanmaken

Alle stuurprogramma's voor SCSI, FireWire, en USB kunnen verwijderd worden. **Parallels** biedt een virtuele netwerkadapter die door het stuurprogramma `ed(4)` wordt gebruikt, dus kunnen alle andere netwerkapparaten

behalve `ed(4)` en `miibus(4)` uit de kernel verwijderd worden.

3. Het netwerk instellen

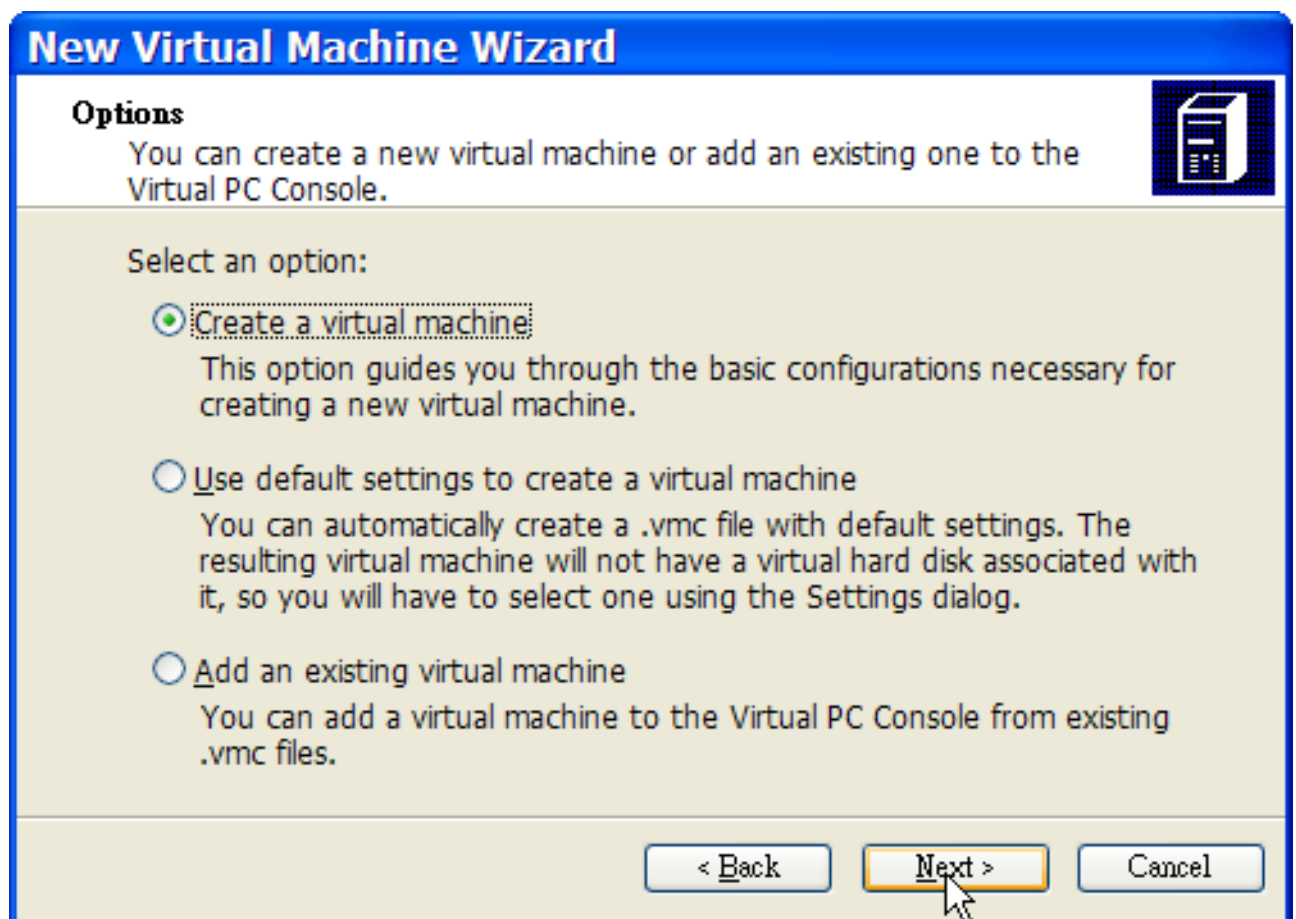
De eenvoudigste netwerkinstallatie omvat het gebruik van DHCP om de virtuele machine met hetzelfde LAN te verbinden als het Mac-gastheer. Dit kan bereikt worden door `ifconfig_ed0="DHCP"` aan `/etc/rc.conf` toe te voegen. Meer geavanceerde netwerkinstallaties staan beschreven in Hoofdstuk 31.

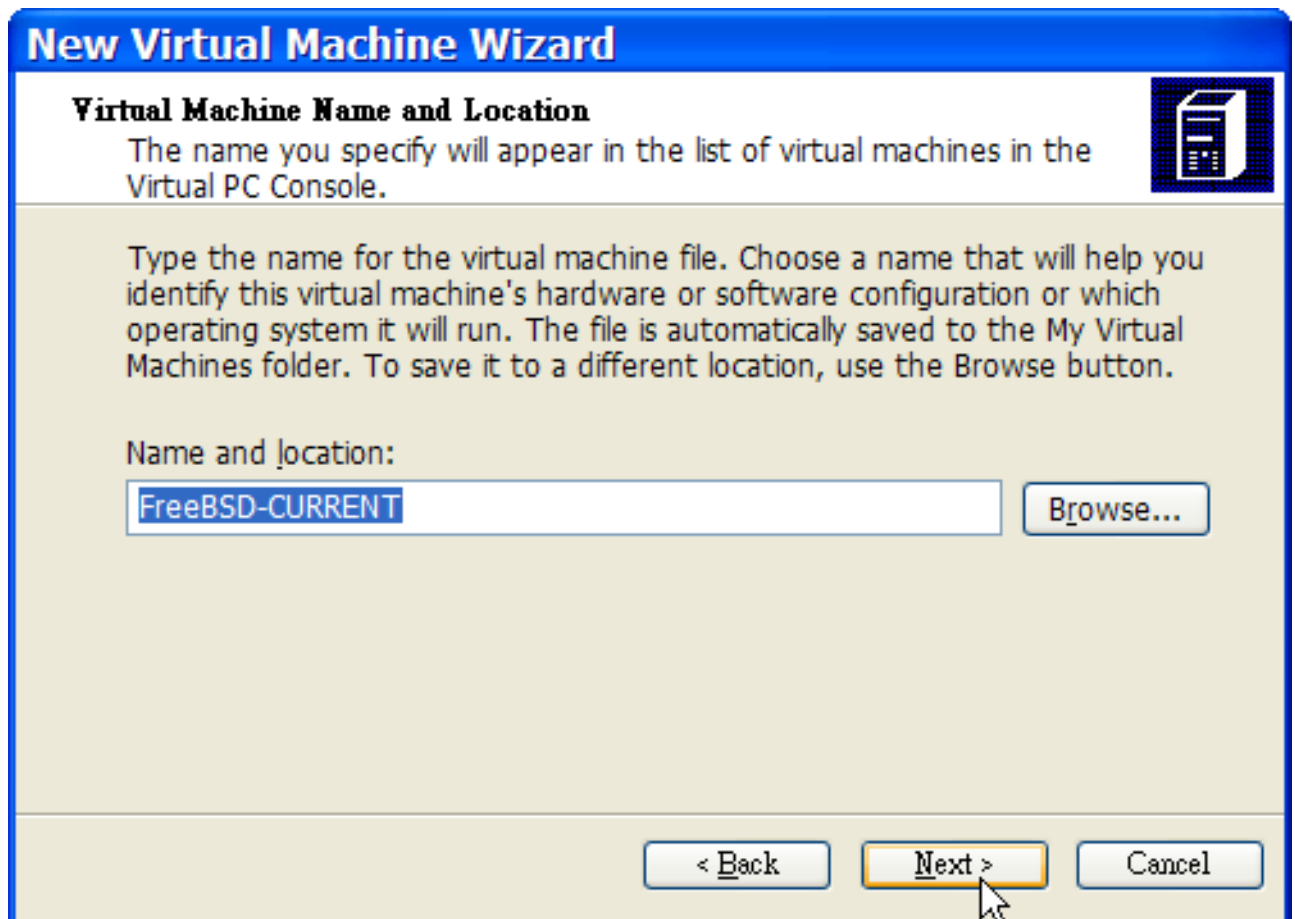
22.2.2. Virtual PC op Windows

Virtual PC voor Windows is een softwareprodukt van Microsoft dat gratis gedownload kan worden. Zie systeemeisen (<http://www.microsoft.com/windows/downloads/virtualpc/sysreq.mspx>). Nadat **Virtual PC** is geïnstalleerd op Microsoft Windows, dient de gebruiker een virtuele machine in te stellen en daarna het gewenste gast-besturingssysteem te installeren.

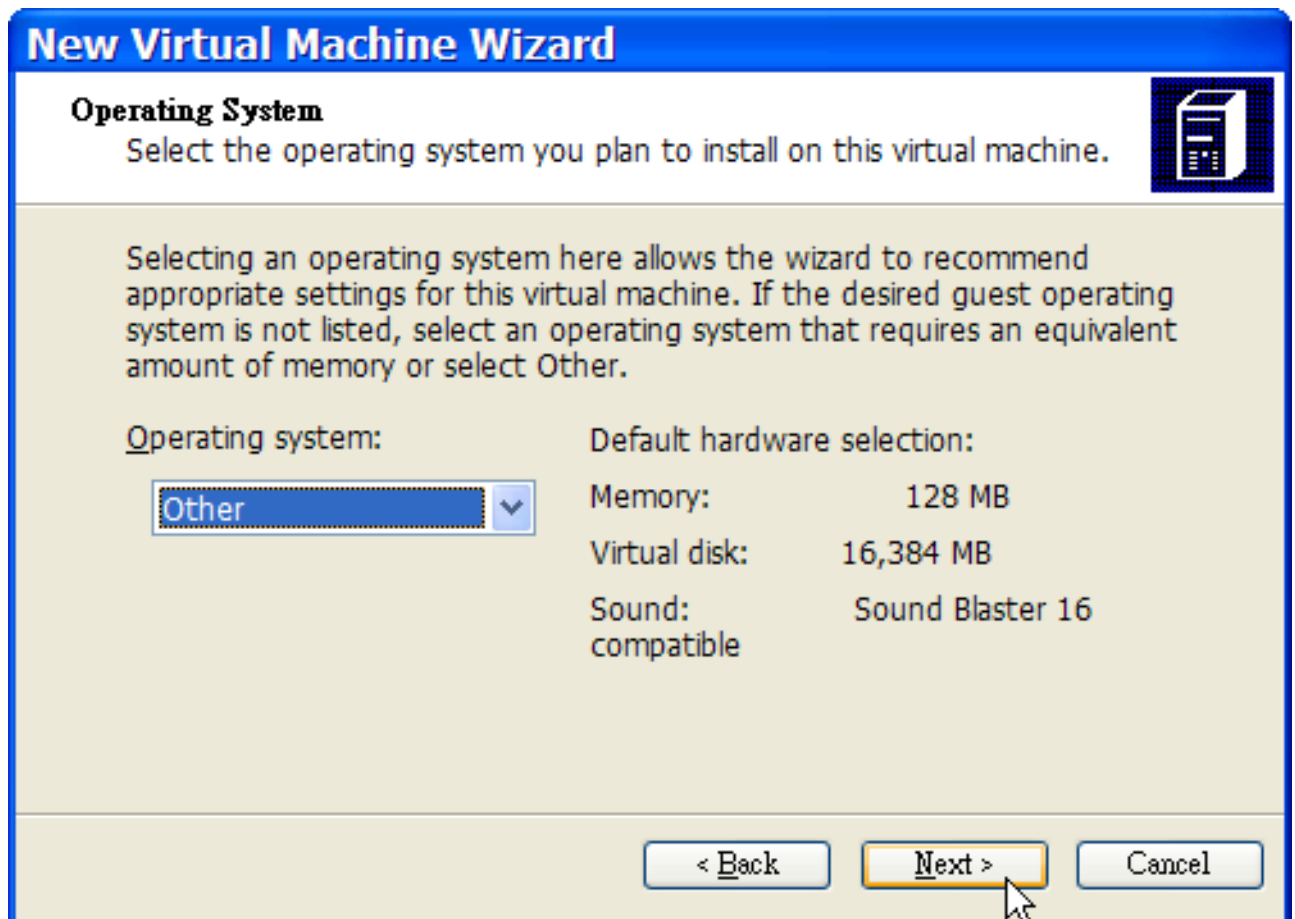
22.2.2.1. FreeBSD installeren op Virtual PC/Microsoft® Windows

De eerste stap in het installeren van FreeBSD op Microsoft Windows/**Virtual PC** is het aanmaken van een nieuwe virtuele machine voor het installeren van FreeBSD. Kies **Create a virtual machine** wanneer daarom wordt gevraagd:





Selecteer Other als het Operating system wanneer dat gevraagd wordt:




Kies vervolgens een gepaste hoeveelheid aan schijf- en geheugenruimte afhankelijk van de plannen voor deze virtuele instantie van FreeBSD. 4GB aan schijfruimte en 512MB aan RAM werken goed voor de meeste gebruikers van FreeBSD onder **Virtual PC**:

New Virtual Machine Wizard

Memory

You can configure the RAM on this virtual machine.




To improve the performance of this virtual machine and run more applications on its operating system, increase the amount of RAM allocated to it. To leave more RAM for other virtual machines on your system, use the recommended RAM allocation.

Recommended RAM: [128 MB]

Allocate RAM for this virtual machine by:

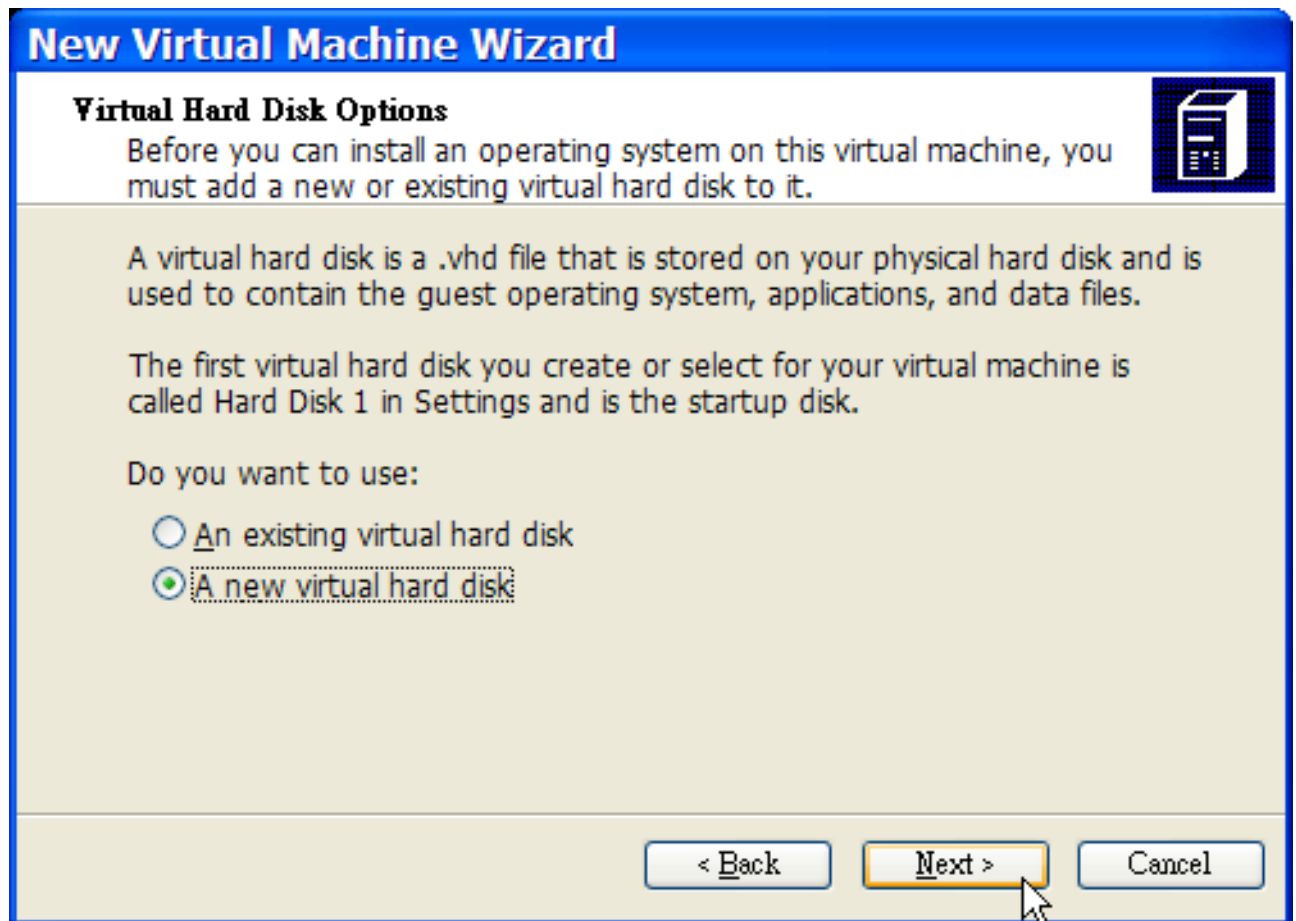
- ☐ Using the recommended RAM
- ☒ Adjusting the RAM

Set the RAM for this virtual machine:

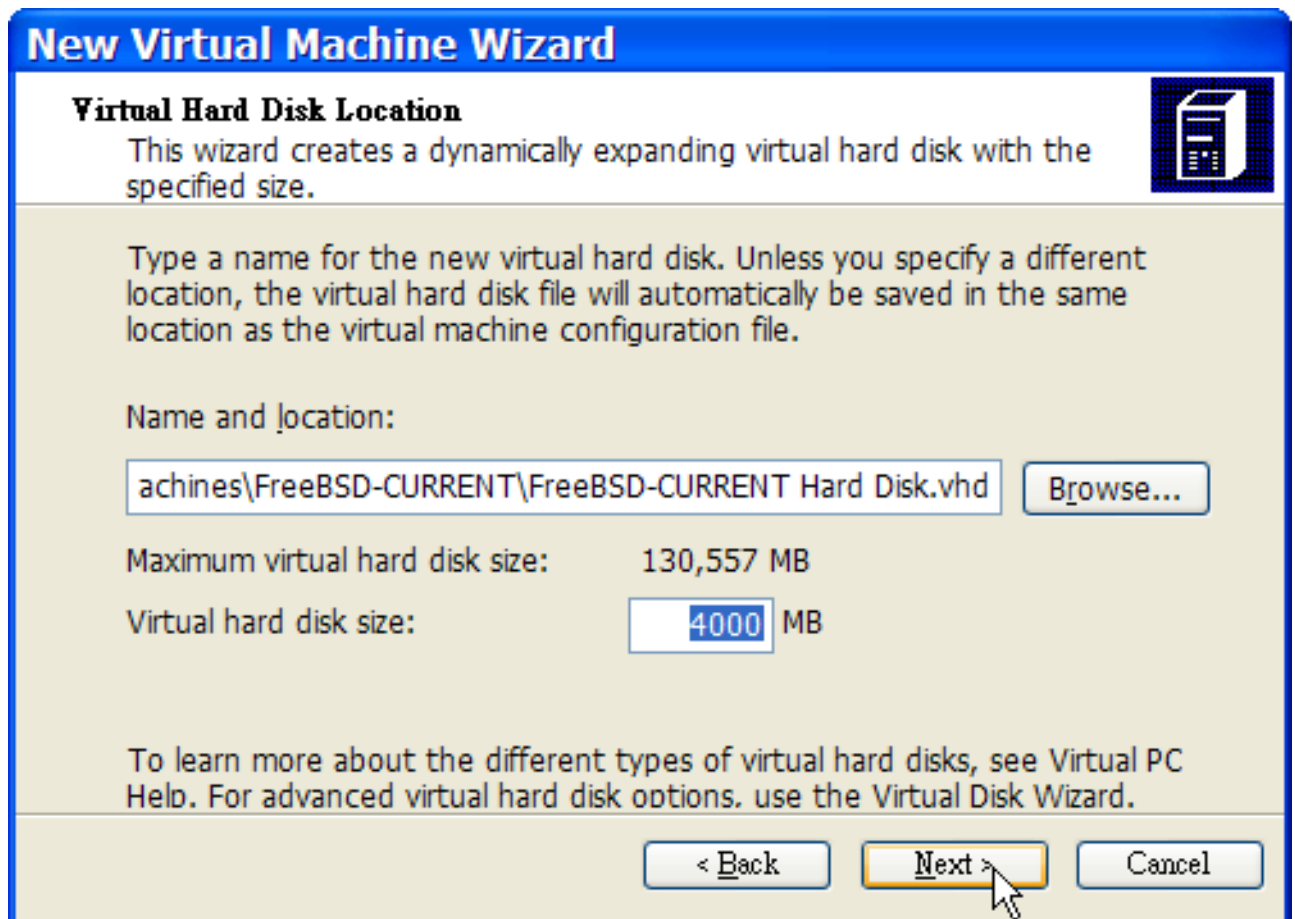
4 MB  1079 MB

512 MB

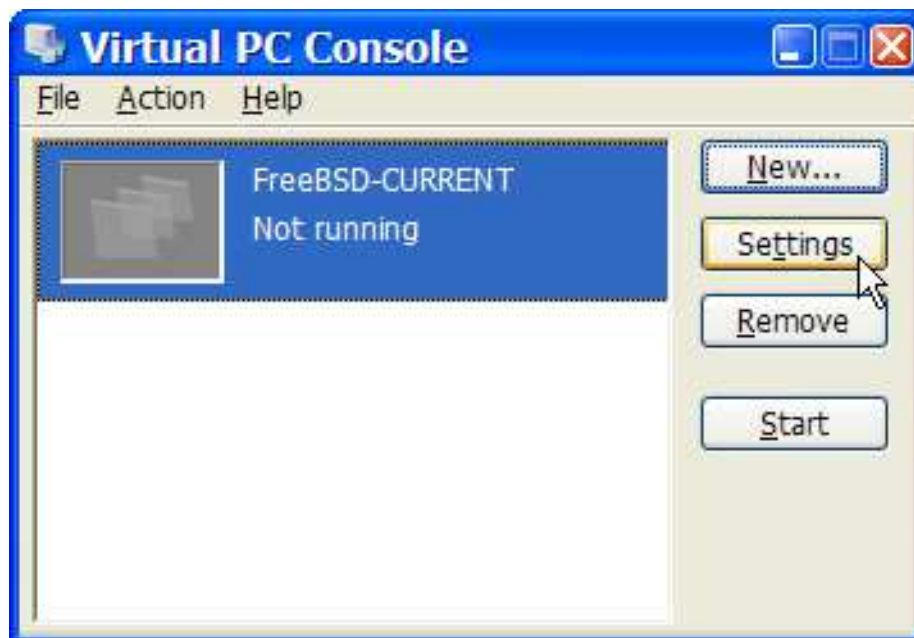
< Back Next > Cancel

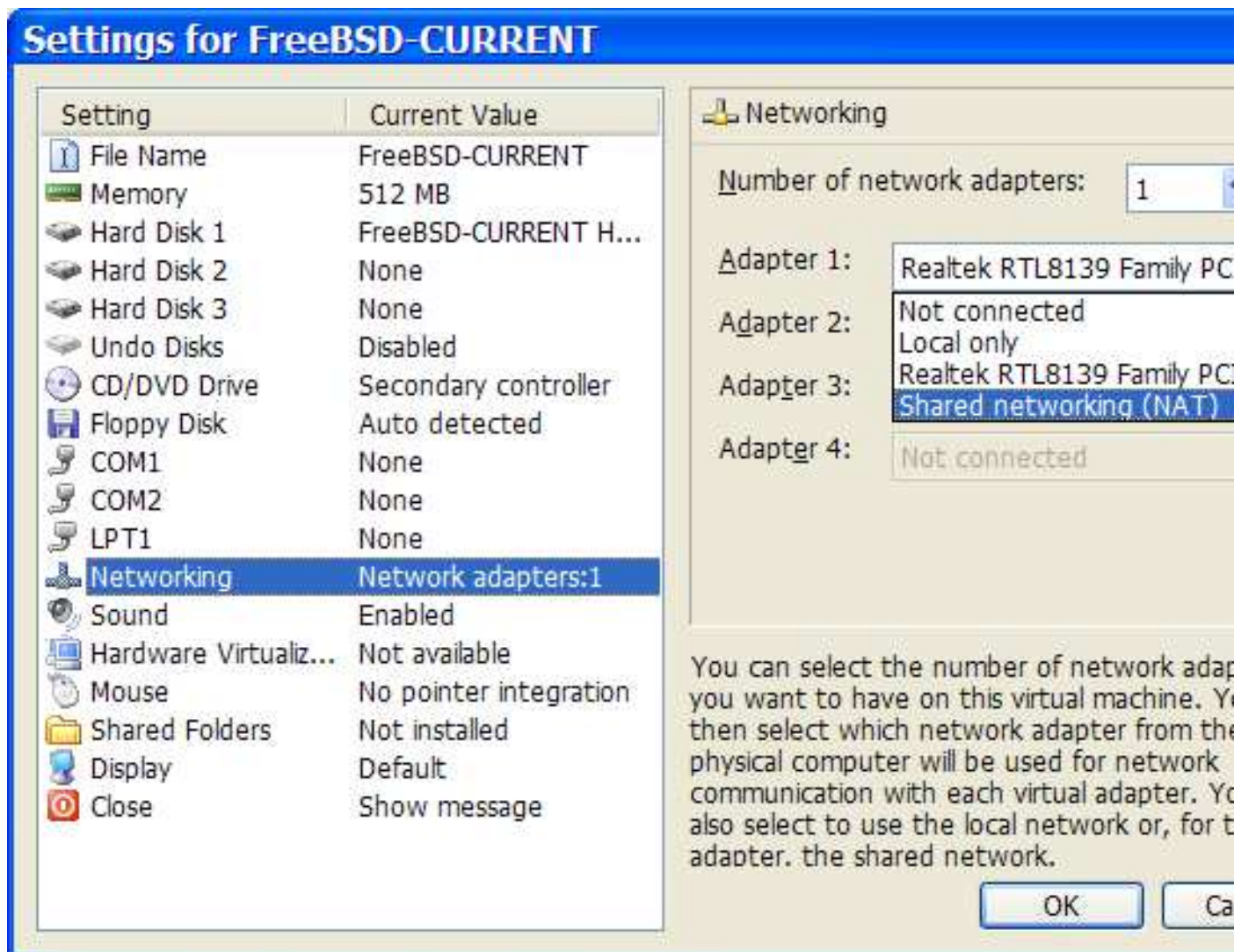


Bewaar de instellingen en sluit ze af:



Selecteer de virtuele FreeBSD-machine en klik op Settings, stel daarna het type netwerk en een netwerkinterface in:



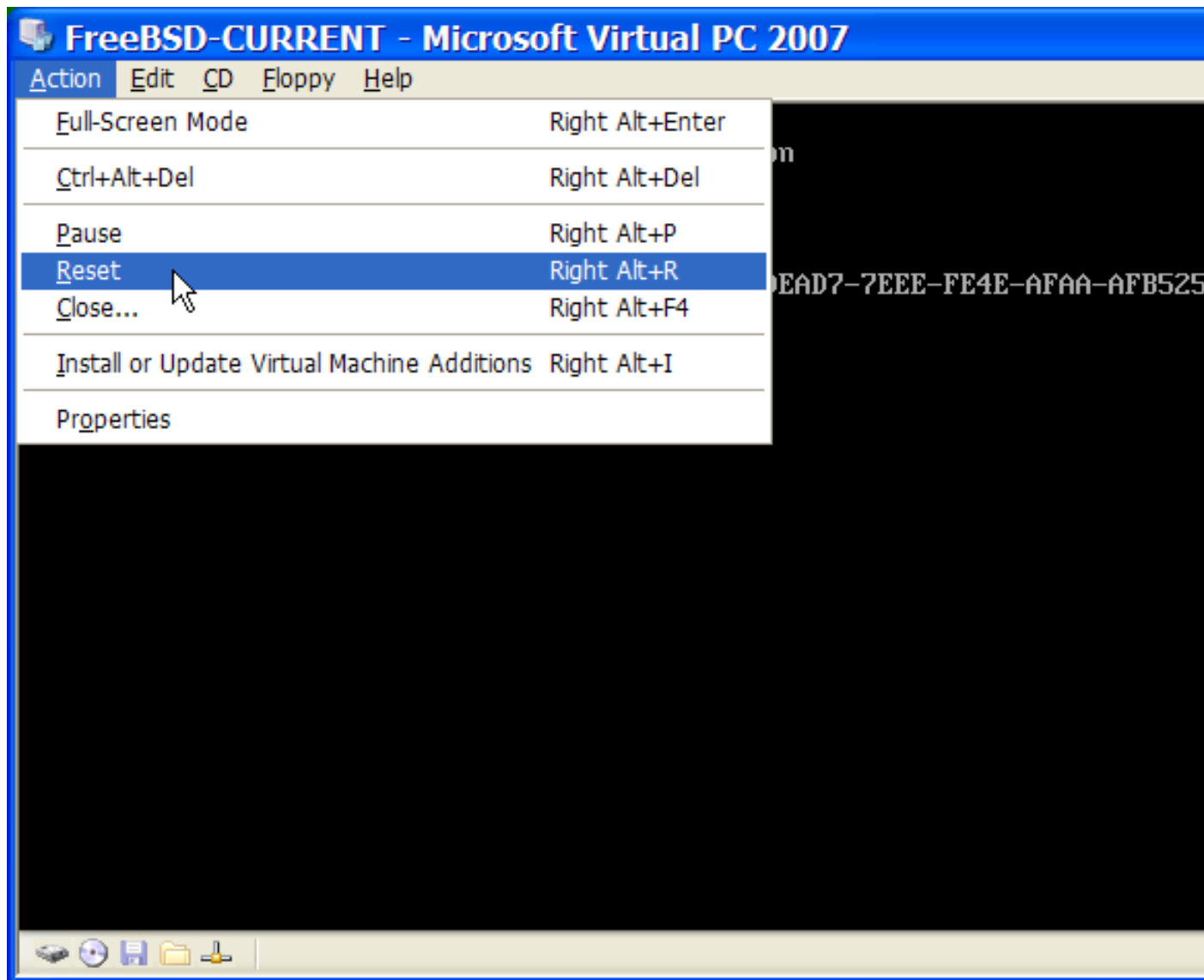


Nadat de virtuele FreeBSD-machine is aangemaakt, dient FreeBSD erop geïnstalleerd te worden. Dit gaat het beste met een officiële FreeBSD-CDROM of met een ISO-beeld dat van een officiële FTP-site is gedownload. Wanneer het juiste ISO-beeld op het lokale bestandssysteem van Windows staat of er een CDROM in de CD-drive zit, dubbelklik dan op de virtuele FreeBSD-machine om op te starten. Klik daarna op CD en kies Capture ISO Image... in het venster van **Virtual PC**. Dit toont een scherm dat het mogelijk maakt om de CDROM-drive in de virtuele machine te associëren met een ISO-bestand op schijf of met een echte CDROM-drive.

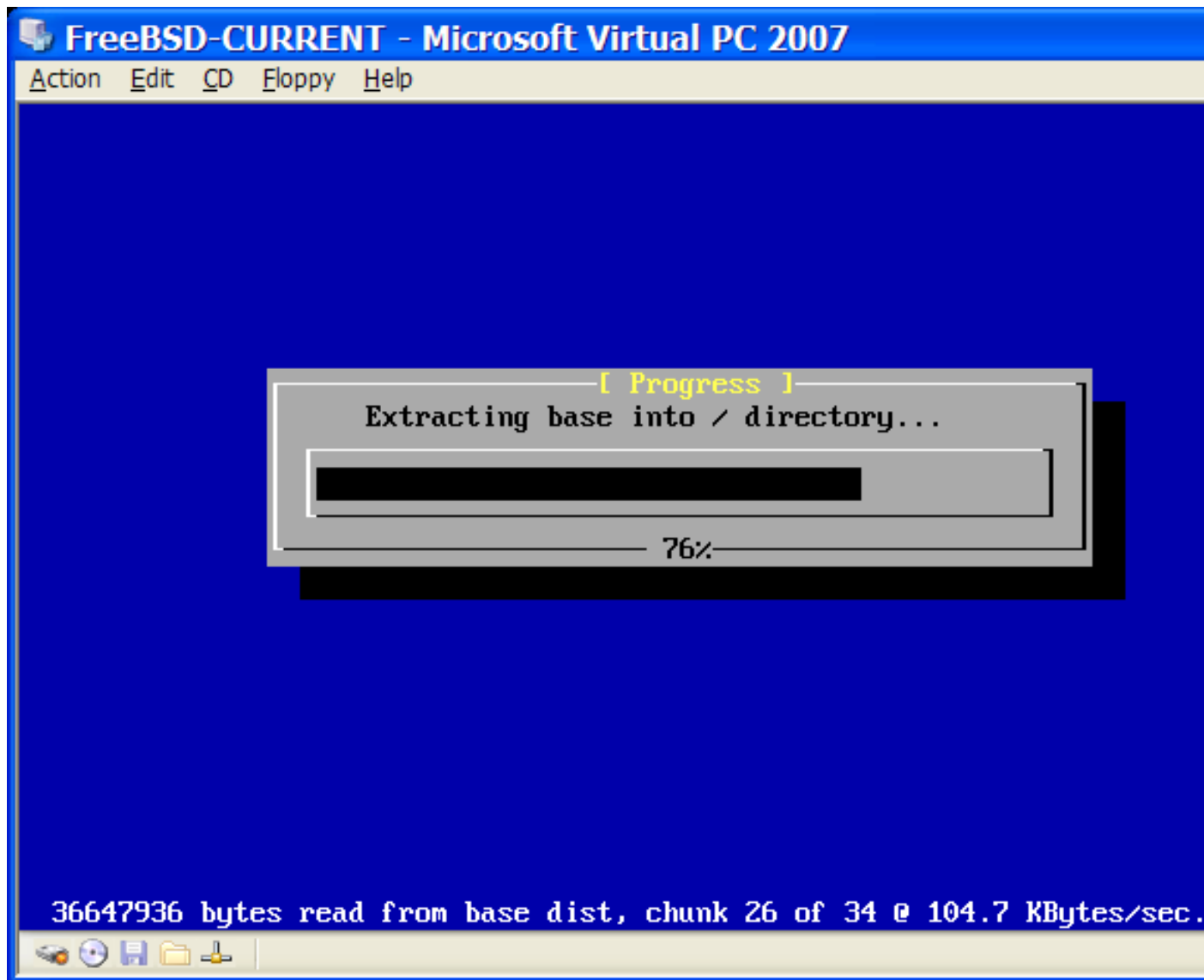




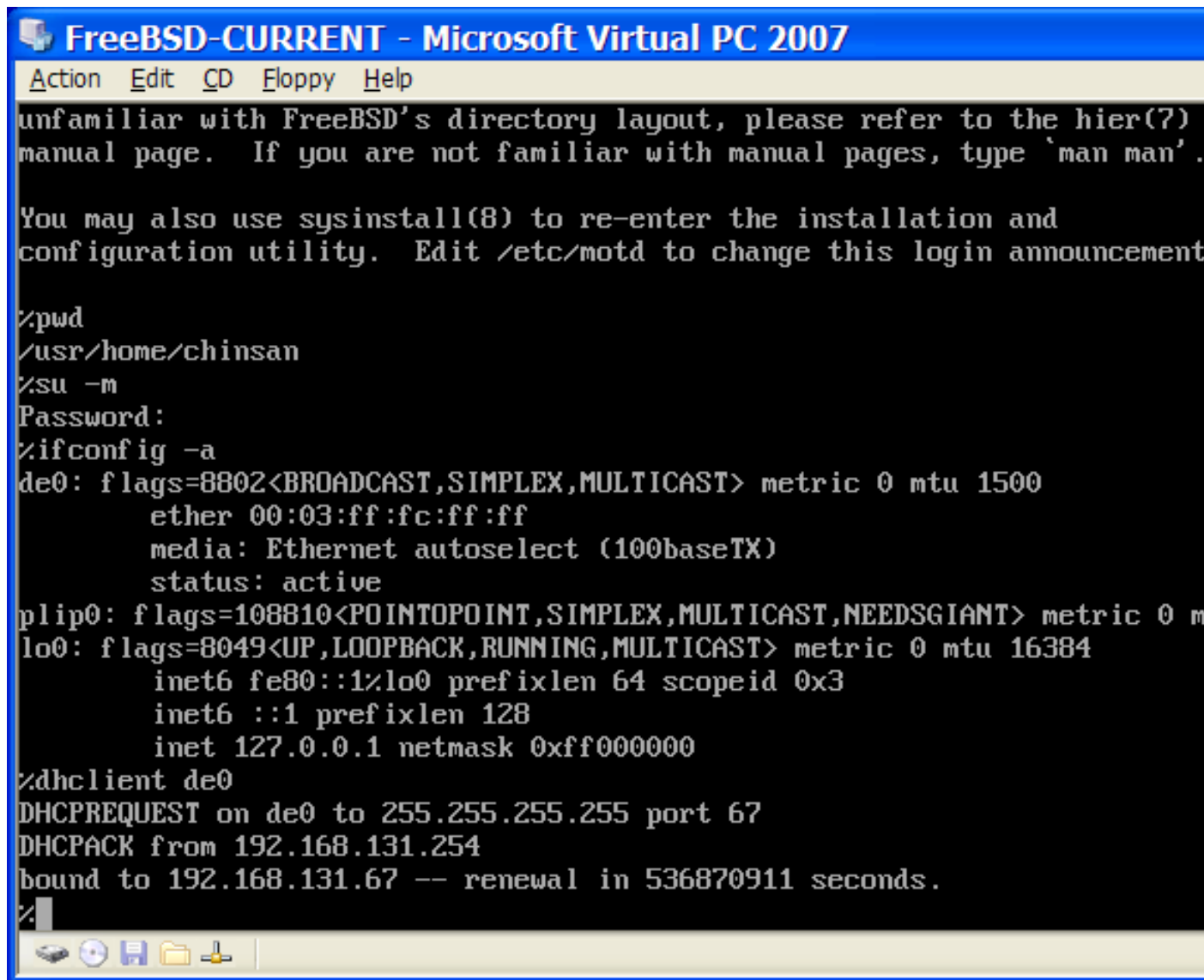
Start, nadat deze associatie met de CDROM-bron is gemaakt, de virtuele FreeBSD-machine opnieuw op zoals gewoonlijk door op Action en Reset te klikken. **Virtual PC** zal herstarten met een speciale BIOS dat eerst controleert of er een CDROM aanwezig is, net zoals een normale BIOS dat zou doen.



In dit geval zal het de installatiemedia van FreeBSD vinden en een normale installatie gebaseerd op **sysinstall** beginnen zoals beschreven in Hoofdstuk 2. X11 kan nu geïnstalleerd, maar nog niet ingesteld, worden.



Denk eraan om de CDROM of het ISO-beeld te verwijderen nadat de installatie voltooid is. Start als laatste op naar de nieuw geïnstalleerde virtuele FreeBSD-machine.



```
FreeBSD-CURRENT - Microsoft Virtual PC 2007
Action Edit CD Floppy Help
unfamiliar with FreeBSD's directory layout, please refer to the hier(7)
manual page.  If you are not familiar with manual pages, type 'man man'.

You may also use sysinstall(8) to re-enter the installation and
configuration utility.  Edit /etc/motd to change this login announcement.

%pwd
/usr/home/chinsan
%su -m
Password:
%ifconfig -a
de0: flags=8802<BROADCAST,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
    ether 00:03:ff:fc:ff:ff
    media: Ethernet autoselect (100baseTX)
    status: active
plip0: flags=108810<POINTOPOINT,SIMPLEX,MULTICAST,NEEDSGIANT> metric 0 m
lo0: flags=8049<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST> metric 0 mtu 16384
    inet6 fe80::1%lo0 prefixlen 64 scopeid 0x3
    inet6 ::1 prefixlen 128
    inet 127.0.0.1 netmask 0xff000000
%dhclient de0
DHCPREQUEST on de0 to 255.255.255.255 port 67
DHCPACK from 192.168.131.254
bound to 192.168.131.67 -- renewal in 536870911 seconds.
%
```

22.2.2.2. FreeBSD instellen op Microsoft Windows/Virtual PC

Nadat FreeBSD succesvol is geïnstalleerd op Microsoft Windows met **Virtual PC** zijn er een aantal instellingen die aangepast kunnen worden om het system te optimaliseren voor virtueel gebruik.

1. De variabelen voor de bootloader instellen

De belangrijkste stap is om de tunable `kern.hz` te verlagen om zo het CPU-gebruik van FreeBSD in de omgeving van **Virtual PC** te verminderen. Dit kan bereikt worden door de volgende regel aan `/boot/loader.conf` toe te voegen:

```
kern.hz=100
```

Zonder deze instelling zal een FreeBSD als gast-besturingssysteem voor **Virtual PC** in rust ongeveer 40% van de CPU van een computer met een enkele processor gebruiken. Na deze verandering zal het gebruik slechts rond

de 3% liggen.

2. Een nieuw instellingenbestand voor de kernel aanmaken

Alle stuurprogramma's voor SCSI, FireWire, en USB kunnen verwijderd worden. **Virtual PC** biedt een virtuele netwerkadapter dat door het stuurprogramma `de(4)` gebruikt wordt, dus kunnen alle netwerkapparaten behalve `de(4)` en `miibus(4)` uit de kernel verwijderd worden.

3. Het netwerk instellen

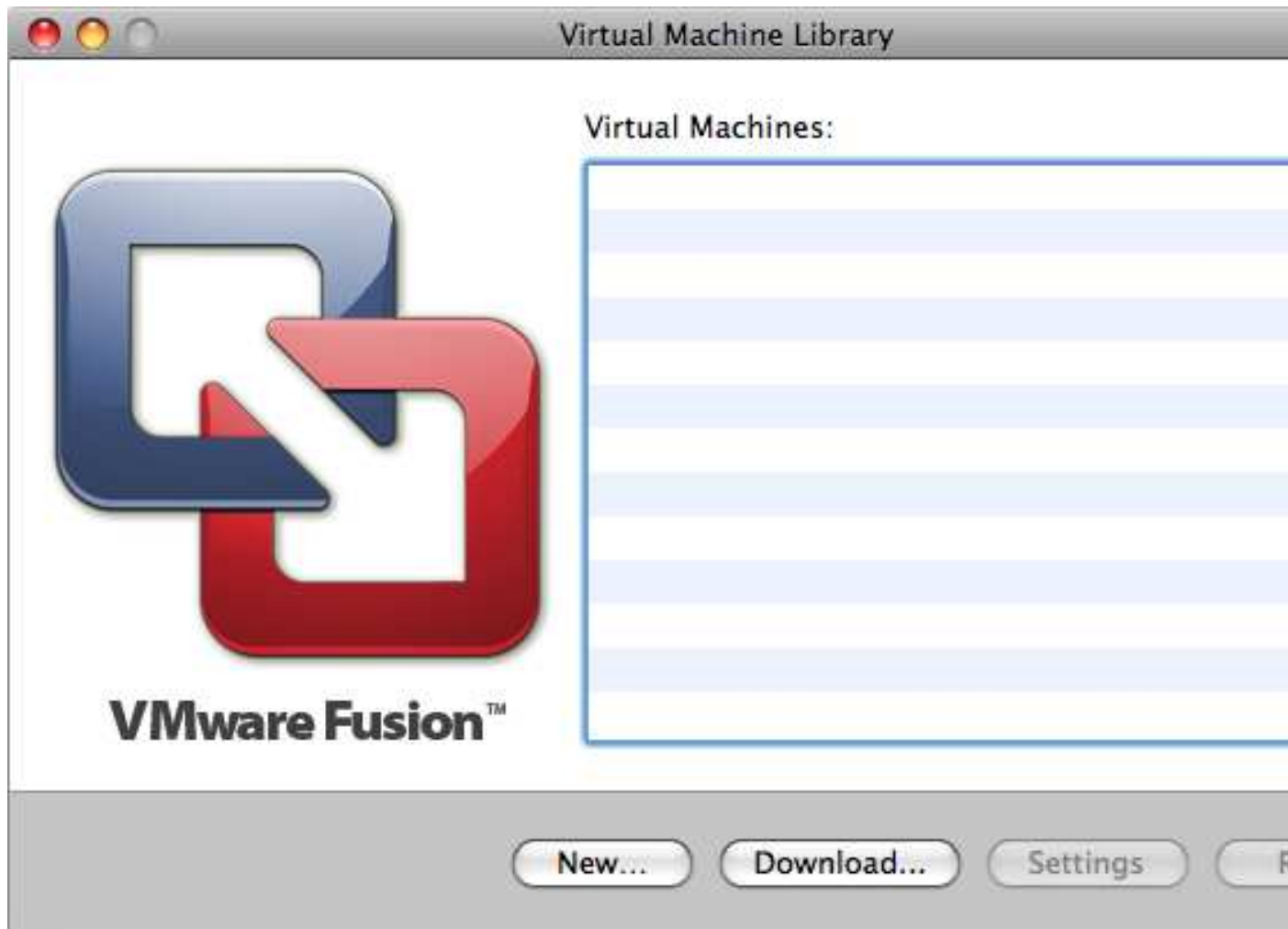
De eenvoudigste netwerkinstallatie omvat het gebruik van DHCP om de virtuele machine met het zelfde LAN te verbinden als de Microsoft Windows-gastheer. Dit kan bereikt worden door `ifconfig_de0="DHCP"` toe te voegen aan `/etc/rc.conf`. Geavanceerdere netwerkinstallaties staan beschreven in Hoofdstuk 31.

22.2.3. VMware op Mac OS

VMware Fusion voor Mac is een commercieel softwareprodukt beschikbaar voor op Intel gebaseerde Mac-computers die Mac OS 10.4.9 of nieuwer draaien. FreeBSD is een volledig ondersteund gast-besturingssysteem. Nadat **VMware Fusion** is geïnstalleerd op Mac OS X dient de gebruiker een virtuele machine in te stellen en daarna het gewenste gast-besturingssysteem te installeren.

22.2.3.1. FreeBSD installeren op VMware/Mac OS X

De eerste stap is om VMware Fusion te laden, de Virtual Machine Library zal geladen worden. Klik op "New" om de VM aan te maken:



Dit laadt de New Virtual Machine Assistant dat helpt om de VM aan te maken, klik op Continue om verder te gaan:



Selecteer **Other** als het Operating System en **FreeBSD** of **FreeBSD 64-bit** , afhankelijk van de wens voor ondersteuning voor 64-bit, als de **Version** wanneer dat gevraagd wordt:



Kies de naam van het VM-beeld en de map waarin het bewaard dient te worden:



Kies de grootte van de virtuele harde schijf voor de VM:



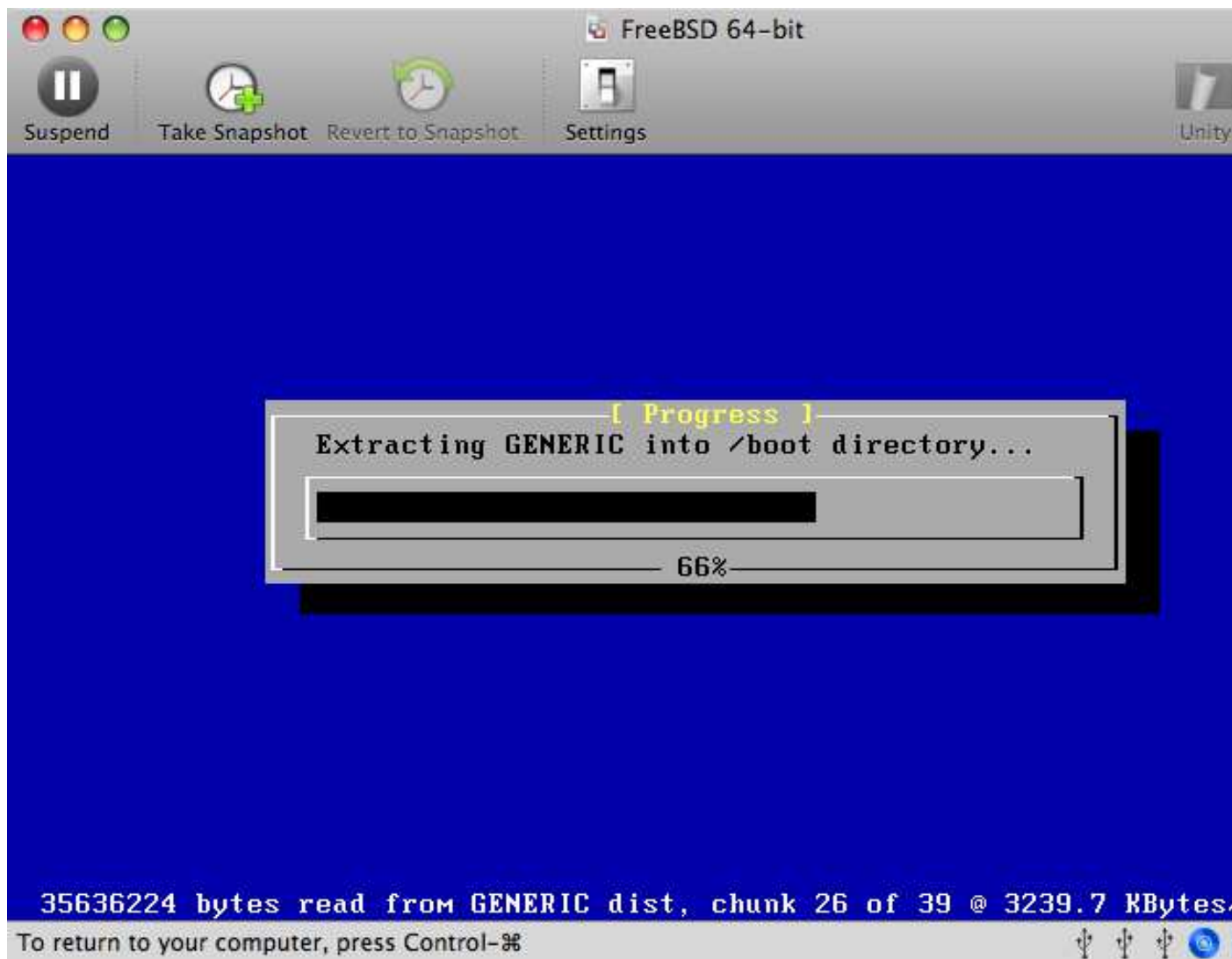
Kies de manier om de VM te installeren, van een ISO-beeld of van een CD:



Nadat op Finish is geklikt, zal de VM opstarten:



Installeer FreeBSD zoals gewoonlijk, of door de aanwijzingen in Hoofdstuk 2 op te volgen:



Nadat de installatie voltooid is kunnen de instellingen van de VM aangepast worden, zoals het geheugengebruik:

Opmerking: De instellingen van de systeemhardware van de VM kunnen niet veranderd worden zolang de VM draait.



Het aantal CPU's waartoe de VM toegang heeft:



De status van het CD-ROM-apparaat. Gewoonlijk kan de CD-ROM of het ISO-beeld van de VM worden losgekoppeld wanneer het niet meer nodig is.



Het laatste om te veranderen is de manier waarop de VM verbinding met het netwerk maakt. Indien verbindingen naar de VM van andere machines naast de gastheer gewenst zijn, dient **Connect directly to the physical network (Bridged)** gekozen te worden. In andere situaties is **Share the host's internet connection (NAT)** te verkiezen, zodat de VM toegang kan hebben tot het Internet, maar dat het netwerk geen toegang heeft tot de VM.



Herstart de nieuw geïnstalleerde virtuele FreeBSD-machine nadat alle instellingen zijn aangepast.

22.2.3.2. FreeBSD instellen op Mac OS X/VMware

Nadat FreeBSD succesvol is geïnstalleerd op Mac OS X met **VMware**, zijn er een aantal instellingen die gewijzigd kunnen worden op het systeem te optimaliseren voor virtueel gebruik.

1. De variabelen voor de bootloader instellen

De belangrijkste stap is het verlagen van de tunable `kern.hz` om het CPU-gebruik van FreeBSD in de omgeving van **VMware** te verminderen. Dit kan bereikt worden door de volgende regel aan `/boot/loader.conf` toe te voegen:

```
kern.hz=100
```

Zonder deze instelling gebruikt FreeBSD als **VMware** gast-besturingssysteem ongeveer 15% van de CPU van een enkele iMac-processor. Na deze verandering zal het gebruik dichterbij 5% liggen.

2. Een nieuw instellingenbestand voor de kernel aanmaken

Alle stuurprogramma's voor FireWire en USB kunnen verwijderd worden. **VMware** biedt een virtuele netwerkadapter dat door het stuurprogramma `em(4)` gebruikt wordt, dus alle netwerkapparaten behalve `em(4)` kunnen uit de kernel verwijderd worden.

3. Het netwerk instellen

De eenvoudigste netwerkinstallatie omvat het gebruik van DHCP om de virtuele machine met hetzelfde LAN te verbinden als de Mac-gastheer. Dit kan bereikt worden door `ifconfig_em0="DHCP"` toe te voegen aan `/etc/rc.conf`. Geavanceerdere netwerkinstallaties staan beschreven in Hoofdstuk 31.

22.3. FreeBSD als een gastheer-besturingssysteem

Voor een aantal jaren werd FreeBSD niet officieel ondersteund als een gastheer-besturingssysteem door de beschikbare virtualisatiepakketten. Sommige mensen gebruikten oudere en meestal overbodige versies van **VMware** (zoals `emulators/vmware3`), die gebruik maakten van de Linux binaire compatibiliteitslaag. Kort na de uitgave van FreeBSD 7.2 verscheen de Open Source Edition (OSE) van Sun's **VirtualBox™** in de Ports; Collectie als een programma dat voor FreeBSD zelf bedoeld is.

VirtualBox is een actief ontwikkeld en compleet virtualisatiepakket dat beschikbaar is voor de meeste besturingssystemen waaronder Windows, Mac OS, Linux en FreeBSD. Het kan evengoed Windows of UNIX als gast draaien. Het komt in twee smaken, een opensource en een gesloten editie. Voor de gebruiker is de grootste beperking van de OSE waarschijnlijk het gebrek aan ondersteuning voor USB. Andere verschillen kunnen op de pagina "Editions" van de wiki van **VirtualBox** op <http://www.virtualbox.org/wiki/Editions> gevonden worden. Momenteel is alleen de OSE beschikbaar voor FreeBSD.

22.3.1. VirtualBox™ installeren

VirtualBox is beschikbaar als een FreeBSD-port in `emulators/virtualbox-ose` en kan met de volgende commando's geïnstalleerd worden:

```
# cd /usr/ports/emulators/virtualbox-ose
# make install clean
```

Een nuttige optie in het configuratiescherm is de verzameling `GuestAdditions` programma's. Deze bieden een aantal nuttige mogelijkheden in gastbesturingssystemen, zoals integratie van de muiscursor (wat het mogelijk maakt om de muis te delen tussen de gast en de gastheer zonder dat er een speciale toetsencombinatie hoeft te worden gebruikt voor het omwisselen) en snellere video-rendering, met name in Windows-gasten. De gastaanvullingen zijn beschikbaar in het menu **Devices**, nadat de installatie van het gastbesturingssysteem is voltooid.

Er zijn enkele aanpassingen aan de instellingen nodig voordat **VirtualBox** voor het eerst wordt gestart. De port installeert een kernelmodule in `/boot/modules` welke in de draaiende kernel geladen moet worden:

```
# kldload vboxdrv
```

Voeg de volgende regel toe aan `/boot/loader.conf` om er zeker van te zijn dat de module altijd na een herstart wordt geladen:


```
vboxdrv_load="YES"
```

Voor versies van **VirtualBox** lager dan 3.1.2 is het nodig om het bestandssysteem `proc` aan te koppelen. Voor recente versies is dit niet nodig, die maken gebruik van de functies die door de bibliotheek `sysctl(3)` worden aangeboden.

Volg de onderstaande instructies op bij het gebruik van een oudere versie van de port om er zeker van te zijn dat `proc` juist is aangekoppeld:

```
# mount -t procfs proc /proc
```

De volgende regel is nodig in `/etc/fstab` om de instelling werkend te houden na een herstart:

```
proc /proc procfs rw 0 0
```

Opmerking: Als er zich een foutmelding voordoet die lijkt op de volgende wanneer **VirtualBox** vanaf de terminal wordt gedraaid:

```
VirtualBox: supR3HardenedExecDir: couldn't read "", errno=2 cchLink=-1
```

Waarschijnlijk is de boosdoener het `proc` bestandssysteem. Controleer met het commando `mount` of het juist is aangekoppeld.

De groep `vboxusers` wordt tijdens de installatie van **VirtualBox** aangemaakt. Alle gebruikers die toegang tot **VirtualBox** nodig hebben moeten als lid van deze groep worden toegevoegd. Met het commando `pw` kunnen nieuwe leden worden toegevoegd:

```
# pw groupmod vboxusers -m uwgebruikersnaam
```

Gebruik de optie `Sun VirtualBox` van het menu van uw grafische omgeving of typ het volgende in in een terminal om **VirtualBox** te starten:

```
% VirtualBox
```

Bezoek de officiële website op <http://www.virtualbox.org> voor meer informatie over het configureren en gebruiken van **VirtualBox**. Aangezien de FreeBSD-port erg nieuw is, wordt het nog volop ontwikkeld. Kijk voor de laatste informatie en instructies om problemen op te lossen op de relevantie pagina in de FreeBSD-wiki op <http://wiki.FreeBSD.org/VirtualBox>.

Hoofdstuk 23.

Lokalisatie - I18N/L10N gebruiken en instellen

23.1. Overzicht

FreeBSD is een zeer gedistribueerd project met gebruikers over de gehele wereld. Dit hoofdstuk behandelt de internationalisatie- en lokalisatie-eigenschappen van FreeBSD die niet-Engelssprekende gebruikers echt werk laten verzetten. Er zitten veel aspecten van de i18n-implementatie in zowel de systeem- als applicatieniveaus, dus waar mogelijk wordt de lezer verwezen naar meer specifieke bronnen.

Na dit hoofdstuk weet de lezer:

- Hoe verschillende talen en locales gecodeerd zijn op moderne besturingssystemen.
- Hoe de locale in te stellen voor een login-shell.
- Hoe de console voor niet-Engelse talen in te stellen.
- Hoe het X Window systeem effectief met meerdere talen te gebruiken.
- Waar meer informatie te vinden over het schrijven van i18n-respecterende applicaties.

Veronderstelde voorkennis:

- Weten hoe aanvullende applicaties van derde partijen geïnstalleerd worden (Hoofdstuk 4).

23.2. Beginselen

23.2.1. Wat is I18N/L10N?

Ontwikkelaars hebben internationalisatie (“internationalization” afgekort tot de term I18N, de eerste en de laatste letter en het aantal tussenliggende letters. L10N gebruikt hetzelfde schema voor naamgeving en komt van “localization”. Samen staan I18N/L10N methoden, protocollen en applicaties gebruikers toe de taal van hun keuze te gebruiken.

I18N-applicaties zijn geprogrammeerd door gebruik te maken van I18N-gereedschappen van bibliotheken. Daarmee kunnen ontwikkelaars een eenvoudig bestand schrijven en menu’s en teksten weergeven in elke taal. Programmeurs worden door het FreeBSD Project sterk aangemoedigd deze conventie te volgen.

23.2.2. Waarom I18N/L10N gebruiken?

I18N/L10N wordt gebruikt als een gebruiker gegevens wil bekijken, invoeren of verwerken in niet-Engelse talen.

23.2.3. Welke talen worden ondersteund door I18N?

I18N en L10N zijn niet FreeBSD specifiek. Momenteel kan er gekozen worden uit de meeste grote wereldtalen, inclusief maar niet beperkt tot: Chinees, Duits, Japans, Koreaans, Frans, Russisch en Vietnamees.

23.3. Lokalisatie gebruiken

In al zijn pracht is I18N niet FreeBSD specifiek maar een conventie. Het FreeBSD Project moedigt iedereen aan FreeBSD te helpen deze conventie te gebruiken.

Lokalisatie-instellingen zijn gebaseerd op drie hoofdtermen: Taalcode, Landcode en Codering. Localenamen zijn als volgt opgebouwd:

Taalcode_Landcode.Codering

23.3.1. Taal- en landcodes

Om een FreeBSD-systeem (of een ander I18N-ondersteunend UNIX achtig systeem) te lokaliseren naar een bepaalde taal, moet de gebruiker de codes voor het specifieke land en taal achterhalen. Landcodes geven applicaties aan welke variatie van de gegeven taal gebruikt moet worden. Ook webbrowsers, SMTP/POP-servers, web servers, enz. maken beslissingen gebaseerd op die codes. Hieronder staan voorbeelden van taal- en landcodes:

Taal- en landcode	Omschrijving
en_US	Engels - Verenigde Staten
ru_RU	Russisch voor Rusland
zh_TW	Traditioneel Chinees voor Taiwan

23.3.2. Coderingen

Sommige talen gebruiken andere ASCII-coderingen dan 8-bit, wijde of multibyte karakters, zie multibyte(3). Oudere programma's herkennen die niet en interpreteren ze foutief als controlekarakters aan. Afhankelijk van de implementatie moeten gebruikers eventueel een applicatie met wijde of multibyte karakterondersteuning compileren, of hem correct instellen. Om wijde of multibyte karakters in te kunnen voeren en te kunnen verwerken levert de FreeBSD Portscollectie (<http://www.FreeBSD.org/ports/index.html>) voor elke taal programma's. Hiervoor staat I18N-documentatie in de respectievelijke FreeBSD Port.

Voor het bouwen van een gewenste applicatie met lokalisatie is het verstandig de applicatiedocumentatie te bekijken om te bepalen hoe de juiste waarden doorgegeven kunnen worden naar configure, Makefile of de compiler.

Houd rekening met:

- Taalspecifieke enkele C-karakters karakterverzamelingen (zie `multibyte(3)`), bijvoorbeeld ISO8859-1, ISO-8859-15, KOI8-R of CP437.
- Wijde of multibyte coderingen, bijvoorbeeld EUC of Big5.

Een lijst met actieve karakterverzamelingen staat bij de IANA Registry (<http://www.iana.org/assignments/character-sets>).

Opmerking: FreeBSD gebruikt in plaats hiervan X11-compatible locale-coderingen.

23.3.3. I18N applicaties

In het FreeBSD Ports en Package systeem hebben I18N-applicaties `I18N` in hun naam zodat ze eenvoudig herkend kunnen worden. Toch ondersteunen ze niet altijd iedere mogelijk gewenste taal.

23.3.4. Locale instellen

Meestal is het voldoende om de waarde van de localenaam te exporteren als `LANG` in de login-shell. Dit kan door die waarde in `~/.login_conf` van de gebruiker of in `~/.profile`, `~/.bashrc` of `~/.cshrc` van de gebruiker te zetten. Het is niet nodig om localedeelverzamelingen als `LC_CTYPE` of `LC_CTIME` in te stellen. Bij de taalspecifieke FreeBSD documentatie staat vaak nog informatie.

De twee volgende omgevingsvariabelen moeten in de instellingenbestanden ingesteld worden:

- `LANG` voor de POSIX `setlocale(3)` functies.
- `MM_CHARSET` voor de MIME karakters voor applicaties.

Dit is inclusief het instellen van de gebruikers-shell, het instellen van de specifieke applicatie en de instellingen voor X11.

23.3.4.1. Methoden om locale in te stellen

Er zijn twee methoden om de locale in te stellen en beiden worden hieronder beschreven. De eerste (aanbevolen) methode is door middel van het toekennen van omgevingsvariabelen in de loginklasse en de tweede is mogelijk door middel van het toevoegen van de omgevingsvariabelen aan het opstartbestand van de systeem-shell.

23.3.4.1.1. Methode loginklasse

Deze methode biedt de mogelijkheid om omgevingsvariabelen die nodig zijn voor de localenaam en MIME karakterverzamelingen éénmalig voor elke mogelijke shell toe te kennen in plaats van door toekenning via het opstartbestand van elke shell. Gebruikersinstellingen kunnen door de gebruiker zelf worden gemaakt en voor Beheerdersinstellingen zijn superuser-rechten nodig.

23.3.4.1.1.1. Gebruikersinstellingen

Hieronder staat een minimaal voorbeeld van een `.login_conf` bestand in de thuismap van een gebruiker die beide variabelen heeft ingesteld op Latin-1 codering:

```
me:\
:charset=ISO-8859-1:\
:lang=de_DE.ISO8859-1:
```

Hieronder staat is een voorbeeld van een `.login_conf` die variabelen instelt voor traditioneel Chinees in BIG-5 codering. Er zijn veel andere variabelen ingesteld zijn omdat sommige software localevariabelen niet correct respecteert voor Chinees, Japans, en Koreaans.

```
# Gebruikers die geen valuta eenheden of tijdformaten voor Taiwan
# willen gebruiken kunnen handmatig elke variabele wijzigen.
me:\
:lang=zh_TW.Big5:\
:setenv=LC_ALL=zh_TW.Big5:\
:setenv=LC_COLLATE=zh_TW.Big5:\
:setenv=LC_CTYPE=zh_TW.Big5:\
:setenv=LC_MESSAGES=zh_TW.Big5:\
:setenv=LC_MONETARY=zh_TW.Big5:\
:setenv=LC_NUMERIC=zh_TW.Big5:\
:setenv=LC_TIME=zh_TW.Big5:\
:charset=big5:\
:xmodifiers="@im=gcin": # Stel gcin in als XIM invoerserver
```

Zie Beheerdersinstellingen en `login.conf(5)` voor meer details.

23.3.4.1.1.2. Beheerdersinstellingen

Er dient gecontroleerd te worden of loginklasse voor gebruikers, `/etc/login.conf`, de juiste taal instelt door de volgende instellingen in `/etc/login.conf`:

```
taalnaam|accountstitel:\
:charset=MIME_karakterverzameling:
:lang=localenaam:\
:tc=default:
```

Voor het bovenstaande voorbeeld dat gebruik maakt van Latin-1 ziet dat er als hieronder uit:

```
german|Duitse gebruikersaccounts:\
:charset=ISO-8859-1:\
:lang=de_DE.ISO8859-1:\
:tc=default:
```

Voer voordat de gebruikers login class wordt gewijzigd het volgende uit:

```
# cap_mkdb /etc/login.conf
```

om de nieuwe configuratie in `/etc/login.conf` zichtbaar te maken voor het systeem.

Loginklasse wijzigen met `vipw(8)`

Met `vipw` kunnen nieuwe gebruikers toegevoegd worden en de instellingen dienen ongeveer als volgt uit te zien:

```
gebruiker:wachtwoord:1111:11:taal:0:0:Gebruikersnaam:/home/gebruiker:/bin/sh
```

Loginklasse wijzigen met adduser(8)

Met `adduser` kunnen nieuwe gebruikers toegevoegd worden. Hierna dient één van de volgende stappen uitgevoerd te worden:

- `defaultclass = taal` instellen in `/etc/adduser.conf`. In dit geval dient er voor alle gebruikers van andere talen een default klasse ingevoerd te worden.
- Er kan ook gekozen worden voor een antwoord op de vraag over taal vanuit `adduser(8)`:

```
Enter login class: default []:
```
- Ook kan het volgende gebruikt worden voor elke gebruiker die een andere taal gebruikt:

```
# adduser -class taal
```

Loginklasse wijzigen met pw(8)

Als `pw(8)` wordt gebruikt om nieuwe gebruikers toe te voegen:

```
# pw useradd gebruikersnaam -L taal
```

23.3.4.1.2. Methode opstartbestand shell

Opmerking: Deze methode wordt niet aanbevolen omdat er instellingen nodig zijn voor elke mogelijke shell. Het advies is de Methode Loginklasse te gebruiken.

Om de localenaam en MIME karakterverzameling toe te voegen kunnen gewoon twee omgevingsvariabelen ingesteld worden, zoals hieronder te zien is, in `/etc/profile` en/of `/etc/csh.login` opstartbestanden voor shells. Hier wordt de Duitse taal als voorbeeld gebruikt:

In `/etc/profile`:

```
LANG=de_DE.ISO8859-1; export LANG
MM_CHARSET=ISO-8859-1; export MM_CHARSET
```

Of in `/etc/csh.login`:

```
setenv LANG de_DE.ISO8859-1
setenv MM_CHARSET ISO-8859-1
```

Het is ook mogelijk de bovenstaande instructies toe te voegen `/usr/share/skel/dot.profile` (ongeveer gelijk aan wat hierboven in `/etc/profile` is gebruikt) of aan `/usr/share/skel/dot.login` (ongeveer gelijk aan wat hierboven in `/etc/csh.login` is gebruikt).

Voor X11:

In `$HOME/.xinitrc`:

```
LANG=de_DE.ISO8859-1; export LANG
```

Of:

```
setenv LANG de_DE.ISO8859-1
```

Afhankelijk van de shell (zie boven).

23.3.5. Console instellen

Voor alle enkele C-karakters karakterverzamelingen worden de juiste lettertypen voor het console ingesteld in `/etc/rc.conf` voor de taal in kwestie met:

```
font8x16=lettertypenaam
font8x14=fontnaam
font8x8=fontnaam
```

De `lettertypenaam` komt uit de map `/usr/share/syscons/fonts` zonder het achtervoegsel `.fnt`.

De gebruiker dient ervoor te zorgen dat indien nodig de juiste enkele C-karakters karakterverzameling wordt ingesteld met `/stand/sysinstall`. In **sysinstall** kan **Configure** en **Console** gekozen worden. Het is ook mogelijk het volgende aan `/etc/rc.conf` toe te voegen:

```
scrnmap=schermmappingnaam
keymap=toetsenmappingnaam
keychange="fkey_nummer sequentie"
```

`schermmappingnaam` komt uit de map `/usr/share/syscons/scrnmaps` zonder het achtervoegsel `.scm`.

Meestal is een schermmapping met een overeenkomstig gemapt lettertype nodig als workaround om bit 8 naar bit 9 uit te breiden op een lettertype-karaktermatrix van een VGA-adaptor in pseudografische gebieden, dat wil zeggen om letters uit dat gebied te halen als het schermlettertype een bit 8 kolom gebruikt.

Als de **moused** daemon is ingeschakeld met de onderstaande regel in `/etc/rc.conf`, dan wordt aangeraden de muiscursorinformatie in de volgende paragraaf te bekijken.

```
moused_enable="YES"
```

Standaard neemt de muiscursor van het `syscons(4)` stuurprogramma het bereik 0xd0-0xd3 van de tekenverzameling in beslag. Als een ingestelde taal dit bereik gebruikt, moet het cursorbereik hierbuiten gehaald worden. Om de workaround voor FreeBSD aan te zetten kan de volgende regel aan `/etc/rc.conf` toegevoegd worden:

```
mousechar_start=3
```

De `toetsenmappingnaam` komt uit de map `/usr/share/syscons/keymaps` zonder het achtervoegsel `.kbd`. Als niet precies duidelijk is welke toetsenmapping te gebruiken, kan de toetsenmapping getest worden met `kbdmap(1)` zonder opnieuw op te starten.

`keychange` is nodig om functietoetsen zo te programmeren dat ze overeenkomen met het geselecteerde terminaltype omdat functietoetssequenties niet in de toetsenmapping gedefinieerd kunnen worden.

Er dient ook een controle te zijn op een juiste instelling van het juiste terminaltype voor het console in `/etc/ttys` voor alle `ttv*` regels. De huidige instellingen zijn:

Karakterverzameling	Terminaltype
ISO8859-1 of ISO-8859-15	cons2511

Karakterverzameling	Terminaltype
ISO8859-2	cons25l2
ISO8859-7	cons25l7
KOI8-R	cons25r
KOI8-U	cons25u
CP437 (VGA standaardinstelling)	cons25
US-ASCII	cons25w

Voor wijde of multibyte karaktertalen kan je juiste FreeBSD port in de map `/usr/ports/taal` gebruikt worden. Sommige ports verschijnen als console terwijl het systeem ze als serieële vty ziet. Er dienen dus voldoende vty's gereserveerd te zijn voor zowel X11 als de pseudo-serieële console. Hier is een gedeeltelijke lijst van applicaties voor het gebruik van andere talen in console:

Taal	Locatie
traditioneel Chinees (BIG-5)	chinese/big5con
Japans	japanese/kon2-16dot of japanese/mule-freewnn
Koreaans	korean/han

23.3.6. X11 instellen

Hoewel X11 geen deel is van het FreeBSD Project wordt het hier wel besproken voor FreeBSD gebruikers. Meer details zijn te vinden op de Xorg website (<http://www.x.org/>) of op de website van een andere X11 server die gebruikt wordt.

In `~/Xresources` kunnen applicatiespecifieke I18N instellingen gemaakt worden als lettertypen, menu's, enzovoort.

23.3.6.1. Lettertypen weergeven

Eerst moet **Xorg** server (`x11-servers/xorg-server`), geïnstalleerd worden en daarna de TrueType lettertypen van de taal. Door de gewenste locale in te stellen worden de menu's en dergelijke in de gekozen taal weergegeven.

23.3.6.2. Niet-Engelse karakters invoeren

Het X11 Input Method (XIM) protocol is een nieuwe standaard voor alle X11-cliënts. Alle X11-applicaties horen geschreven te worden als XIM-cliënts die invoer aannemen van de XIM-invoerservers. Er zijn meerdere XIM-servers beschikbaar voor verschillende talen.

23.3.7. Printerinstellingen

Sommige enkele C-karakters karakterverzamelingen zijn standaard hardware-gecodeerd in printers. Voor wijde of multibyte karakterverzamelingen is een speciale installatie nodig en het gebruik van **apsfilter** wordt dan aangeraden.

Een document kan ook naar PostScript of PDF formaat omgezet worden door gebruik te maken van taalspecifieke conversieprogramma's.

23.3.8. Kernel en bestandssystemen

Het FreeBSD Snelle Bestandssysteem (FFS) is 8-bit schoon, dus het kan gebruikt worden met elke enkele C-karakters karakterverzameling (zie multibyte(3)), maar er is geen karakterverzamelingnaam opgeslagen in het bestandssysteem. Het is dus rauw 8-bit en het weet niets van coderingsbevelen. Officieel ondersteunt FFS nog geen enkele vorm van wijde of multibyte karakterverzamelingen. Toch hebben sommige wijde of multibyte karakterverzamelingen onafhankelijke patches voor FFS die ondersteuning inschakelen. Dit zijn tijdelijke oplossingen of hacks die niet overdraagbaar zijn en daarom is besloten ze niet in de source tree op te nemen. Op de websites van de talen staan de patchbestanden en meer informatie.

Voor het FreeBSD MS-DOS bestandssysteem kan geschakeld worden tussen MS-DOS, Unicode karakterverzamelingen en gekozen FreeBSD bestandssysteem-karakterverzamelingen. `mount_msdosfs(8)` beschijft de details.

23.4. I18N-programma's compileren

Veel FreeBSD Ports zijn geschikt gemaakt voor FreeBSD met I18N-ondersteuning. Een aantal daarvan zijn gemarkeerd met “-I18N” in de portnaam. Deze en nog veel andere programma's hebben ingebouwde ondersteuning voor I18N en behoeven geen speciale aandacht.

Toch is het voor sommige applicaties zoals **MySQL** nodig dat de `Makefile` ingesteld is met de specifieke karakterverzameling. Dit wordt normaliter gedaan in de `Makefile` of door middel van het doorgeven van een waarde aan **configure** in de broncode.

23.5. FreeBSD lokaliseren naar talen

23.5.1. Russisch (KOI8-R codering)

Voor meer informatie over KOI8-R codering, zie de KOI8-R References (Russian Net Character Set) (<http://koi8.pp.ru/>).

23.5.1.1. Locale instellen

Voeg de volgende regels toe aan `~/ .login_conf` bestand:

```
me:Mijn account:\
:charset=KOI8-R:\
:lang=ru_RU.KOI8-R:
```

Zie eerder in dit hoofdstuk voor voorbeelden over het opzetten van de locale.

23.5.1.2. Console instellen

- Voeg de volgende regel toe aan `/etc/rc.conf`:

```
mousechar_start=3
```

- Gebruik ook de volgende instellingen in `/etc/rc.conf`:

```
keymap="ru.koi8-r"
scrnmap="koi8-r2cp866"
font8x16="cp866b-8x16"
font8x14="cp866-8x14"
font8x8="cp866-8x8"
```

- Voor elke `ttv*` regel in `/etc/ttys`, gebruik `cons25r` als het terminaltype.

Zie eerder in dit hoofdstuk voor voorbeelden over het opzetten van de console.

23.5.1.3. Printer instellen

Aangezien de meeste printers met Russische karakters met hardware-codepagina CP866 komen, is een speciaal uitvoerfilter nodig om KOI8-R om te zetten in CP866. Zo'n filter is standaard geïnstalleerd als `/usr/libexec/lpr/ru/koi2alt`. Een `/etc/printcap` regel voor een Russische printer moet er uit zien als:

```
lp|Russische lokale lijnprinter:\
:sh:of=/usr/libexec/lpr/ru/koi2alt:\
:lp=/dev/lpt0:sd=/var/spool/output/lpd:lf=/var/log/lpd-errs:
```

Zie `printcap(5)` voor een gedetailleerde beschrijving.

23.5.1.4. MS-DOS bestandssysteem en Russische bestandsnamen

De volgende voorbeeld `fstab(5)` regel zet ondersteuning aan voor Russische bestandsnamen gekoppeld op MS-DOS bestandssystemen:

```
/dev/ad0s2 /dos/c msdos rw,-Wkoi2dos,-Lru_RU.KIO8-R 0 0
```

De `-L` optie selecteert de te gebruiken localnaam, en `-W` stelt de karakteromzettabel in. Om de `-W` te gebruiken moet `/usr` gemount zijn voor de MS-DOS partitie omdat de omzettabellen zich bevinden in `/usr/libdata/msdosfs`. `mount_msdosfs(8)` geeft verdere uitleg.

23.5.1.5. X11 instellen

1. Voer eerst de niet-X lokale instellingen uit zoals beschreven.
2. Installeer bij gebruik van **Xorg** het package `x11-fonts/xorg-fonts-cyrillic`.

Controleer de "Files" sectie in `/etc/X11/xorg.conf` bestand. Zorg dat de volgende regel *vóór* andere `FontPath` regels staan:

```
FontPath "/usr/local/lib/X11/fonts/cyrillic"
```

Opmerking: Zie de Ports Collectie voor meer cyrillic fonts.

3. Om een Russisch toetsenbord te activeren dient het volgende in het "Keyboard" gedeelte van `xorg.conf` te staan:

```
XkbLayout "ru"
XkbOptions "grp:caps_toggle"
```

Voor **Xorg**:

```
Option "XkbLayout" "us,ru"
Option "XkbOptions" "grp:caps_toggle"
```

Ook moet daar `XkbDisable` uitgeschakeld (uitgecomment) zijn.

Voor `grp:toggle` is de RUS/LAT-schakelaar **Rechter Alt** voor de `grp:ctrl_shift_toggle` schakelaar zal dat **Ctrl+Shift** zijn. Voor `grp:caps_toggle` zal de RUS/LAT-schakelaar **CapsLock** zijn. De oude **CapsLock** functie is nog steeds beschikbaar via **Shift+CapsLock** (alleen in LAT-modus). `grp:caps_toggle` werkt om onbekende reden niet in **Xorg**.

Als er "Windows" toetsen op een toetsenbord zitten en het blijkt dat sommige niet-alfabetische toetsen verkeerd gemapt zijn in RUS-modus, dan kan de volgende regel aan `xorg.conf` toegevoegd worden:

```
Option "XkbVariant" " ,winkeys"
```

Opmerking: Het Russische XKB toetsenbord hoeft niet te werken met niet-gelocaliseerde applicaties.

Opmerking: Minimaal gelocaliseerde applicaties moeten vroeg in het programma een aanroep naar de `XtSetLanguageProc (NULL, NULL,);` functie doen.

In KOI8-R for X Window (<http://koi8.pp.ru/xwin.html>) staan meer instructies over het lokaliseren van X11-applicaties.

23.5.2. Traditioneel Chinees voor Taiwan

Het FreeBSD-Taiwan Project heeft een Chinese HOWTO voor FreeBSD op <http://netlab.cse.yzu.edu.tw/~statue/zh-l10n-tut/> die gebruik maakt van veel Chinese ports. De huidige redacteur voor de FreeBSD Chinese HOWTO is Shen Chuan-Hsing <statue@freebsd.sinica.edu.tw>.

Chuan-Hsing Shen heeft de Chinese FreeBSD Collection (CFC) (<http://netlab.cse.yzu.edu.tw/~statue/cfc>) gemaakt met gebruik van FreeBSD-Taiwan's zh-L10N-tut. De packages en scriptbestanden zijn beschikbaar op <ftp://freebsd.csie.nctu.edu.tw/pub/taiwan/CFC>.

23.5.3. Duits (alle ISO 8859-1 talen)

Slaven Rezic <eserte@cs.tu-berlin.de> heeft een tutorial geschreven over het gebruik van umlauten op een FreeBSD-machine. De tutorial is in het Duits geschreven en staat op <http://user.cs.tu-berlin.de/~eserte/FreeBSD/doc/umlaute/umlaute.html>.

23.5.4. Grieks

Nikos Kokkalis <nickkokkalis@gmail.com> heeft een compleet artikel over Griekse ondersteuning in FreeBSD geschreven. Het is beschikbaar als deel van de officiële Griekse FreeBSD-documentatie, in http://www.freebsd.org/doc/el_GR.ISO8859-7/articles/greek-language-support/index.html (http://www.FreeBSD.org/doc/el_GR.ISO8859-7/articles/greek-language-support/index.html). Merk opdat dit *alleen* in het Grieks beschikbaar is.

23.5.5. Japans en Koreaans

Japanse lokalisatie staat beschreven op <http://www.jp.FreeBSD.org/> en de Koreaanse lokalisatie staat op <http://www.kr.FreeBSD.org/>.

23.5.6. Niet-Engelstalige FreeBSD documentatie

Sommige delen van de FreeBSD-documentatie zijn naar andere talen vertaald. Hiernaar staan links op de hoofdsite (<http://www.FreeBSD.org/index.html>) of in `/usr/share/doc`.

Hoofdstuk 24.

FreeBSD updaten en upgraden

24.1. Overzicht

FreeBSD wordt ontwikkeld tussen de verschillende versies in. Sommige mensen prefereren om de officieel uitgegeven versies te draaien, terwijl anderen gesynchroniseerd willen blijven met de nieuwste ontwikkelingen. Zelfs officiële uitgaven echter worden vaak bijgewerkt met veiligheids- en andere kritieke reparaties. Ongeacht de gebruikte versie biedt FreeBSD alle noodzakelijke gereedschappen om uw systeem bijgewerkt te houden, en maakt het het upgraden tussen versies ook gemakkelijk. Dit hoofdstuk helpt om een keuze te maken of het wenselijk is het ontwikkelsysteem te volgen of één van de uitgegeven versies. De basisgereedschappen om uw systeem bijgewerkt te houden worden ook gepresenteerd.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Welke gereedschappen gebruikt kunnen worden om het systeem en de Portscollectie te updaten.
- Hoe een systeem bijgewerkt kan worden met **freebsd-update**, **CVSup**, **CVS** of **CTM**;
- Hoe de toestand van een geïnstalleerd systeem met een bekende maagdelijke kopie te vergelijken.
- Hoe uw documentatie bijgewerkt te houden met **CVSup** of documentatie-ports.
- De verschillen tussen de ontwikkeltakken FreeBSD-STABLE en FreeBSD-CURRENT;
- Hoe een basissysteem opnieuw te compileren en te herinstalleren met `make buildworld`, enzovoort.

Veronderstelde criteria:

- Een juist ingesteld netwerk (Hoofdstuk 31);
- Weten hoe software van derden te installeren (Hoofdstuk 4).

Opmerking: Door dit hoofdstuk heen wordt `cvsup` gebruikt om de broncode van FreeBSD te verkrijgen en bij te werken. Om het te gebruiken, dient u de port of het pakket voor `net/cvsup` te installeren (als u niet de grafische `cvsup`-cliënt wilt installeren, kunt u de port `net/cvsup-without-gui` installeren. U kunt ervoor kiezen om dit te vervangen door `csup(1)` welke onderdeel is van het basissysteem.

24.2. FreeBSD Update

Het toepassen van beveiligingspatches is een belangrijk onderdeel van het beheren van computersoftware, met name het besturingssysteem. Dit was voor een lange tijd geen gemakkelijk proces op FreeBSD. Er moesten patches op de broncode worden toegepast, de code moest herbouwd worden tot binair, en daarna moesten de binair worden geïnstalleerd.

Dit is niet langer het geval aangezien FreeBSD nu een gereedschap heeft dat eenvoudigweg `freebsd-update` heet. Dit gereedschap biedt twee gescheiden functies. Ten eerste voorziet het in het toepassen van binaire beveiligings- en errata-updates op het basissysteem van FreeBSD zonder de eis om te bouwen en te installeren. Ten tweede ondersteunt het gereedschap kleine en grote uitgave-upgrades.

Opmerking: Binaire updates zijn beschikbaar voor alle architecturen en uitgaveaankondigingen dienen gelezen te worden aangezien deze belangrijke informatie over de gewenste uitgave kunnen bevatten. De aankondigingen kunnen op de volgende koppelin bekeken worden: <http://www.FreeBSD.org/releases/>.

Als er een `crontab` bestaat die de mogelijkheden van `freebsd-update` gebruikt, moet het uitgeschakeld worden voordat aan de volgende operatie wordt begonnen.

24.2.1. Het configuratiebestand

Sommige gebruikers willen het standaard configuratiebestand optimaliseren, waardoor het proces beter gecontroleerd kan worden. De opties zijn goed gedocumenteerd, maar voor de volgenden is wat extra uitleg nodig:

```
# Componenten van het basissysteem die bijgewerkt moeten blijven
Components src world kernel
```

Deze parameter bepaalt welke delen van FreeBSD bijgewerkt blijven. Standaard wordt de broncode bijgewerkt, het hele basissysteem, en de kernel. Dezelfde componenten als tijdens de installatie zijn beschikbaar, het toevoegen van bijvoorbeeld `world/games` zou de spelpatches toepassen. Het gebruik van `src/bin` zou de broncode in `src/bin` bijgewerkt houden.

Het beste kan dit op de standaardwaarde blijven aangezien het veranderen hiervan om specifieke items te bevatten de gebruiker dwingt om alle items die bijgewerkt dienen te worden op te noemen. Dit kan rampzalige gevolgen hebben aangezien de broncode en de binairen asynchroon kunnen raken.

```
# Paden die beginnen met iets wat overeenkomt met een regel in een IgnorePaths
# statement zullen genegeerd worden.
IgnorePaths
```

Voeg paden, zoals `/bin` of `/sbin` toe om deze specifieke mappen ongemoeid te laten tijdens het updateproces. Deze optie kan gebruikt worden om te voorkomen dat `freebsd-update` lokale wijzigingen overschrijft.

```
# Paden die beginnen met iets wat overeenkomt met een regel in een UpdateIfUnmodified
# statement zullen alleen worden bijgewerkt als de inhoud van het bestand niet is
# gewijzigd door de gebruiker (tenzij veranderingen zijn samengevoegd; zie beneden).
UpdateIfUnmodified /etc/ /var/ /root/ /.cshrc /.profile
```

Werk configuratiebestanden in de aangegeven mappen alleen bij als ze niet zijn gewijzigd. Alle veranderingen die door de gebruiker zijn gemaakt maken het automatisch bijwerken van deze bestanden ongeldig. Er is een andere optie, `KeepModifiedMetadata`, die `freebsd-update` instrueert om de veranderingen tijdens het samenvoegen te bewaren.

```
# Wanneer naar een nieuwe uitgave van FreeBSD wordt ge-upgraded, worden lokale veranderingen van 1
# samengevoegd in de versie van de nieuwe uitgave.
MergeChanges /etc/ /var/named/etc/
```

Lijst van mappen met instellingenbestanden waar `freebsd-update` moet proberen om in samen te voegen. Het proces van bestanden samenvoegen is een serie van `diff(1)`-patches die ongeveer gelijk is aan `mergemaster(8)` met minder opties, de samenvoegingen worden ofwel geaccepteerd, of openen een tekstverwerker, of zorgen ervoor dat `freebsd-update` afbreekt. Maak in geval van twijfel een reservekopie van `/etc` en accepteer de samenvoegingen. In Paragraaf 24.7.11.1 staat meer informatie over het commando `mergemaster`.

```
# Map waarin de gedownloade updates en tijdelijke
bestanden
# die door een FreeBSD Update worden gebruikt worden worden opgeslagen.
# WorkDir /var/db/freebsd-update
```

Dit is de map waarin alle patches en tijdelijke bestanden worden geplaatst. In het geval dat de gebruiker een versie-upgrade uitvoert, dient deze locatie tenminste een gigabyte aan vrije schijfruimte te hebben.

```
# Wanneer tussen uitgaven wordt ge-upgraded, dient de lijst van Componenten dan
# strikt gelezen te worden (StrictComponents yes) of slechts als een lijst van componenten

# die geïnstalleerd *kunnen* worden en waarvan FreeBSD Update uit dient te zoeken
# welke daadwerkelijk zijn geïnstalleerd en die te upgraden (StrictComponents no)?
# StrictComponents no
```

Wanneer ingesteld op `yes`, zal `freebsd-update` aannemen dat de lijst `Components` compleet is en zal het niet proberen om wijzigingen buiten de lijst te maken. Effectief zal `freebsd-update` proberen om elk bestand bij te werken dat op de lijst `Components` staat.

24.2.2. Beveiligingspatches

Beveiligingspatches staan op een verre machine en kunnen met het volgende commando gedownload en geïnstalleerd worden:

```
# freebsd-update fetch
# freebsd-update install
```

Als er kernelpatches zijn toegepast moet het systeem opnieuw opgestart worden. Als alles goed is gegaan dient het systeem gepatcht te zijn en kan `freebsd-update` als een nachtelijke `cron(8)`-taak gedraaid worden. Een regel in `/etc/crontab` zou genoeg moeten zijn om deze taak te volbrengen:

```
@daily                                root    freebsd-update cron
```

Deze regel verklaart dat eenmaal per dag het commando `freebsd-update` gedraaid zal worden. Op deze manier, door het argument `cron` te gebruiken, zal het gereedschap `freebsd-update` alleen kijken of er updates bestaan. Als er patches bestaan, zullen ze automatisch worden gedownload naar de plaatselijke schijf maar niet worden toegepast. Er zal een email aan de gebruiker `root` worden verstuurd zodat ze handmatig geïnstalleerd kunnen worden.

Als er iets misging, heeft `freebsd-update` de mogelijkheid om de laatste verzamelingen veranderingen terug te draaien met het volgende commando:

```
# freebsd-update rollback
```

Eenmaal voltooid, dient het systeem herstart te worden als de kernel of enige kernelmodule is gewijzigd. Dit stelt FreeBSD in staat om de nieuwe binairen in het geheugen te laden.

Het gereedschap `freebsd-update` kan alleen de kernel `GENERIC` automatisch bijwerken. Als een eigen kernel wordt gebruikt, moet het herbouwd en geherinstalleerd worden nadat `freebsd-update` klaar is met het installeren de rest van de updates. `freebsd-update` zal echter de kernel `GENERIC` in `/boot/GENERIC` detecteren en bijwerken (als het bestaat), zelfs als het niet de huidige (draaiende) kernel van het systeem is.

Opmerking: Het is een goed idee om altijd een kopie van de kernel `GENERIC` in `/boot/GENERIC` te bewaren. Het kan van pas komen bij het vaststellen van een keur aan problemen, en bij het uitvoeren van versie-upgrades met `freebsd-update` zoals beschreven in Paragraaf 24.2.3.

Tenzij de standaardconfiguratie in `/etc/freebsd-update.conf` is gewijzigd, zal `freebsd-update` de bijgewerkte kernelbronnen samen met de rest van de updates installeren. Het herbouwen en herinstalleren van uw nieuwe eigen kernel kan daarna op de gebruikelijke manier gedaan worden.

Opmerking: De updates die via `freebsd-update` verspreid worden hebben niet altijd betrekking op de kernel. Het is niet nodig om uw eigen kernel te herbouwen als de kernelbronnen niet zijn aangepast door het uitvoeren van `freebsd-update install`. `freebsd-update install` zal echter altijd het bestand `/usr/src/sys/conf/newvers.sh` bijwerken. Het huidige patchniveau (zoals aangegeven door het `-p`-nummer gerapporteerd door `uname -r`) wordt uit dit bestand gehaald. Het herbouwen van uw eigen kernel, zelfs als er niets veranderd is, stelt `uname(1)` in staat om het huidige patchniveau van het systeem accuraat te rapporteren. Dit is in het bijzonder behulpzaam wanneer meerdere systemen onderhouden worden, aangezien hierdoor snel de geïnstalleerde updates op elk ervan kunnen worden nagegaan.

24.2.3. Grote en kleine upgrades

Dit proces ruimt oude objectbestanden en bibliotheken op waardoor de meeste applicaties van derde partijen kapot gaan. Het wordt aangeraden dat alle geïnstalleerde poorten ofwel verwijderd en geherinstalleerd worden of later ge-upgraded worden met het hulpmiddel `ports-mgmt/portupgrade`. De meeste gebruikers zullen willen proefdraaien met het volgende commando:

```
# portupgrade -af
```

Dit zorgt ervoor dat alles juist wordt geherinstalleerd. Merk op dat het instellen van de omgevingsvariabele `BATCH` op `yes` het antwoord `yes` zal geven op alle prompts tijdens dit proces, waardoor het niet nodig is om handmatig in het bouwproces in te grijpen.

Als een eigen kernel wordt gebruikt, is het upgradeproces iets ingewikkelder. Een kopie van de kernel `GENERIC` is nodig en dient in `/boot/GENERIC` geplaatst te worden. Als de kernel `GENERIC` niet reeds op het systeem aanwezig is, moet het met één van de volgende methoden verkregen worden:

- Als er slechts eenmaal een eigen kernel is gebouwd, dan is de kernel in `/boot/kernel.old` eigenlijk de `GENERIC`. Hernoem deze map naar `/boot/GENERIC`.
- Aannemende dat fysieke toegang tot de machine mogelijk is, kan een kopie van de kernel `GENERIC` van het CD-ROM-medium worden geïnstalleerd. Laad de installatieschijf en geef de volgende commando's:

```
# mount /cdrom
# cd /cdrom/X.Y-RELEASE/kernels
# ./install.sh GENERIC
```


Vervang *X.Y-RELEASE* met de versie van de uitgave die u gebruikt. De kernel *GENERIC* zal standaard in */boot/GENERIC* worden geïnstalleerd.

- Als al het bovenstaande niet lukt, kan de kernel *GENERIC* herbouwd en geherinstalleerd worden vanaf de broncode:

```
# cd /usr/src
# env DESTDIR=/boot/GENERIC make kernel
# mv /boot/GENERIC/boot/kernel/* /boot/GENERIC
# rm -rf /boot/GENERIC/boot
```

Om deze kernel door *freebsd-update* als *GENERIC* te laten herkennen, mag het configuratiebestand voor *GENERIC* niet op enige wijze veranderd zijn. Het is ook aan te raden dat het zonder andere speciale opties wordt gebouwd (bij voorkeur met een leeg */etc/make.conf*).

Opnieuw opstarten naar de kernel *GENERIC* is in dit stadium niet nodig.

Updates van grote en kleine versies kunnen worden uitgevoerd door een uitgaveversie als doel aan *freebsd-update* op te geven, het volgende commando zal bijvoorbeeld updaten naar FreeBSD 8.1:

```
# freebsd-update -r 8.1-RELEASE upgrade
```

Nadat het commando is ontvangen, zal *freebsd-update* het instellingenbestand en het huidige systeem evalueren in een poging om de benodigde informatie te verzamelen om het systeem te updaten. Een lijst op het scherm zal aangeven welke componenten zijn gedetecteerd en welke niet. Bijvoorbeeld:

```
Looking up update.FreeBSD.org mirrors... 1 mirrors found.
Fetching metadata signature for 8.0-RELEASE from update1.FreeBSD.org... done.
Fetching metadata index... done.
Inspecting system... done.
```

```
The following components of FreeBSD seem to be installed:
kernel/smp src/base src/bin src/contrib src/crypto src/etc src/games
src/gnu src/include src/krb5 src/lib src/libexec src/release src/rescue
src/sbin src/secure src/share src/sys src/tools src/ubin src/usbin
world/base world/info world/lib32 world/manpages
```

```
The following components of FreeBSD do not seem to be installed:
kernel/generic world/catpages world/dict world/doc world/games
world/proflibs
```

```
Does this look reasonable (y/n)? y
```

Nu zal *freebsd-update* proberen om alle bestanden die nodig zijn voor de upgrade te downloaden. In sommige gevallen kan de gebruiker worden gevraagd wat te installeren of hoe verder te gaan.

Wanneer een eigen kernel wordt gebruikt, zal de bovenstaande stap een waarschuwing geven die lijkt op de volgende:

```
WARNING: This system is running a "MIJNKERNEL" kernel, which is not a
kernel configuration distributed as part of FreeBSD 8.0-RELEASE.
This kernel will not be updated: you MUST update the kernel manually
before running "/usr/sbin/freebsd-update install"
```

Deze waarschuwing kan op dit moment veilig worden genegeerd. De bijgewerkte kernel *GENERIC* zal als tussenliggende stap in het upgradeproces worden gebruikt.

Nadat alle patches zijn gedownload naar het plaatselijke systeem zullen ze worden toegepast. Dit proces kan afhankelijk van de snelheid en werklast van de machine even duren. Hierna zullen instellingenbestanden worden samengevoegd — voor dit gedeelte van het proces is enige tussenkomst van de gebruiker nodig aangezien een bestand kan worden samengevoegd of omdat er een tekstverwerker op het scherm kan verschijnen om het bestand handmatig samen te voegen. Het resultaat van elke succesvolle samenvoeging zal aan de gebruiker worden getoond naarmate het proces verder gaat. Een mislukte of genegeerde samenvoegpoging zal het proces afbreken. Het is mogelijk voor gebruikers om een reservekopie van `/etc` te maken en belangrijke bestanden, zoals `master.passwd` of `group`, later samen te voegen.

Opmerking: Het systeem is nog niet veranderd, al het patchen en samenvoegen gebeurt in een andere map. Wanneer alle patches succesvol zijn toegepast, alle instellingenbestanden zijn samengevoegd en het erop lijkt dat het proces soepel verloopt, dienen de veranderingen verzegeld te worden door de gebruiker.

Als dit proces eenmaal voltooid is, kan de upgrade aan de schijf toevertrouwd worden met het volgende commando.

```
# freebsd-update install
```

De kernel en kernelmodules zullen als eerste gepatcht worden. Nu moet de machine opnieuw opgestart worden. Als het systeem een eigen kernel draaide, gebruik dan het commando `nextboot(8)` om de kernel voor de volgende keer dat opgestart wordt in te stellen op `/boot/GENERIC` (welke is bijgewerkt):

```
# nextboot -k GENERIC
```

Waarschuwing Voordat er met de kernel `GENERIC` wordt opgestart, dient te worden gecontroleerd dat het alle stuurprogramma's bevat om uw systeem juist te laten opstarten (en met het netwerk te verbinden, als de machine die bijgewerkt wordt van afstand wordt benaderd). In het bijzonder, als de vorige kernel die draaide ingebouwde functionaliteit bevatte die normaalgesproken door kernelmodules wordt geleverd, zorg er dan voor dat deze modules tijdelijk in de kernel `GENERIC` worden geladen door de faciliteit `/boot/loader.conf` te gebruiken. U kunt er ook voor kiezen om niet-essentiële diensten, schijf- en netwerkkoppelingen, enzovoorts uit te zetten totdat het upgradeproces voltooid is.

De machine dient nu te worden herstart met de bijgewerkte kernel:

```
# shutdown -r now
```

Als het systeem weer actief is, moet `freebsd-update` nogmaals gestart worden. De toestand van het proces is opgeslagen en dus zal `freebsd-update` niet vooraan beginnen, maar zal het alle oude gedeelde bibliotheken en objectbestanden verwijderen. Geef het volgende commando om verder te gaan op dit punt:

```
# freebsd-update install
```

Opmerking: Afhankelijk van het feit of er versienummers van bibliotheken zijn opgehoogd, kunnen er slechts twee in plaats van drie installatiefasen zijn.

Alle software van derde partijen dient nu opnieuw gebouwd en geïnstalleerd te worden. Dit is nodig omdat geïnstalleerde software van bibliotheken afhankelijk kan zijn die tijdens het upgradeproces zijn verwijderd. Het

commando `ports-mgmt/portupgrade` kan gebruikt worden om dit proces te automatiseren. Dit proces kan met de volgende commando's gestart worden:

```
# portupgrade -f ruby
# rm /var/db/pkg/pkgdb.db
# portupgrade -f ruby18-bdb
# rm /var/db/pkg/pkgdb.db /usr/ports/INDEX-*.db
# portupgrade -af
```

Voltooi, nadat dit voltooid is, het upgradeproces met een laatste aanroep naar `freebsd-update`. Geef het volgende commando om alle losse eindjes in het upgradeproces samen te knopen:

```
# freebsd-update install
```

Als de kernel `GENERIC` tijdelijk werd gebruikt, is dit het moment om een nieuwe eigen kernel op de gebruikelijke manier te bouwen en installeren.

Start de machine opnieuw op in de nieuwe FreeBSD-versie. Het proces is voltooid.

24.2.4. Het vergelijken van systeemtoestanden

Het gereedschap `freebsd-update` kan gebruikt worden om de toestand van de geïnstalleerde versie van FreeBSD met een bekende goede kopie te vergelijken. Deze optie evalueert de huidige versie van systeemgereedschappen, bibliotheken, en instellingenbestanden. Geef het volgende commando om met de vergelijking te beginnen:

```
# freebsd-update IDS >> uitvoerbestand.ids
```

Waarschuwing Hoewel de commandonaam `IDS` is, is het in geen geval een vervanging voor een indringdetectiesysteem zoals `security/snort`. Aangezien `freebsd-update` gegevens op schijf opslaat, is de mogelijkheid om te knoeien duidelijk. Hoewel deze mogelijkheid verminderd kan worden door de instelling `kern.securelevel` te gebruiken en de gegevens van `freebsd-update` op een bestandssysteem dat alleen gelezen kan worden op te slaan wanneer deze niet gebruikt worden, zou een betere oplossing zijn om het systeem met een veilige schijf te vergelijken, zoals een DVD of een veilig opgeslagen externe USB-schijf.

Het systeem zal nu geïnspecteerd worden, en er zal een lijst van hun `sha256(1)`-hashwaarden, zowel de bekende waarde in de uitgave en de huidige geïnstalleerde waarde, afgebeeld worden. Hierom wordt de uitvoer naar het bestand `uitvoerbestand.ids` gezonden. Het scrollt te snel voorbij om het met het oog te vergelijken, en het vult al snel de gehele consolebuffer op.

Deze regels zijn ook extreem lang, maar het uitvoerformaat kan vrij eenvoudig geparsed worden. Geef, om bijvoorbeeld een lijst van alle bestanden te krijgen die verschillen van die in de uitgave, het volgende commando:

```
# cat uitvoerbestand.ids | awk '{ print $1 }' | more
/etc/master.passwd
/etc/motd
/etc/passwd
/etc/pf.conf
```

Deze uitvoer is afgekapt, er bestaan veel meer bestanden. Sommige van deze bestanden hebben natuurlijke veranderingen, het `/etc/passwd` is gewijzigd omdat er gebruikers aan het systeem zijn toegevoegd. In sommige

gevallen kunnen er andere bestanden zijn, zoals kernelmodules, die verschillen aangezien `freebsd-update` ze ge-updated kan hebben. Voeg, om bepaalde bestanden of mappen uit te sluiten, deze toe aan de optie `IDSIgnorePaths` in `/etc/freebsd-update.conf`.

Dit systeem kan gebruikt worden als deel van een uitgebreide upgrademethode, afgezien van de eerder besproken versie.

24.3. Portsnap: een updategereedschap voor de Portscollectie

Het basissysteem van FreeBSD bevat ook een gereedschap om de Portscollectie bij te werken: het hulpmiddel `portsnap(8)`. Wanneer het wordt uitgevoerd, zal het een verbinding maken met een verre site, de veilige sleutel controleren, en een nieuwe kopie van de Portscollectie downloaden. De sleutel wordt gebruikt om de integriteit van alle gedownloade bestanden te controleren, om er zeker van te zijn dat ze niet tijdens het downloaden zijn gewijzigd. Geef het volgende commando om de nieuwste versie van de bestanden van de Portscollectie te downloaden:

```
# portsnap fetch
Looking up portsnap.FreeBSD.org mirrors... 3 mirrors found.
Fetching snapshot tag from portsnap1.FreeBSD.org... done.
Fetching snapshot metadata... done.
Updating from Wed Aug 6 18:00:22 EDT 2008 to Sat Aug 30 20:24:11 EDT 2008.
Fetching 3 metadata patches.. done.
Applying metadata patches... done.
Fetching 3 metadata files... done.
Fetching 90 patches.....10....20....30....40....50....60....70....80....90. done.
Applying patches... done.
Fetching 133 new ports or files... done.
```

Dit voorbeeld laat zien dat `portsnap(8)` verscheidene patches heeft gevonden en deze met de huidige portsgegevens heeft gecontroleerd. Het geeft ook aan dat het gereedschap eerder is gedraaid, als het voor de eerste keer was gedraaid, had het simpelweg de collectie gedownload.

Wanneer `portsnap(8)` succesvol een `fetch`-operatie afrondt, bestaan de Portscollectie en de vervolgpaches die de verificatie doorstaan hebben op het plaatselijke systeem. Gebruik de eerste keer dat `portsnap` wordt uitgevoerd `extract` om de gedownloade bestanden te installeren:

```
# portsnap extract
/usr/ports/.cvsignore
/usr/ports/CHANGES
/usr/ports/COPYRIGHT
/usr/ports/GIDs
/usr/ports/KNOBS
/usr/ports/LEGAL
/usr/ports/MOVED
/usr/ports/Makefile
/usr/ports/Mk/bsd.apache.mk
/usr/ports/Mk/bsd.autotools.mk
/usr/ports/Mk/bsd.cmake.mk
...
```

Om een reeds geïnstalleerde Ports Collectie te updaten kan er gebruik worden gemaakt van het commando `portsnap update`:

```
# portsnap update
```

Het proces is nu compleet, en applicaties kunnen met de bijgewerkte Portscollectie worden geïnstalleerd of worden bijgewerkt.

De bewerkingen `fetch` en `extract` of `update` kunnen achter elkaar uitgevoerd worden, zoals het volgende voorbeeld laat zien:

```
# portsnap fetch update
```

Dit commando zal de laatste versie van de Ports Collectie downloaden en de lokale versie bijwerken in de `/usr/ports`.

24.4. De documentatie bijwerken

Naast het basissysteem en de Portscollectie is documentatie een integraal onderdeel van het besturingssysteem FreeBSD. Hoewel een actuele versie van de FreeBSD-documentatie altijd beschikbaar is op de FreeBSD website (<http://www.freebsd.org/doc/>), hebben sommige gebruikers een langzame of helemaal geen permanente netwerkverbinding. Gelukkig zijn er verschillende manieren om de documentatie die bij elke uitgave wordt geleverd bij te werken door een lokale kopie van de nieuwste FreeBSD-documentatie bij te houden.

24.4.1. CVSup gebruiken om de documentatie bij te werken

De bronnen en de geïnstalleerde kopie van de FreeBSD-documentatie kunnen met **CVSup** worden bijgewerkt, waarbij een mechanisme wordt gebruikt dat lijkt op degene die voor de broncode van het basissysteem wordt gebruikt (c.f. Paragraaf 24.7). Deze sectie beschrijft:

- Hoe de documentatiegereedschappen, de gereedschappen die nodig zijn om de FreeBSD-documentatie vanuit de broncode te herbouwen, te installeren.
- Hoe een kopie van de documentatiebronnen in `/usr/doc` te downloaden door **CVSup** te gebruiken.
- Hoe de FreeBSD-documentatie vanuit de broncode te herbouwen en onder `/usr/share/doc` te installeren.
- Sommige bouwopties die door het bouwsysteem van de documentatie ondersteund worden, i.e. de opties die slechts enkele van de verschillende vertalingen van de documentatie bouwen of de opties die een specifiek uitvoerformaat selecteren.

24.4.2. CVSup en de documentatiegereedschappen installeren

Voor het herbouwen van de FreeBSD-documentatie vanuit de broncode is een aardig grote verzameling gereedschappen nodig. Deze gereedschappen zijn geen deel van het basissysteem van FreeBSD omdat ze een grote hoeveelheid schijfruimte nodig hebben en niet voor alle FreeBSD-gebruikers nuttig zijn; ze zijn alleen nuttig voor die gebruikers die actief nieuwe documentatie voor FreeBSD schrijven of regelmatig hun documentatie vanuit de broncode bijwerken.

Alle benodigde gereedschappen zijn beschikbaar als deel van de Portscollectie. De port `textproc/docproj` is een meester-port die door het FreeBSD Documentatieproject is ontwikkeld om de installatie en toekomstige updates van deze gereedschappen makkelijker te maken.

Opmerking: Wanneer er geen PostScript- of PDF-documentatie nodig is, kan men overwegen om in plaats hiervan de port `textproc/docproj-nojadetex` te installeren. Deze versie van de documentatiegereedschappen bevat alles behalve de typesetting-engine **teTeX**. **teTeX** is een erg grote verzameling van gereedschappen, dus kan het zinvol zijn om de installatie ervan achterwege te laten als PDF-uitvoer niet echt nodig is.

Bekijk CVSup gebruiken voor meer informatie over het installeren en gebruiken van **CVSup**.

24.4.3. De documentatiebroncode bijwerken

Het hulpmiddel **CVSup** kan een schone kopie van de documentatiebroncode ophalen, door het bestand `/usr/share/examples/cvsup/doc-supfile` als een configuratiesjabloon te gebruiken. Voor de standaard update-host is in `doc-supfile` een nog in te vullen waarde ingevuld, maar `cvsup(1)` accepteert een hostnaam via de opdrachtregel, dus kan de documentatiebroncode van een van de **CVSup**-servers worden opgehaald door het volgende te typen:

```
# cvsup -h cvsup.FreeBSD.org -g -L 2 /usr/share/examples/cvsup/doc-supfile
```

Verander `cvsup.FreeBSD.org` in de dichtstbijzijnde **CVSup**-server. Zie Paragraaf A.6.7 voor een complete lijst van spiegelsites.

De initiële download van de documentatiebroncode kan een tijd duren. Laat het draaien totdat het voltooid is.

Toekomstige updates van de documentatiebroncode kunnen opgehaald worden door hetzelfde commando te draaien. Het hulpmiddel **CVSup** downloadt en kopieert alleen de updates sinds de laatste keer dat het gedraaid werd, dus zou elke keer dat **CVSup** gedraaid wordt na de eerste complete keer redelijk snel moeten zijn.

Nadat de broncode is uitgecheckt, wordt een alternatieve manier om de documentatie bij te werken ondersteund door `Makefile` van de map `/usr/doc`. Door `SUP_UPDATE`, `SUP_HOST`, en `DOCSUPFILE` in het bestand `/etc/make.conf` in te stellen, is het mogelijk om dit te draaien:

```
# cd /usr/doc
# make update
```

Een typische verzameling van deze `make(1)`-opties voor `/etc/make.conf` is:

```
SUP_UPDATE= yes
SUPHOST?= cvsup.FreeBSD.org
DOCSUPFILE?= /usr/share/examples/cvsup/doc-supfile
```

Opmerking: Het instellen van de waardes `SUPHOST` en `DOCSUPFILE` met `?` staat toe dat ze in de opdrachtregel van `make` overschreven worden. Dit is de aangeraden manier om opties aan `/etc/make.conf` toe te voegen, om te voorkomen dat het bestand telkens wanneer er een andere waarde van de optie getest moet worden bewerkt moet worden.

24.4.4. Instelbare opties van de documentatiebroncode

Het bijwerk- en bouwsysteem van de FreeBSD-documentatie ondersteunt enkele opties die het proces om de documentatie alleen gedeeltelijk bij te werken, of om specifieke vertalingen te bouwen, makkelijker maken. Deze opties kunnen of als systeemwijde opties in het bestand `/etc/make.conf` worden ingesteld, of als opdrachtregelopties aan het hulpmiddel `make(1)` worden doorgegeven.

De volgende opties zijn er enkelen van:

DOC_LANG

De lijst van te bouwen en te installeren talen en coderingen, bijvoorbeeld `en_US.ISO8859-1` voor alleen de Engelse documentatie.

FORMATS

Een enkel formaat of een lijst van uitvoerformaten die gebouwd moeten worden. Momenteel worden `html`, `html-split`, `txt`, `ps`, `pdf`, en `rtf` ondersteund.

SUPHOST

De hostnaam van de **CVSup** server die gebruikt wordt tijdens het bijwerken.

DOCDIR

Waar de documentatie te installeren. Dit staat standaard op `/usr/share/doc`.

Bekijk `make.conf(5)` voor meer make-variabelen die als systeemwijde opties in FreeBSD worden ondersteund.

Voor meer make-variabelen die die door het bouwsysteem van de FreeBSD-documentatie ondersteund worden, wordt naar het FreeBSD Documentation Project Primer for New Contributors (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/books/fdp-primer) verwezen.

24.4.5. De FreeBSD-documentatie vanuit de broncode installeren

Wanneer er een actueel snapshot van de documentatiebroncode is opgehaald in `/usr/doc`, is alles gereed om de geïnstalleerde documentatie bij te werken.

Het volledig bijwerken van alle talen die in de Makefile-optie `DOC_LANG` zijn gedefinieerd kan worden gedaan door te typen:

```
# cd /usr/doc
# make install clean
```

Als `make.conf` is ingesteld met de juiste opties voor `DOCSUPFILE`, `SUPHOST`, en `SUP_UPDATE`, dan kan de installatiestap worden gecombineerd met het bijwerken van de documentatiebroncode door te typen:

```
# cd /usr/doc
# make update install clean
```

Als alleen het bijwerken van een specifieke taal gewenst is, dan kan `make(1)` worden aangeroepen in een taalspecifieke submap van `/usr/doc`, i.e.:

```
# cd /usr/doc/en_US.ISO8859-1
# make update install clean
```

De te installeren uitvoerformaten kunnen worden gespecificeerd door de make-variabele `FORMATS` in te stellen, i.e.:

```
# cd /usr/doc
# make FORMATS='html html-split' install clean
```

24.4.6. Documentatieports gebruiken

In de vorige sectie werd er een methode voor het bijwerken van de FreeBSD-documentatie vanaf de broncode gepresenteerd. Het bijwerken gebaseerd op broncode is echter niet voor alle FreeBSD-systemen haalbaar of praktisch. Voor het bouwen van de documentatiebronnen zijn een redelijk grote verzameling van gereedschappen, de *documentatie gereedschapskist*, een bepaald niveau van bekendheid met **CVS** en checkouts van broncode vanuit een reservoir nodig, en een aantal handmatige stappen om de uitgecheckte broncode te bouwen. In deze sectie wordt een alternatieve manier beschreven om de geïnstalleerde kopiën van de FreeBSD-documentatie bij te werken; een die de Ports Collectie gebruikt en het mogelijk maakt om:

- Voorgebouwde versies van de documentatie te downloaden en te installeren, zonder iets lokaal te hoeven bouwen (op deze manier wordt de noodzaak voor een installatie van de gehele documentatie-gereedschapskist voorkomen).
- De documentatiebronnen te bouwen en ze via het ports-raamwerk te bouwen (de stappen van het uitchecken en bouwen worden iets eenvoudiger gemaakt).

Deze twee methoden om de FreeBSD-documentatie bij te werken worden ondersteund door een verzameling van *documentatie-ports* die maandelijks door het Documentatie Engineering Team <doceng@FreeBSD.org> worden bijgewerkt. Deze zijn vermeld in de FreeBSD Ports Collectie onder de virtuele categorie docs (<http://www.freshports.org/docs/>).

24.4.6.1. Documentatie-ports bouwen en installeren

De documentatie-ports gebruiken het bouwraamwerk van de ports om het bouwen van documentatie eenvoudiger te maken. Ze automatiseren het proces van het uitchecken van de broncode van de documentatie, het draaien van `make(1)` met de juiste omgevingsinstellingen en opdrachtregelopties, en ze maken de installatie of deïnstallatie van documentatie net zo eenvoudig als de installatie van elke andere FreeBSD-port of -pakket.

Opmerking: Als een extra eigenschap registreren de documentatie-ports, wanneer ze lokaal zijn gebouwd, een afhankelijkheid naar de ports van de *documentatie-gereedschapskist*, zodat de laatste ook automatisch is geïnstalleerd.

De organisatie van de documentatie-ports is als volgt:

- Er is een “meester-port”, `misc/freebsd-doc-en`, waar de bestanden van de documentatie-ports gevonden kunnen worden. Het is de basis van alle documentatie-ports. Standaard bouwt het alleen de Engelstalige documentatie.
- Er is een “alles-in-één port”, `misc/freebsd-doc-all`, en het bouwt en installeert alle documentatie in alle beschikbare talen.
- Ten slotte is er een “slaaf-port” voor elke vertaling, b.v. `misc/freebsd-doc-hu` voor de documenten in het Hongaars. Ze zijn allemaal afhankelijk van de meester-port en installeren de vertaalde documentatie van de respectievelijke taal.

Gebruik de volgende commando's (als `root`) om een documentatieport vanaf de broncode te installeren:

```
# cd /usr/ports/misc/freebsd-doc-en
# make install clean
```

Dit zal de Engelstalige documentatie in gesplitst HTML-formaat (hetzelfde als dat op <http://www.FreeBSD.org> wordt gebruikt) in de map `/usr/local/share/doc/freebsd` bouwen en installeren.

24.4.6.1.1. Algemene knoppen en opties

Er zijn vele opties om het standaardgedrag van de documentatie-ports aan te passen. Het volgende is slechts een korte lijst:

WITH_HTML

Staat bouwen van het HTML-formaat toe: een enkel HTML-bestand per document. De opgemaakte documentatie wordt naar gelang in een bestand genaamd `article.html`, of `book.html`, met afbeeldingen opgeslagen.

WITH_PDF

Staat bouwen van het Adobe Portable Document Format toe, te gebruiken met Adobe Acrobat Reader, **Ghostscript**, of andere PDF-lezers. De opgemaakte documentatie wordt naar gelang opgeslagen in een bestand genaamd `article.pdf` of `book.pdf` opgeslagen.

DOCBASE

Waar de documentatie te installeren. Standaard is dit `/usr/local/share/doc/freebsd`.

Opmerking: Merk op dat de standaard doelmap afwijkt van de map die door de **CVSup**-methode wordt gebruikt. Dit komt omdat er een port wordt geïnstalleerd, en ports worden normaliter onder de map `/usr/local` geïnstalleerd. Dit kan veranderd worden door de variabele `PREFIX` toe te voegen.

Hier is een kort voorbeeld over hoe de bovengenoemde variabelen te gebruiken om de Hongaarse documentatie in Portable Document Format te installeren:

```
# cd /usr/ports/misc/freebsd-doc-hu
# make -DWITH_PDF DOCBASE=share/doc/freebsd/hu install clean
```

24.4.6.2. Documentatiepakketten gebruiken

Voor het bouwen van de documentatie-ports vanaf broncode, zoals beschreven in de vorige sectie, is een lokale installatie van de documentatie-gereedschapskist en wat schijfruimte voor het bouwen van de ports nodig. Wanneer de bronnen voor het installeren van de documentatie-gereedschapskist niet aanwezig zijn, of wanneer het bouwen vanaf broncode te veel schijfruimte in beslag neemt, is het nog steeds mogelijk om de vooraf gebouwde versies van de documentatie-ports te installeren.

Het Documentatie Engineering Team <doceng@FreeBSD.org> bereidt maandelijkse versies van de FreeBSD documentatiepakketten voor. Deze binaire pakketten kunnen met elk van de meegeleverde pakketgereedschappen, zoals `pkg_add(1)`, `pkg_delete(1)`, enzovoorts gebruikt worden.

Opmerking: Wanneer binaire pakketten worden gebruikt, zal de FreeBSD documentatie in *alle* beschikbare formaten voor de gegeven taal geïnstalleerd worden.

Het volgende commando bijvoorbeeld zal het nieuwste vooraf gebouwde pakket van de Hongaarse documentatie installeren:

```
# pkg_add -r hu-freebsd-doc
```

Opmerking: Pakketten hebben het volgende naamformaat welke afwijkt van de naam van de overeenkomstige port: `taal-freebsd-doc`. Hier is `taal` het korte formaat van de taalcode, i.e. `hu` voor Hongaars, of `zh_cn` voor Vereenvoudigd Chinees.

24.4.6.3. Documentatieports bijwerken

Voor het bijwerken van een eerder geïnstalleerde documentatieport is elk gereedschap voor het bijwerken van ports geschikt. Het volgende commando bijvoorbeeld werkt de geïnstalleerde Hongaarse documentatie bij via het gereedschap `ports-mgmt/portupgrade` door alleen pakketten te gebruiken:

```
# portupgrade -PP hu-freebsd-doc
```

24.5. Een ontwikkelingstak volgen

Er zijn twee ontwikkeltakken voor FreeBSD: FreeBSD-CURRENT en FreeBSD-STABLE. Deze sectie licht beiden toe en beschrijft hoe een systeem bijgewerkt te houden met elke tak. FreeBSD-CURRENT wordt eerst behandeld, daarna FreeBSD-STABLE.

24.5.1. Bijblijven met FreeBSD

Bedenk dat FreeBSD-CURRENT het “nieuwste van het nieuwste” is van FreeBSD ontwikkeling. Van FreeBSD-CURRENT gebruikers wordt verwacht dat ze veel technische kennis hebben en capabel zijn om zelfstandig lastige systeemproblemen op te lossen. Nieuwe gebruikers van FreeBSD kunnen het beste twee keer nadenken alvorens het te installeren.

24.5.1.1. Wat is FreeBSD-CURRENT?

FreeBSD-CURRENT is de laatste werkende set broncode voor FreeBSD. Dit bevat werk in uitvoering, experimentele wijzigingen en overgangsmechanismes die mogelijk wel of niet meegenomen worden in de volgende officiële uitgave van het besturingssysteem. Alhoewel veel FreeBSD-ontwikkelaars de broncode van

FreeBSD-CURRENT dagelijks compileren, zijn er periodes dat de broncode niet compileerbaar is. Deze problemen worden zo snel mogelijk gerepareerd, maar het is mogelijk dat FreeBSD-CURRENT een ramp veroorzaakt in plaats van dat het de gewenste functionaliteit levert. Dit ligt geheel aan het moment waarop de broncode is opgehaald.

24.5.1.2. Wie heeft FreeBSD-CURRENT nodig?

FreeBSD-CURRENT is beschikbaar voor drie primaire aandachtsgroepen:

1. Leden van de FreeBSD-gemeenschap die actief werken aan een deel van de broncode voor wie “current” een echte eis is.
2. Leden van de FreeBSD-gemeenschap die actief testen en tijd hebben om problemen op te lossen om zeker te stellen dat FreeBSD-CURRENT zo gezond als mogelijk is. Er zijn ook mensen die actuele suggesties maken over wijzigingen en de algemene richting van FreeBSD en die patches opsturen om deze te implementeren.
3. Diegenen die alleen een oogje in het zeil willen houden of de huidige bronnen gebruiken ter referentie (bijvoorbeeld voor het *lezen* en niet het draaien). Deze mensen geven ook regelmatig commentaar of dragen bij in de code.

24.5.1.3. Wat is FreeBSD-CURRENT *niet*?

1. Een snelle manier om pre-release versies te krijgen omdat bekend is dat er een aantal leuke nieuwe mogelijkheden in zitten en het leuk is deze als eerste te gebruiken. Het als eerste gebruiken van nieuwe mogelijkheden betekent ook de eerste zijn die nieuwe bugs ontdekt.
2. Een snelle manier om bugfixes te krijgen. Elke willekeurige versie van FreeBSD-CURRENT heeft waarschijnlijk net zoveel nieuwe bugs als dat er bugs opgelost zijn.
3. Op welke manier dan ook “officieel ondersteund”. We doen onze best om mensen echt te helpen in één van de drie “legitieme” FreeBSD-CURRENT groepen maar er is simpelweg *niet genoeg tijd* om technische ondersteuning te leveren. Dit is niet omdat we gemene en vervelende mensen zijn die anderen niet willen helpen (we zouden niet eens aan FreeBSD werken als we dat durfden). De ontwikkelaars kunnen simpelweg geen honderd berichten per dag beantwoorden *én* aan FreeBSD werken. Bij de keuze tussen het verbeteren van FreeBSD en vragen beantwoorden over experimentele code, kiezen ontwikkelaars voor het eerste.

24.5.1.4. FreeBSD-CURRENT gebruiken

1. Neem een abonnement op de mailinglijsten `freebsd-current` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-current>) en `svn-src-head` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-head>). Dit is niet alleen een goed idee, het is *essentieel*. Geen berichten ontvangen van de lijst `freebsd-current` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-current>) betekent geen commentaar zien dat mensen maken over de huidige staat van het systeem en dus waarschijnlijk struikelen over problemen die anderen al gevonden en opgelost hebben. Nog belangrijker is het missen van belangrijke informatie die kritisch kan zijn voor een systeem.

De lijst `svn-src-head` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-head>) biedt de mogelijkheid de wijzigingsboodschap te zien voor elke wijziging die gemaakt wordt, samen met relevante informatie over mogelijke bijwerkingen.

Ga om op deze lijsten of één van de andere beschikbare lijsten te abonneren naar <http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo> en klik op de gewenste lijst. Instructies over de rest van de procedure zijn daar beschikbaar. Als u geïnteresseerd bent in het volgen van veranderingen voor de gehele broncodeboom, raden wij u aan een abonnement te nemen op de `svn-src-all` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-all>) lijst.

2. Haal de broncode van een FreeBSD mirrorsite. Dit kan op de volgende twee manieren:

- a. Gebruik het programma `cvsup` met de `supfile` genaamd `standard-supfile` uit `/usr/share/examples/cvsup`. Dit is de geadviseerde methode, omdat de gehele collectie in één keer wordt binnengehaald en daarna alleen hetgeen wat gewijzigd is. Veel mensen draaien `cvsup` vanuit de `cron` en houden daarmee hun broncode automatisch bijgewerkt. De voorbeeld `supfile` dient aangepast te worden om `cvsup` in te stellen voor uw omgeving.

Opmerking: Het voorbeeld `standard-supfile` is bedoeld om een specifieke beveiligingstak van FreeBSD te volgen, niet FreeBSD-CURRENT. U moet dit bestand bewerken en de volgende regel vervangen:

```
*default release=cvs tag=RELENG_X_Y
```

door deze:

```
*default release=cvs tag=.
```

Voor een gedetailleerde uitleg over bruikbare tags wordt naar de sectie **CVS Tags** van het Handboek verwezen.

- b. Gebruik de **CTM** faciliteit. Bij een “slechte verbinding”, dure connecties of alleen e-mail toegang, is **CTM** een optie. Het werkt echter lastig en geeft mogelijk corrupte bestanden. Dit zorgt ervoor dat het zelden gebruikt wordt, dat de kans verhoogt dat het niet werkt voor redelijk lange periodes. Het advies is **CVSup** te gebruiken.
3. Als de broncode wordt opgehaald om te draaien en niet alleen om naar te kijken, haal dan *alles* op van FreeBSD-CURRENT en niet alleen geselecteerde delen. De reden hiervoor is dat verschillende delen van de code afhangen van updates op andere plekken en het compileren van een onderdeel gegarandeerd problemen oplevert.
- Voordat FreeBSD-CURRENT gecompileerd wordt is het raadzaam om de `Makefile` in `/usr/src` aandachtig te bekijken. Het is handig om de eerste keer op zijn minst de kernel en de “wereld” opnieuw te bouwen als onderdeel van het updateproces. Via de FreeBSD-CURRENT mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-current>) en `/usr/src/UPDATING` is het mogelijk op de hoogte te blijven van mogelijke wijzigingen in de opstartprocedures die soms nodig zijn tussen verschillende versies.
4. Wees actief! Ervaringen van FreeBSD-CURRENT-gebruikers zijn belangrijk, zeker als het gaat om suggesties voor verbeteringen of bugfixes. Suggesties met bijbehorende code worden enthousiast ontvangen!

24.5.2. FreeBSD stabiel houden

24.5.2.1. Wat is FreeBSD-STABLE?

FreeBSD-STABLE is de ontwikkeltak waaruit grote releases gemaakt worden. Wijzigingen in deze tak gaan in een ander tempo en met de algemene aanname dat ze eerst in FreeBSD-CURRENT worden ingebracht ter test. Dit is *nog steeds* een ontwikkeltak, echter dit betekent dat op elk gegeven moment de code voor FreeBSD-STABLE wel of niet geschikt is voor een speciaal doel. Het is simpelweg een andere ontwikkelomgeving en geen bron voor eindgebruikers.

24.5.2.2. Wie heeft FreeBSD-STABLE nodig?

Bij interesse in het bijhouden van of bijdragen aan het FreeBSD-ontwikkelp proces, speciaal als het gerelateerd is aan de volgende versie van FreeBSD, is het volgen van FreeBSD-STABLE het overwegen waard.

Ondanks dat security fixes ook in de FreeBSD-STABLE-tak komen, hoeft dit *niet* per se. In elke beveiligingswaarschuwing voor FreeBSD wordt uitgelegd uit hoe het probleem opgelost kan worden voor de release die het betreft.¹ Het volgen van de volledige ontwikkeltak alleen om veiligheidsredenen levert ongetwijfeld ongewenste wijzigingen op.

Ondanks het voornemen ervoor te zorgen dat de FreeBSD-STABLE-tak compileert en altijd draait, wordt dit niet gegarandeerd. Terwijl code ontwikkeld wordt in FreeBSD-CURRENT voordat die in FreeBSD-STABLE verwerkt wordt, draaien meer mensen FreeBSD-STABLE dan FreeBSD-CURRENT, dus het is onontkoombaar dat bugs en randgevallen soms in FreeBSD-STABLE gevonden worden die niet in FreeBSD-CURRENT bekend waren.

Om deze redenen wordt *niet* aangeraden FreeBSD-STABLE blindelings te volgen en het is extra belangrijk geen productieservers bij te werken naar FreeBSD-STABLE zonder de code te testen in een testomgeving.

Als de mogelijkheden om dit te doen niet beschikbaar zijn, dan is het advies de meest recente release van FreeBSD te draaien en dan de binaire update methode te hanteren om bij te werken tussen verschillende releases.

24.5.2.3. FreeBSD-STABLE gebruiken

1. Neem een abonnement op de lijst `freebsd-stable` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-stable>). Deze biedt informatie over onderdelen van de build die mogelijk verschijnen in FreeBSD-STABLE of eventuele andere kwesties die speciale aandacht vereisen. Ontwikkelaars kondigen in deze mailinglijst ook aan wanneer ze overwegen om een controversiële fix of aanpassing willen maken, waardoor de gebruikers een kans hebben om te reageren als ze goede redenen hebben tegen de voorgestelde wijziging.

Wordt lid van de relevante **SVN**-lijst voor de tak die u volgt. Als u bijvoorbeeld de tak 7-STABLE volgt, wordt u lid van de `svn-src-stable-7` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-stable-7>) lijst. Dit stelt u in staat om het commit-log-bericht te bekijken voor elke verandering die is gemaakt, tezamen met relevante informatie over mogelijke bijwerkingen.

Ga om te abonneren op deze lijsten, of één van de andere beschikbare lijsten naar <http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo> en klik op de lijst waarop een abonnement gewenst is. Instructies over de rest van de procedure zijn daar beschikbaar. Als u geïnteresseerd bent in het volgen van veranderingen voor de gehele broncodeboom, raden wij u aan een abonnement te nemen op de `svn-src-all` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-all>) lijst.

2. Kijk op de webpagina Snapshots (<http://www.FreeBSD.org/snapshots/>) om een systeem te installeren van een maandelijks snapshot van FreeBSD-STABLE. Het is ook mogelijk om de meest recente FreeBSD-STABLE release te installeren van de mirrorsites. Volg de onderstaande instructies om een systeem bij te werken naar de meest recente FreeBSD-STABLE broncode.

Als al een vorige release van FreeBSD draait en bijgewerkt moet worden via de broncodes dan kan dat via de FreeBSD mirrorsites. Dit kan op één van de twee volgende manieren:

- a. Gebruik het programma `cvsup` met de `supfile stable-supfile` uit de map `/usr/share/examples/cvsup`. Dit is de aanbevolen methode omdat het hiermee mogelijk is de volledige collectie te downloaden en daarna alleen hetgeen wat veranderd is. Veel mensen draaien `cvsup` vanuit de `cron` om de broncodes automatisch bij te werken. Het voorbeeld van de `supfile` dient aangepast en ingesteld te worden voor de omgeving waarin het instellingenbestand gebruikt wordt.
 - b. Gebruik **CTM** als er geen snelle, goedkope verbinding is met internet. Dan is dit de methode om te gebruiken.
3. Als er snelle on-demand toegang nodig is tot de broncode en bandbreedte is geen overweging, gebruik dan `cvsup` of `ftp`. Gebruik anders **CTM**.
 4. Lees alvorens FreeBSD-STABLE te compileren goed de `Makefile` in `/usr/src`. Het is handig om de eerste keer op zijn minst de kernel en de “wereld” opnieuw te bouwen als onderdeel van het updateproces. Via de FreeBSD-STABLE mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-stable>) en `/usr/src/UPDATING` is het mogelijk op de hoogte te blijven van mogelijke wijzigingen in de opstartprocedures die soms nodig zijn tussen verschillende releases.

24.6. Broncode synchroniseren

Er zijn verschillende manieren om een internet (of e-mail) verbinding te gebruiken om bij te blijven met elk onderdeel van de FreeBSD projectbronnen of alle onderdelen, afhankelijk van het interessegebied. De primaire diensten zijn Anonieme CVS en CTM.

Waarschuwing Ondanks dat het mogelijk is om alleen delen van de broncode bij te werken, is de enige ondersteunde methode de totale broncode bijwerken en zowel userland (alle programma's die in gebruikersruimte draaien, zoals programma's in `/bin` en `/sbin`) als de kernel opnieuw compileren. Als alleen delen van de broncode worden bijgewerkt, alleen de kernel of alleen het userland, resulteert dat vaak in problemen. Deze problemen kunnen verschillen van compileerfouten tot kernel panics of corruptie van gegevens.

Anonieme CVS en **CVSup** gebruiken het *pull* model om broncode bij te werken. In het geval van **CVSup** start de gebruiker (of een `cron` script) het programma `cvsup` waarbij het communiceert met een `cvsupd` server om bestanden bij te werken. De ontvangen updates zijn op de minuut nauwkeurig en ze komen alleen wanneer dat is ingesteld. Updates kunnen eenvoudig beperkt worden tot specifieke bestanden of mappen uit een interessegebied. Updates worden automatisch gegenereerd door een server, aan de hand van wat is ingesteld. **Anonieme CVS** is veel eenvoudiger dan **CVSup** omdat dat alleen een uitbreiding is van **CVS** die de mogelijkheid biedt om wijzigingen direct van een CVS repository op afstand te halen. **CVSup** kan dit veel efficiënter doen, maar **anonieme CVS** is makkelijker in het gebruik.

CTM aan de andere kant maakt geen vergelijking tussen de aanwezige bronnen en die op de master server. In plaats daarvan wordt een script uitgevoerd dat wijzigingen in bestanden ziet sinds de vorige keer dat is bijgewerkt en die meerdere keren per dag worden uitgevoerd op de master CTM machine. Elke ontdekte wijziging wordt gecomprimeerd, krijgt een volgnummer toegekend en wordt gecodeerd voor verzending via e-mail (in leesbare ASCII). Deze “CTM delta’s” kunnen dan aangeleverd worden aan `ctm_rmail(1)` die ze automatisch decodeert, controleert en toepast in de gebruikerskopie van de bronnen. Dit proces is veel efficiënter dan **CVSup** en claimt minder systeembronnen omdat het model *push* in plaats van *pull* is.

Er zijn andere nadelen. Als per ongeluk een deel van het archief wordt verwijderd, kan **CVSup** dat detecteren en het beschadigde deel repareren. **CTM** doet dit niet en als een deel van de broncode wordt verwijderd (en er geen backup is), dan moet er opnieuw begonnen worden (vanaf de meest recente CVS “base delta” en moet alles opnieuw opgebouwd worden met **CTM**. Met **Anonymous CVS** kan simpelweg het slechte deel verwijderd worden alvorens weer te synchroniseren.

24.7. De “wereld” opnieuw bouwen

Zodra de lokale broncode gesynchroniseerd is met een bepaalde versie van FreeBSD (FreeBSD-STABLE, FreeBSD-CURRENT, enzovoort) kan de broncode gebruikt worden om een systeem te herbouwen.

Maak een backup Het kan niet vaak genoeg verteld worden hoe belangrijk het is om een backup te maken van een systeem *vóór* deze taak uit te voeren. Ook al is het opnieuw bouwen van de wereld vrij simpel (als deze instructies gevolgd worden), er worden ongetwijfeld ooit fouten gemaakt, misschien zelfs in de broncode, die het onmogelijk maken om een systeem op te starten.

Wees ervan verzekerd dat er een backup gemaakt is en dat er een reparatiediskette of cd-rom bij de hand is. Deze wordt waarschijnlijk nooit gebruikt maar “better safe than sorry”.

Abonneer op de juiste mailinglijsten De FreeBSD-STABLE en FreeBSD-CURRENT takken zijn van nature *in ontwikkeling*. Mensen die bijdragen aan FreeBSD zijn menselijk en foutjes ontstaan regelmatig.

Soms zijn deze foutjes onschadelijk, ze geven dan hooguit een nieuwe diagnostische waarschuwing weer. Maar de wijziging kan ook catastrofaal zijn en ervoor zorgen dat een systeem niet meer opstart of bestandssystemen vernietigt (of erger).

Als problemen zoals deze voorkomen wordt er een “heads up” naar de juiste mailinglijst gestuurd, waarin uitgelegd wordt wat het probleem is en welke systemen het raakt. Er wordt een “all clear” bericht gestuurd als het probleem is opgelost.

FreeBSD-STABLE of FreeBSD-CURRENT volgen zonder de FreeBSD-STABLE mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-stable>) of FreeBSD-CURRENT mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-current>) te volgen is vragen om problemen.

Gebruik geen `make world` Veel oudere documentatie raadt aan om `make world` te gebruiken. In dat geval worden er belangrijke stappen overgeslagen en gebruik het commando alleen als er voldoende kennis over aanwezig is. In bijna alle omstandigheden is `make world` verkeerd en de procedure die hier beschreven is hoort in plaats daarvan gebruikt te worden.

24.7.1. De universele wijze om een systeem bij te werken

Om uw systeem bij te werken, dient u `/usr/src/UPDATING` te controleren op eventuele pre-buildworld stappen die nodig zijn voor uw versie van de broncode en daarna de procedure te gebruiken die hier beschreven staat.

Deze bijwerkstappen nemen aan dat u nu een oude versie van FreeBSD gebruikt, die uit een oude compiler, een oude kernel, een oude wereld en oude instellingenbestanden bestaat. Onder “wereld” worden de binaireren, bibliotheken, en programmeerbestanden van het kernsysteem verstaan. De compiler is deel van “wereld”, maar heeft enkele speciale aandachtspunten.

We nemen ook aan dat u reeds de broncode van een nieuwer systeem heeft verkregen. Bekijk, als de bronnen op een bepaald systeem ook oud zijn, Paragraaf 24.6 voor uitgebreide hulp over het synchroniseren ervan naar een nieuwere versie.

Het bijwerken van het systeem vanaf de broncode is wat subtieler dan het op het eerste gezicht lijkt, en de ontwikkelaars van FreeBSD vonden het in de loop der jaren nodig om de aangeraden methode redelijk drastisch te veranderen met het aan het licht komen van nieuwe soorten onontwijkbare afhankelijkheden. De rest van deze sectie beschrijft de rationale achter de huidige aanbevolen bijwerkmethode.

Elke succesvolle bijwerkmethode krijgt te maken met de volgende punten:

- Het kan voorkomen dat de oude compiler de nieuwe kernel niet kan compileren. (Oude compilers bevatten soms bugs.) De nieuwe kernel dient dus met de nieuwe compiler gebouwd te worden. In het bijzonder moet de nieuwe compiler gebouwd worden voordat de nieuwe kernel gebouwd wordt. Dit betekent niet per se dat de nieuwe compiler *geïnstalleerd* moet worden voordat de nieuwe kernel gebouwd wordt.
- De nieuwe wereld kan afhankelijk zijn van mogelijkheden van de nieuwe kernel. Dus moet de nieuwe kernel worden geïnstalleerd voordat de nieuwe wereld wordt geïnstalleerd.

De eerste twee gevallen zijn de basis voor de methode `buildworld`, `buildkernel`, `installkernel`, `installworld` die we in de volgende paragrafen beschrijven. Dit is geen uitputtende lijst van alle redenen waarom het huidige aanbevolen bijwerkproces de voorkeur verdient. Wat minder voor de hand liggende redenen worden hieronder genoemd:

- Het kan zijn dat de oude wereld niet correct draait op de nieuwe kernel, dus moet de nieuwe wereld onmiddellijk na het installeren van de nieuwe kernel geïnstalleerd worden.
- Sommige instellingen moeten veranderd worden voordat de nieuwe wereld wordt geïnstalleerd, maar anderen kunnen de oude wereld kapot maken. Vandaar dat over het algemeen twee verschillende bijwerkstappen voor de instellingen nodig zijn.
- Voor het grootste gedeelte houdt het bijwerkproces zich alleen bezig met het vervangen of toevoegen van bestanden; bestaande oude bestanden worden niet verwijderd. Dit kan in sommige gevallen problemen geven. Als een gevolg zal de bijwerkprocedure soms aangeven dat bepaalde bestanden tijdens bepaalde stappen handmatig verwijderd dienen te worden. Dit kan in de toekomst eventueel geautomatiseerd worden.

Deze zorgen hebben tot het volgende aanbevolen bijwerkproces geleid. Merk op dat het gedetailleerde proces voor bepaalde updates aanvullende stappen nodig kan hebben, maar dit kernproces zou de komende tijd ongewijzigd moeten blijven:

1. `make buildworld`

Dit compileert eerst de nieuwe compiler en enkele aanverwante gereedschappen, daarna wordt de nieuwe compiler gebruikt om de rest van de nieuwe wereld te compileren. Het resultaat komt in `/usr/obj` te staan.

2. `make buildkernel`

In tegenstelling tot de oude aanpak, die `config(8)` en `make(1)` gebruikt, gebruikt dit de *nieuwe* compiler die in `/usr/obj` verblijft. Dit beschermt u tegen mismatches tussen de compiler en de kernel.

3. `make installkernel`

Plaats de nieuwe kernel en kernelmodules op de schijf, waardoor het mogelijk wordt om met de nieuw bijgewerkte kernel op te starten.

4. Start opnieuw op in enkele-gebruikersmodus.

De enkele-gebruikersmodus minimaliseert problemen met het bijwerken van software die al draait. Het minimaliseert ook problemen die opduiken door een oude wereld op een nieuwe kernel te draaien.

5. `mergemaster -p`

Dit voert wat initiële updates aan instellingenbestanden uit ter voorbereiding op de nieuwe wereld. Het kan bijvoorbeeld nieuwe gebruikersgroepen aan het systeem, of nieuwe gebruikersnamen aan de wachtwoorddatabase toevoegen. Dit is vaak nodig wanneer er nieuwe groepen of speciale accounts voor systeemgebruikers zijn toegevoegd sinds de laatste keer bijwerken, zodat de stap `installworld` zonder problemen de nieuw geïnstalleerde namen van systeemgebruikers of systeemgroepen kan gebruiken.

6. `make installworld`

Kopieert de wereld van `/usr/obj`. U heeft nu een nieuwe kernel en een nieuwe wereld op schijf staan.

7. `mergemaster`

Nu kunt u de overgebleven instellingenbestanden bijwerken, aangezien u een nieuwe wereld op schijf heeft staan.

8. Start opnieuw op.

Een volledige nieuwe start van de machine is nodig om de nieuwe kernel en de nieuwe wereld met nieuwe instellingenbestanden te laden.

Merk op dat als u van de ene uitgave van dezelfde tak van FreeBSD bijwerkt naar een recentere uitgave van dezelfde tak, i.e. van 7.0 naar 7.1, dat deze procedure dan niet absoluut nodig is, aangezien het onwaarschijnlijk is dat u serieuze problemen krijgt met de compiler, kernel, gebruikersland en instellingenbestanden. De oudere aanpak met `make world` gevolgd door het bouwen en installeren van een nieuwe kernel kan voor kleine updates goed genoeg zijn.

Maar mensen die deze procedure niet volgen tijdens het bijwerken tussen grote uitgaven kunnen wat problemen verwachten.

Het is ook goed om op te merken dat veel upgrades (i.e. 4.x naar 5.0) wat specifieke aanvullende stappen nodig hebben (bijvoorbeeld het hernoemen of verwijderen van specifieke bestanden voorafgaand aan `installworld`). Lees het bestand `/usr/src/UPDATING` zorgvuldig, met name het einde, waar het huidig aangeraden bijwerkproces expliciet wordt beschreven.

Deze procedure is in de loop der tijd veranderd aangezien de ontwikkelaars zagen dat het onmogelijk was om bepaalde mismatch-problemen volledig te voorkomen. Hopelijk blijft de huidige procedure voor een lange tijd stabiel.

Samengevat is de huidige aanbevolen manier om FreeBSD vanaf broncode bij te werken:

```
# cd /usr/src
# make buildworld
```

```
# make buildkernel
# make installkernel
# shutdown -r now
```

Opmerking: Er zijn een aantal zeldzame gevallen waarin `mergemaster -p` nog een keer moet draaien voor de stap met `buildworld`. Deze staan beschreven in `UPDATING`. In het algemeen kan deze stap echter zonder risico worden overgeslagen als er niet tussen een of meer hoofdversies wordt bijgewerkt.

Nadat `installkernel` succesvol is afgerond, dient er in single-user modus opgestart te worden (met `boot -s` vanaf de loaderprompt). Draai dan:

```
# adjkerntz -i
# mount -a -t ufs
# mergemaster -p
# cd /usr/src
# make installworld
# mergemaster
# reboot
```

Lees verdere uitleg De hierboven beschreven volgorde is alleen een korte samenvatting. Ook de volgende secties lezen geeft een beter beeld van elke stap, met name als er een op maat gemaakte kernelinstelling wordt gebruikt.

24.7.2. /usr/src/UPDATING lezen

Lees voor verder te gaan `/usr/src/UPDATING` (of het gelijknamige bestand waar de kopie van de broncode ook staat). Dit bestand kan belangrijke informatie bevatten over mogelijke problemen of specificeert de volgorde waarin bepaalde commando's gestart moeten worden. Als `UPDATING` tegenstrijdig is met wat hier wordt beschreven, heeft `UPDATING` voorrang.

Belangrijk: `UPDATING` lezen is geen acceptabele vervanging voor het abonneren op de correcte mailinglijst zoals eerder beschreven. De twee vullen elkaar aan en zijn niet exclusief.

24.7.3. /etc/make.conf controleren

Controleer `/usr/share/examples/etc/make.conf` en `/etc/make.conf`. Het eerste bestand bevat standaard definities, waarvan de meeste uitgecommentarieerd zijn. Om hiervan gebruik te maken als het systeem opnieuw opgebouwd wordt vanuit de broncode, moeten ze toegevoegd worden aan `/etc/make.conf`. Bedenk dat alles wat toegevoegd wordt aan `/etc/make.conf` ook gebruikt wordt bij elk `make` commando. Het is dus verstandig om daar redelijke waarden in te vullen voor een systeem.

Een typische gebruiker wil waarschijnlijk de regels `CFLAGS` en `NO_PROFILE` uit `/usr/share/examples/etc/make.conf` kopiëren naar `/etc/make.conf` en het commentaar verwijderen.

Bekijk de andere definities (COPTFLAGS, NOPORTDOCS, enzovoort) en bepaal of deze relevant zijn.

24.7.4. /etc bijwerken

De map `/etc` bevat een groot deel van de systeeminstellingen en scripts die gestart worden tijdens de systeemstart. Sommige van deze scripts verschillen van versie tot versie in FreeBSD.

Sommige van de instellingenbestanden worden dagelijks gebruikt voor het draaien van een systeem. In het bijzonder `/etc/group`.

Er zijn gevallen geweest waarbij het installatiegedeelte van `make installworld` een aantal gebruikersnamen of groepen verwachtte. Als er een upgrade wordt uitgevoerd is het waarschijnlijk dat deze gebruikers of groepen niet bestaan. Dit levert problemen op bij upgraden. In sommige gevallen controleert `make buildworld` of deze gebruikers of groepen bestaan.

Een voorbeeld hiervan is het toevoegen van de gebruiker `smmsp`. Gebruikers hadden een falend installatieproces toen `mtree(8)` probeerde om `/var/spool/clientmqueue` te creëren.

`mergemaster(8)` kan in voorbereidende modus gedraaid worden als de optie `-p` wordt meegegeven. Dan worden alleen de bestanden vergeleken die essentieel zijn voor het succes van `buildworld` of `installworld`:

```
# cd /usr/src/usr.sbin/mergemaster
# ./mergemaster.sh -p
```

Tip: In “paranoïde beheerdersmodus” kan er gecontroleerd worden welke bestanden op een systeem eigendom zijn van de groep die wordt hernoemd of verwijderd:

```
# find / -group GID -print
```

Dit commando toont alle bestanden die eigendom zijn van de groep `GID` (een groepsnaam of een numeriek groeps-ID).

24.7.5. Systeem naar single-user modus brengen

Het kan zijn dat een systeem in single-user modus gecompileerd moet worden. Buiten het duidelijke voordeel dat de operatie iets sneller verloopt, is het voordeel dat bij een herinstallatie van een systeem een aantal belangrijke systeembestanden waaronder binaire systeembestanden, bibliotheken, include bestanden, enzovoort, worden aangepast, iets wat op een actief systeem vragen om problemen is (zeker als er actieve gebruikers op een systeem aanwezig zijn).

Een andere methode is het systeem compileren in multi-user modus en daarna naar single-user modus gaan voor de installatie. Bij deze methode moeten de volgende stappen gevolgd worden. Het overschakelen naar single-user modus kan uitgesteld worden tot en met `installkernel` of `installworld`.

Een supergebruiker kan als volgt een draaiend systeem naar single-user modus overgeschakelen:

```
# shutdown now
```

Als alternatief kan tijdens het opstarten de optie `single user` worden gekozen. Het systeem start dan in single-user modus. Op de shell prompt moet dan worden ingegeven:

```
# fsck -p
# mount -u /
# mount -a -t ufs
# swapon -a
```

Hierdoor worden de bestandssystemen gecontroleerd, / met lees en schrijf rechten opnieuw gemount, worden alle andere UFS bestandssystemen die in `/etc/fstab` staan gemount en wordt swap ingeschakeld.

Opmerking: Als de CMOS-klok ingesteld is naar de lokale tijd en niet naar GMT (dit is waar als het resultaat van `date(1)` niet de correcte tijd en zone weergeeft), dan is het misschien handig om het volgende commando te starten:

```
# adjkerntz -i
```

Dit zorgt ervoor dat de lokale tijdzoneinstellingen correct ingesteld worden. Zonder deze instelling kunnen er later problemen ontstaan.

24.7.6. /usr/obj verwijderen

Als delen van een systeem opnieuw gebouwd worden, worden ze standaard geplaatst in mappen onder `/usr/obj`. Deze mappen schaduwen de mappen onder `/usr/src`.

Het proces `make buildworld` kan versneld worden en problemen met afhankelijkheden kunnen voorkomen worden als deze map wordt verwijderd.

Sommige bestanden onder `/usr/obj` hebben mogelijk de optie “niet aanpassen” ingesteld (zie `chflags(1)`) die eerst verwijderd moet worden:

```
# cd /usr/obj
# chflags -R noschg *
# rm -rf *
```

24.7.7. Broncode van het basissysteem hercompileren

24.7.7.1. Uitvoer bewaren

Het is een goed idee om de uitvoer van `make(1)` te bewaren in een ander bestand. Als er iets misgaat is er een kopie van de foutmelding aanwezig. Hoewel dit misschien niet helpt in de diagnose van wat er fout is gegaan, kan het anderen helpen als het probleem wordt aangegeven in een FreeBSD mailinglijst.

De makkelijkste manier om dit te doen is door het commando `script(1)` te gebruiken, met een parameter die de naam specificeert waar de uitvoer naartoe moet. Dit moet direct gedaan worden vóór het herbouwen van de wereld, zodat het proces klaar is moet `exit` worden ingegeven:

```
# script /var/tmp/mw.out
Script started, output file is /var/tmp/mw.out
# make TARGET
... compile, compile, compile ...
# exit
```

Script done, ...

Bewaar de uitvoer in deze stap *niet* in `/tmp`. Deze map wordt mogelijk opgeschoond tijdens de volgende herstart. Een betere plaats om dit bestand te bewaren is de map `/var/tmp` (zoals in het vorige voorbeeld) of in de thuismap van `root`.

24.7.7.2. Basissysteem compileren

Ga naar de map `/usr/src`, tenzij de broncode ergens anders staat, in welk geval naar die map gegaan moet worden:

```
# cd /usr/src
```

Om de wereld opnieuw te bouwen moet het commando `make(1)` gebruikt worden. Dit commando leest zijn instructies uit het bestand `Makefile`, dat beschrijft hoe de programma's die samen FreeBSD vormen moeten worden gebouwd, in welke volgorde ze gebouwd moeten worden, enzovoort.

Het algemene formaat van de commandoregel die gebruikt moet worden is als volgt:

```
# make -x -DVARIAELE doel
```

In dit voorbeeld is de optie `-x` een optie die wordt meegegeven aan `make(1)`. In de hulppagina voor `make(1)` staat een voorbeeld van de opties die meegegeven kunnen worden.

`-DVARIAELE` geeft een variabele door aan `Makefile`. Het gedrag van `Makefile` wordt beïnvloed door deze variabele. Dit zijn dezelfde variabelen die ingesteld worden in `/etc/make.conf`. Deze optie biedt een alternatief om deze opties in te stellen.

```
# make -DNO_PROFILE doel
```

Het bovenstaande commando is een andere manier om aan te geven dat geprofileerde bibliotheken niet gebouwd moeten worden en correspondeert met de onderstaande regel in `/etc/make.conf`:

```
NO_PROFILE=    true #    Avoid compiling profiled libraries
```

`doel` geeft `make(1)` aan wat er gedaan moet worden. Elke `Makefile` definieert een aantal van verschillende doelen en het gekozen doel bepaalt wat er gebeurt.

Sommige doelen staan vermeld in het bestand `Makefile`, maar zijn niet geschikt om direct te starten. Integendeel, deze worden gebruikt door het bouwproces om de benodigde stappen onder te verdelen.

In veel gevallen hoeven er geen parameters te worden meegegeven aan `make(1)` en dus ziet de commando regel er als volgt uit:

```
# make doel
```

Waar `doel` een van de vele bouw opties is. De eerste target moet echter altijd `buildworld` zijn.

Zoals de namen impliceren bouwt `buildworld` een compleet nieuwe boom onder `/usr/obj` en `installworld`, een andere target, installeert deze boom op de huidige machine.

Het hebben van verschillende opties is handig om twee redenen. Als eerste biedt het de mogelijkheid om de bouw veilig te doen met de wetenschap dat geen enkel draaiend onderdeel van een systeem geraakt wordt. De bouw is “zelf ondersteunend”. Hierdoor kan veilig in multi-user modus `buildworld` gedraaid worden. Het wordt echter nog steeds aangeraden om `installworld` in single-user modus te starten.

Ten tweede geeft het de mogelijkheid om NFS-mounts te gebruiken om meerdere machines in het netwerk bij te werken. Als er drie machines zijn, A, B en C, die bijgewerkt moeten worden, dan kunnen `make buildworld` en `make installworld` gedraaid worden op A waarna B en C een NFS-mount kunnen opzetten naar `/usr/src` en `/usr/obj` op machine A waarna `make installworld` gedraaid kan worden op B en C om de resultaten te installeren.

Alhoewel het doel `world` nog wel bestaat wordt het gebruik ervan sterk *afgeraden*.

Voer het volgende commando uit:

```
# make buildworld
```

Het is mogelijk om de optie `-j` mee te geven aan `make`, wat resulteert in meerdere processen die tegelijkertijd draaien. Dit heeft het meeste effect op machines met meerdere processoren. Echter, omdat het compilatieproces meer IO-gericht is dan processorgericht, kan het ook nuttig zijn op systemen met één processor.

Start als volgt op een systeem met één processor:

```
# make -j4 buildworld
```

`make(1)` draait dan maximaal 4 processen tegelijkertijd. In het algemeen blijkt uit de mailinglijsten dat dit de beste resultaten geeft.

Als er meerdere processoren in een systeem zitten en gebruik gemaakt wordt van een SMP kernel, probeer dan waardes tussen de 6 en 10 en bekijk hoe het systeem reageert.

24.7.7.3. Doorlooptijd

Veel factoren bepalen de doorlooptijd van het bouwen van een boom, maar redelijk recente machines doen er maar 1 tot 2 uur over om de FreeBSD-STABLE boom te bouwen, zonder extra trucjes. Een FreeBSD-CURRENT boom kan wat langer duren.

24.7.8. Nieuwe kernel compileren en installeren

Om volledig gebruik te maken van het nieuwe systeem moet de kernel opnieuw gecompileerd worden. Dit is bijna altijd nodig omdat sommige geheugenstructuren mogelijk anders zijn en programma's als `ps(1)` en `top(1)` niet werken totdat de kernel en de broncode dezelfde versie hebben.

De simpelste en makkelijkste manier om dit te doen is om een kernel te maken die gebaseerd is op `GENERIC`. Ondanks dat `GENERIC` mogelijk niet alle benodigde apparaten heeft voor een systeem, hoort het alles te bevatten dat nodig is om een systeem te starten in single-user modus. Dit is een goede test op de correcte werking van een nieuw systeem. Na het opstarten van `GENERIC` en een systeemcontrole kan er na een nieuwe kernel gebouwd worden gebaseerd op een aangepast kernelinstellingenbestand.

Op FreeBSD is het belangrijk om de wereld opnieuw te bouwen voordat een nieuwe kernel gebouwd wordt.

Opmerking: Als een aangepaste kernel gemaakt moet worden en er reeds een instellingenbestand aanwezig is, gebruik dan `KERNCONF=MYKERNEL` als volgt:

```
# cd /usr/src
# make buildkernel KERNCONF=MYKERNEL
# make installkernel KERNCONF=MYKERNEL
```

Let op dat als `kern.securelevel` een waarde hoger dan 1 heeft *of* `noschg` of gelijksoortige opties geplaatst zijn op het binaire kernelbestand, is het misschien nodig om terug te gaan naar single-user modus om `installkernel` uit te voeren. In andere gevallen moet het mogelijk zijn om deze commando's zonder problemen uit te voeren in multi-user modus. Zie `init(8)` voor meer informatie over `kern.securelevel` en `chflags(1)` voor informatie over diverse bestandsopties.

24.7.9. Opnieuw opstarten in single-user modus

Start met de instructies in Paragraaf 24.7.5 in single-user modus op om te testen of de nieuwe kernel werkt.

24.7.10. Nieuwe binaire systeembestanden installeren

Na het draaien van `make buildworld` kan nu `installworld` gebruikt worden om de nieuwe binaire systeembestanden te installeren.

Voer de volgende commando's uit:

```
# cd /usr/src
# make installworld
```

Opmerking: Als er variabelen gespecificeerd zijn op de commandoregel van `make buildworld` moeten dezelfde variabelen gebruikt worden op de commandoregel van `make installworld`. Dit is niet per se waar voor opties zoals `-j`, die nooit gebruikt mogen worden met `installworld`.

Als bijvoorbeeld het volgende commando is uitgevoerd:

```
# make -DNO_PROFILE buildworld
```

Dan moet het resultaat geïnstalleerd worden met:

```
# make -DNO_PROFILE installworld
```

Anders wordt geprobeerd geprofileerde bibliotheken te installeren die niet gebouwd zijn tijdens de fase `make buildworld`.

24.7.11. Bestanden bijwerken die niet bijgewerkt zijn door `make installworld`

Het herbouwen van de wereld werkt bepaalde mappen niet bij (in het bijzonder `/etc`, `/var` en `/usr`) met nieuwe of gewijzigde instellingenbestanden.

De simpelste manier om deze bestanden bij te werken is door `mergemaster(8)` te gebruiken, maar het is ook mogelijk dit handmatig te doen. Welke manier er ook gekozen wordt, zorg er altijd voor dat een backup van `/etc` beschikbaar is voor het geval er iets misgaat.

24.7.11.1. mergemaster

Het hulpprogramma `mergemaster(8)` is een Bourne script dat helpt bij het bepalen van de verschillen tussen de instellingenbestanden in `/etc` en de instellingenbestanden in de broncodeboom `/usr/src/etc`. Deze methode wordt aangeraden om instellingenbestanden van een systeem bijgewerkt te houden met de bestanden die in de broncodeboom staan.

Het programma wordt gestart met `mergemaster` op de commandoregel en geeft dan resultaten weer. `mergemaster` bouwt dan een tijdelijke root omgeving vanaf `/` en vult deze met diverse instellingenbestanden voor een systeem. Deze bestanden worden vergeleken met de bestanden die geïnstalleerd zijn op een systeem. Op dit punt worden de bestanden getoond die verschillen in het `diff(1)`-formaat, met een `+` voor toegevoegde of gewijzigde regels en een `-` voor regels die verwijderd of vervangen zijn. In de hulppagina voor `diff(1)` staat meer informatie over de syntaxis van `diff(1)` en hoe bestandsverschillen getoond worden.

`mergemaster(8)` toont dan elk bestand dat verschilt en op dit moment is er de mogelijkheid om of het nieuwe bestand te verwijderen (ofwel het tijdelijke bestand), het tijdelijke bestand te installeren zonder enige wijzigingen, het verwerken van het oude bestand in het nieuwe bestand of de resultaten van `diff(1)` nogmaals te tonen.

Als gekozen wordt om het tijdelijke bestand te verwijderen, geeft dit `mergemaster(8)` aan dat het huidige bestand niet gewijzigd dient te worden en de nieuwe versie verwijderd kan worden. Deze optie wordt niet aangeraden, behalve als er geen reden is om het huidige bestand aan te passen. Op ieder moment kunnen helpteksten getoond worden door `?` in te geven op de prompt van `mergemaster(8)`. Als een bestand wordt overgeslagen, dan wordt het weer getoond als alle overige bestanden verwerkt zijn.

Bij de keuze om het ongewijzigde tijdelijke bestand te installeren wordt het huidige bestand vervangen door het nieuwe. Voor de meeste ongewijzigde bestanden is dit de beste optie.

Als ervoor gekozen wordt om de wijzigingen te verwerken wordt er een tekstverwerker gestart die de inhoud van beide bestanden toont. De verschillen kunnen verwerkt worden terwijl beide bestanden naast elkaar op het scherm staan. Hier kunnen delen gekozen worden die gezamenlijk een nieuw bestand opleveren. Als de bestanden zij aan zij vergeleken worden, wordt met de toets `l` de inhoud links geselecteerd en met de toets `r` de inhoud rechts geselecteerd. Het eindresultaat bestaat uit delen van beide bestanden die erna geïnstalleerd kunnen worden. Deze optie wordt voornamelijk gebruikt voor bestanden die gewijzigd zijn door de beheerder.

Als ervoor gekozen wordt om de `diff(1)` resultaten nog een keer te tonen, worden dezelfde verschillen getoond zoals `mergemaster(8)` deed voordat een optie gevraagd werd.

Zodra `mergemaster(8)` klaar is met de systeembestanden worden er andere opties getoond. `mergemaster(8)` kan vragen of het wachtwoordbestand opnieuw gebouwd moet worden. Als laatste wordt een optie getoond om alle overgebleven tijdelijke bestanden te verwijderen.

24.7.11.2. Handmatig bijwerken

Bij handmatig bijwerken kunnen de bestanden van `/usr/src/etc` niet zomaar naar `/etc` gekopieerd worden om een werkend systeem te krijgen. Sommige van deze bestanden moeten eerst “geïnstalleerd” worden. Dit omdat de map `/usr/src/etc` geen kopie is van `/etc`. Daarnaast staan er in `/etc` bestanden die niet in `/usr/src/etc` staan.

Als `mergemaster(8)` gebruikt wordt (zoals aangeraden), kan doorgedaan worden met het volgende onderdeel.

De simpelste manier om met de hand bij te werken, is de bestanden in een nieuwe map installeren en daarna naar verschillen tussen de bestanden te zoeken.

Backup maken van /etc Ondanks dat, in theorie, niets in deze map automatisch wordt aangepast, is het altijd beter om daar zeker van te zijn. Dus kopieer de bestaande /etc naar een veilige locatie. Zoals bijvoorbeeld met het volgende commando:

```
# cp -Rp /etc /etc.old
```

-R maakt een recursieve kopie, -p bewaart tijden, eigenaarschap, enzovoort op bestanden.

Er moet een dummyset van mappen gemaakt worden om de nieuwe /etc en andere bestanden in te installeren. /var/tmp/root is een redelijke keuze en er zijn hier een aantal benodigde submappen aanwezig:

```
# mkdir /var/tmp/root
# cd /usr/src/etc
# make DESTDIR=/var/tmp/root distrib-dirs distribution
```

Dit maakt de benodigde mappenstructuur en installeert de bestanden. Een groot deel van de submappen die gemaakt zijn in /var/tmp/root zijn leeg en moeten verwijderd worden. De simpelste manier om dit te doen is:

```
# cd /var/tmp/root
# find -d . -type d | xargs rmdir 2>/dev/null
```

Dit verwijderd alle lege mappen. De standaardfout wordt omgeleid naar /dev/null om waarschuwingen te voorkomen over mappen die niet leeg zijn.

/var/tmp/root bevat nu alle bestanden die geplaatst zouden moeten worden op de juiste locaties in /. Er moet nu in de bestanden gekeken worden om te bepalen of deze verschillen met de huidige betanden.

Let op dat sommige van de bestanden die geïnstalleerd zijn in /var/tmp/root beginnen met een “.”. Op het moment van schrijven hebben alleen shell opstartscripts in /var/tmp/root en /var/tmp/root/root dit, maar er kunnen ook andere zijn. Zorg ervoor dat ls -a gebruikt wordt om deze bestanden te zien.

De simpelste manier om twee bestanden te vergelijken is diff(1) gebruiken:

```
# diff /etc/shells /var/tmp/root/etc/shells
```

Dit toont de verschillen tussen de huidige /etc/shells en de nieuwe /var/tmp/root/etc/shells. Gebruik dit om te bepalen of de wijzigingen gemigreerd moeten worden of dat het oude bestand gekopieërd moet worden.

Voeg aan de naam van de nieuwe rootmap (/var/tmp/root) een tijdsindicatie toe zodat makkelijk verschillen tussen versies bepaald kunnen worden: Als de wereld regelmatig wordt herbouwd moeten bestanden in /etc ook regelmatig bijgewerkt moeten worden, wat een vervelend werkje kan zijn.

Dit proces kan versneld worden door een kopie te bewaren van de bestanden die gemigreerd zijn naar /etc. De volgende procedure geeft een idee over hoe dit gedaan kan worden.

1. Maak de wereld zoals normaal. Als /etc en de andere mappen bijgewerkt moeten worden, geef dan de doelmap een naam gebaseerd op de huidige datum. Op 14 februari 1998 wordt dat als volgt gedaan:

```
# mkdir /var/tmp/root-19980214
# cd /usr/src/etc
# make DESTDIR=/var/tmp/root-19980214 \
    distrib-dirs distribution
```

2. Migreer de wijzigingen van deze map zoals hierboven beschreven.

Verwijder de map `/var/tmp/root-19980214` *niet* na afronden.

3. Als de laatste versie van de broncode gedownload en opnieuw gemaakt is, volg stap 1. Dit geeft een nieuwe map die wellicht `/var/tmp/root-19980221` heet (als er een week zit tussen het bijwerken).
4. De verschillen die gemaakt zijn in de tussenliggende week kunnen nu getoond worden door met `diff(1)` een recursieve diff te maken tussen de twee mappen:

```
# cd /var/tmp
# diff -r root-19980214 root-19980221
```

Vaak is dit een kleinere set aan verschillen dan tussen `/var/tmp/root-19980221/etc` en `/etc`. Omdat de set verschillen kleiner is, is het makkelijker om deze te migreren naar de map `/etc`.

5. De oudste van de twee `/var/tmp/root-*`-mappen kan nu verwijderd worden:

```
# rm -rf /var/tmp/root-19980214
```

6. Herhaal dit proces elke keer als er wijzigingen gemigreerd moeten worden naar `/etc`.

Met `date(1)` kan het maken van de mappen geautomatiseerd worden:

```
# mkdir /var/tmp/root-`date "+%Y%m%d"`
```

24.7.12. Herstarten

Dit was het. Na een controle of alles op de juiste plaats staat kan het systeem herstart worden. Dan kan met een simpele `shutdown(8)`:

```
# shutdown -r now
```

24.7.13. Klaar

Het FreeBSD systeem is nu succesvol bijgewerkt. Gefeliciteerd!

Als er dingen misgingen is het makkelijk om een deel van het systeem opnieuw te bouwen. Als bijvoorbeeld per ongeluk `/etc/magic` verwijderd is als onderdeel van de upgrade of door het samenvoegen van `/etc`, dan werkt `file(1)` niet meer. Dat kan als volgt opgelost worden:

```
# cd /usr/src/usr.bin/file
# make all install
```

24.7.14. Vragen

1. Moet de wereld opnieuw gemaakt worden voor elke wijziging?

Op deze vraag bestaat geen eenvoudig antwoord, omdat dit afhangt van de aard van de wijziging. Als bijvoorbeeld net **CVSup** is gedraaid en de onderstaande bestanden zijn bijgewerkt, dan is het waarschijnlijk niet de moeite waard om de volledige wereld te herbouwen:

```
src/games/cribbage/instr.c
```

```
src/games/sail/pl_main.c
src/release/sysinstall/config.c
src/release/sysinstall/media.c
src/share/mk/bsd.port.mk
```

Dan is het handiger om naar de juiste submappen te gaan, daar `make all install` uit te voeren en dat is het zo'n beetje. Maar als er iets wezenlijks is veranderd, bijvoorbeeld `src/lib/libc/stdlib`, dan dient ofwel de wereld herbouwd te worden of tenminste die delen die statisch gelinkt zijn (en ook al het andere dat statisch gelinkt is en onderdeel is van een systeem).

Uiteindelijk beslist een beheerder zelf. Misschien vindt die het prettig iedere twee weken de wereld te herbouwen terwijl de wijzigingen in die twee weken binnenkomen. Een andere beheerder herbouwt alleen die onderdelen die veranderd zijn en vertrouwt erop dat hij alle afhankelijkheden in de gaten heeft.

Natuurlijk hangt het ook af van de keuze hoe vaak het wenselijk is bij te werken en of FreeBSD-STABLE of FreeBSD-CURRENT wordt bijgehouden.

2. Het compileren gaat fout met veel meldingen van signal 11 (of andere signalnummers). Wat is er aan de hand?

Dit wijst meestal op hardwareproblemen. Het (her)bouwen van de wereld is een prima manier om een stresstest op hardware uit te voeren en hierdoor komen vaak geheugenproblemen bovendrijven. Die resulteren vaak in een compiler die op mysterieuze wijze overlijdt na het ontvangen van vreemde signalen.

Dit probleem is nog duidelijker als na het herstarten van de `make` het proces opnieuw stopt op een ander punt.

Hier biedt niets anders uitkomst dan componenten in een systeem wisselen om uit te zoeken welk component er faalt.

3. Kan `/usr/obj` verwijderd worden na afloop?

Het korte antwoord is ja.

`/usr/obj` bevat alle objectbestanden die tijdens het compileren zijn gemaakt. Normaliter is een van de eerste stappen in het `make buildworld` proces deze map verwijderen en een verse start maken. In dit geval heeft het behouden van `/usr/obj` na het afronden weinig zin en geeft het ook nogal wat extra vrije schijfruimte (ongeveer 2 GB).

Als er veel kennis aanwezig is bij een beheerder, dan kan `make buildworld` aangegeven worden deze stap over te slaan. Hierdoor draaien volgende builds veel sneller, omdat veel broncode niet opnieuw gecompileerd hoeft te worden. De andere kant van de medaille is dat er subtiele afhankelijkheidsproblemen kunnen ontstaan, waardoor een build op bijzondere wijze kan falen. Hierdoor ontstaat regelmatig ruis op FreeBSD mailinglijsten als er iemand klaagt dat zijn build faalt, terwijl hij zich niet realiseert dat dit komt doordat hij zijn updateproces niet volgens het boekje heeft uitgevoerd.

4. Kunnen onderbroken builds gecontinueerd worden?

Dit hangt af van hoever een systeem was voordat een probleem gevonden werd.

Normaal gesproken (en dit is geen vaste regel) maakt het proces `make buildworld` nieuwe kopieën van essentiële hulpprogramma's (zoals `gcc(1)` en `make(1)`) en de systeembibliotheken. Deze hulpprogramma's en bibliotheken worden daarna geïnstalleerd. De nieuwe hulpprogramma's en bibliotheken worden daarna gebruikt om zichzelf

opnieuw op te bouwen en wederom te installeren. Het complete systeem (nu met gewone programma's zoals `ls(1)` en `grep(1)`) wordt daarna opnieuw gebouwd met de nieuwe systeembestanden.

Als een systeem in de laatste fase zit (wat uit de uitvoer blijkt) kan dit redelijk veilig gedaan worden:

```
... fix the problem ...
# cd /usr/src
# make -DNO_CLEAN all
```

Dit maakt het werk van de vorige `make buildworld` niet ongedaan.

Als het onderstaande bericht in de uitvoer van `make buildworld` staat, dan is het redelijk veilig om het te doen:

```
-----
Building everything..
-----
```

Als dat bericht er niet is, of er is onzekerheid over, dan is het altijd beter om de build opnieuw te starten vanaf het begin.

5. Kan kan de wereld bouwen versneld worden?

- Draai in single-user modus;
- Zet de mappen `/usr/src` en `/usr/obj` op aparte bestandssystemen die op aparte schijven staan. Hang deze schijven als mogelijk aan aparte schijfcontrollers;
- Nog beter, verspreid de bestandssystemen over meerdere schijven via het apparaat `ccd(4)` (concatenated disk driver);
- Zet profiling uit (voeg “`NO_PROFILE=true`” toe aan `/etc/make.conf`). Het is zeer waarschijnlijk niet nodig;
- Voer ook `CFLAGS` toe aan `/etc/make.conf` met iets als `-O -pipe`. De optimalisatie `-O2` is veel langzamer en het optimalisatieverschil tussen `-O` en `-O2` is meestal verwaarloosbaar. `-pipe` laat de compiler gebruik maken van pipes in plaats van tijdelijke bestanden voor communicatie, wat schijfacties scheelt (ten koste van geheugengebruik);
- Geef de optie `-jn` mee aan `make(1)` om meerdere processen parallel te laten lopen. Dit helpt in de meeste gevallen, onafhankelijk of er gewerkt wordt op een systeem met één of meerdere processoren;
- Het bestandssysteem dat `/usr/src` bevat, kan (opnieuw) gemount worden met de optie `noatime`. Dit voorkomt dat het bestandssysteem de toegangsmomenten registreert. Deze informatie is waarschijnlijk toch niet nodig.

```
# mount -u -o noatime /usr/src
```

WaarschuwingIn dit voorbeeld wordt aangenomen dat `/usr/src` op zijn eigen bestandssysteem staat. Als dit niet het geval is (bijvoorbeeld als het onderdeel is van `/usr`), dan moet het mountpunt voor dat bestandssysteem gebruikt moeten worden en niet `/usr/src`;

- Het bestandssysteem dat `/usr/obj` bevat kan (opnieuw) worden gemount met de optie `async`. Dit zorgt ervoor dat schrijfacties naar een schijf asynchroon plaatsvinden. In andere woorden: de schrijfactie wordt direct

uitgevoerd en de gegevens worden later naar de schijf geschreven. Dit stelt het systeem in staat om data geclusterd weg te schrijven, wat een grote prestatieverbetering kan opleveren.

WaarschuwingHoud er rekening mee dat deze optie het bestandssysteem kwetsbaarder maakt. Met deze optie is er een vergrote kans dat, indien er een stroomstoring optreedt, het bestandssysteem in een niet meer te herstellen staat komt als de machine herstart.

Als op dit bestandssysteem alleen `/usr/obj` staat, is dit geen probleem. Als er andere belangrijke gegevens op hetzelfde bestandssysteem staan, zorg er dan voor dat er verse backups zijn voordat deze optie aangezet wordt.

```
# mount -u -o async /usr/obj
```

WaarschuwingZorg ervoor, zoals al eerder is aangegeven, dat als `/usr/obj` niet op een eigen bestandssysteem staat, het juiste mountpunt wordt gebruikt.

6. Wat te doen als er iets mis gaat?

Zorg ervoor dat het systeem geen rommel meer bevat van eerdere builds. Het volgende helpt daarbij:

```
# chflags -R noschg /usr/obj/usr
# rm -rf /usr/obj/usr
# cd /usr/src
# make cleandir
# make cleandir
```

Inderdaad, `make cleandir` moet twee keer gedraaid worden.

Herstart daarna het complete proces vanaf `make buildworld`.

Als er nog steeds problemen zijn, stuur dan de foutmelding en de uitvoer van `uname -a` naar de FreeBSD algemene vragen mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-questions>). Wees bereid aanvullende vragen over het systeem te beantwoorden!

24.8. Het verwijderen van overbodige bestanden, directories en bibliotheken

Als onderdeel van de FreeBSD ontwikkel levenscyclus kan het van tijd tot tijd gebeuren dat bestanden en de inhoud ervan overbodig worden. Dit kan komen doordat de functionaliteit ergens anders geïmplementeerd is, het versienummer van de bibliotheek veranderd is of hij is totaal van het systeem verdwenen. Dit is inclusief oude bestanden, bibliotheken en directories welke verwijderd moeten worden bij het updaten van het systeem. Het voordeel voor de gebruiker is dat het systeem niet vervuild wordt met oude bestanden die onnodig ruimte innemen op het opslag (en backup) systeem. Ook is het zo dat als de oude bibliotheek een beveiligings of stabiliteits probleem had, er moet worden geupdate naar de nieuwere bibliotheek om het systeem veilig te houden en te voorkomen dat er

crashes komen door de oude implementatie van de bibliotheek. De bestanden, directories en bibliotheken welke als overbodig worden gezien zijn beschreven in `/usr/src/ObsoleteFiles.inc`. De volgende instructies zullen helpen om deze verouderde bestanden te verwijderen tijdens het systeem upgrade proces.

Er wordt aangenomen dat de stappen gevolgd worden zoals uitgelegd in Paragraaf 24.7.1. Na het `make installworld` commando en het daarop volgende `mergemaster` commando succesvol uitgevoerd zijn kan er op de volgende manier gecontroleerd worden voor verouderde bestanden en bibliotheken:

```
# cd /usr/src
# make check-old
```

Als er verouderde bestanden gevonden worden kunnen deze verwijderd worden door het volgende commando:

```
# make delete-old
```

Tip: Zie het `/usr/src/Makefile` bestand voor meer interessante targets.

Er wordt een prompt getoond voordat elk verouderd bestand wordt verwijderd. Deze prompt kan worden overgeslagen en het systeem deze bestanden automatisch laten verwijderen door gebruik te maken van de `BATCH_DELETE_OLD_FILES` make variabele als volgt:

```
# make -DBATCH_DELETE_OLD_FILES delete-old
```

Dit kan ook worden gedaan door deze commando's door `yes` te pipen als volgt:

```
# yes|make delete-old
```

Waarschuwing Het verwijderen van verouderde bestanden zal applicaties stuk maken die nog gebruik maken van de overbodige bestanden. Dit is zeker waar voor oude bibliotheken. In de meeste gevallen moeten de programma's, ports of bibliotheken opnieuw gecompileerd worden voordat `make delete-old-libs` wordt uitgevoerd.

Gereedschappen om gedeelde bibliotheek afhankelijkheden te controleren zijn beschikbaar in de Ports Collectie in `sysutils/libchk` of `sysutils/bsdadminscripts`.

Overbodige gedeelde bibliotheken kunnen conflicteren met nieuwere bibliotheken welke berichten zoals deze kunnen veroorzaken:

```
/usr/bin/ld: warning: libz.so.4, needed by /usr/local/lib/libtiff.so, may conflict with libz.so.5
/usr/bin/ld: warning: librpcsvc.so.4, needed by /usr/local/lib/libXext.so, may conflict with librpcsvc.so.5
```

Om deze problemen op te lossen moet bepaald worden welke port deze bibliotheek heeft geïnstalleerd:

```
# pkg_info -W /usr/local/lib/libtiff.so
/usr/local/lib/libtiff.so was installed by package tiff-3.9.4
# pkg_info -W /usr/local/lib/libXext.so
/usr/local/lib/libXext.so was installed by package libXext-1.1.1,1
```

Deïnstalleer, herbouw en herinstalleer de port. De `ports-mgmt/portmaster` en `ports-mgmt/portupgrade` gereedschappen kunnen gebruikt worden om deze processen te automatiseren. Nadat zeker is dat alle ports opnieuw gebouwd zijn, en de oude bibliotheken niet meer gebruikt worden, kunnen deze verwijderd worden met het volgende commando:

```
# make delete-old-libs
```

24.9. Meerdere machines bijwerken

Als er meerdere machines zijn die dezelfde broncode bijhouden, lijkt het downloaden van alle broncode en alles overal opnieuw bouwen zonde van de bronnen: harde schijfruimte, netwerk bandbreedte, en processorbelasting. Dit klopt en de oplossing is om alles op één machine te doen terwijl de overige machines het uitgevoerde werk benaderen via NFS. Nu wordt een methode beschreven waarmee dit gedaan kan worden.

24.9.1. Benodigheden

Als eerste moet er een groep van machines gekozen worden die dezelfde set aan binaire bestanden zal draaien, hier een *bouwgroep*. Elke machine kan een eigen afwijkende kernel hebben maar moet dezelfde binaire gebruikersbestanden draaien. Uit die groep moet een machine gekozen worden die de *bouwmachine* wordt. Dit wordt de machine waar de wereld en kernel op gebouwd worden. In het meest ideale geval is dit een snelle machine die genoeg processorkracht vrij heeft om `make buildworld` en `make buildkernel` te draaien. Er moet ook een machine gekozen worden die de *testmachine* wordt waarop alle bijgewerkte software wordt test voordat die in productie wordt genomen. Dit *moet* een machine zijn die voor langere tijd down mag zijn. Dit kan de bouwmachine zijn maar dat hoeft niet per se.

Alle machines in deze bouwgroep moeten ingesteld worden om `/usr/obj` en `/usr/src` vanaf dezelfde machine te mounten op hetzelfde punt. In het meest ideale geval zijn dit twee verschillende schijven op de bouwmachine, maar ze kunnen ook door middel van NFS op die machine gemount zijn. Als er meerdere bouwgroepen zijn, dan moet `/usr/src` op één bouwmachine staan en door middel van NFS gemount worden op de overige machines.

Zorg er als laatste voor dat `/etc/make.conf` en `/etc/src.conf` op alle machines in de bouwgroep het eens zijn met de bouwmachine. Dat betekent dat de bouwmachine alle delen van het basissysteem moet bouwen die elke machine in de bouwgroep installeert. Ook heeft elke bouwmachine zijn kernelnaam ingesteld met `KERNCONF` in `/etc/make.conf` en de bouwmachine moet ze allemaal hebben in `KERNCONF`, zijn eigen kernel eerst. De bouwmachine moet de instellingenbestanden voor elke machine in `/usr/src/sys/arch/conf` hebben als deze machine de kernels voor de overige machines gaat bouwen.

24.9.2. Basissysteem

Nu kan één systeem alles bouwen. Bouw de kernel en wereld zoals beschreven in Paragraaf 24.7.7.2 op de bouwmachine, maar installeer niets. Zodra de bouw klaar is, moet op de testmachine de kernel geïnstalleerd en getest worden. Als deze machine `/usr/src` en `/usr/obj` mount via NFS, moet na een herstart in single-user modus het netwerk ingeschakeld worden zodat de mounts opnieuw gemaakt kunnen worden. De makkelijkste manier om dit te doen is om te starten in multi-user modus en daar `shutdown now` starten om in single-user modus te komen. Eenmaal daar aangekomen kunnen de nieuwe kernel en de wereld geïnstalleerd worden en kan daarna normaal `mergemaster` gestart worden. Zodra dit klaar is, kan de machine opnieuw gestart worden om naar multi-user modus terug te keren.

Nadat zeker is dat alles op de testmachine correct werkt, kan dezelfde procedure gebruikt worden om de nieuwe software op elke machine te installeren in de bouwgroep.

24.9.3. Ports

Dezelfde ideeën kunnen gebruikt worden voor de ports. De eerste kritieke stap is om `/usr/ports` te mounten op alle machines in de bouwgroep. Daarna kan `/etc/make.conf` correct ingesteld worden om de distfiles te delen. De variabele `DISTDIR` moet wijzen naar een gedeelde map waarin geschreven kan worden door de gebruiker waar `root` naar wijst in de NFS mounts. Op elke machine moet `WRKDIRPREFIX` naar een lokale bouwmap wijzen. Als er pakketten gebouwd en gedistribueerd worden moet `PACKAGES` naar een map wijzen gelijkvormig aan de instelling voor `DISTDIR`.

Noten

1. Dit is niet helemaal waar. Oude releases van FreeBSD kunnen niet eeuwig ondersteund worden, ook al duurt ondersteuning vele jaren. Een volledige beschrijving van het huidige beveiligingsbeleid voor oudere releases van FreeBSD staat op <http://www.FreeBSD.org/security/>.

Hoofdstuk 25.

DTrace

25.1. Overzicht

DTrace, ook bekend als Dynamic Tracing, was ontwikkeld door Sun als een gereedschap om prestatie-bottlenecks in productie- en preproductiesystemen op te sporen. Het is in geen enkel opzicht een debug-gereedschap, maar een gereedschap voor real-time analyse om prestatie- en andere zaken op te sporen.

DTrace is een opmerkelijk profileringsgereedschap, met een indrukwekkende verzameling mogelijkheden om systeemzaken te diagnosticeren. Het kan ook worden gebruikt om vooraf geschreven scripts te draaien om zo voordeel te halen uit de mogelijkheden. Gebruikers kunnen zelfs hun eigen middelen schrijven door gebruik te maken van de DTrace D Language, wat ze in staat stelt om hun profilering aan te passen aan hun specifieke behoeften.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet u:

- Wat DTrace is en welke mogelijkheden het biedt.
- De verschillen tussen de DTrace-implementatie van Solaris en degene die door FreeBSD wordt aangeboden.
- Hoe DTrace op FreeBSD aan te zetten en te gebruiken.

Voordat u dit hoofdstuk leest, dient u:

- De beginselen van UNIX en FreeBSD te begrijpen (Hoofdstuk 3).
- Bekend te zijn met de beginselen van kernelconfiguratie en -compilatie (Hoofdstuk 8).
- Wat bekendheid te hebben met beveiliging en hoe het zich verhoudt tot FreeBSD (Hoofdstuk 14).
- Te begrijpen hoe de broncode van FreeBSD te verkrijgen en te herbouwen (Hoofdstuk 24).

Waarschuwing Deze mogelijkheid wordt als experimenteel beschouwd. Van sommige opties kan er functionaliteit ontbreken, andere delen kunnen in het geheel niet werken. In de loop der tijd zal deze mogelijkheid als productierijp worden beschouwd en zal deze documentatie worden aangepast om die situatie te representeren.

25.2. Implementatieverschillen

Hoewel DTrace in FreeBSD erg lijkt op degene die in Solaris zit, zijn er verschillen die uitgelegd moeten worden voordat er verder wordt gegaan. Het primaire verschil dat gebruikers zullen zien is dat DTrace specifiek moet worden aangezet op FreeBSD. Er zijn kernelopties en modules die aangezet moeten worden om DTrace juist te laten werken. Deze zullen later worden uitgelegd.

Er is een kerneloptie `DDB_CTF` die gebruikt wordt om ondersteuning voor het laden van CTF-gegevens van kernelmodulen en de kernel zelf. CTF is het Compact C Type Format van Solaris welke een beperkte vorm van debuginformatie bevat die vergelijkbaar is met DWARF en de befaamde stabs. Deze CTF-gegevens worden door de bouwmiddelen `ctfconvert` en `ctfmerge` aan de binairen toegevoegd. Het hulpmiddel `ctfconvert` parseert DWARF ELF-debug-secties die door de compiler zijn aangemaakt en `ctfmerge` voegt CTF ELF-secties van objecten samen in hun executables of gedeelde bibliotheken. Meer informatie over hoe dit voor de bouw van de kernel en FreeBSD aan te zetten komt eraan.

Sommige aanbieders voor FreeBSD verschillen van die voor Solaris. De meest opmerkelijke is de aanbieder `dtmalloc`, welke het volgen van `malloc()` op soort in de FreeBSD-kernel toestaat.

Alleen `root` mag DTrace op FreeBSD gebruiken. Dit heeft te maken met beveiligingsverschillen, Solaris heeft enkele beveiligingscontroles op laag niveau die nog niet bestaan in FreeBSD. Hierom is `/dev/dtrace/dtrace` strikt beperkt tot `root`.

Tenslotte valt de DTrace-software onder de CDDL-licentie van Sun. De Common Development and Distribution License wordt bij FreeBSD geleverd, zie `/usr/src/cddl/contrib/opensolaris/OPENSOLARIS.LICENSE` of bekijk het online op <http://www.opensolaris.org/os/licensing>.

Deze licentie houdt in dat een FreeBSD-kernel met de DTrace-opties nog steeds onder de BSD-licentie valt; de CDDL komt echter op de proppen wanneer de modulen in binaire vorm worden verspreid, of wanneer de binairen zijn geladen.

25.3. Ondersteuning voor DTrace aanzetten

Voeg de volgende regels toe aan het kernelinstellingenbestand om ondersteuning voor DTrace aan te zetten:

```
options      KDTRACE_HOOKS
options      DDB_CTF
```

Opmerking: Gebruikers van de AMD64-architectuur zullen de volgende regel aan hun kernelinstellingenbestand willen toevoegen:

```
options      KDTRACE_FRAME
```

Deze optie biedt ondersteuning voor de mogelijkheid FBT. DTrace zal zonder deze optie werken; er zal echter beperkte ondersteuning zijn voor het volgen van functiegrenzen.

Alle broncode moet herbouwd en geherinstalleerd worden met de CTF-opties. Om deze taak te volbrengen, wordt de FreeBSD-broncode herbouwd met:

```
# cd /usr/src
# make WITH_CTF=1 kernel
```

Het systeem moet opnieuw gestart worden.

Nadat opnieuw is opgestart en de nieuwe kernel in het geheugen is geladen, dient ondersteuning voor de Korn-shell te worden toegevoegd. Dit is nodig omdat de verschillende hulpmiddelen van DTrace in `ksh` zijn geschreven. Installeer `shells/ksh93`. Het is ook mogelijk om deze hulpmiddelen in `shells/pdksh` of `shells/mksh` te draaien.

Als laatste dient de huidige DTrace-gereedschapskist verkregen te worden. De huidige versie is beschikbaar op <http://www.opensolaris.org/os/community/dtrace/dtracetoolkit/>. Het bevat een installatiemechanisme; om gebruik te maken van de bijgeleverde hulpmiddelen is installatie echter niet nodig.

25.4. DTrace gebruiken

Voordat er gebruik wordt gemaakt van de functionaliteit van DTrace, moet het DTrace-apparaat bestaan. Geef het volgende commando om het apparaat te laten:

```
# kldload dtraceall
```

Ondersteuning van DTrace zou nu beschikbaar moeten zijn. De beheerder kan het volgende commando uitvoeren om alle sondes te bekijken:

```
# dtrace -l | more
```

Alle uitvoer wordt aan het hulpmiddel `more` doorgegeven omdat het snel de schermbuffer zal laten overstromen. DTrace kan nu als werkend worden beschouwd. Het is nu tijd om de gereedschapskist te bekijken.

De gereedschapskist is een verzameling van kant-en-klare scripts die met DTrace gedraaid kunnen worden om informatie over het systeem te verzamelen. Er zijn scripts om open bestanden, geheugen, CPU-gebruik, en nog veel meer te controleren. Pak de scripts uit met het volgende commando:

```
# gunzip -c DTraceToolkit* | tar xvf -
```

Ga naar die map met `cd` en zet de uitvoerpermissies voor alle bestanden waarvan de naam uit kleine letters bestaat, op 755.

De inhoud van al deze scripts moet veranderd worden. Degenen die naar `/usr/bin/ksh` verwijzen dienen naar `/usr/local/bin/ksh` te verwijzen, de anderen die `/usr/bin/sh` gebruiken dienen gewijzigd te worden om `/bin/sh` te gebruiken, en tenslotte dienen degenen die `/usr/bin/perl` gebruiken veranderd te worden om `/usr/local/bin/perl` te gebruiken.

Belangrijk: Op dit moment is het voorzichtig om de lezer eraan te herinneren dat de ondersteuning voor DTrace in FreeBSD *niet compleet* en *experimenteel* is. Veel van deze scripts zullen niet werken omdat ze of te Solaris-specifiek zijn of omdat ze sondes gebruiken die momenteel niet ondersteund worden.

Op het moment van schrijven worden slechts twee scripts van de DTrace Toolkit volledig ondersteund in FreeBSD: de scripts `hotkernel` en `procsystime`. Dit zijn de twee die we in de volgende gedeelten van deze sectie zullen bekijken.

De `hotkernel` is ontworpen om te identificeren welke functie de meeste kerneltijd gebruikt. Als het normaal gedraaid wordt, zal het uitvoer die op de volgende lijkt produceren:

```
# ./hotkernel
Sampling... Hit Ctrl-C to end.
```

De systeembeheerder moet de toetsencombinatie **Ctrl+C** gebruiken om het proces te stoppen. Nadat het gestopt is, zal het script een lijst van kernelfuncties en timinginformatie weergeven, waarbij de uitvoer in volgorde van toenemende tijd is gesorteerd:

kernel`_thread_lock_flags	2	0.0%
0xc1097063	2	0.0%
kernel`sched_userret	2	0.0%
kernel`kern_select	2	0.0%
kernel`generic_copyin	3	0.0%
kernel`_mtx_assert	3	0.0%
kernel`vm_fault	3	0.0%
kernel`sopoll_generic	3	0.0%
kernel`fixup_filename	4	0.0%
kernel`_isitmxx	4	0.0%
kernel`find_instance	4	0.0%
kernel`_mtx_unlock_flags	5	0.0%
kernel`syscall	5	0.0%
kernel`DELAY	5	0.0%
0xc108a253	6	0.0%
kernel`witness_lock	7	0.0%
kernel`read_aux_data_no_wait	7	0.0%
kernel`Xint0x80_syscall	7	0.0%
kernel`witness_checkorder	7	0.0%
kernel`sse2_pagezero	8	0.0%
kernel`strncmp	9	0.0%
kernel`spinlock_exit	10	0.0%
kernel`_mtx_lock_flags	11	0.0%
kernel`witness_unlock	15	0.0%
kernel`sched_idletd	137	0.3%
0xc10981a5	42139	99.3%

Het script werkt ook met kernelmodules. Draai het script met de vlag `-m` om deze mogelijkheid te gebruiken:

```
# ./hotkernel -m
Sampling... Hit Ctrl-C to end.
^C
```

MODULE	COUNT	PCNT
0xc107882e	1	0.0%
0xc10e6aa4	1	0.0%
0xc1076983	1	0.0%
0xc109708a	1	0.0%
0xc1075a5d	1	0.0%
0xc1077325	1	0.0%
0xc108a245	1	0.0%
0xc107730d	1	0.0%
0xc1097063	2	0.0%
0xc108a253	73	0.0%
kernel	874	0.4%
0xc10981a5	213781	99.6%

Het script `procsystime` vangt en beeldt het tijdsgebruik van systeemaanroepen af voor een gegeven PID of procesnaam. In het volgende voorbeeld wordt er een nieuwe instantie van `/bin/csh` gedraaid. Het `procsystime` werd uitgevoerd en bleef wachten terwijl er enkele commando's op de andere instantie van `csh` werden getypt. Dit zijn de resultaten van deze test:

```
# ./procsystime -n csh
Tracing... Hit Ctrl-C to end...
```

^C

Elapsed Times for processes csh,

SYSCALL	TIME (ns)
getpid	6131
sigreturn	8121
close	19127
fcntl	19959
dup	26955
setpgid	28070
stat	31899
setitimer	40938
wait4	62717
sigaction	67372
sigprocmask	119091
gettimeofday	183710
write	263242
execve	492547
ioctl	770073
vfork	3258923
sigsuspend	6985124
read	3988049784

Zoals te zien is, lijkt de systeemaanroep `read()` de meeste tijd in nanoseconden te gebruiken en gebruikte de systeemaanroep `getpid()` de minste hoeveelheid tijd.

25.5. De taal D

De DTrace-gereedschapskist bevat vele scripts in de speciale taal van DTrace. Deze taal wordt “de taal D” genoemd door de documentatie van Sun, en lijkt sterk op C++. Een diepgaande discussie over de taal valt buiten het bereik van dit document. Het wordt uitgebreid behandeld op <http://wikis.sun.com/display/DTrace/Documentation>.

IV. Netwerkcommunicatie

Als het om servers gaat die hoge prestaties moeten leveren, wordt wereldwijd vaak FreeBSD toegepast. De hoofdstukken in dit deel behandelen:

- Seriële communicatie;
- PPP en PPP over Ethernet;
- E-mail;
- Netwerkdiensten;
- Firewalls;
- Overig gevorderd netwerken.

Deze hoofdstukken zijn geschreven om gelezen te worden als de informatie nodig is. Ze hoeven niet allemaal in een bepaalde volgorde gelezen te worden. Ze hoeven ook niet allemaal gelezen te worden om FreeBSD in een netwerkomgeving in te zetten.

Hoofdstuk 26.

Seriële communicatie

26.1. Overzicht

UNIX heeft altijd ondersteuning geboden voor seriële communicatie. Het is een feit dat de allereerste UNIX-machines afhankelijk waren van seriële kabels voor gebruikersinvoer en -uitvoer. De dingen zijn flink veranderd sinds de tijd dat de gemiddelde “terminal” uit een 10-tekens-per-seconde seriële printer en een toetsenbord bestond. Dit hoofdstuk beschrijft enkele manieren waarop FreeBSD gebruik maakt van seriële communicatie.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Hoe terminals met een FreeBSD-systeem te verbinden;
- Hoe een modem te gebruiken om naar computers op afstand te bellen;
- Hoe het mogelijk te maken voor gebruikers op afstand om met een modem op een systeem aan te melden;
- Hoe een systeem van een seriële console op te starten.

Veronderstelde voorkennis:

- Weten hoe een nieuwe kernel ingesteld en geïnstalleerd wordt (Hoofdstuk 8);
- Begrijpen hoe rechten en processen in UNIX werken (Hoofdstuk 3);
- De beschikking hebben over het technische handboek voor de hardware (modem of meerpoortige kaart) die gebruikt wordt met FreeBSD.

26.2. Inleiding

Waarschuwing Vanaf FreeBSD 8.0 zijn de seriële poorten hernoemd van `/dev/cuadn` naar `/dev/cuauw` en van `/dev/ttydn` naar `/dev/ttyuw`. FreeBSD 7.X gebruikers moeten de documentatie aanpassen naar deze wijzigingen.

26.2.1. Terminologie

bps

Bits per seconde: de snelheid waarmee gegevens verstuurd worden

DTE

Data Terminal Equipment (apparatuur voor gegevensterminal): bijvoorbeeld een computer

DCE

Data Communications Equipment (apparatuur voor gegevenscommunicatie): een modem

RS-232

EIA standaard voor hardwarematige seriële communicatie

Deze sectie gebruikt niet de term “baud” als er over snelheden van gegevenscommunicatie gesproken wordt. Baud verwijst naar het aantal elektrische toestandsovergangen dat binnen een tijdsperiode gemaakt mag worden, “bps” (bits per seconde) is de *correcte* term om te gebruiken (de oude mopperkonten schijnen zich er niet erg druk over te maken).

26.2.2. Kabels en poorten

Om een modem of terminal met een FreeBSD-systeem te verbinden, dienen een seriële poort op een computer en een kabel om verbinding te maken met een serieel apparaat aanwezig te zijn. Indien kennis over hardware en de benodigde kabel reeds aanwezig is, kan deze sectie veilig worden overgeslagen.

26.2.2.1. Kabels

Er zijn verschillende soorten seriële kabels. De twee meest voorkomende types in deze context zijn nulmodem-kabels en standaard (“rechte”) RS-232-kabels. De documentatie van de hardware beschrijft het type kabel dat nodig is.

26.2.2.1.1. Nulmodem-kabels

Een nulmodem-kabel geeft sommige signalen, zoals “Aardesignaal” recht door, maar kruist andere signalen. Bijvoorbeeld, de “Verzonden Gegevens”-pin aan de ene kant gaat naar de “Ontvangen Gegevens”-pin aan de andere kant.

Een nulmodem-kabel voor het gebruik met terminals kan ook zelf worden gemaakt (bijvoorbeeld voor kwaliteitsdoeleinden). Deze tabel toont de RS-232C signalen en de pinnummers op een DB-25-aansluiting. De standaard vereist ook een *Aardebescherming* rechte lijn van pin 1 naar pin 1, maar deze wordt vaak weggelaten. Sommige terminals werken goed met slechts pin 2, 3 en 7, terwijl andere instellingen eisen die afwijken van die in de onderstaande voorbeelden.

Tabel 26-1. DB-25 naar DB-25 nulmodem-kabel

Signaal	Pin #		Pin #	Signaal
SG	7	verbonden met	7	SG
TD	2	verbonden met	3	RD
RD	3	verbonden met	2	TD
RTS	4	verbonden met	5	CTS
CTS	5	verbonden met	4	RTS
DTR	20	verbonden met	6	DSR
DTR	20	verbonden met	8	DCD

In de onderstaande tabellen volgen twee schema's die momenteel meer gebruikelijk zijn:

Tabel 26-2. DB-9 naar DB-9 nulmodem-kabel

Signaal	Pin #		Pin #	Signaal
RD	2	verbonden met	3	TD
TD	3	verbonden met	2	RD
DTR	4	verbonden met	6	DSR
DTR	4	verbonden met	1	DCD
SG	5	verbonden met	5	SG
DSR	6	verbonden met	4	DTR
DCD	1	verbonden met	4	DTR
RTS	7	verbonden met	8	CTS
CTS	8	verbonden met	7	RTS

Tabel 26-3. DB-9 naar DB-25 nulmodem-kabel

Signaal	Pin #		Pin #	Signaal
RD	2	verbonden met	2	TD
TD	3	verbonden met	3	RD
DTR	4	verbonden met	6	DSR
DTR	4	verbonden met	8	DCD
SG	5	verbonden met	7	SG
DSR	6	verbonden met	20	DTR
DCD	1	verbonden met	20	DTR
RTS	7	verbonden met	5	CTS
CTS	8	verbonden met	4	RTS

Opmerking: Als een pin aan het ene eind verbonden is met een pinnenpaar aan het andere eind, is dit meestal geïmplementeerd met een korte draad tussen het pinnenpaar in de stekker en een lange draad naar de andere, enkele pin.

Bovenstaande ontwerpen lijken het populairst. In een andere variatie (uitgelegd in het boek *RS-232 Made Easy*) worden de volgende verbindingen gemaakt: SG met SG, TD met RD, RTS en CTS met DCD, DTR met DSR en vice-versa.

26.2.2.1.2. Standaard RS-232C-kabels

Een standaard seriële kabel laat alle RS-232C-signalen recht door. Dit betekent dat de “Verzonden Gegevens”-pin aan de ene kant naar de “Verzonden Gegevens”-pin aan de andere kant gaat. Dit type kabel wordt gebruikt om een modem met een FreeBSD-systeem te verbinden en is ook geschikt voor sommige terminals.

26.2.2.2. Poorten

Seriële poorten zijn apparaten die gebruikt worden om gegevens te versturen tussen een FreeBSD gastcomputer en een terminal. Deze sectie beschrijft de bestaande soorten poorten en hoe deze aangesproken worden in FreeBSD.

26.2.2.2.1. Soorten poorten

Er bestaan verschillende soorten seriële poorten. Controleer of een kabel past op de poorten van een terminal en een FreeBSD-systeem alvorens deze te kopen of te maken.

De meeste terminals hebben DB-25-poorten. PC's, inclusief PC's die FreeBSD draaien, hebben DB-25- of DB-9-poorten. Indien een meerpoortige seriële kaart voor een PC beschikbaar is, kan het zijn dat er RJ-12- of RJ-45-poorten aanwezig zijn.

In documentatie die bij hardware zit, staan specificaties over het soort poort dat gebruikt wordt. Vaak volstaat ook een visuele inspectie van een poort.

26.2.2.2.2. Poortnamen

In FreeBSD wordt elke seriële poort benaderd door een ingang in de map `/dev`. Er zijn twee verschillende soorten ingangen:

- Inbelpoorten heten `/dev/ttyuN` waarbij *N* het poortnummer is, beginnend met nul. In het algemeen kunnen inbelpoorten voor terminals gebruikt worden. Inbelpoorten stellen de eis dat een seriële kabel ervoor zorgt dat het data carrier detect (DCD) signaal correct werkt.
- Uitbelpoorten heten `/dev/cuaN`. In het algemeen worden uitbelpoorten niet voor terminals maar voor modems gebruikt. Gebruik een uitbelpoort als een seriële kabel of terminal het carrier detect-sigitaal niet ondersteunt.

Als er een terminal met de eerste seriële poort (COM1 in MS-DOS) verbonden is, wordt `/dev/ttyu0` gebruikt om naar de terminal te verwijzen. Als een terminal op de tweede seriële poort is aangesloten (ook bekend als COM2), dient `/dev/ttyu1` gebruikt te worden, enzovoort.

26.2.3. Kernelinstellingen

FreeBSD ondersteunt standaard vier seriële poorten. In de wereld van MS-DOS staan ze bekend als COM1, COM2, COM3 en COM4. FreeBSD ondersteunt momenteel “domme” meerpoortige seriële interfacekaarten, zoals de BocaBoard 1008 en 2016, alsook intelligentere meerpoortige kaarten van fabrikanten als Digiboard en Stallion Technologies. De kernel kijkt echter alleen naar de standaard COM-poorten.

Bekijk de boodschappen tijdens het opstarten van de kernel om te zien of de kernel seriële poorten herkent of gebruik het commando `/sbin/dmesg` om de opstartboodschappen van de kernel te herhalen. Kijk in het bijzonder naar boodschappen die met de tekens `sio` beginnen.

Tip: Gebruik het volgende commando om alleen de boodschappen die het woord `sio` bevatten te zien:

```
# /sbin/dmesg | grep 'sio'
```

Voor bijvoorbeeld een systeem met vier seriële poorten, zijn dit de opstartboodschappen van de kernel die specifiek zijn voor de seriële poorten:

```
sio0 at 0x3f8-0x3ff irq 4 on isa
sio0: type 16550A
sio1 at 0x2f8-0x2ff irq 3 on isa
sio1: type 16550A
sio2 at 0x3e8-0x3ef irq 5 on isa
sio2: type 16550A
sio3 at 0x2e8-0x2ef irq 9 on isa
sio3: type 16550A
```

Als een kernel niet alle seriële poorten herkent, dan dient waarschijnlijk de kernel aangepast te worden in het bestand `/boot/device.hints`. Het is ook mogelijk regels uit te schakelen of volledig te verwijderen voor apparaten die niet aanwezig zijn.

Zie de hulppagina `sio(4)` voor meer informatie over het instellen van seriële poorten en meerpoortige kaarten. Bij gebruik van een instellingenbestand dat eerder voor een andere versie van FreeBSD werd gebruikt is voorzichtigheid geboden omdat de apparaatvlaggen en de syntaxis tussen de versies veranderd zijn.

Opmerking: port `IO_COM1` is een substitutie voor port `0x3f8`, `IO_COM2` is `0x2f8`, `IO_COM3` is `0x3e8` en `IO_COM4` is `0x2e8`, welke redelijk algemene poortadressen zijn voor hun overeenkomstige seriële poorten. Interrupts 4, 3, 5 en 9 zijn redelijk algemene interruptlijnen. Reguliere seriële poorten kunnen *geen* interrupts delen op ISA-bus-PC's (meerpoortige kaarten hebben elektronica die alle 16550A's op een kaart in staat stellen om één of twee interruptlijnen te delen).

26.2.4. Speciale apparaatbestanden

De meeste apparaten in de kernel worden benaderd met “speciale apparaatbestanden” die in de map `/dev` staan. De apparaten `sio` worden benaderd met de apparaten `/dev/ttyuN` (inbellen) en `/dev/cuaN` (uitbellen). FreeBSD biedt ook initialisatie-apparaten (`/dev/ttyuN.init` en `/dev/cuaN.init`) en slotapparaten (`/dev/ttyuN.lock` en `/dev/cuaN.lock`). De initialisatie-apparaten worden gebruikt om telkens als een poort wordt geopend de parameters van de communicatiepoorten te initialiseren, zoals `crtsets` voor modems die gebruik maken van RTS/CTS-signalerings voor gegevensstroombeheer. De slotapparaten worden gebruikt om vlaggen op poorten op slot te zetten om te voorkomen dat gebruikers of programma's bepaalde parameters veranderen. In de hulppagina's `termios(4)`, `sio(4)` en `stty(1)` staat informatie over respectievelijk terminalinstellingen, apparaten op slot zetten en initialiseren en terminalopties instellen.

26.2.5. De seriële poort instellen

Het apparaat `ttyuN` (of `cuaN`) is het gebruikelijke apparaat dat geopend dient te worden voor de applicaties. Wanneer een proces het apparaat opent, heeft het een standaardverzameling aan terminal I/O-instellingen. Bekijk deze instellingen met het volgende commando:

```
# stty -a -f /dev/ttyu1
```

Als de instellingen van dit apparaat veranderd worden, blijven de instellingen geldig totdat het apparaat gesloten wordt. Als het heropend wordt, gaat het terug naar de standaardverzameling. Om de standaardverzameling te

veranderen, dient het apparaat voor de “initiële toestand” geopend te worden en die instellingen veranderd te worden. Om bijvoorbeeld de CLOCAL-modus, 8-bits-communicatie en XON/XOFF-gegevensstroombeheer voor apparaat `ttYu5` standaard aan te zetten:

```
# stty -f /dev/ttyu5.init clocal cs8 ixon ixoff
```

De systeembrede initialisatie van de seriële apparaten wordt beheerd in `/etc/rc.d/serial`. Dit bestand heeft invloed op de standaardinstellingen van seriële apparaten.

Om te voorkomen dat bepaalde instellingen door een applicatie worden veranderd, dienen wijzigingen aan het “slottoestand”-apparaat te worden aangebracht. Om bijvoorbeeld de snelheid van `ttYu5` vast te zetten op 57600 bps:

```
# stty -f /dev/ttyu5.lock 57600
```

Nu blijft een applicatie die `ttYu5` en de snelheid van de poort probeert te veranderen zitten op 57600 bps.

Uiteraard dienen de apparaten voor de initiële toestand en de slottoestand alleen voor het account `root` schrijfbaar te zijn.

26.3. Terminals

Waarschuwing Vanaf FreeBSD 8.0 zijn de seriële poorten hernoemd van `/dev/cuadN` naar `/dev/cuaUW` en van `/dev/ttydN` naar `/dev/ttyuW`. FreeBSD 7.X gebruikers moeten de documentatie aanpassen naar deze wijzigingen.

Terminals bieden een handige en goedkope manier om een FreeBSD systeem te benaderen als de console van of een netwerk naar een computer niet beschikbaar is. Deze sectie beschrijft hoe terminals met FreeBSD te gebruiken.

26.3.1. Types terminals en ze gebruiken

De originele UNIX-systemen hadden geen consoles. In plaats daarvan werd er aangemeld en werden programma's via terminals gedraaid die verbonden waren met de seriële poorten van een computer. Het is goed vergelijkbaar met het gebruik van een modem en terminalsoftware om op een systeem op afstand in te bellen en werk te doen wat alleen uit tekst bestaat.

De consoles van hedendaagse PC's kunnen grafische uitvoer van hoge kwaliteit produceren, maar de mogelijkheid om een aanmeldsessie op een seriële poort tot stand te brengen bestaat nog steeds op bijna elk hedendaags UNIX-achtig systeem. FreeBSD is geen uitzondering. Door gebruik te maken van een terminal die aangesloten is op een ongebruikte seriële poort, kan er aangemeld worden en kan bijna elk tekstprogramma gedraaid worden dat normaalgesproken op de console of in een `xterm`-venster in het X Window-systeem gedraaid wordt.

Een zakelijke gebruiker kan vele terminals aan een FreeBSD-systeem koppelen en deze op de bureaus van medewerkers neerzetten. Een thuisgebruiker kan een reservecomputer, zoals een oudere IBM PC of een Macintosh, met de terminal verbinden met een krachtigere computer die FreeBSD draait. Op deze manier kan wat anders een computer voor een enkele gebruiker zou zijn, worden veranderd in een krachtig systeem voor meerdere gebruikers.

Er zijn drie soorten terminals voor FreeBSD:

- Domme terminals;
- PC's die als terminals dienen;
- X-terminals.

De overige subsecties beschrijven elk van deze soorten.

26.3.1.1. Domme terminals

Domme terminals zijn gespecialiseerde stukken hardware die computers door seriële kabels kunnen verbinden. Ze worden “dom” genoemd omdat ze alleen maar tekst kunnen weergeven, verzenden en ontvangen. Het is niet mogelijk om programma's op deze terminals te draaien. De computer waar ze op zijn aangesloten heeft de benodigde kracht om tekstverwerkers, compilers, e-mail, spellen, enzovoort te draaien.

Er zijn honderden soorten domme terminals gemaakt door vele fabrikanten, inclusief de VT-100 van Digital Equipment Corporation en de WY-75 van Wyse. Bijna elke soort werkt met FreeBSD. Sommige terminals uit de hoogste klasse kunnen zelfs grafisch weergeven, maar slechts bepaalde softwarepakketten kunnen gebruik maken van deze geavanceerde mogelijkheden.

Domme terminals zijn ook populair in werkomgevingen waarin gebruikers geen toegang tot grafische applicaties nodig hebben, zoals die door het X Window systeem worden geleverd.

26.3.1.2. PC's die als terminal dienen

Indien een domme terminal net genoeg mogelijkheden heeft om tekst weer te geven, te verzenden en te ontvangen, dan kan zeker elke reserve-PC een domme terminal zijn. De enige benodigdheden zijn de juiste kabel en wat *terminal-emulatie* software om op de computer te draaien.

Zo'n opstelling is populair in thuissituaties. Indien bijvoorbeeld persoon A werkt op de console van een FreeBSD-systeem, kan persoon B wat alleen-tekst-werk verrichten op een minder krachtige PC die als terminal met het FreeBSD-systeem verbonden is.

Er zijn minstens twee applicaties beschikbaar in het basissysteem van FreeBSD welke gebruikt kunnen worden om te communiceren door een seriële connectie: `cu(1)` en `tip(1)`.

Om een connectie op te zetten vanaf een systeem dat FreeBSD draait naar een seriële connectie van een andere machine kan het volgende gedaan worden:

```
# cu -l serial-port-device
```

Hierbij is “serial-port-device” de naam is van de speciale apparaatnode die gebruikt wordt voor de seriële poort op het systeem. Deze bestanden heten `/dev/cuaun`.

Het “N” gedeelte van de apparaatnaam is het nummer van de seriële poort.

Opmerking: Let op, de apparaatnummers beginnen in FreeBSD bij nul en niet bij één (zoals ze bijvoorbeeld wel doen bij MS-DOS gebaseerde systemen). Dit betekent dat wat MS-DOS gebaseerde systemen `COM1` noemt bij FreeBSD meestal `/dev/cua0` genoemd wordt.

Opmerking: Sommige mensen preferen andere programma's die beschikbaar zijn via de Ports Collectie. De ports bevatten een aantal programma's die hetzelfde kunnen werken als `cu(1)` en `tip(1)`, zoals `comms/minicom`.

26.3.1.3. X-terminals

X-terminals behoren tot de meest geavanceerde terminalsoort die beschikbaar is. In plaats van dat ze verbinding maken met een seriële poort, maken ze meestal verbinding met een netwerk zoals Ethernet. In plaats van dat ze alleen tekstapplicaties weergeven, kunnen ze elke X-applicatie weergeven.

X-terminals worden slechts voor de compleetheid geïntroduceerd. Dit hoofdstuk behandelt echter *niet* de installatie, het instellen of het gebruik van X-terminals.

26.3.2. Instellen

Deze sectie beschrijft wat in te stellen op een os;-systeem om een aanmeldsessie op een terminal mogelijk te maken. De sectie gaat ervan uit dat er al een kernel is ingesteld met ondersteuning voor een seriële poort waar de terminal op is aangesloten en dat deze verbonden is.

In Hoofdstuk 12 staat beschreven dat het proces `init` verantwoordelijk is voor het beheer van alle processen en voor de initialisatie tijdens het opstarten van een systeem. Eén van de taken die door `init` wordt uitgevoerd is het lezen van het bestand `/etc/ttys` en het starten van een proces `getty` op de beschikbare terminals. Het proces `getty` is verantwoordelijk voor het lezen van een aanmeldnaam en het starten van het programma `login`.

Voer volgende stappen als `root` uit om terminals voor een FreeBSD-systeem in te stellen:

1. Voeg een regel aan `/etc/ttys` toe voor de ingang in de map `/dev` voor een seriële poort als deze er nog niet is;
2. Specificeer dat `/usr/libexec/getty` uitgevoerd moet worden op de poort en het juiste type `getty` van het bestand `/etc/gettytab`;
3. Specificeer het standaard terminaltype;
4. Stel de poort in op “on”;
5. Specificeer of de poort “secure” dient te zijn;
6. `init` dient `/etc/ttys` opnieuw te lezen.

Als optionele stap kan het wenselijk zijn om een eigen type `getty` aan te maken voor stap 2 door een ingang in `/etc/gettytab` te maken. Dit wordt hier niet beschreven. Meer informatie staat in de hulppagina's `gettytab(5)` en `getty(8)`.

26.3.2.1. Een regel aan `/etc/ttys` toevoegen

Het bestand `/etc/ttys` bevat alle poorten op een FreeBSD-systeem waar aanmelden is toegestaan. De eerste virtuele console `ttv0` staat bijvoorbeeld in dit bestand vermeld. Met deze vermelding kan er op de console worden aangemeld. Dit bestand bevat ook vermeldingen voor de andere virtuele consoles, seriële poorten en pseudo-tty's. Vermeld voor een vast aangesloten terminal de `/dev`-regel van de seriële poort zonder het `/dev`-gedeelte (`/dev/ttyv0` wordt bijvoorbeeld `ttv0`).

Een standaard FreeBSD installatie bevat een bestand `/etc/ttys` met ondersteuning voor de eerste vier seriële poorten: `ttv0` tot en met `ttv3`. Indien er aan een van deze poorten een terminal wordt gekoppeld is het niet nodig om een regel toe te voegen.

Voorbeeld 26-1. Terminalregels aan `/etc/ttys` toevoegen

Stel dat er twee terminals verbonden moeten worden met een systeem: een Wyse-50 en een oude 286 IBM-PC waarop **Procomm** terminalsoftware draait dat een VT-100 terminal emuleert. De Wyse wordt met de tweede seriële poort verbonden en de 286 met de zesde seriële poort (een poort op een meerpoortige seriële kaart). De overeenkomstige regels in `/etc/ttys` zien er als volgt uit:

```
ttyul1 ① "/usr/libexec/getty std.38400"② wy50③ on④ insecure⑤
ttyu5   "/usr/libexec/getty std.19200" vt100 on insecure
```

- ① Het eerste veld specificeert normaalgesproken de naam van het speciale terminalbestand zoals dat in `/dev` staat.
- ② Het tweede veld bevat het commando dat voor deze regel uitgevoerd moet worden, meestal is dit `getty`(8). `getty` initialiseert en opent een lijn, stelt een snelheid in, vraagt om een gebruikersnaam en draait daarna het programma `login`(1).

Het programma `getty` accepteert één (optionele) parameter op de opdrachtregel, het type `getty`. Een type `getty` stelt karakteristieken op een terminallijn in, zoals de bps-snelheid en de pariteit. Het programma `getty` leest deze karakteristieken uit het bestand `/etc/gettytab`.

Het bestand `/etc/gettytab` bevat een hoop regels voor zowel oude als nieuwe terminallijnen. In bijna alle gevallen werken de regels die met de tekst `std` beginnen voor vast aangesloten terminals. Deze regels negeren pariteit. Er is een `std`-regel voor elke bps-snelheid van 110 tot en met 115200. Uiteraard kunnen eigen regels aan dit bestand worden toegevoegd. De hulppagina `gettytab`(5) biedt meer informatie.

Zorg er tijdens het instellen van het type `getty` in het bestand `/etc/ttys` voor dat de communicatie-instellingen op de terminal ermee over komen.

In bovenstaand voorbeeld gebruikt de Wyse-50 geen pariteit en maakt deze verbinding met 38400 bps. De 286 PC gebruikt geen pariteit en maakt verbinding met 19200 bps.

- ③ Het derde veld bevat het type terminal dat normaalgesproken is verbonden met de tty-lijn. Voor inbelpoorten wordt voor dit veld normaalgesproken `unknown` of `dialup` gebruikt omdat gebruikers bijna elk type terminal of software gebruiken om in te bellen. Voor terminals met een vaste aansluiting verandert het type terminal niet, dus kan in dit veld een echt terminaltype uit het databasebestand `termcap`(5) worden gebruikt.

In bovenstaand voorbeeld gebruikt de Wyse-50 het echte terminaltype, terwijl de 286 PC die **Procomm** draait zo ingesteld wordt dat deze een VT-100 emuleert.

- ④ Het vierde veld geeft aan of de poort aan moet staan. Indien hier `on` staat, start `init` het programma in het tweede veld, `getty`, op. Indien hier `off` staat wordt `getty` niet uitgevoerd en kan er daarom niet op de poort worden aangemeld.
- ⑤ Het laatste veld geeft aan of de poort veilig is. Indien deze poort als veilig is aangemerkt betekent dit dat er genoeg vertrouwen is om de gebruiker `root` (of iedere andere account met een gebruikers-id 0) aan te laten melden via deze poort. Onveilige poorten staan aanmelden door `root` niet toe. Meld op onveilige poorten eerst aan een account zonder rechten en gebruik daarna `su`(1) of een soortgelijk mechanisme om rootrechten te verkrijgen.

Het wordt sterk aangeraden om “insecure” zelfs voor terminals achter gesloten deuren te gebruiken. Het is vrij gemakkelijk om aan te melden en `su` te gebruiken indien rootrechten nodig zijn.

26.3.2.2. `init` forceren om `/etc/ttys` opnieuw te lezen

Stuur na het maken van de benodigde veranderingen aan het bestand `/etc/ttys` een SIGHUP-sigitaal (ophangen) naar het proces `init` om het te dwingen het instellingenbestand opnieuw te lezen:

```
# kill -HUP 1
```

Opmerking: `init` is altijd het eerste proces dat op een systeem gedraaid wordt, daarom heeft het altijd PID 1.

Indien alles juist is ingesteld, alle kabels juist zijn aangesloten en alle terminals aanstaan, draait er op elke terminal een proces `getty` en is er een aanmeldprompt zichtbaar op de terminals.

26.3.3. Problemen met een verbinding oplossen

Zelfs met de grootste aandacht voor details kan er nog steeds iets mis gaan met het instellen van een terminal. Hier is een lijst van symptomen en mogelijke oplossingen.

26.3.3.1. Er verschijnt geen aanmeldprompt

Controleer of de terminal is aangesloten en aan staat. Indien het een PC is die als terminal fungeert, controleer of de terminalemulatiesoftware op de juiste seriële poort draait.

Controleer of de kabel stevig verbonden is met zowel de terminal als de FreeBSD computer en dat de kabel van het juiste soort is.

Controleer of de terminal en FreeBSD dezelfde bps-snelheid en pariteit gebruiken. Indien de terminal een beeldscherm is, controleer dan of de video- en helderheidsniveaus zijn ingesteld. Indien de terminal een printer is, controleer of er voldoende papier en inkt aanwezig zijn.

Controleer of er een proces `getty` draait dat de terminal bedient. Om bijvoorbeeld een lijst van draaiende `getty`-processen te krijgen:

```
# ps -axww|grep getty
```

Er zou een regel voor de terminal zichtbaar moeten zijn. Het volgende scherm geeft bijvoorbeeld weer dat `getty` op de tweede seriële poort `ttu1` draait en de regel `std.38400` in `/etc/gettytab` gebruikt:

```
22189  dl  Is+   0:00.03 /usr/libexec/getty std.38400 ttu1
```

Indien er geen proces `getty` draait, controleer dan of de poort in `/etc/ttys` aan staat. Draai `kill -HUP 1` nadat het bestand `ttys` is gewijzigd.

Indien het proces `getty` draait maar de terminal nog steeds geen aanmeldprompt weergeeft of als het een prompt weergeeft maar er niet getypt kan worden, kan het zijn dat de terminal of de kabel hardwarematige handshaking niet ondersteunt. Probeer om de regel in `/etc/ttys` van `std.38400` in `3wire.38400` te veranderen (draai na het wijzigen van `/etc/ttys` `kill -HUP 1`). De regel `3wire` is vergelijkbaar met de regel `std`, maar negeert hardwarematige handshaking. Het kan nodig zijn om de baudsnelheid te verlagen of om softwarematig doorvoerbeheer aan te zetten als `3wire` gebruikt wordt, om overspoelde buffers te voorkomen.

26.3.3.2. Als er rommel in plaats van een aanmeldprompt verschijnt

Controleer of de terminal en FreeBSD dezelfde bps-snelheid en pariteit gebruiken. Controleer de `getty`-processen op het gebruik van het juiste type `getty`. Indien dit niet het geval is, wijzig dan `/etc/ttys` en draai `kill -HUP 1`.

26.3.3.3. Tekens verschijnen dubbel en/of het wachtwoord verschijnt tijdens de invoer

Wijzig de terminal (of de terminalemulatiesoftware) van “half duplex” of “local echo” naar “full duplex”.

26.4. Inbeldienst

Waarschuwing Vanaf FreeBSD 8.0 zijn de seriële poorten hernoemd van `/dev/cuadn` naar `/dev/cuaww` en van `/dev/ttydn` naar `/dev/ttyww`. FreeBSD 7.X gebruikers moeten de documentatie aanpassen naar deze wijzigingen.

Het instellen van het FreeBSD-systeem voor inbeldiensten is vrijwel gelijk aan het verbinden van terminals, behalve dat er met modems in plaats van terminals wordt gewerkt.

26.4.1. Externe en interne modems

Externe modems lijken gemakkelijker voor het inbellen, omdat externe modems vaak semi-permanent ingesteld kunnen worden via parameters die in een niet-vluchtig RAM worden opgeslagen en ze hebben gewoonlijk LED's die de toestand van belangrijke RS-232-signalen weergeven. Knipperende LED's maken indruk op bezoekers, maar LED's zijn ook zeer nuttig om te zien of een modem goed functioneert.

Interne modems hebben vaak geen niet-vluchtig RAM en het kan dus voorkomen dat de instelmogelijkheden beperkt zijn tot het instellen van DIP-schakelaars. Als een intern modem al indicatie-LED's voor signalen heeft, zijn ze moeilijk te zien in de behuizing van een systeem.

26.4.1.1. Modems en kabels

Bij gebruik van een extern modem is uiteraard een juiste kabel nodig. Een standaard RS-232C seriële kabel moet voldoen zolang alle normale signalen zijn aangesloten.

Tabel 26-4. Signaalnamen

Acroniemen	Namen
RD	Received Data (ontvangen gegevens)
TD	Transmitted Data (verzonden gegevens)

Acroniemen	Namen
DTR	Data Terminal Ready (gegevensterminal gereed)
DSR	Data Set Ready (gegevensverzamel- ing gereed)
DCD	Data Carrier Detect (RS-232's detector voor signaal lijn-ontvangen)
SG	Signal Ground (signaalaarde)
RTS	Request to Send (verzoek om te zenden)
CTS	Clear to Send (gereed om te zenden)

FreeBSD heeft de signalen RTS en CTS nodig voor doorstroombeheer bij snelheden van meer dan 2400 bps, het signaal CD om te bepalen wanneer een oproep beantwoord of geannuleerd is, en het signaal DTR om een modem opnieuw in te stellen nadat een sessie voltooid is. Op sommige kabels ontbreken sommige benodigde signalen. Dus als zich problemen voordoen, zoals een aanmeldsessie die niet weggaat nadat de verbinding verbroken is, kan dit aan de kabel liggen.

Net als andere UNIX-achtige besturingssystemen gebruikt FreeBSD hardwaresignalen om te bepalen of een oproep beantwoord of weggedrukt is en om met het modem op te hangen en dit opnieuw in te stellen na een oproep. FreeBSD vermijdt het versturen van commando's naar een modem en het bekijken van de toestand van een modem. Dit kan vreemd lijken als bekend is hoe modems met PC-gebaseerde prikbordsystemen (BBS) verbinden.

26.4.2. Overwegingen voor de seriële interface

FreeBSD ondersteunt EIA RS-232C (CCITT V.24) communicatie-interfaces gebaseerd op NS8250, NS1645, NS16550 en NS16550A. De 8250- en 16450-apparaten hebben buffers van een enkel karakter. Het 16550-apparaat biedt een buffer van 16 karakters, wat betere systeemprestaties toestaat. Door fouten in platte 16550's is het niet mogelijk de buffer van 16 karakters te gebruiken, dus gebruik indien mogelijk 16550A's. Omdat apparaten met een buffer van een enkel karakter meer werk door het besturingssysteem vereisen dan apparaten met een buffer van 16 karakters, ligt de voorkeur bij seriële interfacekaarten gebaseerd op de 16550A. Indien een systeem veel actieve seriële poorten heeft of zwaar belast wordt, zijn kaarten gebaseerd op de 16550A beter voor communicatie met een lage foutenratio.

26.4.3. Snel overzicht

Net als met terminals zet `init` een `getty`-proces op voor elke seriële poort die voor inbelverbindingen is ingesteld.

Indien bijvoorbeeld een modem aan `/dev/ttyu0` is gekoppeld, kan het commando `ps ax` het volgende weergeven:

```
4850 ?? I      0:00.09 /usr/libexec/getty V19200 ttyu0
```

Wanneer een gebruiker naar de modemlijn belt en de modems verbinding maken, wordt de CD-lijn (Carrier Detect) door het modem gerapporteerd. De kernel merkt op dat een draaggolf is gesignaleerd en laat `getty` het openen van de poort voltooien. `getty` stuurt een prompt `login:` met de initieel gespecificeerde lijnsnelheid. `getty` bekijkt of er geldige karakters zijn ontvangen en probeert, in een typische opstelling, indien het rommel aantreft (waarschijnlijk omdat de snelheid waarmee het modem verbindt afwijkt van de snelheid van `getty`) de lijnsnelheden aan te passen totdat het redelijke karakters ontvangt.

Nadat een gebruikersnaam is opgegeven voert `getty /usr/bin/login` uit, die het aanmelden voltooit door te vragen naar het wachtwoord van een gebruiker en daarna de shell van een gebruiker op te starten.

26.4.4. Instellingenbestanden

Er zijn drie systeeminstellingenbestanden in de map `/etc` die waarschijnlijk gewijzigd moeten worden om inbellen op een FreeBSD-systeem toe te staan. Het eerste bestand, `/etc/gettytab`, bevat informatie om de daemon `/usr/libexec/getty` in te stellen. Het tweede bestand, `/etc/ttys` bevat informatie voor `/sbin/init` dat vertelt op welke `tty` apparaten een proces `getty` moet draaien. Als laatste kunnen in het script `/etc/rc.d/serial` commando's geplaatst worden om poorten te initialiseren.

Er bestaan twee stromingen met betrekking tot inbelmodems op UNIX. De ene houdt ervan om modems en systemen in te stellen zodat de lokale computer-naar-modem RS-232-interface met een vaste snelheid werkt, ongeacht de snelheid waarmee een gebruiker-op-afstand inbelt. Het voordeel van deze instelling is dat een gebruiker-op-afstand altijd meteen een aanmeldprompt van een systeem ziet. Het nadeel is dat een systeem niet weet wat de werkelijke gegevenssnelheid van een gebruiker is en dus passen programma's die met een volledig scherm werken, zoals **Emacs**, hun methode om het scherm te tekenen niet aan om hun reactie beter te maken voor langzame verbindingen.

De andere stroming stelt de RS-232-interface van een modem zo in dat de snelheid ervan varieert met de verbindingssnelheid van een gebruiker-op-afstand. Zo zorgen V.32bis-verbindingen (14,4 kbps) met een modem ervoor dat een modem de RS-232-interface op 19,2 kbps laat draaien, terwijl verbindingen op 2400 bps ervoor zorgen dat de RS-232-interface van een modem op 2400 bps draait. Omdat `getty` meldingen over de verbindingssnelheid van een gegeven modem niet begrijpt, geeft `getty` een bericht `login:` op een initiële snelheid en kijkt het naar de karakters die als antwoord terugkomen. Als een gebruiker rommel ziet, wordt ervan uitgegaan dat deze weet dat de **Enter** toets ingedrukt moet worden totdat een herkenbaar prompt zichtbaar is. Indien de gegevenssnelheden niet overeenkomen, ziet `getty` alles wat een gebruiker intypt als "rommel", probeert het op de volgende snelheid over te gaan en het geeft opnieuw het prompt `login:`. Deze procedure kan ad nauseam doorgaan, maar normaal gesproken zijn er slechts een stuk of twee toetsaanslagen nodig voordat een gebruiker een juist prompt ziet. Het is duidelijk dat deze aanmeldprocedure er niet zo mooi uit ziet als de methode "vaste-snelheid", maar een gebruiker met een langzame verbinding zou betere interactiviteit moeten beleven met programma's die met een volledig scherm werken.

Deze sectie poogt om neutrale informatie over instellingen te geven, maar is geneigd om de gegevenssnelheid van het modem af te laten hangen van de verbindingssnelheid.

26.4.4.1. `/etc/gettytab`

`/etc/gettytab` is een bestand met informatie over instellingen voor `getty(8)` in de stijl van `termcap(5)`. In de hulppagina van `gettytab(5)` staat de volledige informatie over het formaat van het bestand en de lijst met

mogelijkheden.

26.4.4.1.1. Vaste snelheid instellen

Indien de snelheid van een modem om gegevens te communiceren op een bepaalde waarde wordt vastgezet, is het waarschijnlijk niet nodig om wijzigingen aan te brengen in `/etc/gettytab`.

26.4.4.1.2. Overeenkomstige snelheid instellen

In `/etc/gettytab` dient een regel ingesteld te worden om `getty` informatie te geven over de snelheden die voor het modem gewenst zijn. Indien een 2400 bps modem aanwezig is, kan waarschijnlijk de bestaande regel `D2400` gebruikt worden.

```
#
# Voor snelle inbelterminals, 2400/1200/300 roterend (er kan met beide kanten begonnen worden)
#
D2400|d2400|Fast-Dial-2400:\
:nx=D1200:tc=2400-baud:
3|D1200|Fast-Dial-1200:\
:nx=D300:tc=1200-baud:
5|D300|Fast-Dial-300:\
:nx=D2400:tc=300-baud:
```

Indien er een modem voor hogere snelheden aanwezig is, dient er waarschijnlijk een regel aan `/etc/gettytab` toegevoegd te worden. Hieronder staat een regel die gebruikt kan worden voor een 14,4 kbps modem met een maximale interface-snelheid van 19,2 kbps:

```
#
# Toevoegingen voor een V.32bis modem
#
um|V300|High Speed Modem at 300,8-bit:\
:nx=V19200:tc=std.300:
un|V1200|High Speed Modem at 1200,8-bit:\
:nx=V300:tc=std.1200:
uo|V2400|High Speed Modem at 2400,8-bit:\
:nx=V1200:tc=std.2400:
up|V9600|High Speed Modem at 9600,8-bit:\
:nx=V2400:tc=std.9600:
uq|V19200|High Speed Modem at 19200,8-bit:\
:nx=V9600:tc=std.19200:
```

Dit resulteert in 8-bits verbindingen zonder pariteit.

Het bovenstaande voorbeeld begint met een communicatiesnelheid van 19,2 kbps (voor een V.32bis-verbinding), daarna doorloopt het 9600 bps (voor V.32), 2400 bps, 1200 bps, 300 bps en daarna weer 19,2 kbps. Het doorlopen van de communicatiesnelheid is met de mogelijkheid `nx=` (“volgende tabel”) geïmplementeerd. Elk van deze regels gebruikt een regel `tc=` (“tabel continuëren”) om de rest van de “standaard”-instellingen voor een bepaalde gegevenssnelheid op te pikken.

Indien er een 28,8 kbps modem aanwezig is en/of het gewenst is om voordeel uit de compressie met een 14,4 kbps te halen, is het nodig om hogere communicatiesnelheden dan 19,2 kbps te gebruiken. Hieronder staat een voorbeeld van een regel voor `gettytab` die begint met 57,6 kbps.

```
#
# Toevoegingen voor een V.32bis of V.34 modem
# beginnend bij 57,6 kbps
#
vm|VH300|Very High Speed Modem at 300,8-bit:\
:nx=VH57600:tc=std.300:
vn|VH1200|Very High Speed Modem at 1200,8-bit:\
:nx=VH300:tc=std.1200:
vo|VH2400|Very High Speed Modem at 2400,8-bit:\
:nx=VH1200:tc=std.2400:
vp|VH9600|Very High Speed Modem at 9600,8-bit:\
:nx=VH2400:tc=std.9600:
vq|VH57600|Very High Speed Modem at 57600,8-bit:\
:nx=VH9600:tc=std.57600:
```

Indien een CPU langzaam of een systeem zwaar belast is en er geen seriële poorten gebaseerd op 16550A aanwezig zijn, kunnen er sio “silo”-fouten optreden bij 57,6 kbps.

26.4.4.2. /etc/ttys

Het instellen van het bestand `/etc/ttys` staat beschreven in Voorbeeld 26-1. Het instellen van modems is vergelijkbaar maar er moet een ander argument aan `getty` doorgegeven worden en er moet een ander type terminal doorgegeven te worden. Het algemene formaat voor zowel vaste snelheid als overeenkomstige snelheid is:

```
tttyu0  "/usr/libexec/getty xxx"  dialup on
```

Het eerste item op bovenstaande regel is het speciale apparaatbestand. `tttyu0` betekent dat `/dev/tttyu0` het bestand is dat door `getty` in de gaten wordt gehouden. Het tweede item, `"/usr/libexec/gettyxxx"` (`xxx` wordt vervangen door de initiële mogelijkheden van `gettytab`) is het proces dat door `init` op het apparaat gedraaid wordt. Het derde item, `dialup`, is het standaard terminaltype. De vierde parameter, `on`, geeft aan `init` aan dat de lijn operationeel is. Er kan een vijfde parameter zijn, `secure`, maar gebruik deze alleen voor terminals die fysiek veilig zijn (zoals de systeemconsole).

Het standaard terminaltype (`dialup` in bovenstaand voorbeeld) mag afhangen van lokale voorkeuren. Het traditionele standaard terminaltype voor inbellijnen is `dialup`, zodat gebruikers hun aanmeldscripts kunnen aanpassen om op te merken wanneer het terminal `dialup` is en automatisch hun terminaltype kunnen aanpassen. Wellicht is het makkelijker om `vt102` als het standaard terminaltype te specificeren, aangezien gebruikers gewoon VT102-emulatie op hun systemen-op-afstand gebruiken.

Nadat `/etc/ttys` gewijzigd is, kan aan het proces `init` een signaal HUP gestuurd worden om het bestand opnieuw te laten lezen. Gebruik volgende opdracht om het signaal te versturen:

```
# kill -HUP 1
```

Indien een systeem voor de eerste keer wordt geïnstalleerd, is het verstandig te wachten totdat een modem juist ingesteld en verbonden is voordat het signaal aan `init` verstuurd wordt.

26.4.4.2.1. Vaste snelheid instellen

Voor het instellen van een vaste snelheid dient de regel in `ttys` een vaste snelheid door te geven aan `getty`. Voor een modem met een vaste poortsnelheid van 19,2 kbps kan de regel in `ttys` er als volgt uitzien:

```
ttys0    "/usr/libexec/getty std.19200"    dialup on
```

Indien een modem op een andere gegevenssnelheid is ingesteld, dient de juiste waarde voor `std.snelheid` in plaats van `std.19200` ingesteld te worden. Gebruik een geldig type dat in `/etc/gettytab` vermeld staat.

26.4.4.2. Overeenkomstige snelheid instellen

Voor het instellen van een overeenkomstige snelheid dient de regel in `ttys` te verwijzen naar regel met de juiste begin-“auto-baud” (sic). Indien bijvoorbeeld de boven voorgestelde regel voor een modem met een overeenkomstige snelheid die begint met 19,2 kbps wordt toegevoegd (de regel in `gettytab` die het beginpunt `V19200`), kan de regel in `ttys` er als volgt uitzien:

```
ttys0    "/usr/libexec/getty V19200"    dialup on
```

26.4.4.3. `/etc/rc.d/serial`

Hogesnelheidsmodems, zoals V.32, V.32bis, en V.34 modems, moeten gebruik maken van hardwarematig (RTS/CTS) gegevensstroombeheer. Er kunnen `stty`-opdrachten aan `/etc/rc.d/serial` toegevoegd worden om de vlag voor hardwarematig gegevensstroombeheer in de kernel van FreeBSD voor modempoorten in te stellen.

Om bijvoorbeeld de `termios`-vlag `crtsets` op de apparaten die de in- en uitbelapparaten initialiseren op de eerste seriële poort (COM2) in te stellen, kunnen de volgende regels aan `/etc/rc.d/serial` worden toegevoegd:

```
# Seriële poort initieel instellen
stty -f /dev/ttyul.init crtsets
stty -f /dev/cuau1.init crtsets
```

26.4.5. Modeminstellingen

Bij gebruik van een modem waarvan de parameters permanent in niet-vluchtig RAM ingesteld kunnen worden, is er een terminalprogramma (zoals **Telnet** onder MS-DOS of `tip` onder FreeBSD) nodig om parameters in te stellen. Maak een verbinding met een modem met dezelfde communicatiesnelheid als de initiële snelheid die door `getty` gebruikt wordt en stel het niet-vluchtige RAM van een modem in zodat aan deze voorwaarden voldaan wordt:

- CD geldt tijdens verbindingen;
- DTR geldt tijdens gebruik; het loslaten van DTR hangt de verbinding op en stelt het modem opnieuw in;
- gegevensstroombeheer door CTS verzonden;
- gegevensstroombeheer met XON/XOFF uitgezet;
- gegevensstroombeheer door RTS ontvangen;
- Stille modus (geen resultaatcodes);
- Geen opdrachtecho.

Kijk in de documentatie van een modem voor de benodigde opdrachten en/of instellingen van DIP-schakelaars.

Om de bovenstaande parameters bijvoorbeeld op een U.S. Robotics® Sportster® 14.400 extern modem in te stellen, kunnen de volgende opdrachten aan het modem gegeven worden:

```
ATZ
AT&C1; &D2&H1&I0&R2&W
```

In deze fase kunnen ook andere modeminstellingen aangepast worden, zoals of het V.42bis en/of MNP5 compressie wordt gebruiken.

Een U.S. Robotics Sportster 14.400 externe modem heeft ook enkele DIP-schakelaars die ingesteld moeten worden. Voor andere modems kunnen deze instellingen wellicht als voorbeeld dienen:

- Schakelaar 1: UP: DTR Normal
- Schakelaar 2: N/A (Verbal Result Codes/Numeric Result Codes)
- Schakelaar 3: UP: Suppress Result Codes
- Schakelaar 4: DOWN: Geen echo, offline opdrachten
- Schakelaar 5: UP: Auto Answer
- Schakelaar 6: UP: Carrier Detect Normal
- Schakelaar 7: UP: Load NVRAM Defaults
- Schakelaar 8: N/A (Smart Mode/Dumb Mode)

Schakel resultaatcodes voor alle inbelmodems uit of onderdruk ze om problemen te voorkomen die kunnen optreden als `getty` abusievelijk een prompt `login:` geeft aan een modem dat in opdrachtmodus staat en het modem de opdracht echoot of een resultaatcode teruggeeft. Deze sequentie kan tot een uitgebreide, onnozele discussie tussen `getty` en het modem leiden.

26.4.5.1. Vaste snelheid instellen

Stel voor een vaste snelheid een modem zodanig in dat die een constante gegevenssnelheid naar de computer, onafhankelijk van de communicatiesnelheid, behoudt. Op een U.S. Robotics Sportster 14.400 extern modem zetten de volgende opdrachten de gegevenssnelheid naar de computer vast op de snelheid die gebruikt werd om de opdrachten te geven:

```
ATZ
AT&B1&W
```

26.4.5.2. Overeenkomstige snelheid instellen

Stel voor een variabele snelheid een modem zodanig in dat het de gegevenssnelheid van zijn seriële poort aanpast aan de snelheid van een binnenkomende oproep. Op een U.S. Robotics Sportster 14.400 extern modem zetten de volgende opdrachten de gegevenssnelheid van het modem, die op fouten gecorrigeerd wordt, vast op de snelheid die gebruikt werd om de opdrachten te geven, maar staan ze toe dat de snelheid van de seriële poort varieert voor verbindingen die niet op fouten gecorrigeerd worden:

```
ATZ
AT&B2&W
```

26.4.5.3. De modeminstellingen controleren

De meeste modems die op hoge snelheid werken, bieden opdrachten om de huidige werkparameters van een modem in een min of meer voor mensen leesbare vorm te bekijken. Op het U.S. Robotics Sportster 14.400 extern modem beeldt de opdracht `ATI5` de instellingen af die in het niet-vluchtige RAM zijn opgeslagen. Gebruik om de werkelijke werkparameters van een modem te zien (zoals beïnvloed door de stand van de DIP-schakelaars van een modem) de opdrachten `ATZ` gevolgd door `ATI4`.

Kijk in de handleiding van een modem als er met een ander merk modem gewerkt wordt voor het controleren van de parameters voor het instellen van dat modem.

26.4.6. Problemen oplossen

Hier volgen wat stappen die gevolgd kunnen worden om een inbelmodem op een systeem te controleren.

26.4.6.1. Een FreeBSD-systeem controleren

Verbind een modem met een FreeBSD-systeem, start het systeem op en kijk, indien het modem lampjes bevat die de toestand aangeven, of de DTR-indicator oplicht als het prompt `login:` op de systeemconsole verschijnt. Als het oplicht zou dit betekenen dat FreeBSD een `getty`-proces heeft gestart op de juiste communicatiepoort en wacht op het modem om een gesprek aan te nemen.

Geef als de DTR-indicator niet oplicht, na aanmelden op de console, de opdracht `ps ax` om te zien of FreeBSD probeert een `getty`-proces op de juiste poort te draaien. Er dienen tussen de weergegeven processen regels zoals de onderstaande te verschijnen:

```
114 ?? I      0:00.10 /usr/libexec/getty V19200 ttyu0
115 ?? I      0:00.10 /usr/libexec/getty V19200 ttyu1
```

Er kan ook iets als het volgende verschijnen:

```
114 d0 I      0:00.10 /usr/libexec/getty V19200 ttyu0
```

Als het modem nog geen gesprek heeft aangenomen, betekent dit dat `getty` het openen van de communicatiepoort voltooid heeft. Dit kan duiden op een probleem met de bekabeling of op een verkeerd ingesteld modem omdat `getty` niet in staat zou moeten zijn om de communicatiepoort te openen totdat CD (kiestoon) door het modem is bevestigd.

Indien er geen enkel `getty`-proces verschijnt dat wacht op het openen van de gewenste poort `ttyuN`, controleer dan de regels in `/etc/ttys` op vergissingen. Controleer ook het logboekbestand `/var/log/messages` om te zien of er logboekberichten van `init` of `getty` met betrekking tot problemen zijn. Indien er problemen zijn, controleer dan nogmaals de instellingenbestanden `/etc/ttys` en `/etc/gettytab`, alsook de betreffende speciale apparaatbestanden `/dev/ttyuN`, op vergissingen, ontbrekende regels of ontbrekende speciale apparaatbestanden.

26.4.6.2. Proberen om in te bellen

Probeer in te bellen op een systeem. Controleer of op het systeem-op-afstand 8 bits, geen pariteit en 1 stopbit gebruikt wordt. Probeer, indien er niet meteen een prompt verschijnt of als er rommel verschijnt, ongeveer eens per seconde op **Enter** te drukken. Probeer, indien er na een tijd nog geen prompt `login:` verschijnt, een `BREAK` te versturen. Probeer, indien er een modem wordt gebruikt dat op hoge snelheid werkt om te bellen, opnieuw in te

bellen nadat de interfacesnelheid van het bellende modem is vastgezet (bijvoorbeeld via AT&B1 op een U.S. Robotics Sportster modem).

Controleer, indien er nog steeds geen prompt `login:` verschijnt, nogmaals `/etc/gettytab` en controleer of:

- De initiële specificatie die in `/etc/ttys` voor de lijn staat overeenkomt met een naam van een specificatie in `/etc/gettytab`;
- Elke regel `nx=` overeenkomt met een naam van een andere specificatie in `gettytab`;
- Elke regel `tc=` overeenkomt met een naam van een andere specificatie in `gettytab`.

Controleer, indien er gebeld wordt maar het modem op het FreeBSD-systeem niet reageert, of het modem ingesteld is om de telefoon te beantwoorden als DTR bevestigd is. Controleer, indien het modem juist ingesteld lijkt te zijn, of de DTR-lijn bevestigd is door de indicatielampjes van het modem te controleren (indien die aanwezig zijn).

Neem een pauze en probeer het later nog eens indien alles meerdere malen is geprobeerd en het nog steeds niet werkt. Indien het nog steeds niet werkt, stuur dan een e-mail naar de FreeBSD algemene vragen mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-questions>) met een beschrijving van het modem en het probleem en de mensen op de lijst zullen proberen te helpen.

26.5. Uitbeldienst

Waarschuwing Vanaf FreeBSD 8.0 zijn de seriële poorten hernoemd van `/dev/cuadN` naar `/dev/cuauN` en van `/dev/ttydN` naar `/dev/ttyuN`. FreeBSD 7.X gebruikers moeten de documentatie aanpassen naar deze wijzigingen.

De volgende tips dienen voor het maken van een verbinding met een andere computer per modem. Dit is geschikt voor het opzetten van een terminalsessie met een gast op afstand.

Dit is nuttig bij het aanmelden op een BBS.

Dit soort verbinding kan extreem behulpzaam zijn om een bestand op het Internet te krijgen indien er problemen zijn met PPP. Indien FTP ergens voor nodig is en PPP kapot is, kan de terminalsessie voor FTP gebruikt worden.

Vervolgens kan `zmodem` gebruikt worden om het naar de machine te verzenden.

26.5.1. Een gewone Hayes-modem wordt niet ondersteund, wat nu?

In feite is de hulppagina voor `tip` verouderd. Er is al een generiek belprogramma voor Hayes ingebouwd. Gebruik `at=hayes` in het bestand `/etc/remote`.

Het stuurprogramma voor Hayes is niet slim genoeg om enkele geavanceerde eigenschappen van nieuwere modems te herkennen. Berichten als `BUSY` (in gesprek), `NO DIALTONE` (geen kiestoon) of `CONNECT 115200` (verbinden 115200) verwarren het stuurprogramma. Schakel deze berichten uit bij gebruik van `tip` (door middel van `ATX0&W`).

Verder is de beltimeout voor `tip` 60 seconden. Het modem dient een lagere waarde te gebruiken om te voorkomen dat `tip` denkt dat er een probleem met de communicatie is. Probeer `ATS7=45&W`.

26.5.2. Hoe AT-commando's ingeven?

Maak een zogenaamde “directe” regel in het bestand `/etc/remote` aan. Als het modem bijvoorbeeld aan de eerste seriële poort, `/dev/cuau0`, is gekoppeld, voeg dan de volgende regel toe:

```
cuau0:dv=/dev/cuau0:br#19200:pa=none
```

Gebruik voor de mogelijkheid `br` de hoogst ondersteunde snelheid van het modem in bps. Typ hierna `tip cuau0` om een verbinding met het modem te maken.

Als alternatief kan `cu` als `root` met het volgende commando gebruikt worden:

```
# cu
  -llijn
  -ssnelheid
```

De waarde *lijn* is de seriële poort (bijvoorbeeld `/dev/cuau0`) en *snelheid* is de snelheid (bijvoorbeeld 57600). Als alle AT-commando's zijn ingevoerd, voer dan `~.` in om het programma te verlaten.

26.5.3. Het teken @ voor de optie pn werkt niet!

Het teken `@` in de telefoonnummERMogelijkheid vertelt `tip` om in `/etc/phones` naar een telefoonnummer te kijken. Maar het teken `@` is ook een speciaal teken in specificatiebestanden als `/etc/remote`. Gebruik een backslash om hieraan te ontsnappen:

```
pn=\\@
```

26.5.4. Hoe een telefoonnummer op de opdrachtregel te draaien?

Voeg een zogenaamde “generieke” regel aan het bestand `/etc/remote` toe. Bijvoorbeeld:

```
tip115200|Bel elk telefoonnummer met 115200 bps:\
          :dv=/dev/cuau0:br#115200:at=hayes:pa=none:du:
tip57600|Bel elk telefoonnummer met 57600 bps:\
          :dv=/dev/cuau0:br#57600:at=hayes:pa=none:du:
```

Hierna zijn onder andere de volgende mogelijkheden beschikbaar:

```
# tip -115200 5551234
```

Indien `cu` boven `tip` geprefereerd wordt, dient een generieke regel voor `cu` gebruikt te worden:

```
cu115200|Gebruik cu om elk nummer met 115200bps te bellen:\
          :dv=/dev/cuau1:br#57600:at=hayes:pa=none:du:
```

Voer in:

```
# cu 5551234 -s 115200
```

26.5.5. Dient de bps-snelheid telkens ingevoerd te worden?

Voeg een regel toe voor `tip1200` of `cu1200`, maar gebruik een bps-snelheid die geschikt is voor de `br`-mogelijkheid. `tip` meent dat 1200 bps een goede standaardwaarde is, hierdoor zoekt het naar een regel `tip1200`. Uiteraard hoeft 1200 bps niet gebruikt te worden.

26.5.6. Een aantal hosts met een terminalserver benaderen

Om niet iedere keer te hoeven wachten totdat er verbinding is en `CONNECT host` in te typen, kan de mogelijkheid `cm` van `tip` gebruikt worden. Als voorbeeld bieden de onderstaande regels in `/etc/remote` de mogelijkheid om `tip` `pain` of `tip` `muffin` in te typen om met de hosts `pain` of `muffin` te verbinden, en `tip` `deep13` om naar de terminalserver te gaan:

```
pain|pain.deep13.com|Forresters machine:\
    :cm=CONNECT pain\n:tc=deep13:
muffin|muffin.deep13.com|Franks machine:\
    :cm=CONNECT muffin\n:tc=deep13:
deep13:Gizmonics Institute terminalserver:\
    :dv=/dev/cuau2:br#38400:at=hayes:du:pa=none:pn=5551234:
```

26.5.7. Kan tip meer dan één lijn voor elke site proberen?

Dit is een vaak een probleem als een universiteit een handvol modemlijnen en enkele duizenden studenten heeft die ze proberen te gebruiken.

Voeg een regel voor de universiteit toe in `/etc/remote` en gebruik `@` voor de mogelijkheid `pn`:

```
grote-universiteit:\
    :pn=\@:tc=dialout
dialout:\
    :dv=/dev/cuau3:br#9600:at=courier:du:pa=none:
```

Voeg hierna de telefoonnummers voor de universiteit toe aan `/etc/phones`:

```
grote-universiteit 5551111
grote-universiteit 5551112
grote-universiteit 5551113
grote-universiteit 5551114
```

Het commando `tip` probeert elk nummer in de volgorde van de lijst alvorens op te geven. Om de pogingen te herhalen, kan `tip` in een `while`-lus gedraaid worden.

26.5.8. Waarom moet Ctrl+P tweemaal worden ingedrukt om Ctrl+P éénmaal te versturen?

Ctrl+P is het standaard “forceer”-karakter, dat gebruikt wordt om `tip` te vertellen dat het volgende karakter letterlijk genomen dient te worden. Het forceerkarakter kan met de ontsnapping `~s`, wat “stel een variabele in” betekent, op elk ander karakter ingesteld worden.

Typ `~sforce=enkel-karakter` in gevolgd door een nieuwe regel. *enkel-karakter* is elk enkel karakter. Indien *enkel-karakter* weggelaten wordt, is het forceerkarakter het nul karakter, wat door middel van **Ctrl+2** of **Ctrl+spatie** verkregen kan worden. Een redelijke standaardwaarde voor *enkel-karakter* is **Shift+Ctrl+6**, die slechts op enkele terminalservers gebruikt wordt.

Het forceerkarakter kan op elk gewenst karakter ingesteld worden door het volgende op te nemen in het bestand `$HOME/.tiprc`:

```
force=enkel-karakter
```

26.5.9. Alle ingevoerde tekst staat opeens in hoofdletters?

Waarschijnlijk is **Ctrl+A** ingedrukt, het “raisechar” van `tip`, dat speciaal voor mensen met een kapotte caps-lock toets is ontworpen. Gebruik `~s` zoals boven is aangegeven en stel de variabele `raisechar` op iets redelijks in. Het kan zelfs op hetzelfde als het forceerkarakter worden ingesteld, indien het onwaarschijnlijk is dat een van deze mogelijkheden ooit gebruikt wordt.

Hier volgt een voorbeeld voor het bestand `.tiprc` dat perfect is voor gebruikers van **Emacs** die **Ctrl+2** en **Ctrl+A** vaak moeten gebruiken:

```
force=^^
raisechar=^^
```

De ^^ is **Shift+Ctrl+6**.

26.5.10. Hoe kan met `tip` bestanden worden verstuurd?

In de communicatie met een ander UNIX-systeem kunnen bestanden verzonden en ontvangen worden met de commando's `~p` (put) en `~t` (take). Deze commando's draaien `cat` en `echo` op een systeem op afstand om bestanden aan te nemen en te verzenden. De syntax is:

```
~p lokaal-bestand [bestand-op-afstand]
```

```
~t bestand-op-afstand [lokaal-bestand]
```

Er wordt niet op fouten gecontroleerd, het is dus verstandig om een ander protocol te gebruiken, zoals `zmodem`.

26.5.11. Hoe kan `zmodem` samen met `tip` draaien?

Start om bestanden te ontvangen het verstuurprogramma aan de andere kant. Typ daarna `~C rz` om ze lokaal te ontvangen.

Start om bestanden te versturen het ontvangprogramma aan de andere kant. Typ daarna `~C sz bestanden` om ze naar het systeem aan de andere kant te versturen.

26.6. Seriële console opzetten

Waarschuwing Vanaf FreeBSD 8.0 zijn de seriële poorten hernoemd van `/dev/cuadN` naar `/dev/cuauN` en van `/dev/ttydN` naar `/dev/ttyuN`. FreeBSD 7.X gebruikers moeten de documentatie aanpassen naar deze wijzigingen.

26.6.1. Inleiding

FreeBSD biedt de mogelijkheid om op een systeem op te starten met slechts een domme terminal en een seriële poort als console. Dit soort opstellingen is handig voor twee soorten mensen: voor systeembeheerders die FreeBSD willen installeren op machines die geen toetsenbord of beeldscherm hebben en voor ontwikkelaars die de kernel of apparaatstuurprogramma's willen debuggen.

Zoals beschreven in Hoofdstuk 12, gebruikt FreeBSD drie fasen voor het opstarten. De eerste twee fasen bevinden zich in de code van het opstartblok dat zich aan het begin van de opstartslice van FreeBSD op de opstartschijf bevindt. Het opstartblok laadt vervolgens de opstartlader (`/boot/loader`) en draait als de code van de derde fase.

Om de seriële console gereed te maken moeten de code in het opstartblok, de code van de opstartlader en de kernel worden ingesteld.

26.6.2. De seriële console instellen, korte versie

Deze sectie neemt aan dat de standaard opstelling wordt gebruikt en dat een kort overzicht voor het opzetten van de seriële console gewenst is.

1. Verbind de seriële kabel met COM1 en de leidende terminal;
2. Om alle opstartmeldingen op de seriële console te zien, dient het volgende commando als supergebruiker uitgevoerd te worden:

```
# echo 'console="comconsole"' >> /boot/loader.conf
```
3. Bewerk `/etc/ttys` en wijzig `off` in `on` en `dialup` in `vt100` voor de regel `ttyu0`. Indien dit niet gebeurt is er geen wachtwoord nodig om met de seriële console te verbinden, wat tot een mogelijk beveiligingslek leidt;
4. Start het systeem opnieuw op om te zien of de veranderingen effect hebben.

Indien een andere instelling nodig is, is er een diepgaandere uitleg over instellingen beschikbaar in Paragraaf 26.6.3.

26.6.3. De seriële console instellen

1. Bereid een seriële kabel voor.
 Benodigd zijn een nulmodem-kabel of een standaard seriële kabel samen met een nulmodem-adapter. Zie Paragraaf 26.2.2 voor een beschrijving van seriële kabels.
2. Ontkoppel het toetsenbord.

De meeste PC-systemen zoeken naar het toetsenbord tijdens de Power-On Self-Test (POST) en geven een foutmelding als het toetsenbord niet is gevonden. Sommige systemen klagen luid over het ontbreken van een toetsenbord en gaan niet verder met opstarten totdat het is aangesloten.

Indien de computer klaagt over de fout, maar desondanks opstart, is het niet nodig iets speciaals te doen. Sommige machines waarop Phoenix BIOS is geïnstalleerd melden enkel Toetsenbord faalde en gaan normaal door met opstarten.

Indien de machine weigert zonder toetsenbord op te starten dient het BIOS ingesteld te worden zodat het deze fout negeert (als het dit kan). Raadpleeg het handboek van het moederbord voor verdere aanwijzingen.

Tip: Stel het toetsenbord in op “Niet geïnstalleerd” in de BIOS-instellingen. Het is dan nog steeds mogelijk om het toetsenbord te gebruiken. Dit zorgt er alleen voor dat het BIOS niet naar een toetsenbord zoekt tijdens het aanzetten. Het BIOS dient niet te klagen als het toetsenbord ontbreekt. Het is mogelijk om het toetsenbord aangesloten te laten, zelfs als deze vlag is ingesteld op “Niet geïnstalleerd” en het toetsenbord werkt nog steeds. Kijk, als de bovenstaande optie niet in het BIOS aanwezig is, naar een optie “Halt on Error”. Het instellen van deze optie op “All but keyboard” of zelfs op “No Errors” zal hetzelfde effect hebben.

Opmerking: Als een systeem een PS/2®-muis heeft, is het goed mogelijk dat naast het toetsenbord ook de muis losgekoppeld moet worden. Dit komt doordat PS/2-muizen wat hardware met het toetsenbord delen. Als de muis aangesloten blijft, kan het zoeken naar het toetsenbord als resultaat hebben dat het toetsenbord er nog steeds is. Een Gateway 2000 Pentium 90 MHz systeem met een AMI BIOS schijnt zich op deze manier te gedragen. Over het algemeen is dit geen probleem aangezien een muis zonder toetsenbord sowieso weinig nut heeft.

3. Sluit een domme terminal aan op COM1 (sio0).

Indien er geen domme terminal aanwezig is, kan een oude PC met een modemprogramma of de seriële poort van een andere UNIX machine gebruikt worden. Indien er geen COM1 (sio0) aanwezig is dient deze geregeld te worden. Op dit moment is er geen manier om een andere poort dan COM1 voor de opstartblokken te selecteren, afgezien van deze opnieuw te compileren. Indien COM1 al voor een ander apparaat gebruikt wordt, verwijder dat apparaat dan tijdelijk en installeer een nieuw opstartblok en een nieuwe kernel zodra FreeBSD werkt. Er wordt aangenomen dat COM1 sowieso beschikbaar is op een bestands-/reken-/terminalserver. Als COM1 echt voor iets anders nodig is (en het niet mogelijk is om dat op COM2 (sio1) over te zetten), is het sowieso al onverstandig om hiermee bezig te zijn.)

4. Controleer of het instellingenbestand van de kernel de juiste vlaggen ingesteld heeft voor COM1 (sio0).

Relevante vlaggen zijn:

0x10

Zet console-ondersteuning voor deze eenheid aan. De andere consolevlaggen worden genegeerd tenzij deze is aangezet. Momenteel kan ten hoogste één eenheid console-ondersteuning hebben. De eerste (in de volgorde van het instellingenbestand) waarvan deze vlag is aangezet heeft de voorkeur. Deze optie zelf maakt de seriële poort geen console. Stel de volgende vlag in of gebruik de onderstaande optie -h samen met deze vlag.

0x20

Dwingt deze eenheid om de console te zijn (tenzij er een andere console met hogere prioriteit is), ongeacht de onderstaande optie `-h`. De vlag `0x20` dient samen met de vlag `0x10` gebruikt te worden.

0x40

Reserveert deze eenheid (in samenwerking met `0x10`) en maakt de eenheid ontoegankelijk voor normale toegang. Deze vlag dient niet aangezet te worden op de seriële poort van de eenheid die als seriële console gebruikt gaat worden. De enige functie van deze vlag is de eenheid voor het debuggen van de kernel op afstand aan te merken. Zie het Ontwikkelaarshandboek (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/books/developers-handbook/index.html) voor meer informatie over debuggen op afstand.

Voorbeeld:

```
device sio0 at isa? port IO_COM1 flags 0x10 irq 4
```

Zie de hulppagina `sio(4)` voor meer details.

Indien de vlaggen niet waren ingesteld, dient `UserConfig` gedraaid te worden (op een andere console) of de kernel opnieuw gecompileerd te worden.

5. Maak `boot.config` aan in de hoofdmap van de partitie `a` van de opstartschijf.

Dit bestand instrueert de code op het opstartblok hoe het systeem opgestart dient te worden. Om de seriële console te activeren, zijn één of meer van de volgende opties nodig. Indien meerdere opties gewenst zijn, dienen ze allemaal op dezelfde regel te staan:

`-h`

Wisselt tussen de interne en de seriële console. Indien bijvoorbeeld vanaf de interne (video)console opgestart wordt, kan `-h` gebruikt worden om het console-apparaat van de opstartlader en de kernel om te leiden naar de seriële console. Indien vanaf de seriële poort opgestart wordt, kan `-h` gebruikt worden om de opstartlader en de kernel het videoscherm als console te laten gebruiken.

`-D`

Wisselt tussen opstellingen met een enkele en een dubbele console. In opstellingen met een enkele console is de console óf wel de interne console (videoscherm) óf wel de seriële poort, afhankelijk van bovenstaande optie `-h`. In opstellingen met een dubbele console worden zowel het videoscherm als de seriële poort tegelijkertijd console, ongeacht de toestand van de optie `-h`. De opstelling met een dubbele console heeft alleen effect als het opstartblok draait. Zodra de opstartlader het overneemt, wordt de console die met de optie `-h` gespecificeerd is de enige console.

`-P`

Zorgt ervoor dat het opstartblok naar het toetsenbord zoekt. Als er geen toetsenbord wordt gevonden, worden de opties `-D` en `-h` automatisch ingesteld.

Opmerking: Vanwege ruimtebeperkingen in de huidige versie van het opstartblok, is de optie `-P` alleen in staat om uitgebreide toetsenborden te detecteren. Toetsenborden met minder dan 101 toetsen (en zonder de toetsen `F11` en `F12`) worden mogelijk niet gedetecteerd. Toetsenborden op sommige laptops worden vanwege deze beperking mogelijk niet correct gevonden. Indien dit het geval is met een systeem, vermijd dan de optie `-P`. Helaas is er geen mogelijkheid om dit probleem te omzeilen.

Gebruik om de console automatisch te selecteren òfwel de optie `-P` òfwel de optie `-h` om de seriële console te activeren.

De andere opties beschreven in `boot(8)` kunnen ook gebruikt worden.

De opties, behalve `-P`, worden aan de opstartlader (`/boot/loader`) doorgegeven. De opstartlader bepaalt of de interne videopoort of de seriële poort de console wordt door enkel naar de toestand van de optie `-h` te kijken. Dit betekent dat als de optie `-D`, maar niet de optie `-h` in `/boot.config` gespecificeerd wordt, de seriële poort alleen tijdens het opstartblok als console gebruikt kan worden, de opstartlader gebruikt het interne videoscherm als console.

6. Start de machine op.

Als FreeBSD gestart wordt, tonen de opstartblokken de inhoud van `/boot.config` op de console. Bijvoorbeeld:

```
/boot.config: -P
Keyboard: no
```

De tweede regel verschijnt alleen als `-P` in `/boot.config` staat en aangegeven wordt of het toetsenbord aanwezig of afwezig is. Deze berichten gaan of naar de seriële of interne console of naar beide, afhankelijk van de optie in `/boot.config`.

Opties	Bericht gaat naar
geen	interne console
<code>-h</code>	seriële console
<code>-D</code>	seriële en interne consoles
<code>-Dh</code>	seriële en interne consoles
<code>-P</code> , toetsenbord aanwezig	interne console
<code>-P</code> , toetsenbord afwezig	seriële console

Na de bovenstaande berichten is er een korte pauze voordat de opstartblokken doorgaan met het laden van de opstartlader en voordat er verdere berichten op de console worden afgebeeld. Normaalgesproken hoeven de opstartblokken niet onderbroken te worden, maar het kan gedaan worden om er zeker van te zijn dat alles goed is ingesteld.

Om het opstartproces te onderbreken, kan op elke andere toets dan **Enter** gedrukt worden. De opstartblokken vragen dan om verdere actie. Er verschijnt iets als het volgende:

```
>> FreeBSD/i386 BOOT
Default: 0:ad(0,a)/boot/loader
boot:
```

Controleer of de bovenstaande boodschap naar de seriële of interne console of beide gaat, naar gelang de opties in `/boot.config`. Indien de boodschap op de juiste console verschijnt kan op **Enter** gedrukt worden om het opstartproces voort te zetten.

Als de seriële console gewenst is maar de prompt niet op de seriële terminal verschijnt, is er iets mis met de instellingen. Voer in de tussentijd `-h` in en druk op **Enter** of **Return** (indien mogelijk) om aan het opstartblok (en vervolgens de opstartlader en de kernel) te vertellen dat de seriële poort console moet worden. Controleer als het systeem draait wat er verkeerd ging.

Nadat de opstartlader is geladen en het derde stadium van het opstartproces bereikt is, kan er nog steeds gewisseld worden tussen de interne console en de seriële console door de juiste omgevingsvariabelen in de opstartlader in te stellen. Zie Paragraaf 26.6.6.

26.6.4. Samenvatting

Hieronder volgt een samenvatting van de verschillende instellingen die in deze sectie en de uiteindelijk gekozen console beschreven zijn.

26.6.4.1. Geval 1: vlaggen ingesteld op 0x10 voor `sio`

```
device sio0 at isa? port IO_COM1 flags 0x10 irq 4
```

Opties in <code>/boot.config</code>	Console tijdens de opstartblokken	Console tijdens de opstartlader	Console in kernel
niets	intern	intern	intern
-h	serieel	serieel	serieel
-D	serieel en intern	intern	intern
-Dh	serieel en intern	serieel	serieel
-P, toetsenbord aanwezig	intern	intern	intern
-P, toetsenbord afwezig	serieel en intern	serieel	serieel

26.6.4.2. Geval 2: vlaggen ingesteld op 0x30 voor `sio`

```
device sio0 at isa? port IO_COM1 flags 0x30 irq 4
```

Opties in <code>/boot.config</code>	Console tijdens de opstartblokken	Console tijdens de opstartlader	Console in kernel
niets	intern	intern	serieel
-h	serieel	serieel	serieel
-D	serieel en intern	intern	serieel
-Dh	serieel en intern	serieel	serieel
-P, toetsenbord aanwezig	intern	intern	serieel
-P, toetsenbord afwezig	serieel en intern	serieel	serieel

26.6.5. Tips voor de seriële console

26.6.5.1. Een hogere snelheid voor de seriële poort instellen

Standaard zijn de instellingen van de seriële poort: 9600 baud, 8 bits, geen pariteit, en 1 stopbit. Indien het wenselijk is om de snelheid te veranderen, zijn de volgender opties beschikbaar:

- Hercompileer de opstart blokken met `BOOT_COMCONSOLE_SPEED` ingesteld op de nieuwe console snelheid. Zie Paragraaf 26.6.5.2 voor gedetailleerde instructies over het bouwen en installeren van nieuwe opstartblokken.

Als de seriële poort anders is gespecificeerd dan met `-h` bij het opstarten, of als de seriële console die gebruikt wordt door de kernel anders is dan die gebruikt wordt door de opstart blokken, dan moet de volgende optie aan het kernel instellingen bestand worden toegevoegd en moet de kernel opnieuw gecompileerd worden:

```
options CONSPEED=19200
```

- Gebruik de `-s` opstartoptie van de kernel. De optie `-s` kan worden toegevoegd aan het bestand `/boot.config`. Zie de handleiding `boot(8)` voor een beschrijving over hoe opties kunnen worden toegevoegd aan `/boot.conf`, en welke opties ondersteund worden.
- Zet de `comconsole_speed` optie in het `/boot/loader.conf` bestand.

Deze optie is ervan afhankelijk dat de `console`, `boot_serial` en `boot_multicons` ingesteld staan in `/boot/loader.conf`. Een voorbeeld van hoe `comconsole_speed` gebruikt kan worden om de console snelheid aan te passen:

```
boot_multicons="YES"
boot_serial="YES"
console_speed="115200"
console="comconsole,vidconsole"
```

26.6.5.2. Een andere seriële poort dan `sio0` voor de console gebruiken

Het gebruik van een andere poort dan `sio` vergt wat hercompileren. Indien het gewent is om een andere seriële poort te gebruiken, hercompileer dan de opstartblokken, de opstartlader en de kernel als volgt:

1. De broncode van de kernel moet beschikbaar zijn. Zie Hoofdstuk 24;
2. Bewerk `/etc/make.conf` en stel `BOOT_COMCONSOLE_PORT` in op het adres van de te gebruiken poort (0x3F8, 0x2F8, 0x3E8 of 0x2E8). Alleen `sio0` tot en met `sio3` (COM1 tot en met COM4) zijn te gebruiken. Seriële kaarten met meerdere poorten werken niet. Interrupts instellen is niet nodig;
3. Maak een aangepast kernelinstellingenbestand aan en voeg de juiste vlaggen toe voor de te gebruiken seriële poort. Als bijvoorbeeld `sio1` (COM2) de console moet worden:

```
device sio1 at isa? port IO_COM2 flags 0x10 irq 3
```

Alternatief:

```
device sio1 at isa? port IO_COM2 flags 0x30 irq 3
```

Stel de consolevlaggen voor de andere seriële poorten niet in;

4. Hercompileer en installeer de opstartblokken en de opstartlader:

```
# cd /sys/boot
# make clean
# make
# make install
```

5. Herbouw en installeer de kernel;
6. Schrijf de opstartblokken met `disklabel(8)` naar de opstartschijf en start met de nieuwe kernel op.

26.6.5.3. De debugger DDB gebruiken via de seriële verbinding

Als het wenselijk is om vanuit de seriële console in de kerneldebugger te vallen - nuttig voor diagnose op afstand, maar ook gevaarlijk indien een onbedoelde BREAK op de seriële poort wordt gegenereerd! - compileer de kernel dan met de volgende opties:

```
options BREAK_TO_DEBUGGER
options DDB
```

26.6.5.4. Een aanmeldprompt op de seriële console krijgen

Hoewel dit niet nodig is, kan het gewenst zijn om een *aanmeld* prompt over de seriële lijn te krijgen, nu het mogelijk is om opstartboodschappen te zien en de kerneldebugsessie door de seriële console betreden kan worden. Hier volgt hoe het te doen.

Open het bestand `/etc/ttys` met een tekstverwerker en zoek de volgende regels:

```
ttyu0 "/usr/libexec/getty std.9600" unknown off secure
ttyu1 "/usr/libexec/getty std.9600" unknown off secure
ttyu2 "/usr/libexec/getty std.9600" unknown off secure
ttyu3 "/usr/libexec/getty std.9600" unknown off secure
```

`ttyu0` tot en met `ttyu3` komen overeen met `COM1` tot en met `COM4`. Wijzig `off` in `on` voor de gewenste poort. Als de snelheid van de seriële poort is gewijzigd, wijzig dan `std.9600` zodat het met de huidige instelling overeenkomt, bijvoorbeeld `std.19200`.

Het kan ook wenselijk zijn om het terminaltype te wijzigen van `unknown` naar het eigenlijke type van de seriële terminal.

Voer `kill -HUP 1` uit na het wijzigen van het bestand om de wijzigingen actief te maken.

26.6.6. De console vanuit de opstartlader veranderen

De vorige secties beschreven hoe de seriële console ingesteld kan worden door het instellen van het opstartblok.

Deze sectie toont dat het mogelijk is om de console te specificeren door het invoeren van enkele opdrachten en omgevingsvariabelen in de opstartlader. Aangezien de opstartlader tijdens het derde stadium van het opstartproces wordt geactiveerd, na het opstartblok, overheersen de instellingen in de opstartlader de instellingen in het opstartblok.

26.6.6.1. De seriële console instellen

Het is mogelijk om de opstartlader en de kernel gebruik te laten maken van de seriële console door slechts één regel naar `/boot/loader.conf` te schrijven:

```
console="comconsole"
```

Dit heeft effect ongeacht de instellingen in het opstartblok die in de vorige sectie zijn besproken.

Het is verstandig om bovenstaande regel de eerste regel van `/boot/loader.conf` te maken om de opstartboodschappen zo vroeg mogelijk op de seriële console te kunnen zien.

Evenzo kan de interne videoconsole worden gespecificeerd met:

```
console="vidconsole"
```

Indien de omgevingsvariabele `console` van de opstartlader niet ingesteld wordt, gebruikt de opstartlader, en vervolgens de kernel, de console die door de optie `-h` in het opstartblok wordt aangegeven.

De console kan worden gespecificeerd in `/boot/loader.conf.local` of in `/boot/loader.conf`.

Zie `loader.conf(5)` voor meer informatie.

Opmerking: Momenteel heeft de opstartlader een optie die gelijk is aan de optie `-p` van het opstartblok en is er geen voorziening om automatisch de interne console en de seriële console te selecteren afhankelijk van de aanwezigheid van een toetsenbord.

26.6.6.2. Een andere seriële poort dan `sio` voor de console gebruiken

Compileer de opstartlader opnieuw om een andere seriële poort dan `sio` voor de seriële console te gebruiken. Volg de procedure zoals beschreven in Paragraaf 26.6.5.2.

26.6.7. Valkuilen

De doelstelling van dit stuk is beheerders in staat te stellen om toegewijde servers te installeren die geen grafische hardware of aangesloten toetsenborden nodig hebben. Hoewel de meeste systemen zonder toetsenbord opstarten, zijn er helaas aardig wat die niet zonder een grafische adapter opstarten. Machines met een AMI BIOS kunnen ingesteld worden om zonder grafische adapter op te starten door de instelling “graphics adapter” in de CMOS-instellingen te wijzigen in “Not installed”.

De meeste systemen ondersteunen deze optie echter niet en weigeren om zonder weergavehardware op te starten. Voor deze machines is het nodig om een of andere grafische kaart in een systeem te laten (zelfs al is het een aftandse monochrome kaart) hoewel het niet nodig is om een beeldscherm aan te sluiten. Ook kan geprobeerd worden om een AMI BIOS te installeren.

Hoofdstuk 27.

PPP en SLIP

27.1. Overzicht

FreeBSD heeft een aantal manieren om de ene computer met de andere te verbinden. Om een netwerk of internet verbinding op te zetten door een inbelmodem, of om anderen toe te staan dit te doen door de machine heen vereist het gebruik van PPP en SLIP. Dit hoofdstuk beschrijft het opzetten van op modems gebaseerde diensten in meer detail.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet u:

- Hoe gebruikers PPP opgezet kan worden.
- Hoe kernel PPP opgezet kan worden (alleen voor FreeBSD 7.X).
- Hoe PPPoE opgezet kan worden (PPP over Ethernet).
- Hoe PPPoA opgezet kan worden (PPP over ATM).
- Hoe een SLIP server en cliënt opgezet kan worden en hoe dat geconfigureerd wordt (alleen voor FreeBSD 7.X).

Voordat dit hoofdstuk gelezen wordt, moet u:

- Bekend zijn met basis netwerk terminologie.
- De basis en doeleinden van een inbel verbinding en van PPP en/of SLIP.

U kunt zich afvragen wat het verschil is tussen gebruiker PPP en kernel PPP. Het antwoord is simpel: gebruiker PPP verwerkt inkomend en uitgaande data in het gebruikersland in plaats van in de kernel. Dit is duur in de zin van het kopiëren van de data tussen de kernel en het gebruikersland, maar levert meer mogelijkheden voor de PPP implementatie. Gebruikers PPP gebruikt het `tun` apparaat om te communiceren met de buitenwereld. Kernel PPP maakt gebruik van het `ppp` apparaat.

Opmerking: Voor de rest van dit hoofdstuk, zal gebruiker PPP gebruikt worden als **ppp** tenzij er onderscheid gemaakt moet worden met andere PPP software zoals **pppd**. Tenzij anders vermeld moeten alle uitgelegde commando's in dit hoofdstuk gestart worden als de `root` gebruiker.

27.2. Gebruik maken van gebruiker PPP

Waarschuwing Met ingang van FreeBSD 8.0 zijn apparaatknooppunten voor seriële poorten hernoemd van `/dev/cuadN` naar `/dev/cuauN` en van `/dev/ttydN` naar `/dev/ttyuN`. Gebruikers van FreeBSD 7.X dienen de volgende documentatie met deze wijzigingen te lezen.

27.2.1. Gebruiker PPP

27.2.1.1. Vereisten

Dit document gaat er vanuit dat u de volgende punten beschikbaar heeft:

- Een account bij een Internet Service Provider (ISP) waarmee verbinding gemaakt wordt door middel van PPP.
- Een modem of een ander apparaat verbonden met uw PC en correct geconfigureerd zodat u verbinding kan maken met uw ISP.
- De inbelnummers van uw ISP.
- Uw loginnaam en wachtwoord (danwel een standaard UNIX stijl login en wachtwoord combinatie of een PAP of CHAP login en wachtwoord combinatie).
- Het IP adres van één of meerdere naamsservers. Normaal gesproken krijgt u twee IP adressen van uw ISP om te gebruiken. Als u er echter geen één gekregen heeft, kunt u het commando `enable dns` gebruiken in `ppp.conf` en **ppp** zal de naamsservers voor u configureren. Deze optie is afhankelijk van de PPP implementatie van de ISP, welke DNS onderhandeling moet ondersteunen.

De volgende informatie kan aangeleverd worden door uw ISP maar is niet echt noodzakelijk:

- Het IP adres van de router van uw ISP. De router is de machine waarmee u verbinding maakt en welke ingesteld wordt als de *standaard route*. Als u deze informatie niet heeft, kunt u een willekeurig adres verzinnen waarna de PPP server van de ISP het juiste adres vertelt zodra u verbinding maakt.

Dit IP adres wordt door **ppp** `HISADDR` genoemd.

- Het netwerkmasker wat gebruikt moet worden. Als uw ISP deze niet heeft opgegeven, kan `255.255.255.255` gebruikt worden.
- Als uw ISP u een vast IP adres en hostnaam levert, kunt u deze invoeren. In andere gevallen bepaalt de andere kant welk adres er uitgegeven wordt.

Als u niet in bezit bent van de vereiste informatie, moet u contact opnemen met uw ISP.

Opmerking: Door de rest van dit hoofdstuk worden in veel van de voorbeelden configuratie bestanden genummerd per regel. Deze nummers dienen alleen als hulp voor de presentatie en discussie en zijn verder niet bedoeld om daadwerkelijk geïmplementeerd te worden. Een juiste inspringing met tabs en spaties zijn daarbij ook belangrijk.

27.2.1.2. Automatische PPP configuratie

Zowel `ppp` als `pppd` (de implementatie van PPP op kernel niveau) gebruiken de configuratie bestanden die zich in de map `/etc/ppp` bevinden. Voorbeelden configuraties voor gebruiker PPP kunnen gevonden worden in `/usr/share/examples/ppp/`.

Het configureren van `ppp` vereist dat u een aantal bestanden bewerkt, afhankelijk van uw eisen. Wat u moet invoeren is deels afhankelijk van wat uw ISP u aanbied met oog op statische IP adressen (lees u krijgt een statisch adres welke u altijd gebruikt) of dynamisch (lees: uw IP adres verandert elke keer als u verbinding maakt met uw ISP).

27.2.1.2.1. PPP en statische ip adressen

U moet het `/etc/ppp/ppp.conf` bewerken. Het zou dan als volgt eruit moeten zien:

Opmerking: Regels die eindigen met een `:` starten in de eerste kolom (het begin van de regel) — alle andere regels moeten inspringen zoals getoond door middel van spaties of tabs.

```

1      default:
2          set log Phase Chat LCP IPCP CCP tun command
3          ident user-ppp VERSION (built COMPILATIONDATE)
4          set device /dev/cuau0
5          set speed 115200
6          set dial "ABORT BUSY ABORT NO\\sCARRIER TIMEOUT 5 \
7                  \"\" AT OK-AT-OK ATE1Q0 OK \\dATDT\\T TIMEOUT 40 CONNECT"
8          set timeout 180
9          enable dns
10
11     provider:
12         set phone "(123) 456 7890"
13         set authname foo
14         set authkey bar
15         set login "TIMEOUT 10 \"\" \"\" gin:--gin: \\U word: \\P col: ppp"
16         set timeout 300
17         set ifaddr x.x.x.x y.y.y.y 255.255.255.255 0.0.0.0
18         add default HISADDR

```

Regel 1:

Deze regel identificeert de standaard regel. Commando's in deze regel worden automatisch gestart zodra ppp gestart wordt.

Regel 2:

Zet de log paramaters aan. Zodra de configuratie naar verwachting werkt, moet deze regel aangepast worden naar:

```
set log phase tun
```

om te voorkomen dat er extreem grote log files gemaakt worden.

Regel 3:

Vertelt PPP hoe het zich moet identificeren aan de router aan de andere kant, als deze problemen heeft met het onderhandelen en het opzetten van de link en het leveren van informatie die de beheerders van de andere kant nuttig kunnen vinden om zulke problemen te onderzoeken.

Regel 4:

Identificeert het apparaat waarmee het modem verbonden is. COM1 is `/dev/cuau0` en COM2 is `/dev/cuau1`.

Regel 5:

Stelt de snelheid in waarmee verbinding gemaakt wordt. Als 115200 niet werkt (wat wel zou moeten kunnen met elk nieuw modem), probeert u dan de instelling van 38400.

Regels 6 & 7:

De inbelregel. Gebruiker PPP gebruikt een “expect-send” syntax wat vergelijkbaar is met het chat(8) programma. Bekijk de handleiding voor meer informatie over de mogelijkheden van deze taal.

Let op dat dit commando doorgaat op de volgende regel zodat deze leesbaar blijft. Elk commando in `ppp.conf` kan dit doen als het laatste karakter op een regel, het `\` karakter is.

Regel 8:

Stelt de idle timeout in voor een link. 180 seconden is standaard, dus deze regel is puur cosmetisch.

Regel 9:

Vertelt PPP om de andere kant te vragen om een bevestiging van de lokale naamserver instellingen. Als u een lokale naamserver draait moet deze regel uitgecommentarieerd of verwijderd worden.

Regel 10:

Een blanco regel voor de leesbaarheid. Blanco regels worden door PPP genegeerd.

Regel 11:

Identificeert een sectie voor de provider die “provider” genoemd wordt. Dit kan gewijzigd worden in de naam van uw provider zodat er later gebruik gemaakt van worden bij de optie `load provider` om een verbinding op te zetten.

Regel 12:

Stelt het telefoonnummer in voor deze provider. Meerdere telefoonnummers kunnen gespecificeerd worden door gebruik te maken van de dubbele punt (:) of het pipe karakter (|) als scheidingsteken. Het verschil tussen de twee scheidingstekens wordt beschreven in de `ppp(8)` handleiding. Om samen te vatten, als u wilt rouleren tussen de nummers gebruikt u dan een dubbele punt. Als u altijd het eerste nummer als eerste wilt draaien en alleen de andere nummers wilt draaien als het eerste nummer niet werkt, gebruik dan het pipe karakter. Quote altijd de hele set van telefoonnummers zoals getoond.

U moet het telefoonnummer citeren met dubbele quotes (") als er enige intentie is in het gebruik van spaties in het telefoonnummer. Dit kan een simpele, maar subtiele fout creëren.

Regels 13 & 14:

Identificeert de gebruikersnaam en het wachtwoord. Wanneer gebruik gemaakt wordt van een UNIX stijl login worden deze waarden verwezen door het `set login` commando door gebruik te maken van de `\U` en `\P` variabelen. Wanneer er verbinding gemaakt wordt door PPP en CHAP worden deze waardes gebruikt tijdens het authenticeren.

Regels 15:

Als u gebruik maakt van PPP en CHAP, zal er geen login op dit moment zijn, en moet deze regel uitgecommentarieerd of verwijderd worden. Zie het PAP en CHAP authenticatie hoofdstuk voor meer details.

De login regel is hetzelfde als de chat-achtige syntax van de inbelregel. In dit voorbeeld werkt de reegel voor een dienst wiens login sessie als volgt eruit ziet:

```
J. Random Provider
login: foo
```



```
password: bar
protocol: ppp
```

U moet dit script aanpassen om aan uw behoeften te voldoen. Wanneer u dit script voor het eerst schrijft, moet u ervoor zorgen dat u de “chat” log optie heeft aangezet zodat u kunt bepalen of de communicatie gaat zoals verwacht.

Regel 16:

Selt de standaard idle timeout in (in seconden) voor de connectie. Hier wordt de connectie automatisch afgesloten na 300 seconden van inactiviteit. Als u nooit een timeout wilt krijgen, kunt u de waarde op nul zetten of gebruik maken van de optie `-ddial` op de commando regel.

Regel 17:

Stelt het interface adres in. De regel `x.x.x.x` moet vervangen worden door het IP adres dat uw provider aan u heeft uitgegeven. De regel `y.y.y.y` moet vervangen worden door het IP adres dat uw provider aan u heeft gegeven voor de router (de machine waarmee u verbinding maakt). Als uw ISP u geen router adres heeft gegeven, gebruik dan `10.0.0.2/0`. Als u gebruik moet maken van een “gegokt”, zorg ervoor dat er een regel staat in `/etc/ppp/ppp.linkup` zoals beschreven in de instructies voor PPP en dynamische IP adressen. Als deze regel weggelaten wordt kan ppp niet in `-auto` mode starten.

Regel 18:

Voegt een standaard routing toe naar uw providers router. Het speciale `HISADDR` woord, wordt vervangen door het router adres zoals gespecificeerd op regel 17. Het is belangrijk dat deze regel na regel 17 komt, anders is `HISADDR` nog niet geïnitieerd.

Als u ppp niet in `-auto` mode wilt draaien, moet deze regel verplaatst worden naar het `ppp.linkup` bestand.

Het is niet nodig om een regel toe te voegen aan `ppp.linkup` wanneer u een statisch IP adres krijgt en ppp met de `-auto` mode gestart is omdat uw routerings tabel al correcte regels heeft voordat u verbinding maakt. U kunt echter een regel aanmaken om programma's te starten nadat de verbinding opgezet is. Dit wordt later uitgelegd met een voorbeeld over sendmail.

Voorbeeld van configuratiebestanden kunnen gevonden worden in de map `usr/share/examples/ppp`.

27.2.1.2.2. PPP en dynamische ip adressen

Als uw provider geen statisch IP adres aanlevert kan ppp geconfigureerd worden om het lokale en het remote adres te onderhandelen. Dit wordt gedaan door het “gokken” van een IP adres en PPP toestaan dit adres te corrigeren door gebruik te maken van het IP Configuration Protocol (IPCP) nadat er een verbinding opgezet is. De `ppp.conf` configuratie is verders hetzelfde als voor de PPP en statische IP adressen, met de volgende wijziging:

```
17      set ifaddr 10.0.0.1/0 10.0.0.2/0 255.255.255.255 0.0.0.0
```

Nogmaals, het regelnummer hoeft niet te worden toegevoegd, deze dient puur ter referentie. Indentatie van minstens één spatie is vereist.

Regel 17:

Het nummer achter het `/` karakter is het aantal netwerk master bits van het adres die ppp eist. Het is mogelijk dat u IP adressen wilt gebruiken die meer van toepassing zijn op uw situatie, maar bovenstaand voorbeeld zal altijd werken.

Het laatste argument (0.0.0.0) vertelt PPP om te onderhandelen met het adres 0.0.0.0 in plaats van met 10.0.0.1 en is benodigd voor sommige ISPs. Gebruik 0.0.0.0 niet als eerste argument voor het commando `set ifaddr`, omdat dit ervoor zorgt dat PPP geen initiële route kan opzetten in `-auto mode`.

Als u niet draait in `-auto mode`, moet u een nieuwe regel toevoegen aan `/etc/ppp/ppp.linkup`. `ppp.linkup` wordt uitgevoerd nadat een connectie is opgezet. Op dit moment krijgt `ppp` het interface adres en is het mogelijk om regels toe te voegen aan de route tabel:

```
1      provider:
2      add default HISADDR
```

Regel 1:

Bij het tot stand brengen van een verbinding zal `ppp` kijken voor een corresponderende regel in `ppp.linkup` volgens de volgende criteria: Als eerste, probeert het hetzelfde label te vinden zoals gebruikt in `ppp.conf`. Als dat mislukt, zoek dan een regel waarin het IP adres van onze router in voorkomt. Deze regel bevat een IP stijl van 4 octetten. Als nu nog steeds geen corresponderende regel gevonden is wordt er gezocht naar de `HISADDR` regel.

Regel 2:

Deze regel verteld `ppp` om een standaard routing toe te voegen die wijst richting `HISADDR`. `HISADDR` wordt vervangen door het IP adres van de router zoals onderhandeld door IPCP.

Zie de `pmdemand` regel in de bestanden `/usr/share/examples/ppp/ppp.conf.sample` en `/usr/share/examples/ppp/ppp.linkup.sample` voor een gedetailleerd voorbeeld.

27.2.1.2.3. Het ontvangen van binnenkomende gesprekken

Wanneer **ppp** geconfigureerd is om inkomende gesprekken te ontvangen op een machine die verbonden is met een LAN, moet u beslissen of er pakketten worden doorgestuurd naar het LAN. Als u dat doet, moet u de andere kant een IP adres geven uit het subnet van uw LAN, en zult u gebruik moeten maken van het command `enable proxy` in het `/etc/ppp/ppp.conf` bestand. U zult ook moeten controleren of het `/etc/rc.conf` bestand het volgende bevat:

```
gateway_enable="YES"
```

27.2.1.2.4. Welke getty?

Het configureren van FreeBSD voor inbel diensten levert een goede beschrijving van het inschakelen van inbeldiensten door gebruik te maken van `getty(8)`.

Een alternatief voor `getty` is `mgetty` (<http://mgetty.greenie.net/>) (van de port `comms/mgetty+sendfax`), een betere versie van `getty` ontworpen voor onder andere inbellijnen.

De voordelen van het gebruik van `mgetty` is dat het actief *communicert* met modems, wat betekent dat als de port uitgeschakeld is in `/etc/ttys`, het modem de telefoon niet zal beantwoorden.

Latere versies van `mgetty` (vanaf 0.99beta en later) ondersteunen ook het automatisch detecteren van PPP stromen waardoor cliënten zonder extra scripting toegang kunnen krijgen tot uw server.

Raadpleeg naar **Mgetty** en **AutoPPP** voor meer informatie over `mgetty`.

27.2.1.2.5. PPP Permissies

Het `ppp` commando moet normaal gesproken gestart worden door de `root` gebruiker. Als u echter wilt toestaan dat `ppp` in server mode gestart wordt door een normale gebruiker door het uitvoeren van `ppp`, zoals beschreven hieronder, moet deze gebruiker permissie krijgen om `ppp` te starten. Dit kan gedaan worden door de gebruiker toe te voegen aan de `network` groep van het `/etc/group` bestand.

U moet de gebruiker ook toegang geven tot één of meerdere secties van het configuratie bestand door gebruik te maken van het `allow` commando:

```
allow users fred mary
```

Als dit commando wordt gebruikt in de `default` sectie, geeft `ppp` alle opgegeven gebruikers toegang tot alle opties.

27.2.1.2.6. PPP shells voor dynamische IP gebruikers

Creeër een bestand genaamd `/etc/ppp/ppp-shell` welke de volgende gegevens bevat:

```
#!/bin/sh
IDENT='echo $0 | sed -e 's/^.*-\(.*\)$/\1/'`
CALLEDAS="$IDENT"
TTY='tty'

if [ x$IDENT = xdialup ]; then
    IDENT='basename $TTY'
fi

echo "PPP voor $CALLEDAS op $TTY"
echo "Starten van PPP voor $IDENT"

exec /usr/sbin/ppp -direct $IDENT
```

Dit script moet uitvoerbaar zijn. Ook moet er een symbolische link gemaakt worden naar dit script met de naam `ppp-dialup` door gebruik te maken van de volgende commando's:

```
# ln -s ppp-shell /etc/ppp/ppp-dialup
```

U moet dit script gebruiken als de *shell* voor al uw inbel gebruikers. Dit is een voorbeeld uit `/etc/passwd` voor een PPP inbelgebruiker met de gebruikersnaam `pchilds` (Let op, u mag niet direct het wachtwoord bestand bewerken, gebruik daarom het programma `vipw(8)`).

```
pchilds:*:1011:300:Peter Childs PPP:/home/ppp:/etc/ppp/ppp-dialup
```

Creeër vervolgens een map `/home/ppp` die door iedereen gelezen en beschreven kan worden en zet daar de volgende 0 byte grote bestanden in:

```
-r--r--r--  1 root      wheel          0 May 27 02:23 .hushlogin
-r--r--r--  1 root      wheel          0 May 27 02:22 .rhosts
```

welke voorkomen dat `/etc/motd` getoond wordt.

27.2.1.2.7. PPP shells voor statische IP gebruikers

Creeër het `ppp-shell` bestand zoals hierboven, en voor elk account met een statisch toegewezen IP adres creeërt u een symbolische link naar `ppp-shell`.

Als u bijvoorbeeld drie inbel gebruikers hebt genaamd `fred`, `sam` en `mary` waar u een /24 CIDR netwerk voor routeert, moet u het volgende typen:

```
# ln -s /etc/ppp/ppp-shell /etc/ppp/ppp-fred
# ln -s /etc/ppp/ppp-shell /etc/ppp/ppp-sam
# ln -s /etc/ppp/ppp-shell /etc/ppp/ppp-mary
```

Elk van deze inbelgebruikers moet de shell ingesteld hebben op de symbolische link die hierboven is gecreeërd (bijvoorbeeld `mary's` shell moet zijn `/etc/ppp/ppp-mary`).

27.2.1.2.8. Het instellen van `ppp.conf` voor dynamische IP gebruikers

Het `/etc/ppp/ppp.conf` bestand moet iets zoals hieronder bevatten:

```
default:
    set debug phase lcp chat
    set timeout 0

ttyu0:
    set ifaddr 203.14.100.1 203.14.100.20 255.255.255.255
    enable proxy

ttyu1:
    set ifaddr 203.14.100.1 203.14.100.21 255.255.255.255
    enable proxy
```

Opmerking: Het inspringen is belangrijk.

De `default:` sectie wordt altijd geladen. Voor elke inbellijn die ingeschakeld is in `/etc/ttys` moet een soortgelijke regel worden gemaakt als die voor `ttyu0:` hierboven. Elke regel moet een uniek IP adres krijgen van uw pool van IP adressen voor dynamische gebruikers.

27.2.1.2.9. Het instellen van `ppp.conf` voor statische IP gebruikers.

Samen met de inhoud van het voorbeeld `/usr/share/examples/ppp/ppp.conf` bestand hierboven moet een sectie aangemaakt worden voor elke van de statisch ingestelde inbelgebruikers. We gaan door met ons `fred`, `sam` en `mary` voorbeeld.

```
fred:
    set ifaddr 203.14.100.1 203.14.101.1 255.255.255.255

sam:
    set ifaddr 203.14.100.1 203.14.102.1 255.255.255.255

mary:
```

```
set ifaddr 203.14.100.1 203.14.103.1 255.255.255.255
```

Het `/etc/ppp/ppp.linkup` bestand moet ook informatie over routeringen bevatten voor elke statische IP gebruiker waar nodig. De regel hieronder voegt een routing toe voor het `203.14.201.0/24` netwerk via de ppp link van de gebruiker.

```
fred:
    add 203.14.101.0 netmask 255.255.255.0 HISADDR

sam:
    add 203.14.102.0 netmask 255.255.255.0 HISADDR

mary:
    add 203.14.103.0 netmask 255.255.255.0 HISADDR
```

27.2.1.2.10. mgetty en AutoPPP

Standaard staat de optie `AUTO_PPP` in de port `comms/mgetty+sendfax` welke `mgetty` in staat stelt om de LCP fase van PPP connecties te detecteren en aan de hand daarvan automatisch een ppp shell te creëren. Echter, de standaard login procedure vindt in deze mode niet plaats, waardoor het nodig is om de gebruikers te authenticeren door middel van PAP of CHAP.

De volgende sectie gaat er vanuit dat u succesvol de port `comms/mgetty+sendfax` op uw systeem heeft gecompileerd en geïnstalleerd.

Zorg ervoor dat uw `/usr/local/etc/mgetty+sendfax/login.config` bestand de volgende inhoud heeft:

```
/AutoPPP/ - - /etc/ppp/ppp-pap-dialup
```

Dit verteld `mgetty` om het `ppp-pap-dialup` script te starten wanneer er een PPP connectie gedetecteerd wordt.

Creeër een bestand genaamd `/etc/ppp/ppp-pap-dialup` met de volgende inhoud (het bestand moet uitvoerbaar zijn):

```
#!/bin/sh
exec /usr/sbin/ppp -direct pap$IDENT
```

Voor elke inbelregel die ingeschakeld is in `/etc/ttys`, creeër een corresponderende regel in `/etc/ppp/ppp.conf`. Dit gaat goed samen met de definities die hierboven gedaan zijn.

```
pap:
    enable pap
    set ifaddr 203.14.100.1 203.14.100.20-203.14.100.40
    enable proxy
```

Elke gebruiker die op deze manier inlogt moet een gebruikersnaam en wachtwoord hebben in het `/etc/ppp/ppp.secret` bestand of de volgende optie moet worden toegevoegd om gebruikers te authenticeren via PAP vanuit het `/etc/passwd` bestand.

```
enable passwdauth
```

Als u een aantal gebruikers een statisch IP adres wilt geven, kan dat gespecificeerd worden als het derde argument in `/etc/ppp/ppp.secret`. Zie `/usr/share/examples/ppp/ppp.secret.sample` voor een voorbeeld.

27.2.1.2.11. Microsoft Extensies

Het is mogelijk om PPP dusdanig te configureren dat deze DNS en NetBIOS naamserver adressen meegeeft.

Om deze extensies in te schakelen met PPP versie 1.x kunnen de volgende regels toegevoegd worden aan de relevante sectie in `/etc/ppp/ppp.conf`:

```
enable msextns
set ns 203.14.100.1 203.14.100.2
set nbns 203.14.100.5
```

en voor PPP versie 2 en hoger:

```
accept dns
set dns 203.14.100.1 203.14.100.2
set nbns 203.14.100.5
```

Dit verteld de cliënt het primaire en secundaire naamserver adres, en geeft een NetBIOS naamserver adres.

In versie 2 en hoger zal PPP gebruik maken van de instellingen in `/etc/resolv.conf` als de regel `set dns` niet wordt gevonden.

27.2.1.2.12. PAP en CHAP authenticatie

Sommige providers stellen hun systemen dusdanig in dat het authenticatie gedeelte van uw verbinding wordt afgehandeld door het PAP of CHAP authenticatie mechanisme. Als dit het geval is zal uw provider u niet voorzien van een `login`: prompt wanneer u verbinding maakt maar zal deze meteen gaan communiceren over het PPP protocol.

PAP is minder veilig dan CHAP, maar beveiliging is meestal geen probleem omdat wachtwoorden, ook al worden deze in platte tekst verstuurd met PAP, alleen worden verstuurd via een seriële lijn. Hier is maar weinig ruimte voor crackers om stiekem mee te luisteren.

Terug verwijzende naar de PPP en statische IP adressen of PPP en dynamische IP adressen secties moeten de volgende aanpassingen gedaan worden:

```
13      set authname Mijngebruikersnaam
14      set authkey Mijnwachtwoord
15      set login
```

Regel 13:

Deze regel geeft uw PPP/CHAP gebruikersnaam aan. U moet de juiste waardes invullen voor *Mijngebruikersnaam*.

Regel 14:

Deze regel geeft uw PPP/CHAP wachtwoord aan. U moet de juiste waarde invullen voor *Mijnwachtwoord*. Misschien wilt u een extra regel toevoegen als:

```
16      accept PAP
of
16      accept CHAP
```

om duidelijk te maken op welke manier u wilt authenticeren, standaard worden zowel PAP als CHAP geaccepteerd.

Regel 15:

Uw ISP zal normaal gesproken niet eisen dat u op de server aanlogt als u gebruik maakt van PAP of CHAP. Daarom moet u de “set login” regel uitschakelen.

27.2.1.2.13. Het aanpassen van uw `ppp` configuratie terwijl deze in gebruik is

Het is mogelijk om tegen met het `ppp` programma te communiceren terwijl deze in gebruik is op de achtergrond, maar dat kan alleen als er een geschikte diagnostische poort ingesteld is. Om dit te kunnen doen moet de volgende regel worden toegevoegd aan de configuratie:

```
set server /var/run/ppp-tun%d DiagnosticPassword 0177
```

Dit vertelt PPP om te luisteren naar het gespecificeerde UNIX domein socket, waarbij de cliënten gevraagd worden om het opgegeven wachtwoord voordat toegang verleend kan worden. Het `%d` in de naam wordt vervangen door het `tun` apparaat dat gebruikt wordt voor de verbinding.

Zodra een socket ingesteld is kan het `pppctl(8)` programma gebruikt worden in scripts die het draaiende programma willen bewerken.

27.2.1.3. PPP's netwerk adres translatie mogelijkheden gebruiken

PPP heeft de mogelijkheid om interne NAT te gebruiken zonder dat de kernel hiervoor iets hoeft te doen. Deze functionaliteit kan worden ingeschakeld door de volgende regel in `/etc/ppp/ppp.conf`:

```
nat enable yes
```

Ook kan PPP NAT ingeschakeld worden door de optie `-nat`. Er is ook een `/etc/rc.conf` optie genaamd `ppp_nat` welke standaard ingeschakeld is.

Als u gebruik wilt maken van deze optie, kunt u de volgende `/etc/ppp/ppp.conf` opties ook nuttig vinden om binnenkomende connecties door te sturen:

```
nat port tcp 10.0.0.2:ftp ftp
nat port tcp 10.0.0.2:http http
```

of als u niets vertrouwd vanaf buitenaf:

```
nat deny_incoming yes
```

27.2.1.4. Laatste systeem configuratie

U heeft nu `ppp` geconfigureerd, maar er moeten nog een aantal dingen gedaan worden voordat deze klaar is om te kunnen werken. Hiervoor moeten een aantal aanpassingen gedaan worden in het bestand `/etc/rc.conf`.

Van boven naar beneden kijkende zorgen we er als eerste voor dat de `hostname=` regel ingesteld is met bijvoorbeeld:

```
hostname="foo.example.com"
```

Als uw provider u een statisch adres en een naam heeft gegeven is het waarschijnlijk handig dat u deze naam gebruikt als uw hostnaam.

Zoek naar de `network_interfaces` variabele. Als u uw systeem wilt configureren om in te bellen bij uw provider wanneer nodig, zorg er dan voor dat het `tun0` apparaat is toegevoegd aan deze lijst. Haal deze anders weg.

```
network_interfaces="lo0 tun0"
ifconfig_tun0=
```

Opmerking: De `ifconfig_tun0` variabele moet leeg zijn, en een bestand genaamd `/etc/start_if.tun0` moet aangemaakt worden met de volgende inhoud:

```
ppp -auto mysystem
```

Dit script wordt uitgevoerd tijdens de netwerk configuratie, waarbij uw ppp daemon wordt gestart in automatische mode. Als u een LAN heeft waarvoor deze machine een router is wilt u wellicht ook de `-alias` meegeven. Bekijk de handleiding voor verdere details.

Zorg ervoor dat het router programma is ingesteld op NO door middel van de volgende regel in uw `/etc/rc.conf` bestand:

```
router_enable="NO"
```

Het is belangrijk dat de `routed` daemon niet gestart wordt, omdat `routed` de neiging heeft om de standaard routingtabel regels die gemaakt worden door ppp te verwijderen.

Het is waarschijnlijk een goed idee om te zorgen dat de `sendmail_flags` regel de `-q` optie niet wordt meegenomen, anders zal `sendmail` periodiek een zoek actie verrichten op het netwerk, wat ervoor zorgt dat uw machine gaat uitbellen. U kunt het volgende instellen:

```
sendmail_flags="-bd"
```

Het nadeel hiervan is dat u `sendmail` moet forceren om de mailqueue periodiek te bekijken zodra de ppp link op is door het typen van:

```
# /usr/sbin/sendmail -q
```

U wilt wellicht gebruik maken van het `!bg` commando in `ppp.linkup` om dit automatisch te doen:

```
1 provider:
2   delete ALL
3   add 0 0 HISADDR
4   !bg sendmail -bd -q30m
```

Als u dit niet wilt doen, is het mogelijk om een “dfiler” in te stellen welke SMTP verkeer blokkeert. Raadpleeg naar de voorbeeld bestanden voor verdere details.

Alles wat nu nog nodig is, is het herstarten van de machine. Na het herstarten kunt het volgende typen:

```
# ppp
```

en daarna `dial provider` om de PPP sessie te starten, of u indien u dat wilt kan `ppp` automatisch sessies opzetten wanneer er uitgaand verkeer is (en wanneer u geen `start_if.tun0` script heeft aangemaakt), typt u:


```
# ppp -auto provider
```

27.2.1.5. Samenvatting

Om samen te vatten zijn de volgende stappen benodigd om PPP voor de eerste keer in te stellen:

Aan de cliënt zijde:

1. Zorg ervoor dat het `tun` apparaat is ingeschakeld in uw kernel.
2. Zorg ervoor dat het apparaatbestand `tunN` beschikbaar is in de map `/dev`.
3. Creeër een regel in `/etc/ppp/ppp.conf`. Het `pmdemand` voorbeeld zou moeten volstaand voor de meeste providers.
4. Als u dynamische IP adressen heeft, creeër een regel in `/etc/ppp/ppp.linkup`.
5. Update uw `/etc/rc.conf` bestand.
6. Creeër een `start_if.tun0` script als u op verzoek wilt inbellen.

Aan de server zijde:

1. Zorg ervoor dat het `tun` apparaat is ingeschakeld in uw kernel.
2. Zorg ervoor dat het apparaatbestand `tunN` beschikbaar is in de map `/dev`.
3. Creeër een regel in `/etc/passwd` (door gebruik te maken van het `vipw(8)` programma).
4. Creeër een profiel in deze gebruikers home directory die `ppp -direct direct-server` start of iets in die trant.
5. Creeër een regel in `/etc/ppp/ppp.conf`. Het `direct-server` voorbeeld zou moeten volstaan.
6. Creeër een regel in `/etc/ppp/ppp.linkup`.
7. Update uw `/etc/rc.conf` bestand.

27.3. Kernel PPP gebruiken

27.3.1. Het opzetten van kernel PPP

Waarschuwing Deze sectie geldt en is alleen geldig voor FreeBSD 7.X.

Voordat u begint met het opzetten van PPP op uw machine, zorg ervoor dat het `pppd` commando zich bevindt in de map `/usr/sbin` en dat de map `/etc/ppp` bestaat.

`pppd` kan in twee verschillende modes werken:

1. Als een “cliënt” — u wilt uw machine verbinden met de buitenwereld via een seriële PPP-verbinding of een modemlijn.
2. Als een “server” — uw machine bevindt zich in het netwerk en wordt gebruikt om andere computers te verbinden door middel van PPP.

In beide gevallen moet u een bestand met opties instellen (`/etc/ppp/options` of `~/.ppprc` als er meer dan één gebruiker is op uw machine die gebruik maakt van PPP).

U heeft ook enige modem/seriële software nodig (`comms/kermit` wordt aanbevolen), zodat u de andere kant kunt bellen en een verbinding kunt opzetten.

27.3.2. Gebruik maken van `pppd` als cliënt

De volgende `/etc/ppp/options` kan gebruikt worden om met een Cisco terminal server PPP lijn verbinding te maken.

```
crtsets      # Schakel hardware flow controle in
modem        # modem controle lijn
noipdefault  # De PPP server aan de andere kant moet uw IP adres
              # opgeven, als de machine aan de andere kant uw IP
              # adres niet meegeeft tijdens de IPCP onderhandeling
              # moet deze optie worden verwijderd
passive      # Wacht op LCP pakketten
domain ppp.foo.com      # Vul uw domein naam hier in

:remote_ip   # Vul het IP adres van de PPP
              # server in deze wordt gebruikt om pakketten te
              # routeren via de PPP link. Als u de noipdefault optie
              # niet heeft aangegeven verander dan deze regel in
              # local_ip:remote_ip

defaultroute # Vul dit in als u wilt dat de PPP server de standaard
              # router wordt
```

Om verbinding te maken:

1. Bel naar de machine aan de andere kant door middel van **Kermit** (of een ander modem programma), en vul uw gebruikersnaam en wachtwoord in (of wat er ook nodig is om de verbinding op te brengen met de machine aan de andere kant).
2. Stop **Kermit** (zonder de lijn op te hangen).
3. Type het volgende:

```
# /usr/sbin/pppd /dev/tty01 19200
```

Wees er zeker van dat de juiste snelheid en het juiste apparaat wordt aangesproken.

Uw computer is nu verbonden met PPP. Als de connectie faalt, kan de `debug` optie worden meegegeven in het `/etc/ppp/options` bestand waarna op de console berichten kunnen worden geraadpleegd om het probleem te achterhalen.

Het volgende `/etc/ppp/pppup` script zal alle drie de stappen automatisch doen:

```
#!/bin/sh
pgrep -l pppd
pid=`pgrep pppd`
if [ "X${pid}" != "X" ] ; then
    echo 'killing pppd, PID=' ${pid}
    kill ${pid}
fi
pgrep -l kermit
pid=`pgrep kermit`
if [ "X${pid}" != "X" ] ; then
    echo 'killing kermit, PID=' ${pid}
    kill -9 ${pid}
fi

ifconfig ppp0 down
ifconfig ppp0 delete

kermit -y /etc/ppp/kermit.dial
pppd /dev/tty01 19200
```

/etc/ppp/kermit.dial is een **Kermit** script dat belt en alle benodigde autorisaties doet op de machine aan de andere kant (een voorbeeld van zo'n script is bijgevoegd aan het einde van dit document).

Gebruik het volgende /etc/ppp/pppdown script om de PPP lijn af te breken:

```
#!/bin/sh
pid=`pgrep pppd`
if [ X${pid} != "X" ] ; then
    echo 'killing pppd, PID=' ${pid}
    kill -TERM ${pid}
fi

pgrep -l kermit
pid=`pgrep kermit`
if [ "X${pid}" != "X" ] ; then
    echo 'killing kermit, PID=' ${pid}
    kill -9 ${pid}
fi

/sbin/ifconfig ppp0 down
/sbin/ifconfig ppp0 delete
kermit -y /etc/ppp/kermit.hup
/etc/ppp/ppptest
```

Controleer of pppd nog steeds draait door het uitvoeren van /usr/etc/ppp/ppptest, welke er als volgend uitziet:

```
#!/bin/sh
pid=`pgrep pppd`
if [ X${pid} != "X" ] ; then
    echo 'pppd running: PID=' ${pid-NONE}
else
    echo 'No pppd running.'
fi
set -x
```

```
netstat -n -I ppp0
ifconfig ppp0
```

Om het modem op te hangen, voer het `/etc/ppp/kermit.hup` script uit welke het volgende bevat:

```
set line /dev/tty01 ; vul hier uw modem in
set speed 19200
set file type binary
set file names literal
set win 8
set rec pack 1024
set send pack 1024
set block 3
set term bytesize 8
set command bytesize 8
set flow none
```

```
pau 1
out +++
inp 5 OK
out ATH0\13
echo \13
exit
```

Hier is een alternatieve methode welke gebruik maakt van `chat` in plaats van `kermit`:

De volgende twee regels zijn voldoende om een `pppd` verbinding op te zetten.

`/etc/ppp/options:`

`/dev/cuad1 115200`

```
crtcts      # Schakel hardware flow controle in
modem       # modem controle lijn
connect "/usr/bin/chat -f /etc/ppp/login.chat.script"
noipdefault # De PPP server aan de andere kant moet uw IP adres
            # opgeven, als de machine aan de andere kant uw IP
            # adres niet meegeeft tijdens de IPCP onderhandeling
            # moet deze optie worden verwijderd
passive     # Wacht op LCP pakketten
domain your.domain # Vul uw domein naam hier in

:remote_ip  # Vul het IP adres van de PPP
            # server in deze wordt gebruikt om pakketten te
            # routeren via de PPP link. Als u de noipdefault optie
            # niet heeft aangegeven verander dan deze regel in
            # local_ip:remote_ip

defaultroute # Vul dit in als u wilt dat de PPP server de standaard
            # router wordt
```

`/etc/ppp/login.chat.script:`

Opmerking: Het volgende moet op één regel.

```
ABORT BUSY ABORT 'NO CARRIER' "" AT OK ATDTtelefoon.nummer
CONNECT "" TIMEOUT 10 ogin:-\r-ogin: login-id
TIMEOUT 5 sword: password
```

Zodra deze zijn geïnstalleerd en correct aangepast is het enige dat gedaan moet worden, het starten van `pppd` zoals volgt:

```
# pppd
```

27.3.3. Gebruik maken van `pppd` als server

`/etc/ppp/options` moet ongeveer het volgende bevatten:

```
crtscts                # Hardware flow controle
netmask 255.255.255.0  # netmask (niet vereist)
192.114.208.20:192.114.208.165 # IP's van lokale en niet lokale hosten
                           # het lokale ip moet anders zijn dan
                           # degeen die is toegewezen aan de
                           # Ethernet (of andere) interface op uw
                           # machine. remote IP is het IP adres
                           # dat wordt toegewezen aan de machine
                           # aan de andere kant
domain ppp.foo.com     # uw domein
passive                 # Wacht op LCP
modem                  # modem lijn
```

Het volgende `/etc/ppp/pppserv` script zal **pppd** vertellen zich te gedragen als server:

```
#!/bin/sh
pgrep -l pppd
pid=`pgrep pppd`
if [ "X${pid}" != "X" ] ; then
    echo 'killing pppd, PID=' ${pid}
    kill ${pid}
fi
pgrep -l kermi
pid=`pgrep kermi`
if [ "X${pid}" != "X" ] ; then
    echo 'killing kermi, PID=' ${pid}
    kill -9 ${pid}
fi

# reset ppp interface
ifconfig ppp0 down
ifconfig ppp0 delete

# enable autoanswer mode
kermi -y /etc/ppp/kermi.ans

# run ppp
```

```
pppd /dev/tty01 19200
```

Gebruik dit `/etc/ppp/pppservdown` script om de server te stoppen:

```
#!/bin/sh
pgrep -l pppd
pid=`pgrep pppd`
if [ "X${pid}" != "X" ] ; then
    echo 'killing pppd, PID=' ${pid}
    kill ${pid}
fi
pgrep -l kermi
pid=`pgrep kermi`
if [ "X${pid}" != "X" ] ; then
    echo 'killing kermi, PID=' ${pid}
    kill -9 ${pid}
fi
ifconfig ppp0 down
ifconfig ppp0 delete

kermi -y /etc/ppp/kermi.noans
```

Het volgende **Kermit** script (`/etc/ppp/kermi.ans`) zal het automatisch beantwoorden van uw modem in of uitschakelen. Het moet eruit zien als volgend:

```
set line /dev/tty01
set speed 19200
set file type binary
set file names literal
set win 8
set rec pack 1024
set send pack 1024
set block 3
set term bytesize 8
set command bytesize 8
set flow none

pau 1
out +++
inp 5 OK
out ATH0\13
inp 5 OK
echo \13
out ATS0=1\13 ; Verander dit in out ATS0=0\13 als u automatisch
               ; beantwoorden wilt uitschakelen

inp 5 OK
echo \13
exit
```

Een script genaamd `/etc/ppp/kermi.dial` wordt gebruikt voor het bellen en authenticeren van de machine aan de andere kant. U moet deze aanpassen aan uw wensen. Vul uw inlognaam en wachtwoord in in dit script, u moet ook het input statement aanpassen afhankelijk hoe uw modem antwoordt en de communicatie van de machine aan de andere kant.

```

;
; Vul de seriële lijn in welke verbonden is met het modem
;
set line /dev/tty01
;
; Stel het modem snelheid in:
;
set speed 19200
set file type binary           ; volledige 8 bit bestands xfer
set file names literal
set win 8
set rec pack 1024
set send pack 1024
set block 3
set term bytesize 8
set command bytesize 8
set flow none
set modem hayes
set dial hangup off
set carrier auto              ; Daarna stel SET CARRIER in indien nodig
set dial display on          ; Stel daarna SET DIAL in indien nodig
set input echo on
set input timeout proceed
set input case ignore
def \%x 0                     ; login prompt teller
goto slhup

:slcmd                        ; stel het modem in op commandomodus
echo Stel het modem in op commandomodus.
clear                        ; Verwijder ongelezen karakters uit de input buffer
pause 1
output +++                  ; hayes escape sequence
input 1 OK\13\10            ; wacht op OK
if success goto slhup
output \13
pause 1
output at\13
input 1 OK\13\10
if fail goto slcmd          ; Als het modem niet antwoordt met OK, probeer het opnieuw

:slhup                        ; hang de telefoon op
clear                        ; Verwijder ongelezen karakters uit de input buffer
pause 1
echo De telefoon wordt opgehangen.
output ath0\13              ; hayes command voo on hook
input 2 OK\13\10
if fail goto slcmd          ; Als er geen OK antwoord is, stel het modem in op commandomodus

:sldial                       ; Draai het nummer
pause 1
echo Bellen.
output atdt9,550311\13\10    ; put phone number here
assign \%x 0                 ; zero the time counter

```

```

:look
clear                      ; Verwijder ongelezen karakters uit de input buffer
increment \%x              ; Tel de seconden
input 1 {CONNECT }
if success goto sllogin
reinput 1 {NO CARRIER\13\10}
if success goto sldial
reinput 1 {NO DIALTONE\13\10}
if success goto slnodial
reinput 1 {\255}
if success goto slhup
reinput 1 {\127}
if success goto slhup
if < \%x 60 goto look
else goto slhup

:sllogin                    ; login
assign \%x 0                ; Stel de tijd teller in op nul
pause 1
echo Zoeken naar de login prompt

:slloop
increment \%x                ; Tel de seconden
clear                        ; Verwijder ongelezen karakters uit de input buffer
output \13
;
; Stel hier de verwachte login prompt in:
;
input 1 {Username: }
if success goto sluid
reinput 1 {\255}
if success goto slhup
reinput 1 {\127}
if success goto slhup
if < \%x 10 goto slloop      ; Probeer 10 x om een login prompt te krijgen
else goto slhup             ; Hang op en probeer het nogmaals als er 10 mislukte pogingen zijn

:sluid
;
; Vul hier uw gebruikersnaam in:
;
output ppp-login\13
input 1 {Password: }
;
; Vul hier uw wachtwoord in:
;
output ppp-password\13
input 1 {Entering SLIP mode.}
echo
quit

:slnodial

```



```
echo \7Er is geen kiestoon, controleer de telefoon lijn!\7
exit 1
```

```
; local variables:
; mode: csh
; comment-start: ";" "
; comment-start-skip: ";" "
; end:
```

27.4. Het problemen oplossen van PPP verbindingen

Waarschuwing Met ingang van FreeBSD 8.0 vervangt het stuurprogramma `uart(4)` het stuurprogramma `sio(4)`. Apparaatknooppunten voor seriële poorten zijn hernoemd van `/dev/cua dN` naar `/dev/cua uN` en van `/dev/tty dN` naar `/dev/tty uN` . Gebruikers van FreeBSD 7.X zullen de documentatie met deze veranderingen moeten lezen.

Deze sectie behandelt een paar problemen die kunnen optreden wanneer PPP wordt gebruikt over een modemverbinding. Bijvoorbeeld, misschien moet u exact weten wat de prompt is die het systeem waarop u inbelt presenteert. Sommige providers presenteren de `ssword` prompt terwijl anderen `password` tonen als het `ppp` script niet goed geschreven is en de inlogin poging faalt. De meest standaard manier om `ppp` verbindingen te onderzoeken op problemen is door handmatig een connectie op te zetten. De volgende informatie helpt u om stap voor stap een handmatige connectie op te zetten.

27.4.1. Controleer de apparaatknooppunten

Als er een eigen kernel gebruikt wordt, vergeet dan niet om de volgende regel in uw kernelinstellingenbestand op te nemen:

```
device uart
```

Het apparaat `uart` is al in de kernel `GENERIC` opgenomen, dus zijn er in dit geval geen extra stappen nodig. Controleer de resultaten van het commando `dmesg` voor het modemapparaat door middel van:

```
# dmesg | grep uart
```

U zou enige informatie moeten ontvangen over de `uart` apparaten. Deze bevinden zich op de COM-poorten die we nodig hebben. Als uw modem zich gedraagt als een standaard seriële poort zou u deze moeten vinden als zijnde `uart1` of `COM2`. Als dat klopt hoeft u de kernel niet opnieuw te bouwen. Wanneer u de `sio`-apparaten controleert en het modem is op `uart1` te vinden of als `COM2` als u zich onder MS-DOS bevindt, dan is uw modemapparaat `/dev/cua $u1$` .

27.4.2. Handmatig verbinding maken

Verbinding maken met het internet door handmatig controle te hebben over `ppp` is snel, makkelijk en een geweldige manier om problemen te vinden bij een verbinding of zelfs voor alleen het verkrijgen van informatie over hoe uw provider de `ppp` cliënt verbindingen behandelt. Laten we starten met **PPP** vanaf de commando regel. Let op dat in al

onze voorbeelden we gebruik maken van *example* als hostnaam van de machine die **PPP** draait. U start **ppp** door enkel het commando **ppp** te typen:

```
# ppp
```

We hebben nu **ppp** gestart.

```
ppp ON example> set device /dev/cuau1
```

We stellen ons modem in, in dit geval is dat **cuau1**.

```
ppp ON example> set speed 115200
```

We stellen de verbindingssnelheid in, in dit geval gebruiken we 115,200 kbps.

```
ppp ON example> enable dns
```

Vertel **ppp** om onze naam vertaler te configureren, en de juiste naamserver regels toe te voegen aan `/etc/resolv.conf`. Als **ppp** onze hostnaam niet kan bepalen, kunnen we deze later instellen.

```
ppp ON example> term
```

Wissel naar “terminal” mode zodat we handmatig het modem kunnen bedienen.

```
deflink: Entering terminal mode on /dev/cuau1
type '~h' for help
```

```
at
```

```
OK
```

```
atdt123456789
```

Gebruik **at** om het modem te initialiseren, en daarna **atdt** en het nummer voor uw provider om het inbel proces te beginnen.

```
CONNECT
```

Bevestiging van de verbinding, als we tegen problemen aanlopen met de verbinding, welke niet gerelateerd zijn aan de hardware, is dit de plek om te beginnen om de problemen op te lossen.

```
provider login:myusername
```

Hier wordt u gevraagd om een gebruikersnaam. Geef de gebruikersnaam op welke aangeleverd is door de provider.

```
provider pass:mypassword
```

Deze keer worden we gevraagd voor een wachtwoord. Vul uw wachtwoord in welke u is aangeleverd door de provider. Net zoals het aanloggen op FreeBSD zal het wachtwoord niet getoond worden.

```
Shell or PPP:ppp
```

Afhankelijk van uw provider wordt deze prompt wellicht nooit getoond. Hier wordt ons gevraagd of we een shell willen starten op de host van de provider, of dat we **ppp** willen starten. In dit geval is er gekozen voor **ppp** omdat we een internet verbinding willen.

```
Ppp ON example>
```

Let op dat in dit voorbeeld de eerste `p` een hoofdletter geworden is. Dit geeft aan dat we succesvol verbonden zijn met de provider.

```
PPp ON example>
```

We hebben ons succesvol geauthenticeerd bij onze provider en we wachten op een IP adres dat ons wordt toegewezen.

```
PPP ON example>
```

We hebben een IP adres verkregen en hebben succesvol een verbinding opgebouwd.

```
PPP ON example>add default HISADDR
```

Hier wordt een standaard route toegevoegd. Deze moet worden toegevoegd voordat we kunnen communiceren met de buitenwereld aangezien de enige verbinding op dit moment met de andere machine is. Als dit niet lukt omdat er al een route bestaat, kan er een “bang” karakter (!) geplaatst worden voor de `add` optie. Als alternatief kan dit ook gedaan worden voordat de verbinding opgezet wordt, waarna een nieuwe route onderhandeld wordt.

Als alles goed gegaan is, zou er nu een actieve verbinding moeten zijn met het internet, welke in de achtergrond gezet kan worden door het gebruik te maken van **CTRL+Z**. Als u ziet dat het **PPP** commando terugkeert naar `ppp` is de verbinding afgebroken. Dit is goed om te weten, aangezien dit de status van de verbinding toont. Hoofdletter **P**'s betekenen dat er een verbinding is met de provider, en kleine letters betekend dat de verbinding verloren is gegaan om welke reden dan ook. `ppp` kent alleen deze twee statussen.

27.4.2.1. Debuggen

Als u een directe lijn heeft en geen verbinding kan maken, zet dan hardware flow CTS/RTS uit met de `set ctsrts off` optie. Dit is meestal het geval voor een **PPP** terminal server waar **PPP** hangt wanneer deze probeert te schrijven naar uw communicatie link, dus moet deze wachten op een CTS of een Clear To Send signaal welke misschien nooit komt. Als u deze optie gebruikt, moet u ook de `set accmap` optie gebruiken welke benodigd kan zijn om hardware afhankelijkheden te omzeilen door bepaalde karakters over en weer te sturen, meestal XON/XOFF. Zie de `ppp(8)` handleiding voor meer informatie over deze optie en hoe deze gebruikt kan worden.

Als u een ouder modem heeft, kan het voorkomen dat u ook de `set parity even` optie moet gebruiken. De parity is standaard ingesteld op none maar wordt gebruikt voor fout controle (met als gevolg een grote verhoging van de hoeveelheid data) bij oudere modems en sommige providers. Dit is bijvoorbeeld een benodigde optie bij de Compuserve provider.

Het kan voorkomen dat **PPP** niet terugkeert naar de commando mode, wat meestal betekent dat er een onderhandelings fout is waarbij de provider wacht op uw kant om de onderhandeling te kunnen beginnen. Op dit moment kunt u gebruik maken van het `~p` commando om `ppp` te forceren om de configuratie informatie te versturen.

Als u nooit een inlogin prompt krijgt is het zeer waarschijnlijk dat u PAP of CHAP authenticatie moet gebruiken in plaats van de UNIX stijl in het voorbeeld hierboven. Om gebruik te maken van PAP of CHAP voegt u het volgende opties toe aan **PPP** voordat u de terminal mode ingaat:

```
ppp ON example> set authname mijngebruikersnaam
```

Waarbij `mijngebruikersnaam` moet worden vervangen met de gebruikersnaam die wordt toegewezen door de provider.

```
ppp ON example> set authkey mijnwachtwoord
```

Waarbij *mijnwachtwoord* moet worden vervangen door het wachtwoord wat u is toegewezen door de provider.

Als u een goed werkende verbinding kunt maken maar het onmogelijk lijkt om een domeinnaam te vinden, probeert u dan ping(8) te gebruiken met een IP adres en kijk of er enige informatie terugkomt. Als u 100 procent (100%) packet loss ziet is het zeer waarschijnlijk dat u geen default route heeft gekregen. Controleer nogmaals of de optie `add default HISADDR` ingesteld is tijdens de connectie. Als u verbinding kunt maken met een extern IP adres is het mogelijk dat een naamserver niet is toegevoegd aan het `/etc/resolv.conf` bestand. Dit bestand moet er uitzien als volgt:

```
domain example.com
nameserver x.x.x.x
nameserver y.y.y.y
```

Waar `x.x.x.x` en `y.y.y.y` moet worden vervangen door het IP adres van uw providers naamserver. Deze informatie kan mogelijk wel of niet geleverd zijn toen u zich inschreef, maar een snel telefoontje naar uw provider zou hierin uitkomst kunnen bieden.

U kunt ook syslog(3) gebruiken om een log functie voor **PPP** aan te maken. Voeg het volgende toe aan `/etc/syslog.conf`:

```
!ppp
*. *      /var/log/ppp.log
```

Deze functionaliteit bestaat in de meeste gevallen al.

27.5. PPP gebruiken over Ethernet (PPPoE)

Deze sectie beschrijft hoe PPP over Ethernet opgezet kan worden (PPPoE).

27.5.1. Het configureren van de kernel

Inmiddels is het niet langer benodigd om de kernel configuratie aan te passen voor PPPoE. Als de benodigde netgraph ondersteuning niet in de kernel aanwezig is zal deze dynamisch geladen worden door **ppp**.

27.5.2. Het instellen van `ppp.conf`

Hieronder volgt een voorbeeld van een werkende `ppp.conf`:

```
default:
    set log Phase tun command # Er kan meer gedetailleerde logging ingeschakeld worden indien gewenst
    set ifaddr 10.0.0.1/0 10.0.0.2/0

name_of_service_provider:
    set device PPPoE:x11 # Vervang x11 met uw ethernet apparaat
    set authname UWLOGINNAAM
    set authkey UWWACHTWOORD
    set dial
```

```
set login
add default HISADDR
```

27.5.3. Het draaien van ppp

Als de root gebruiker kunt u het volgende draaien:

```
# ppp -ddial name_of_service_provider
```

27.5.4. Het pstarten van ppp tijdens het opstarten

Voeg het volgende toe aan uw `/etc/rc.conf` bestand:

```
ppp_enable="YES"
ppp_mode="ddial"
ppp_nat="YES" # Indien u nat wilt inschakelen voor het lokale netwerk, gebruik anders NO
ppp_profile="naam_van_service_provider"
```

27.5.5. Gebruik maken van een PPPoE service label

Soms is het nodig om een service tag te gebruiken om verbinding te kunnen maken. Service tags worden gebruikt om onderscheid te maken tussen de verschillende PPPoE servers die verbonden zijn met een netwerk.

Uw provider zou u de juiste service tag gegevens verstrekt moeten hebben in de documentatie die opgeleverd is. Als u deze niet kunt vinden in de documentatie moet u deze opvragen bij uw technische support afdeling van uw provider.

Als allerlaatste optie kunt u de aangerade methode gebruiken van het Roaring Penguin PPPoE (<http://www.roaringpenguin.com/pppoe/>) programma welke gevonden kan worden in de Ports Collectie. Houd u echter in uw achterhoofd dat dit uw modem ernstige schade kan toebrengen, dus denkt u er goed over na voordat u het uitprobeert. Installeer simpelweg het programma dat is meegeleverd bij het modem door uw provider. Open hierna het **System** menu vanuit het programma. De naam van uw profiel moet hier te vinden zijn. Meestal is deze *ISP*.

De naam van het profiel (servicetag) zal worden gebruikt in de PPPoE configuratie regel van `ppp.conf` in het provider gedeelte van het `set device` commando (zie de `ppp(8)` handleiding voor meer informatie hierover). Dit zou er als volgend uit moeten zien:

```
set device PPPoE:x11:ISP
```

Vergeet u niet om `x11` te vervangen door het juiste apparaat voor uw Ethernet kaart.

Vergeet u niet om `ISP` te vervangen door het profiel wat hierboven ingesteld is.

Voor meer informatie zie:

- Cheaper Broadband with FreeBSD on DSL (<http://renaud.waldura.com/doc/freebsd/pppoe/>) door Renaud Waldura.
- Nutzung von T-DSL und T-Online mit FreeBSD (<http://www.ruhr.de/home/nathan/FreeBSD/tdsl-freebsd.html>) door Udo Erdelhoff (in het Duits).

27.5.6. PPPoE met een 3Com® HomeConnect® ADSL Modem Dual Link

Dit modem volgt RFC 2516 (<http://www.faqs.org/rfcs/rfc2516.html>) niet (*Een methode voor het versturen van PPP over Ethernet (PPPoE)* geschreven door by L. Mamakos, K. Lidl, J. Evarts, D. Carrel, D. Simone, and R. Wheeler). Daarentegen is een ander type pakket code gebruikt voor de Ethernet frames. Klaagt u alstublist bij 3Com (<http://www.3com.com/>) als u vind dat ze zich aan de PPPoE specificatie moeten houden.

Om FreeBSD in staat te stellen om te communiceren met dit apparaat, moet er een `sysctl` ingesteld worden. Dit kan automatisch tijdens het opstarten gedaan worden door het bewerken van `/etc/sysctl.conf`:

```
net.graph.nonstandard_pppoe=1
```

Dit kan ook direct gedaan worden met het commando:

```
# sysctl net.graph.nonstandard_pppoe=1
```

Helaas is het, doordat dit een systeem brede instelling is, niet mogelijk om tegelijkertijd met een normale PPPoE cliënt of server en een 3Com HomeConnect® ADSL-modem te communiceren.

27.6. Gebruik maken van PPP over ATM (PPPoA)

Het volgende beschrijft hoe PPP over ATM (PPPoA) opgezet kan worden. PPPoA is een populaire keuze binnen Europese DSL providers.

27.6.1. Gebruik maken van PPPoA met de Alcatel SpeedTouch™ USB

PPPoA ondersteuning voor dit apparaat wordt geleverd door middel van een port in FreeBSD omdat de firmware wordt gedistribueerd onder Alcatel's licentie overeenkomst (http://www.speedtouchdsl.com/disclaimer_lx.htm) en mag derhalve niet vrijelijk verspreid worden met het basis systeem van FreeBSD.

Om de software te installeren, wordt simpelweg de Ports Collectie gebruikt. Installeer de `net/pppoa` port en volg de instructies die meegeleverd worden.

Zoals de meeste USB apparaten moet de Alcatel SpeedTouch™ USB zijn firmware downloaden van de host computer om correct te kunnen werken. Het is mogelijk om dit proces te automatiseren binnen FreeBSD zodat deze overdracht elke keer gebeurd als het apparaat in een USB poort wordt gestoken. De volgende informatie kan worden toegevoegd aan het `/etc/usbd.conf` bestand om deze automatische overdracht in te schakelen. Dit bestand moet bewerkt worden door de `root` gebruiker.

```
device "Alcatel SpeedTouch USB"
    devname "ugen[0-9] +"
    vendor 0x06b9
    product 0x4061
    attach "/usr/local/sbin/modem_run -f /usr/local/libdata/mgmt.o"
```

Om de USB daemon, `usbd`, te starten moet de volgende regel toegevoegd worden aan `/etc/rc.conf`:

```
usbd_enable="YES"
```

Het is ook mogelijk om `ppp` op te zetten om in te bellen tijdens het opstarten. Om dit te doen moet de volgende regel worden toegevoegd aan `/etc/rc.conf`. Voor deze procedure moet er ook aangelogt zijn als de `root` gebruiker.

```
ppp_enable="YES"
ppp_mode="ddial"
ppp_profile="adsl"
```

Om dit correct te laten werken moet het voorbeeld `ppp.conf` bestand gebruikt worden welke geleverd wordt door de `net/ppp` port.

27.6.2. Gebruik maken van mpd

U kunt **mpd** gebruiken om met een variëteit aan diensten verbinding te maken, in het bijzonder PPTP diensten. U kunt **mpd** vinden in de Ports Collectie, `net/mpd`. Veel ADSL-modems vereisen dat er een PPTP tunnel wordt gecreeërd tussen het modem en de computer, een voorbeeld van zo'n modem is de Alcatel SpeedTouch Home.

Eerst moet u de port installeren waarna **mpd** geconfigureerd kan worden om uw eisen en provider instellingen op te geven. De port plaatst een verzameling voorbeeldconfiguratiebestanden welke goed gedocumenteerd zijn in `PREFIX/etc/mpd/`. Let op dat `PREFIX` betekend dat dit de directory is waar uw ports in worden geïnstalleerd. Standaard is dit `/usr/local/`. Een complete handleiding om **mpd** te configureren is beschikbaar in HTML formaat zodra de port geïnstalleerd is. Deze wordt geplaatst in `PREFIX/share/doc/mpd/`. Hieronder staat een voorbeeld configuratie om verbinding te maken met een ADSL dienstverlener door het gebruik van **mpd**. De configuratie is verspreid over twee bestanden, allereerst het `mpd.conf` bestand:

```
default:
    load adsl

adsl:
    new -i ng0 adsl adsl
    set bundle authname gebruikersnaam ❶
    set bundle password wachtwoord ❷
    set bundle disable multilink

    set link no pap acfcomp protocomp
    set link disable chap
    set link accept chap
    set link keep-alive 30 10

    set ipcp no vjcomp
    set ipcp ranges 0.0.0.0/0 0.0.0.0/0

    set iface route default
    set iface disable on-demand
    set iface enable proxy-arp
    set iface idle 0

    open
```

❶ De gebruikersnaam die gebruikt wordt om uzelf te authenticeren aan uw provider.

❷ Het wachtwoord wat gebruikt wordt om uzelf te authenticeren aan uw provider.

Het `mpd.links` bestand bevat informatie over de link, of linken waarmee u verbinding wilt maken. Een voorbeeld `mpd.links` wat bij bovenstaand voorbeeld hoort is hieronder gegeven:

```
adsl:
    set link type pptp
    set pptp mode active
    set pptp enable originate outcall
    set pptp self 10.0.0.1 ❶
    set pptp peer 10.0.0.138 ❷
```

❶ Het IP adres van uw FreeBSD computer waar vanaf **mpd** gebruikt wordt.

❷ Het IP adres van uw ADSL-modem. Voor de Alcatel SpeedTouch Home is dit adres standaard 10.0.0.138.

Het is mogelijk om de verbinding makkelijk te initialiseren door het volgende commando als `root` uit te voeren:

```
# mpd -b adsl
```

U kunt de status van de verbinding zien met het volgende commando:

```
% ifconfig ng0
ng0: flags=88d1<UP,POINTOPOINT,RUNNING,NOARP,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    inet 216.136.204.117 --> 204.152.186.171 netmask 0xffffffff
```

Het gebruik van **mpd** is de aangeraden manier om met een ADSL dienst te verbinden met FreeBSD.

27.6.3. Gebruik maken van pptpclient

Het is ook mogelijk om FreeBSD te gebruiken om naar een andere PPPoA dienst een verbinding te maken door middel van de `net/pptpclient` port.

Om gebruik te maken van `net/pptpclient` om naar een DSL dienst verbinding te maken, installeert u de port of package en bewerkt u `/etc/ppp/ppp.conf`. U moet dit onder de `root` gebruiker doen, om beide acties uit te voeren. Een voorbeeld sectie van `ppp.conf` is hieronder gegeven. Voor meer informatie over `ppp.conf` consulteert u de `ppp(8)` handleiding.

```
adsl:
    set log phase chat lcp ipcp ccp tun command
    set timeout 0
    enable dns
    set authname gebruikersnaam ❶
    set authkey wachtwoord ❷
    set ifaddr 0 0
    add default HISADDR
```

❶ De gebruikersnaam van uw account bij uw DSL provider.

❷ Het wachtwoord voor uw account.

Waarschuwing Omdat u het wachtwoord van uw account in het `ppp.conf` bestand in leesbare vorm moet plaatsen, moet u ervoor zorgen dat niemand anders de inhoud van dit bestand kan lezen. De volgende serie van commando's zorgt ervoor dat het bestand alleen leesbaar is door de `root` gebruiker. Raadpleeg de handleidingen van `chmod(1)` en `chown(8)` voor verdere informatie.

```
# chown root:wheel /etc/ppp/ppp.conf
```



```
# chmod 600 /etc/ppp/ppp.conf
```

Dit opent een tunnel voor een PPP sessie naar uw DSL router. Ethernet DSL-modems hebben een voor geconfigureerd LAN IP adres waarmee u verbinding maakt. In het geval van de Alcatel SpeedTouch home is 10.0.0.138 het adres. Uw router documentatie vertelt u welk adres uw apparaat gebruikt. Om de tunnel te openen en om een PPP sessie op te zetten, start u het volgende commando:

```
# pptp address adsl
```

Tip: Het kan wenselijk zijn om een ampersand (“&”) toe te voegen aan het einde van het vorige commando, omdat **pptp** uw prompt niet teruggeeft.

Er wordt een `tun` virtueel tunnel apparaat gecreeërd voor interactie tussen de **pptp** en **ppp** processen. Zodra u terugbent op uw prompt, of als **pptp** bevestigt dat er een verbinding is, kunt u de tunnel als volgend inzien:

```
% ifconfig tun0
tun0: flags=8051<UP,POINTOPOINT,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
      inet 216.136.204.21 --> 204.152.186.171 netmask 0xffffffff00
      Opened by PID 918
```

Als het niet mogelijk is om verbinding te maken, controleert u de configuratie van uw router, welke meestal bereikbaar is door middel van **telnet** of via een web browser. Als u nog steeds geen verbinding kunt maken moet u de resultaten van het **pptp** onderzoeken en de inhoud van het **ppp** log bestand, `/var/log/ppp.log` voor meer hints over wat er mis kan zijn.

27.7. Gebruik maken van SLIP

Waarschuwing Deze sectie geldt en is alleen geldig voor FreeBSD 7.X.

27.7.1. Het opzetten van een SLIP cliënt

Het volgende is één manier om een FreeBSD machine in te stellen voor gebruik met SLIP op een statisch host netwerk. Voor dynamische hostnaam toewijzing (uw adres verandert elke keer als u inbelt), heeft u waarschijnlijk een meer complexe opzet nodig.

Bepaal eerst aan welke seriële poort uw modem verbonden is. Veel mensen gebruiken hiervoor een symbolische link zoals `/dev/modem` welke verwijst naar de echte naam van het apparaat `/dev/cuadN`. Dit geeft de mogelijkheid om naam abstract te houden, voor het geval het modem ooit verplaatst wordt naar een andere poort. Het kan best een vervelende klus zijn wanneer er een aantal bestanden in `/etc` en `.kermrc` bestanden verspreid over het gehele systeem gerepareerd moeten worden!

Opmerking: `/dev/cuad0` is COM1, `cuad1` is COM2, etc.

Zorg ervoor dat u het volgende in uw kernel configuratie bestand hebt:

```
device    sl
```

Deze is standaard opgenomen in de `GENERIC` kernel, dus dat zou geen problemen moeten opleveren tenzij u deze verwijderd heeft.

27.7.1.1. Dingen die u maar éénmalig hoeft uit te voeren

1. Voeg uw machine, de router en de naamsservers toe aan uw `/etc/hosts` bestand. Ons bestand ziet er als volgend uit:

```
127.0.0.1          localhost loghost
136.152.64.181     water.CS.Example.EDU water.CS water
136.152.64.1       inr-3.CS.Example.EDU inr-3 slip-gateway
128.32.136.9       ns1.Example.EDU ns1
128.32.136.12      ns2.Example.EDU ns2
```

2. Zorg ervoor dat u files voor dns in de `hosts:` sectie van uw `/etc/nsswitch.conf` bestand. Zonder deze parameters zouden er interessante dingen kunnen gebeuren.
3. Bewerk het `/etc/rc.conf` bestand.

1. Stel uw hostnaam in door de regel te bewerken die aangeeft:

```
hostname="myname.my.domain"
```

De volledig gekwalificeerde internet hostnaam moet hier geplaatst worden.

2. Stel de standaard router in door het aanpassen van de volgende regel van:

```
defaultrouter="NO"
```

naar:

```
defaultrouter="slip-gateway"
```

4. Creeër en bestand genaamd `/etc/resolv.conf` welke het volgende bevat:

```
domain CS.Example.EDU
nameserver 128.32.136.9
nameserver 128.32.136.12
```

Zoals u kunt zien, stellen deze de naamserver hosten in. Uiteraard is het echte domein en adres afhankelijk van uw omgeving.

5. Stel het wachtwoord in voor de `root` en de `toor` gebruikers (en elke andere gebruiker die geen wachtwoord heeft).
6. Herstart de machine en controleer of deze opkomt met de correcte hostnaam.

27.7.1.2. Het opzetten van een SLIP verbinding

1. Bel in, type `slip` op de prompt en voer uw machine naam en wachtwoord in. Wat is vereist, is afhankelijk van uw omgeving. Als u gebruik maakt van **Kermit** kan een script als de volgende gebruikt worden:

```
# kermit setup
set modem hayes
set line /dev/modem
set speed 115200
set parity none
set flow rts/cts
set terminal bytesize 8
set file type binary
# De volgende macro zal inbellen en ons inloggen.
define slip dial 643-9600, input 10 =>, if failure stop, -
output slip\x0d, input 10 Username:, if failure stop, -
output silvia\x0d, input 10 Password:, if failure stop, -
output ***\x0d, echo \x0aCONNECTED\x0a
```

Uiteraard moet u uw gebruikersnaam en wachtwoord wijzigen zodat deze overeenkomen met die van u. Nadat dit gedaan is kunt u `slip` invullen op de **Kermit** prompt om verbinding te maken.

Opmerking: Het achterlaten van uw wachtwoord in leesbare tekst waar dan ook op het bestandssysteem is zeker een *slecht* idee. Doe dit op eigen risico.

2. Laat **Kermit** daar (het programma kan tijdelijk uitgeschakeld worden door **Ctrl-z**) en type vervolgens als `root`:

```
# slattach -h -c -s 115200 /dev/modem
```

Als u in staat bent om andere hosten met `ping` te benaderen aan de andere kant van de router, bent u verbonden! Als dit niet werkt kunt u wellicht de `-a` gebruiken in plaats van de `-c` als argument voor `slattach`.

27.7.1.3. Hoe de verbinding afgebroken moet worden

Doe het volgende::

```
# kill -INT `cat /var/run/slattach.modem.pid`
```

om `slattach` te stoppen. Houd in uw achterhoofd dat u dit als `root` moet doen. Ga hierna terug naar `kermit` (door het intypen van `fg` als u deze tijdelijk uitgeschakeld had) en verlaat de applicatie (**q**).

De `slattach(8)` handleiding zegt dat `ifconfig sl0 down` uitgevoerd moet worden om de interface uit te schakelen, maar dit lijkt geen verschil op te leveren. (`ifconfig sl0` lijkt hetzelfde resultaat te geven.)

Soms kan het gebeuren dat het modem weigert om de carrier los te laten. Start in dat geval simpelweg `kermit` en stop deze wederom. Meestal stopt het met de tweede poging.

27.7.1.4. Problemen oplossen

Als dit niet werkt, voelt u zich dan vrij om rond te vragen op de `freebsd-net` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-net>) mailing lijst. De volgende dingen zijn mensen al eens tegen aangelopen:

- Het niet gebruiken van de `-c` of `-a` optie voor `slattach` (Dit zou niet fataal moeten zijn, maar sommige mensen hebben aangegeven dat het de problemen oploste.)

- Het intypen van `s10` in plaats van `s10` (het verschil is wellicht lastig te zien met sommige fonts).
- Probeer `ifconfig s10` uit te voeren om de interface status te zien. U kunt bijvoorbeeld krijgen:

```
# ifconfig s10
s10: flags=10<POINTOPOINT>
    inet 136.152.64.181 --> 136.152.64.1 netmask ffffffff00
```

- Als u `no route to host` krijgt van het `ping(8)` commando, is er mogelijk een probleem met uw route tabel. U kunt het `netstat -r` commando uitvoeren om de huidige routes te zien:

```
# netstat -r
Routing tables

Destination      Gateway          Flags          Refs          Use  IfaceMTU      Rtt      Netmask:

(root node)
(root node)

Route Tree for Protocol Family inet:
(root node) =>
default          inr-3.Example.EDU  UG              8    224515  s10 -          -
localhost.Exampl localhost.Example. UH              5    42127  lo0 -          0.438
inr-3.Example.ED water.CS.Example.E UH              1         0  s10 -          -
water.CS.Example localhost.Example. UGH             34  47641234  lo0 -          0.438
(root node)
```

Het voorgaand voorbeeld komt van een relatief druk systeem. De getallen op uw systeem zullen anders zijn naar gelang de netwerk activiteiten.

27.7.2. Het opzetten van een SLIP server

Dit document levert suggesties voor het opzetten van een SLIP server op een FreeBSD systeem, welke meestal betekent het configureren van uw systeem om automatisch verbindingen op te zetten wanneer er wordt ingelogt met remote SLIP cliënten.

27.7.2.1. Eisen vooraf

Deze sectie is vrij technisch van aard, dus achtergrond informatie is vereist. Er wordt aangenomen dat u bekend bent met het TCP/IP netwerk protocol, en in dan in het bijzonder met netwerk en node adresseringen, netwerk adres maskers, subnetten, routes en dynamische routing protocollen zoals RIP. Het configureren van een SLIP dienst op een inbel server vereist kennis van deze concepten en als u daarmee niet bekend bent, leest u dan aub een versie van of Craig Hunt's *TCP/IP Network Administration* gepubliceerd door O'Reilly & Associates, Inc. (ISBN Number 0-937175-82-X), of Douglas Comer's boeken over het TCP/IP protocol.

Daarnaast wordt er vanuit gegaan dat u reeds uw modem(s) heeft geconfigureerd en dat u de juiste systeem bestanden heeft aangepast zodat er logins mogelijk zijn door uw modem(s) heen. Als u dat nog niet heeft gedaan, zie dan Paragraaf 26.4 voor details over het opzetten van inbel diensten. Wellicht wilt u ook de handleiding bekijken voor `sio(4)` voor meer informatie over de seriële port device driver en de `ttys(5)`, `gettytab(5)`, `getty(8)`, & `init(8)` handleidingen voor informatie die relevant zijn voor het configureren van het systeem zodat logins mogelijk worden op modems, en wellicht `stty(1)` voor informatie over het instellen van de seriële poort (zoals `cllocal` voor direct verbonden seriële interfaces).

27.7.2.2. Snel overzicht

In een typische configuratie, werkt het gebruik van FreeBSD als een SLIP server als volgt: een SLIP gebruiker belt in op uw FreeBSD SLIP server systeem en logt in met een speciaal SLIP login ID dat gebruik maakt van `/usr/sbin/sliplogin`. Het `sliplogin` programma leest door het `/etc/sliphome/slip.hosts` bestand om een corresponderende regel te vinden voor de speciale gebruiker en als deze een match vindt verbind het de seriële lijn met een beschikbare SLIP interface waarna het het shellscript `/etc/sliphome/slip.login` wordt uitgevoerd om de SLIP interface te configureren.

27.7.2.2.1. Een voorbeeld SLIP server login

Bijvoorbeeld, als een SLIP user ID is `Shelmerg` kan `Shelmerg`'s regel in `/etc/master.passwd` er als volgt uitzien:

```
Shelmerg:password:1964:89::0:0:Guy Helmer - SLIP:/usr/users/Shelmerg:/usr/sbin/sliplogin
```

Wanneer `Shelmerg` inlogt, zoekt het `sliplogin` programma in het `/etc/sliphome/slip.hosts` bestand voor een regel dat een corresponderende user ID heeft, er kan bijvoorbeeld een regel staan in `/etc/sliphome/slip.hosts` dat eruit ziet als volgt:

```
Shelmerg          dc-slip sl-helmer          0xfffffc00      autocomp
```

`sliplogin` zal de corresponderende regel vinden en de seriële lijn koppelen aan de eerste beschikbare SLIP interface, waarna `/etc/sliphome/slip.login` wordt uitgevoerd zoals volgt:

```
/etc/sliphome/slip.login 0 19200 Shelmerg dc-slip sl-helmer 0xfffffc00 autocomp
```

Als alles goed gaat, zal `/etc/sliphome/slip.login` een `ifconfig` commando uitvoeren voor de SLIP interface waaraan `sliplogin` zichzelf koppelt (SLIP interface 0 zoals in bovenstaand voorbeeld was de eerste parameter in de lijst welke gegeven is aan `slip.login`) om een lokaal IP adres in te stellen (`dc-slip`), een remote IP adres (`sl-helmer`), een netwerk master voor de SLIP interface (`0xfffffc00`), en enkele additionele vlaggen (`autocomp`). Als er iets misgaat zal `sliplogin` meestal voldoende goede informatie loggen via de **syslogd** daemon faciliteiten, welke meestal logt naar `/var/log/messages` (zie de handleidingen van `syslogd(8)` en `syslog.conf(5)`) en controleer het `/etc/syslog.conf` bestand om te zien wat **syslogd** logt en waar dit naartoe gelogt wordt).

27.7.2.3. Kernel configuratie

FreeBSD's standaard kernel (`GENERIC`) heeft reeds ondersteuning voor SLIP (`sl(4)`), in het geval van een custom kernel moet de volgende regel worden toegevoegd aan de kernel configuratie:

```
device      sl
```

Standaard zal uw FreeBSD machine geen pakketten doorsturen. Als u wilt dat uw FreeBSD SLIP server zich gedraagt als router zult u het bestand `/etc/rc.conf` moeten bewerken en de instelling van de `gateway_enable` variabele moeten aanpassen naar `YES`. Dit zorgt ervoor dat de machine na een herstart zich zal blijven gedragen als router.

Om de instellingen meteen actief te maken kunt u het volgende commando als `root` uitvoeren:

```
# /etc/rc.d/routing start
```

Raadpleeg ook Hoofdstuk 8 over het configureren van de FreeBSD kernel voor meer hulp over het herconfigureren van uw kernel.

27.7.2.4. Sliplogin configuratie

Zoals eerder vermeld, zijn er drie bestanden in de map `/etc/sliphome` die onderdeel zijn van de configuratie voor `/usr/sbin/sliplogin` (zie `sliplogin(8)` voor de actuele handleiding voor `sliplogin`): `slip.hosts`, welke de SLIP gebruikers definieert en de gekoppelde IP adressen; `slip.login`, welke meestal de SLIP interface configureert en (optioneel) `slip.logout`, welke de effecten van `slip.login` ongedaan maakt wanneer de seriële verbinding verbroken wordt.

27.7.2.4.1. `slip.hosts` configuratie

`/etc/sliphome/slip.hosts` bevat regels welke minstens vier onderdelen heeft die gescheiden worden door een spatie:

- SLIP gebruikers login ID
- Lokale adres (lokaal voor de SLIP server) van de SLIP link
- Remote adres van de SLIP link
- Netwerk masker

De lokale en remote adressen mogen host namen zijn (Welke naar IP adressen vertaald kunnen worden door `/etc/hosts` of door de DNS diensten, afhankelijk van uw specificaties in het `/etc/nsswitch.conf`, het netwerk masker mag een naam zijn dat vertaald kan worden door een zoek opdracht in `/etc/networks`. Op een voorbeeld systeem ziet het `/etc/sliphome/slip.hosts` bestand er als volgt uit:

```
#
# login local-addr      remote-addr      mask      opt1      opt2
#                               (normal,compress,noicmp)
#
Shelmerg  dc-slip      sl-helmerg      0xfffffc00      autocomp
```

Aan het einde van deze regel staan één of meerdere opties:

- `normal` — geen compressie van de header
- `compress` — comprimeer headers
- `autocomp` — comprimeer de headers als de remote kant dit accepteert
- `noicmp` — schakelt ICMP pakketten uit (dus alle “ping” pakketten worden geweigerd in plaats van dat deze bandbreedte verbruiken)

Uw keuze van een lokaal en remote adres voor uw SLIP verbindingen is afhankelijk van of u een speciaal toegewezen TCP/IP subnet gebruikt, of dat u gebruik gaat maken van “proxy ARP” op uw SLIP server (het is geen echte “proxy ARP”, maar het is de terminologie welke in deze sectie gebruikt wordt om het te beschrijven). Als u niet zeker bent welke methode u moet kiezen, of hoe u IP adressen moet toewijzen, raadpleegt u dan de TCP/IP boeken die vermeld worden in de SLIP vereisten (Paragraaf 27.7.2.1) en/of vraag uw IP netwerk manager om hulp.

Als u gebruik gaat maken van een separaat subnet voor uw SLIP cliënten, moet u een subnet alloceren uit de voor u toegewezen IP ruimte, en elke SLIP cliënt een IP adres geven uit dat subnet. Daarna moet u waarschijnlijk een statische route configureren voor uw SLIP subnet via uw SLIP server naar de dichtsbijzijnde IP router.

In het andere geval moet u gebruik maken van de “proxy ARP” methode, u moet elke SLIP cliënt een IP adres geven uit uw SLIP server’s Ethernet subnet, daarnaast moet u het `/etc/sliphome/slip.login` en het `/etc/sliphome/slip.logout` script aanpassen om gebruik te maken van `arp(8)` om de “proxy ARP” regels te beheren in de SLIP servers ARP tabel.

27.7.2.4.2. *slip.login configuratie*

Een typisch `/etc/sliphome/slip.login` bestand ziet er als volgt uit:

```
#!/bin/sh -
#
#      @(#)slip.login  5.1 (Berkeley) 7/1/90

#
# generiek login bestand voor een slip lijn.  sliplogin voert deze uit
# met de volgende parameters:
#      1      2      3      4      5      6      7-n
#  slipunit ttyspeed loginname local-addr remote-addr mask opt-args
#
/sbin/ifconfig sl$1 inet $4 $5 netmask $6
```

Dit `slip.login` bestand start alleen het `ifconfig` commando voor de betreffende SLIP interace met het lokale en remote adres met het netwerkmasker van de SLIP interface.

Als u besloten heeft om gebruik te maken van de “proxy ARP” methode (in plaats van het gebruiken van een apart subnet voor uw SLIP cliënten) moet u het `/etc/sliphome/slip.login` bestand aanpassen zodat deze er ongeveer als volgt uitziet:

```
#!/bin/sh -
#
#      @(#)slip.login  5.1 (Berkeley) 7/1/90

#
# generiek login bestand voor een slip lijn.  sliplogin voert deze uit
# met de volgende parameters:
#      1      2      3      4      5      6      7-n
#  slipunit ttyspeed loginname local-addr remote-addr mask opt-args
#
/sbin/ifconfig sl$1 inet $4 $5 netmask $6
# Beantwoord ARP Verzoeken voor de SLIP cliënt met ons Ethernet
# adres
/usr/sbin/arp -s $5 00:11:22:33:44:55 pub
```

De extra regel in het `slip.login` bestand, `arp -s $5 00:11:22:33:44:55 pub`, creëert een ARP regel in de SLIP server’s ARP tabel. Deze ARP regel zorgt ervoor dat de SLIP server antwoord geeft met het Ethernet MAC adres van de SLIP server wanneer een andere IP node op het Ethernet vraagt om te communiceren met het IP adres van de SLIP cliënt.

Wanneer u gebruik maakt van het voorbeeld hierboven, wees u er dan zeker van dat u het Ethernet MAC adres (00:11:22:33:44:55) veranderd in het MAC adres van uw systeem's Ethernet kaart, anders werkt uw "proxy ARP" zeker niet! U kunt het Ethernet MAC adres van uw SLIP Server achterhalen door het bekijken van het resultaat van `netstat -i`; de tweede regel met resultaten moet er ongeveer als volgend uitzien:

```
ed0    1500    <Link>0.2.c1.28.5f.4a          191923 0    129457    0    116
```

Dit geeft aan dat het specifieke Ethernet MAC adres van het systeem is 00:02:c1:28:5f:4a — de punten in het Ethernet MAC adres welke gegeven wordt door `netstat -i` moet worden veranderd in dubbele punten (":") en voorloop nullen moeten worden toegevoegd aan elk enkel hexadecimaal getal om het adres te converteren naar de vorm die `arp(8)` wenst; zie de handleiding van `arp(8)` voor een compleet overzicht van het gebruik hiervan.

Opmerking: Wanneer u `/etc/sliphome/slip.login` en `/etc/sliphome/slip.logout`, aanmaakt moet het "uitvoerbare" bitje gezet zijn (b.v. `chmod 755 /etc/sliphome/slip.login /etc/sliphome/slip.logout`) anders is `sliplogin` niet in staat om deze uit te voeren.

27.7.2.4.3. *slip.logout* configuratie

`/etc/sliphome/slip.logout` is niet strict noodzakelijk (tenzij u "proxy ARP" implementeert), maar als beslist om deze aan te maken is dit een voorbeeld basis `slip.logout` script:

```
#!/bin/sh -
#
#      slip.logout

#
# uitlog bestand voor een slip regel.  sliplogin voert deze uit met de
# parameters:
#      1          2          3          4          5          6          7-n
#      slipunit ttyspeed loginname local-addr remote-addr mask opt-args
#
/sbin/ifconfig sl$1 down
```

Als u gebruik maakt van "proxy ARP" wilt u waarschijnlijk dat het `/etc/sliphome/slip.logout` bestand de ARP regel weghaalt voor de SLIP cliënt:

```
#!/bin/sh -
#
#      @(#)slip.logout

#
# uitlog bestand voor een slip regel.  sliplogin voert deze uit met de
# parameters:
#      1          2          3          4          5          6          7-n
#      slipunit ttyspeed loginname local-addr remote-addr mask opt-args
#
/sbin/ifconfig sl$1 down
# Stop met het beantwoorden van ARP verzoeken voor de SLIP cliënt
/usr/sbin/arp -d $5
```


Het `arp -d $5` verwijderd de ARP regel, die “proxy ARP” heeft toegevoegd toen de SLIP cliënt inlogde.

Het is belangrijk om dit te herhalen: zorg ervoor `/etc/sliphome/slip.logout` het uitvoerbare beetje heeft gezet nadat deze gecreeërd is (b.v. `chmod 755 /etc/sliphome/slip.logout`).

27.7.2.5. Routering overwegingen

Als u geen gebruik maakt van de “proxy ARP” voor het routeren van pakketten tussen uw SLIP cliënts en de rest van uw netwerk (en wellicht het internet), moeten er misschien een aantal statische routeringen naar de best bereikbare standaard router ingesteld worden om uw SLIP cliënts te routeren via uw SLIP server.

27.7.2.5.1. Statische routeringen

Het toevoegen van statische routeringen naar de dichtsbijzijnde router kan problematisch zijn (of zelfs onmogelijk als u niet de bevoegdheden heeft om dit te doen). Als u een netwerk heeft met meerdere routers binnen uw organisatie kan het zijn dat sommige routers, zoals die van Cisco en Proteon, niet alleen geconfigureerd moeten worden met de statische route naar het SLIP subnet, maar deze moeten dan ook geconfigureerd worden over welke statische routes aan andere routers verteld moeten worden. Enige expertise en fine tunen kan nodig zijn om statische routing te laten werken.

Hoofdstuk 28.

Elektronische mail

28.1. Overzicht

“Elektronische Mail”, beter bekend als email, is tegenwoordig een van de meest gebruikte vormen van communicatie. Dit hoofdstuk geeft een algemene inleiding in het opzetten van een mailserver op FreeBSD, alsmede een introductie in het verzenden en ontvangen van email op FreeBSD; het is echter geen complete referentie en veel belangrijke overwegingen zullen buiten beschouwing worden gelaten. Voor een completere behandeling wordt de lezer gewezen op de vele uitstekende boeken welke worden vermeld in Bijlage B.

In dit hoofdstuk wordt behandeld:

- Welke software (componenten) gebruikt wordt(en) bij het verzenden en ontvangen van email.
- Waar algemene **sendmail** instellingsbestanden worden opgeslagen in FreeBSD.
- Het verschil tussen lokale en postbussen op afstand.
- Hoe spammers te verhinderen dat ze de mailserver illegaal gebruiken als "relay".
- Hoe een andere MTA (Mail Transfer Agent) te installeren en configureren op het systeem, ter vervanging van **sendmail**.
- Hoe veel voorkomende problemen met mail servers worden opgelost.
- Hoe SMTP met UUCP te gebruiken.
- Hoe een systeem in te stellen om alleen mail te verzenden.
- Hoe email te gebruiken met een inbelverbinding.
- Hoe SMTP Authenticatie in te stellen voor verhoogde beveiliging.
- Hoe een Mail User Agent zoals **mutt** te installeren om email te verzenden en te ontvangen.
- Hoe mail te downloaden van een POP of IMAP server op afstand.
- Hoe automatisch filters en sorteerregels op inkomende email toe te passen.

Voordat dit hoofdstuk gelezen wordt, dienen:

- De netwerkverbindingen correct ingesteld te zijn (Hoofdstuk 31).
- De juiste DNS-informatie ingesteld te zijn voor de mailserver (Hoofdstuk 29).
- Bekend te zijn hoe software van derde partijen te installeren (Hoofdstuk 4).

28.2. Gebruik maken van elektronische mail

Er zijn vijf belangrijke componenten betrokken bij het uitwisselen van email. Dit zijn: het gebruikersprogramma, de serverdaemon, DNS, een postbus, lokaal of op afstand, en natuurlijk de mailhost zelf.

28.2.1. Het gebruikersprogramma

Dit omvat opdrachtregelprogramma's zoals **mutt**, **alpine**, **elm**, en **mail**, en GUI programma's zoals **balsa**, **xfmail**, en iets "geavanceerder" zoals een webbrowser. Deze programma's doen niets anders dan de mail bezorgen bij de lokale "mailhost", door deze af te leveren of bij een van de beschikbare serverdiensten, of via TCP.

28.2.2. Mailhost Server Daemon

FreeBSD wordt standaard geleverd met de **sendmail**, maar ondersteund meerdere andere mailserver daemons, zoals:

- **exim**;
- **postfix**;
- **qmail**.

De server daemon heeft meestal twee functies—het is verantwoordelijk voor het ontvangen van inkomende mail en het bezorgen van uitgaande mail. Het is *niet* verantwoordelijk voor het verzamelen van mail door gebruik te maken van protocollen zoals POP of IMAP om mail te lezen, noch staat het toe om een verbinding te maken met een lokale mbox of Maildir postbus. Het is mogelijk dat daarvoor een extra daemon voor nodig is.

WaarschuwingOudere versies van **sendmail** hebben serieuze beveiligingslekken welke kunnen leiden tot een situatie waarbij een aanvaller lokale of toegang van afstand tot de machine kan verkrijgen. Draai een actuele versie om deze problemen te voorkomen. Optioneel kan een alternatieve MTA van de FreeBSD Portscollectie geïnstalleerd worden.

28.2.3. Email en DNS

Het Domein Naam Systeem (DNS) en de daemon **named** spelen een grote rol in het bezorgen van email. Om het mogelijk te maken email van de deze lokatie naar een andere lokatie te bezorgen, zal de serverdaemon de andere lokatie opzoeken in het DNS om zo de host te bepalen die de email voor de bestemming in ontvangst zal nemen. Dit gebeurt ook als email verzonden wordt vanaf een andere host naar de lokale mailserver.

DNS is verantwoordelijk voor het koppelen van hostnamen aan IP-adressen, en voor het opslaan van specifieke informatie voor het bezorgen van mail, bekend als MX-regels. De MX-regel (Mail eXchanger) specificeert welke host(s) mail zullen ontvangen voor een specifiek domein. Als er geen MX-regel is voor deze hostnaam of dit domein, dan zal de mail direct bij de host worden afgeleverd, mits er een A-regel is die deze hostnaam aan dit IP-adres koppelt.

De MX-regels van een willekeurig domein kunnen worden bekeken door gebruik te maken van het commando **host(1)**, zoals te zien is in het onderstaande voorbeeld:

```
% host -t mx FreeBSD.org
FreeBSD.org mail is handled (pri=10) by mx1.FreeBSD.org
```

28.2.4. Mail ontvangen

De mailhost verzorgt het ontvangen van mail voor het domein. Deze zal alle mail verzonden aan het domein verzamelen en deze afhankelijk van de configuratie opslaan in òf `mbx` (de standaardmanier om mail op te slaan) òf in Maildir-formaat. Wanneer de mail eenmaal is opgeslagen, kan het òf lokaal gelezen worden door toepassingen als mail(1) of **mutt**, of op afstand bekeken en verzameld worden middels protocollen als POP of IMAP. Dit betekent, dat als mail alleen lokaal wordt gelezen, er geen POP- of IMAP-server geïnstalleerd hoeft te worden.

28.2.4.1. Op afstand toegang tot de postbus krijgen door gebruik te maken van POP en IMAP

Om op afstand toegang te krijgen tot postbussen is het nodig toegang te hebben tot een POP- of IMAP -server. Deze protocollen stellen gebruikers in staat hun postbus gemakkelijk op afstand te benaderen. Hoewel zowel POP als IMAP gebruikers in staat stellen op afstand een postbus te bereiken, biedt IMAP veel voordelen, waaronder:

- IMAP kan berichten zowel op de server op afstand opslaan als ze ophalen.
- IMAP ondersteunt gelijktijdig actualiseren.
- IMAP kan uitstekend worden gebruikt over langzame verbindingen omdat het gebruikers in staat stelt de structuur van berichten te bekijken zonder deze binnen te halen; het kan ook worden gebruikt om te zoeken op de server om zo de gegevensoverdracht tussen client en server te minimaliseren.

Om een POP- of IMAP- server te installeren, zijn de volgende stappen nodig:

1. Kies een IMAP- of POP -server die het beste aan de eisen voldoet. De volgende POP- en IMAP -servers zijn zeer bekend en zijn goede voorbeelden:
 - **qpopper**;
 - **teapop**;
 - **imap-uw**;
 - **courier-imap**;
 - **dovecot**;
2. Installeer de gewenste POP- of IMAP-daemon vanuit de Portscollectie.
3. Wijzig indien nodig `/etc/inetd.conf` om de POP- of IMAP - server te laden.

Waarschuwing Let er wel op dat zowel POP en IMAP informatie, waaronder gegevens over gebruikersnaam en wachtwoord, onversleuteld versturen. Dit betekent, dat wanneer het gewenst is dat de uitwisseling van gegevens over deze protocollen versleuteld is, het verstandig is om te overwegen de sessies over ssh(1) te tunnelen of SSL te gebruiken. Het tunnelen van sessies wordt beschreven in Paragraaf 14.10.8 en SSL in Paragraaf 14.8.

28.2.4.2. Toegang tot lokale postbussen

Postbussen kunnen lokaal benaderd worden door direct op de server waarop de postbus wordt bewaard MUAs te gebruiken. Dit kan gedaan worden door programma's zoals **mutt** of mail(1) te gebruiken.

28.2.5. De mailhost

De mailhost is de naam van de server welke verantwoordelijk is voor het afleveren en ontvangen van mail voor de server en mogelijk voor het netwerk.

28.3. sendmail instellen

sendmail(8) is de standaard Mail Transfer Agent (MTA) in FreeBSD. **sendmail**'s taak is het accepteren van mail van gebruikersprogramma's (MUA) en deze te bezorgen bij de juiste mailer zoals gedefinieerd in het betreffende configuratiebestand. **sendmail** kan ook netwerkverbindingen accepteren en mail in lokale postbussen afleveren of bezorgen bij een ander programma.

sendmail gebruikt de volgende configuratiebestanden:

Bestandsnaam	Functie
/etc/mail/access	bestand met de toegangsdatabase van sendmail
/etc/mail/aliases	Aliases voor postbussen
/etc/mail/local-host-names	Lijst van servers waarvoor sendmail mail accepteert
/etc/mail/mailer.conf	Configuratie voor het mailerprogramma
/etc/mail/mailertable	Aflevertabel voor de mailer
/etc/mail/sendmail.cf	Hoofdconfiguratiebestand van sendmail
/etc/mail/virtusertable	Tabellen voor virtuele gebruikers en domeinen

28.3.1. /etc/mail/access

De toegangsdatabase definieert welke host(s) of IP-adressen toegang hebben tot de lokale mailserver en wat voor soort toegang ze hebben. Hosts kunnen in de lijst als OK, REJECT, of RELAY staan, of worden doorgevoerd naar de foutafhandelingsprocedure van **sendmail** met een bepaalde mailerfout. Hosts welke vermeld staan als OK, wat de standaard is, kunnen mail versturen naar deze host zolang de eindbestemming van de mail de lokale machine is. Hosts welke vermeld staan als REJECT worden voor alle verbindingen geweigerd. Hosts met een RELAY vermelding wordt toegestaan om via deze server mail naar elke bestemming te sturen.

Voorbeeld 28-1. Configureren van de sendmail toegangsdatabase

```
cyberspammer.com 550 We accepteren geen mail van spammers
FREE.STEALTH.MAILER@ 550 We accepteren geen mail van spammers
another.source.of.spam REJECT
okay.cyberspammer.com OK
128.32 RELAY
```

In dit voorbeeld staan vijf vermeldingen. Mailafzenders die overeenkomen met de linkerzijde van de tabel worden beïnvloed door de actie die vermeld staat aan de rechterzijde van de tabel. De eerste twee voorbeelden geven een foutcode af aan de foutafhandelingsroutine van **sendmail**. Het bericht wordt bij de externe host bekend gemaakt wanneer een mail voldoet aan de linkerzijde van de tabel. De volgende regel weigert mail van een specifieke host op het Internet, `another.source.of.spam`. De volgende regel accepteert mailverbindingen van een host `okay.cyberspammer.com`, welke nauwkeuriger is dan de regel met `cyberspammer.com` erboven. Specifiekere

regels vervangen minder specifieke. De laatste regel staat het doorsturen van elektronische mail toe vanaf hosts waarvan de IP-adressen beginnen met 128.32. Deze hosts zijn dan in staat om via deze mailserver naar een andere bestemming mail te versturen.

Wanneer dit bestand is bijgewerkt, dient `make` in `/etc/mail/` te gedraaid te worden om de database bij te werken.

28.3.2. `/etc/mail/aliases`

De aliasdatabase bevat een lijst met virtuele postbussen die verwijzen naar andere gebruiker(s), bestand(en), programma('s) of andere aliases. Hier zijn een paar voorbeelden die gebruikt kunnen worden in `/etc/mail/aliases`:

Voorbeeld 28-2. Mailaliases

```
root: localuser
ftp-bugs: joe,eric,paul
bit.bucket: /dev/null
procmail: "|/usr/local/bin/procmail"
```

Het bestandsformaat is simpel; de postbusnaam aan de linkerzijde van de dubbele punt wordt verder uitgewerkt naar de doel(en) aan de rechterzijde. Het eerste voorbeeld breidt de postbus van `root` uit naar de postbus `localuser`, welke dan vervolgens weer wordt opgezocht in de aliasdatabase. Als er geen verdere overeenkomst wordt gevonden, dan wordt het bericht afgeleverd bij de lokale gebruiker `localuser`. Het volgende voorbeeld toont een mailinglijst. Mail voor de postbus `ftp-bugs` wordt doorverwezen naar de drie lokale postbussen `joe`, `eric` en `paul`. Merk op dat een externe postbus gespecificeerd kan worden als `<user@example.com>`. Het volgende voorbeeld toont het schrijven van mail naar een bestand, in dit geval `/dev/null`. Het laatste voorbeeld toont het sturen van mail naar een programma, in dit geval wordt het mailbericht doorgestuurd naar de standaard invoer van `/usr/local/bin/procmail` via een UNIX pijp.

Wanneer dit bestand is bijgewerkt, dient `make` in `/etc/mail/` gedraaid te worden om de database bij te werken.

28.3.3. `/etc/mail/local-host-names`

Dit is een lijst van hostnamen die `sendmail(8)` moet accepteren als de lokale hostnaam. Hierin dienen alle hostnamen geplaatst te worden waarvoor **sendmail** mail moet ontvangen. Als deze mailserver mail moet ontvangen voor het domein `example.com` en de hostnaam is `mail.example.com`, dan ziet `local-host-names` er ongeveer zo uit:

```
example.com
mail.example.com
```

Wanneer dit bestand is bijgewerkt, dient `sendmail(8)` opnieuw gestart te worden zodat het de veranderingen kan lezen.

28.3.4. `/etc/mail/sendmail.cf`

Het hoofdinstantiebestand van **sendmail**, `sendmail.cf` controleert het algemene gedrag van **sendmail**, inclusief alles van het herschrijven van emailadressen tot het sturen van weigeringsberichten naar externe mailservers. Met zo'n diverse rol is dit instellingenbestand redelijk complex en vallen de details buiten het bereik van dit hoofdstuk. Gelukkig hoeft dit bestand maar zelden aangepast te worden voor standaard mailservers.

Het hoofdinstantellingenbestand van **sendmail** kan gebouwd worden met m4(1) macro's die het gedrag en de mogelijkheden van **sendmail** specificeren. Lees `/usr/src/contrib/sendmail/cf/README` voor meer details. Wanneer dit bestand is bijgewerkt, dient sendmail(8) opnieuw gestart te worden om de wijzigingen door te voeren.

28.3.5. `/etc/mail/virtusertable`

De `virtusertable` verbindt mailadressen voor virtuele domeinen en postbussen met echte postbussen. Deze postbussen kunnen lokaal, op afstand, aliassen gedefinieerd in `/etc/mail/aliases`, of bestanden zijn.

Voorbeeld 28-3. Voorbeeld van een mailtabel voor een virtueel domein

```
root@example.com root
postmaster@example.com postmaster@noc.example.net
@example.com joe
```

In het voorbeeld hierboven staat een tabel voor een domein `example.com`. Dit bestand wordt van boven naar beneden verwerkt, en de eerste overeenkomende regel wordt gebruikt. De eerste regel verbindt `<root@example.com>` met de lokale postbus `root`. De volgende regel verbindt `<postmaster@example.com>` met de postbus `postmaster` op de host `noc.example.net`. Als geen van de vorige regels van `example.com` overeenkomen, zal de laatste regel gebruikt worden, die alle andere post geadresseerd aan iemand bij `example.com` opvangt en naar de lokale postbus `joe` stuurt.

28.4. De Mail Transfer Agent vervangen

Zoals eerder vermeld wordt FreeBSD geleverd met **sendmail** voorgeïnstalleerd als MTA (Mail Transfer Agent). Daarom regelt het standaard uitgaande en binnenkomende mail.

In sommige gevallen willen systeembeheerders wegens uiteenlopende redenen hun MTA vervangen. Deze redenen variëren van het uitproberen van een andere MTA tot het installeren van een bepaalde functionaliteit of pakket dat afhankelijk is van een andere MTA.

28.4.1. Een nieuwe MTA installeren

Er is een waaier van MTA's beschikbaar. Een goed startpunt is de FreeBSD Ports Collectie waar er veel gevonden kunnen worden. Het is natuurlijk mogelijk iedere MTA te gebruiken vanaf iedere locatie, zolang het draait op FreeBSD.

Begin met het installeren van de nieuwe MTA. Als de MTA eenmaal geïnstalleerd is wordt er de kans gegeven te beslissen of de nieuwe MTA echt voldoet aan de eisen, en is het mogelijk de nieuwe software te configureren voordat het het werk van **sendmail** overneemt. Bevestig voordat de MTA geïnstalleerd wordt dat de nieuwe software geen poging onderneemt systeemtoepassingen zoals `/usr/bin/sendmail` te overschrijven, anders wordt de nieuwe software onmiddellijk in gebruik genomen voordat het is geconfigureerd.

Neem de documentatie van de gekozen MTA door voor meer informatie over het configureren van de software.

28.4.2. sendmail uitschakelen

Waarschuwing Als **sendmail**'s uitgaande emaildienst uitgeschakeld wordt, is het belangrijk dat het vervangen wordt door een alternatief systeem. Als ervoor gekozen wordt dit niet te doen, zullen systeemfunctionaliteiten zoals `periodic(8)` niet in staat zijn hun resultaten te bezorgen per email, zoals ze normaliter verwachten te kunnen doen. Vele delen van het systeem zullen verwachten een werkend systeem aan te treffen dat compatibel is met **sendmail**. Als toepassingen binaries van **sendmail** blijven gebruiken om mail te versturen nadat deze uitgeschakeld werden, kan de mail in een inactieve **sendmail** wachtrij geplaatst worden, en nooit bezorgd worden.

Om **sendmail** volledig uit te schakelen, inclusief de uitgaande emaildienst, dient

```
sendmail_enable="NO"
sendmail_submit_enable="NO"
sendmail_outbound_enable="NO"
sendmail_msp_queue_enable="NO"
```

toegevoegd te worden aan `/etc/rc.conf`.

Als enkel **sendmail**'s ingaande emaildienst uitgeschakeld dient te worden, dient

```
sendmail_enable="NO"
```

toegevoegd te worden aan `/etc/rc.conf`. Meer informatie over de opstartopties van **sendmail** is beschikbaar in de hulppagina `rc.sendmail(8)`.

28.4.3. De nieuwe MTA starten tijdens het opstarten

De nieuwe MTA kan gestart worden door deze instellingsregel toe te voegen aan `/etc/rc.conf`, zoals het volgende voorbeeld voor postfix:

```
# echo 'postfix_enable="YES"' >> /etc/rc.conf
```

De MTA zal nu automatisch tijdens het opstarten worden gestart.

28.4.4. sendmail vervangen als de standaard systeemmailer

Het programma **sendmail** is zo vanzelfsprekend als standaard software op UNIX systemen dat sommige softwarepakketten ervan uitgaan dat **sendmail** reeds geïnstalleerd en geconfigureerd is. Daarom voorzien vele alternatieve MTA's in compatibele implementaties van de opdrachtregelinterface van **sendmail**; dit vergemakkelijkt het gebruik van alternatieve MTA's als vervanging voor **sendmail**.

Bij het gebruiken van een alternatieve MTA moet men er zeker van zijn dat software die probeert de standaardtoepassingen van **sendmail** zoals `/usr/bin/sendmail` te gebruiken, ook daadwerkelijk de gekozen alternatieve mailer gebruikt. Gelukkig heeft FreeBSD hiervoor een systeem, `mailwrapper(8)`, dat deze taak van de systeembeheerder overneemt.

Als **sendmail** werkt zoals origineel geïnstalleerd, bevat `/etc/mail/mailer.conf` bij benadering het volgende:

```
sendmail /usr/libexec/sendmail/sendmail
```



```
send-mail /usr/libexec/sendmail/sendmail
mailq /usr/libexec/sendmail/sendmail
newaliases /usr/libexec/sendmail/sendmail
hoststat /usr/libexec/sendmail/sendmail
purgestat /usr/libexec/sendmail/sendmail
```

Dit wil zeggen dat wanneer een van deze algemene opdrachten (zoals `sendmail` zelf) uitgevoerd wordt, het systeem in werkelijkheid een kopie van de mailwrapper genaamd `sendmail` uitvoert, dat `mailer.conf` controleert en `/usr/libexec/sendmail/sendmail` uitvoert. Dit systeem maakt het eenvoudiger te specificeren welke toepassingen daadwerkelijk uitgevoerd worden wanneer deze standaard `sendmail` functies aangeropen worden.

Als men bijvoorbeeld wil dat `/usr/local/supermailer/bin/sendmail-compat` uitgevoerd wordt in plaats van **sendmail**, kan men `/etc/mail/mailer.conf` als volgt aanpassen:

```
sendmail /usr/local/supermailer/bin/sendmail-compat
send-mail /usr/local/supermailer/bin/sendmail-compat
mailq /usr/local/supermailer/bin/mailq-compat
newaliases /usr/local/supermailer/bin/newaliases-compat
hoststat /usr/local/supermailer/bin/hoststat-compat
purgestat /usr/local/supermailer/bin/purgestat-compat
```

28.4.5. Afwerking

Wanneer alles correct geconfigureerd is, dienen ofwel alle ongebruikte **sendmail** processen gestopt te worden en de processen behorend aan de nieuwe software gestart te worden, ofwel dient het systeem opnieuw gestart te worden. Herstarten geeft ook de mogelijkheid te controleren of de nieuwe MTA correct geconfigureerd is om tijdens het opstartproces gestart te worden.

28.5. Problemen oplossen

1. Waarom is het nodig om de FQDN te gebruiken voor hosts op de site?

Het is waarschijnlijk dat de host zich in een ander domein bevindt; bijvoorbeeld als het gewenst is om host `mompel` in het domein `bar.edu` vanuit domein `foo.bar.edu` te bereiken, is het nodig om er met de volledig gekwalificeerde domeinnaam naar te verwijzen, `mompel.bar.edu`, in plaats van slechts `mompel`.

Traditioneel werd dit door BSD BIND resolvers toegestaan. De huidige versie van **BIND** die met FreeBSD wordt geleverd levert niet langer standaard afkortingen voor onvolledig gekwalificeerde domeinnamen anders dan het huidige domein. Dus moet een ongekwalificeerde host `mompel` òf als `mompel.foo.bar.edu` gevonden worden, òf wordt er naar gezocht in het root domein.

Dit verschilt van het vorige gedrag, waar de zoektocht doorging over `mompel.bar.edu`, en `bar.edu`. Zie RFC 1535 voor de redenen waarom dit als een slechte gewoonte en zelfs als beveiligingslek werd beschouwd.

Als een goede tussenoplossing kan deze regel:

```
search foo.bar.edu bar.edu
```

in plaats van het voorgaande:

domain foo.bar.edu

in `/etc/resolv.conf` geplaatst worden. Ben er echter zeker van dat de zoekvolgorde niet verder gaat dan de “grens tussen lokale en publieke regelgeving”, zoals RFC 1535 het noemt.

2. **sendmail** zegt mail loops back to myself

Dit wordt in de FAQ van **sendmail** als volgt beantwoord:

Deze foutmeldingen verschijnen:

```
553 MX list for domain.net points back to relay.domain.net
554 <user@domain.net>... Local configuration error
```

Hoe kan dit probleem worden opgelost?

Er is gevraagd om mail van het domein (bijvoorbeeld domain.net) naar een specifieke host door te sturen (in dit geval relay.domain.net) door gebruik te maken van een MX-regel, maar de machine die het door moet sturen herkent zichzelf niet als domain.net. Voeg domain.net toe aan `/etc/mail/local-host-names` [bekend als `/etc/sendmail.cw` voor versies eerder dan 8.10] (als `FEATURE(use_cw_file)` gebruikt wordt) of voeg “Cw domain.net” toe aan `/etc/mail/sendmail.cf`.

De FAQ van **sendmail** is te vinden op <http://www.sendmail.org/faq/> en wordt aangeraden om te lezen indien enig “tweaken” van de mailinstallatie gewenst is.

3. Hoe kan een mailserver op een inbel-PPP-host gedraaid worden?

Het is gewenst om een FreeBSD-computer in een LAN met het Internet te verbinden. De FreeBSD-computer zal een mail-gateway voor het LAN zijn. De PPP-verbinding is niet toegewijd.

Er zijn minstens twee manieren om dit te doen. Eén manier is om UUCP te gebruiken.

Een andere manier is ervoor te zorgen dat een server die altijd met het Internet verbonden is secundaire MX-diensten voor het domein biedt. Als het domein bijvoorbeeld `example.com` is en de internetprovider `example.net` heeft ingesteld om secundaire MX-diensten voor het domein te bieden:

```
example.com.  MX 10 example.com.
              MX 20 example.net.
```

Er dient slechts één host als de uiteindelijke ontvanger gespecificeerd te worden (voeg `CW example.com` toe aan `/etc/mail/sendmail.cf` op `example.com`).

Wanneer de verzendende **sendmail** probeert om mail af te leveren zal het proberen met `example.com` te verbinden via de modemverbinding. Waarschijnlijk zal dit een time-out geven omdat de computer niet online is. Het programma **sendmail** zal het automatisch aan de secundaire MX-site, de internetprovider (`example.net`) afleveren. De secundaire MX zal dan periodiek proberen om een verbinding te maken met de computer en de mail aan de primaire MX-host leveren (`example.com`).

Het kan wenselijk zijn om iets als het onderstaande als inlogscript te gebruiken:

```
#!/bin/sh
# Zet mij in /usr/local/bin/pppmyisp
( sleep 60 ; /usr/sbin/sendmail -q ) &
/usr/sbin/ppp -direct pppmyisp
```

Indien er een apart inlogscript voor een gebruiker wordt aangemaakt, kan `sendmail -qRexample.com` gebruikt worden in plaats van het bovenstaande script. Dit zorgt ervoor dat alle mail in de mailrij voor `example.com` onmiddellijk verwerkt wordt.

Een verdere verfijning van de situatie is deze:

Bericht gestolen van de FreeBSD Internet service provider mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-isp>).

```
> we bieden de secundaire MX voor een klant.
> De klant maakt automatisch verschillende keren per dag een verbinding
> met onze diensten om de mailberichten naar zijn primaire MX te
> sturen (we bellen zijn site niet indien er een mail voor zijn
> domein arriveert). Onze sendmail verstuurt de mailrij om de 30
> minuten. Op het moment moet de klant 30 minuten online blijven om
> er zeker van te zijn dat alle mail naar de primaire MX is gegaan.
>
> Is er een commando dat sendmail er toe aanzet om alle mailberichten
> nu te versturen? De gebruiker heeft uiteraard geen root-rechten op
> onze machine.
```

In de sectie "privacy flags" van `sendmail.cf` staat een definitie `Opgowaway,restrictqrun`

Verwijder `restrictqrun` om niet-root-gebruikers toe te staan te beginnen de rij te verwerken. Het kan ook wenselijk zijn om de MXs opnieuw te rangschikken. Wij zijn zo de eerste MX voor onze klanten, en we hebben dit gedefinieerd:

```
# Als we de beste MX voor een host zijn, probeer direct in plaats van
# een lokale configuratiefout te genereren.
OwTrue
```

Op deze manier zal een site op afstand rechtstreeks hier afleveren, zonder de verbinding van de klant te proberen. Vervolgens wordt er naar de klant verstuurd. Dit werkt alleen voor "hosts", dus dient de klant hun mailcomputer "customer.com" te noemen en "hostname.customer.com" in de DNS de plaatsen. Plaats een A-regel in de DNS voor "customer.com".

4. Waarom blijven er fouten als `Relaying Denied` verschijnen wanneer er mail van andere hosts wordt verstuurd?

In standaard FreeBSD-installaties is **sendmail** geconfigureerd om alleen mail te versturen van de host waarop het draait. Als bijvoorbeeld een POP-server beschikbaar is, kunnen gebruikers mail controleren vanuit school, werk, of andere lokaties op afstand, maar zullen ze nog steeds niet in staat zijn om uitgaande emails van lokaties van buitenaf te versturen. Gewoonlijk zal er na enkele ogenblikken na de poging een email van **MAILER-DEAMON** worden verzonden met een foutbericht 5.7 `Relaying Denied`.

Er zijn verschillende manieren om dit te omzeilen. De oplossing die het meest voor de hand ligt, is om het adres van de internetprovider in een bestand `relay-domains` op `/etc/mail/relay-domains` te zetten. Een snelle manier om dit te doen is:

```
# echo "your.isp.example.com" > /etc/mail/relay-domains
```

Nadat dit bestand is aangemaakt of bewerkt dient **sendmail** opnieuw gestart te worden. Dit werkt prima indien u een serverbeheerder bent en het niet wenselijk is om mail lokaal te verzenden, of indien het gewenst is om een point-en-click client/systeem op een andere machine of zelfs bij een andere internetprovider te gebruiken. Het is ook erg bruikbaar indien er slechts enkele email-accounts zijn aangemaakt. Als er een groot aantal adressen dient te worden toegevoegd, kan dit bestand in worden geopend en de domeinen worden toegevoegd, één per regel:

```
your.isp.example.com
other.isp.example.net
users-isp.example.org
www.example.org
```

Nu zal het verzenden van elke mail door dit systeem, verstuurd door elke host in deze lijst, lukken (aangenomen dat de gebruiker een account op het systeem heeft). Dit is een aardige manier om gebruikers toe te staan op afstand mail vanaf het systeem te verzenden zonder dat mensen wordt toegestaan om spam vanaf het systeem te verzenden.

28.6. Geavanceerde onderwerpen

De volgende sectie behandelt meer ervaren onderwerpen zoals mailinstellingen en het instellen van mail voor het gehele domein.

28.6.1. Basisinstellingen

Het verzenden van email naar externe hosts zou onmiddellijk moeten werken, zolang `/etc/resolv.conf` is aangemaakt of zolang er een nameserver wordt gedraaid. Indien het gewenst is dat mail voor de host aan de MTA (bijvoorbeeld **sendmail**) geleverd dient te worden op de FreeBSD-host, zijn er twee methoden:

- Draai een eigen nameserver op een eigen domein, bijvoorbeeld `FreeBSD.org`
- Zorg ervoor dat mail direct aan de host geleverd wordt. Dit wordt gedaan door mail direct aan de huidige DNS-naam voor de machine, bijvoorbeeld `example.FreeBSD.org`, te leveren.

Onafhankelijk van de hierboven gekozen methode, dient de host, om er direct mail aan geleverd te krijgen, een permanent statisch IP-adres te hebben (niet een dynamisch adres, zoals dat bij de meeste PPP-inbelverbindingen het geval is). Indien er een firewall actief is, dient het SMTP-verkeer naar de host door te geven. Indien het gewenst is dat de host direct mail ontvangt, dient één van de twee onderstaande dingen geregeld te zijn:

- Zorg ervoor dat de (laagstgenummerde) MX-regel in het DNS naar het IP-adres van de host wijst.
- Zorg ervoor dat er geen MX-regel in het DNS is voor de host.

Met elk van de bovenstaanden kan mail direct op de host ontvangen worden.

Probeer dit:

```
# hostname
example.FreeBSD.org
# host example.FreeBSD.org
example.FreeBSD.org has address 204.216.27.XX
```

Indien dit verschijnt, zal mail die direct naar <yourlogin@example.FreeBSD.org> zonder problemen moeten werken (aangenomen dat **sendmail** correct werkt op example.FreeBSD.org).

Indien in plaats daarvan zoiets als dit verschijnt:

```
# host example.FreeBSD.org
example.FreeBSD.org has address 204.216.27.XX
example.FreeBSD.org mail is handled (pri=10) by hub.FreeBSD.org
```

zal alle mail die naar de host (example.FreeBSD.org) verzameld worden op hub onder dezelfde gebruikersnaam in plaats van direct naar de host verstuurd te worden.

Bovenstaande informatie wordt door de DNS-server afgehandeld . De DNS-regel die informatie over het routen van mail bevat is de Mail eXchange regel . Indien er geen MX-regel is, zal mail direct aan de host worden afgeleverd door middel van het IP-adres.

De MX-regel voor freefall.FreeBSD.org zag er eens als volgt uit:

```
freefall MX 30 mail.crl.net
freefall MX 40 agora.rdrop.com
freefall MX 10 freefall.FreeBSD.org
freefall MX 20 who.cdrom.com
```

Te zien is dat freefall vele MX-regels had. Het laagste MX-getal hoort bij de host die de mail direct ontvangt indien beschikbaar; indien het om een of andere reden niet beschikbaar is, accepteren de anderen (soms “reserve-MXs” genoemd) tijdelijk berichten en geven ze die door wanneer een lager-genummerde host beschikbaar is, om uiteindelijk aan de laagstgenummerde host af te leveren.

Alternatieve MX-sites zouden andere Internetverbindingen dan die van de host moeten hebben om het nuttigst te zijn. De internetprovider of een andere vriendelijke site zouden geen problemen moeten hebben met het leveren van deze dienst.

28.6.2. Mail voor het domein

Om een “mailhost” (ook bekend als een mailserver) te installeren, is het nodig om mail die verzonden wordt naar de verschillende werkstations ernaar toe te leiden. In principe dient alle mail voor elke hostnaam in het domein (in dit geval *.FreeBSD.org) geclaimd te worden en naar de mailserver omgeleid te worden zodat gebruikers hun mail op de hoofdmailserver kunnen ontvangen.

Het gemakkelijkste is het indien er een gebruikersaccount met dezelfde *gebruikersnaam* op beide machines bestaat. Hiervoor dient adduser(8) gebruikt te worden.

De mailhost die het meest gebruikt zal worden is de toegewezen mailuitwisselaar voor elk werkstation in het netwerk. Dit wordt in de DNS-instellingen als volgt gedaan:

```
example.FreeBSD.org A 204.216.27.XX ; werkstation
MX 10 hub.FreeBSD.org ; mailhost
```

Dit zal mail voor het workstation naar de mailhost leiden onafhankelijk van waar de A-regel naar toe wijst. De mail wordt naar de MX-host verzonden.

Om dit te doen is het nodig om een eigen DNS-server te draaien. Neem, indien dit niet het geval is of het niet mogelijk is om een eigen DNS-server te draaien, contact op met degene die de DNS levert.

De volgende informatie is nuttig indien email virtueel gehost wordt. In dit voorbeeld wordt aangenomen dat er een klant is met een eigen domein, in dit geval `customer1.org`, en dat alle mail voor `customer1.org` naar de mailhost `mail.myhost.com` verzonden dient te worden. De regel in het DNS dient er als volgt uit te zien:

```
customer1.org  MX 10 mail.myhost.com
```

Het is *niet* nodig om een A-regel voor `customer1.org` te hebben als er voor dat domein alleen email afgehandeld dient te worden.

Opmerking: Let erop dat `customer1.org` pingen niet werkt tenzij er een A-regel voor bestaat .

Als laatste dient **sendmail** op de mailhost te weten voor welke domeinen en/of hostnamen het mail dient te accepteren. Er bestaan enkele verschillende manieren om dit te doen. Elk van de volgende manieren zal werken:

- Voeg de hosts toe aan het bestand `/etc/mail/local-host-names` indien `FEATURE(use_cw_literal)`. Indien er een versie van **sendmail** wordt gebruikt die ouder is dan 8.10, is het te gebruiken bestand `/etc/sendmail.cw`.
- Voeg een regel met `Cyour.host.com` toe aan `/etc/sendmail.cf` of aan `/etc/mail/sendmail.cf` indien versie 8.10 of nieuwer van **sendmail** wordt gebruikt.

28.7. SMTP met UUCP

De instellingen van **sendmail** die met FreeBSD worden geleverd zijn ontworpen voor sites die een directe verbinding met het Internet hebben. Sites waarvoor de mail via UUCP willen uitwisselen dienen een ander instellingenbestand voor **sendmail** te installeren.

Het handmatig bijstellen van `/etc/mail/sendmail.cf` is een geavanceerd onderwerp. Versie 8 van **sendmail** genereert instellingenbestanden via `m4(1)` preprocessing, waarbij het eigenlijke instellen op een hoger abstractieniveau plaatsvindt. De instellingenbestanden voor `m4(1)` kunnen onder `/usr/share/sendmail/cf` gevonden worden. Het bestand `README` in de map `cf` kan dienen als een basisintrodctie tot het instellen van `m4(1)`.

De beste manier om UUCP te ondersteunen is het gebruiken van de eigenschap `mailertable`. Dit maakt een database aan die **sendmail** kan gebruiken om beslissingen over routes te nemen.

Als eerste dient het `.mc`-bestand aangemaakt te worden. De map `/usr/share/sendmail/cf/cf` bevat enkele voorbeelden. Indien het bestand `foo.mc` heet, hoeft slechts het volgende gedaan te worden om het in een geldig `sendmail.cf` om te zetten:

```
# cd /etc/mail
# make foo.cf
# cp foo.cf /etc/mail/sendmail.cf
```

Een typisch `.mc`-bestand kan er als volgt uitzien:

```

VERSIONID('Uw versienummer') OSTYPE(bsd4.4)

FEATURE(accept_unresolvable_domains)
FEATURE(nocanonify)
FEATURE(mailertable, 'hash -o /etc/mail/mailertable')

define('UUCP_RELAY', uw.uucp.relay)
define('UUCP_MAX_SIZE', 200000)
define('confDONT_PROBE_INTERFACES')

MAILER(local)
MAILER(smtp)
MAILER(uucp)

Cw uw.alias.host.naam
Cw uuuucpnodenaam.UUCP

```

De regels die de eigenschappen `accept_unresolvable_domains`, `nocanonify`, en `confDONT_PROBE_INTERFACES` bevatten zorgen ervoor dat er geen gebruik wordt gemaakt van het DNS tijdens het afleveren van mail. De clausule `UUCP_RELAY` is nodig om UUCP-aflevering te ondersteunen. Hier dient een hostnaam op het Internet ingevuld te worden die `.UUCP` pseudo-domeinadressen kan afhandelen, waarschijnlijk zal dit de mailrelay van de Internetprovider zijn.

Nadat dit gedaan is, is er een bestand `/etc/mail/mailertable` nodig. Indien er slechts één verbinding naar buiten is die voor alle mails gebruikt wordt, zal het volgende bestand volstaan:

```

#
# makemap hash /etc/mail/mailertable.db < /etc/mail/mailertable
.      uucp-dom:uw.uucp.relay

```

Een complexer voorbeeld kan er als volgt uitzien:

```

#
# makemap hash /etc/mail/mailertable.db < /etc/mail/mailertable
#
horus.interface-business.de      uucp-dom:horus
.interface-business.de          uucp-dom:if-bus
interface-business.de            uucp-dom:if-bus
.heep.sax.de                     smtp8:%1
horus.UUCP                       uucp-dom:horus
if-bus.UUCP                      uucp-dom:if-bus
.                                 uucp-dom:

```

De eerste drie regels behandelen speciale gevallen waarbij domein-geadresseerde mail niet naar de standaardroute verzonden dient te worden, maar in plaats daarvan naar een UUCP-buur om het afleverpad “af te snijden”. De volgende regel handelt mail naar het lokale Ethernetdomein die met SMTP afgeleverd kan worden af. Als laatste worden UUCP-buren in de `.UUCP`-pseudodomeinnotatie genoemd, om een `uucp-buur!ontvanger -overname` toe te staan. De laatste regel bestaat altijd uit een enkele punt, dat met al het andere matcht, met UUCP-aflevering naar een UUCP-buur die als universele mail-gateway naar de wereld dient. Alle nodenamen achter het sleutelwoord `uucp-dom:` dienen geldige UUCP-buren te zijn, dat met het commando `uname` gecontroleerd kan worden.

Dit bestand dient naar een DBM-database omgezet te worden voor gebruik. De opdrachtregel om dit te doen kan het beste als commentaar bovenaan het bestand `mailertable` gezet worden. Deze opdracht dient telkens wanneer het bestand `mailertable` wordt gewijzigd uitgevoerd te worden.

Laatste tip: indien de werking van een zekere mailroute niet zeker is, kan de optie `-bt` van **sendmail** gebruikt worden. Het start **sendmail** in *adrestestmodus* op ; voer `3,0` gevolgd door het adres dat voor de mailrouting getest dient te worden in. De laatste regel bevat de gebruikte interne mailagent, de bestemmingshost waarmee deze agent aangeroepen wordt, en het (mogelijk vertaalde) adres. Deze modus kan door het typen van **Ctrl +D** verlaten worden.

```
% sendmail -bt
ADDRESS TEST MODE (ruleset 3 NOT automatically invoked)
Enter <ruleset> <address>
> 3,0 foo@example.com
canonify          input: foo @ example . com
...
parse            returns: $# uucp-dom $@ uw.uucp.relay $: foo < @ example . com . >
> ^D
```

28.8. Instellen om alleen te versturen

Er zijn veel gevallen waarbij het gewenst is om enkel mail te verzenden via een relay. Voorbeelden hiervan zijn:

- De computer is een desktop, maar het is gewenst om programma's als `send-pr(1)` te gebruiken. Hiervoor dient de `mailrelay` van de internetprovider gebruikt te worden.
- De computer is een server welke mail niet lokaal verwerkt, maar alle mail voor verwerking doorstuurt.

Zowat elke MTA kan deze specifieke taak vervullen. Helaas kan het erg moeilijk zijn om een MTA met alle mogelijkheden correct in te stellen om alleen uitgaande mail te behandelen. Programma's als **sendmail** en **postfix** zijn hiervoor grotendeels overbodig.

Ook kan het zijn dat de overeenkomst van een typisch internetabonnement het draaien van een "mail server" verbiedt.

De gemakkelijkste manier om aan deze behoeften te voldoen is door de port `mail/ssmtp` te installeren. Voer als `root` de volgende opdrachten uit:

```
# cd /usr/ports/mail/ssmtp
# make install replace clean
```

Eenmaal geïnstalleerd kan `mail/ssmtp` door middel van het vier-regelige bestand `/usr/local/etc/ssmtp/ssmtp.conf` ingesteld worden:

```
root=uwechteemail@example.com
mailhub=mail.example.com
rewriteDomain=example.com
hostname=_HOSTNAME_
```

Let erop dat het echte emailadres voor `root` gebruikt wordt. Vervang `mail.example.com` door de uitgaande mail relay van de internetprovider (ook wel de "uitgaande mailserver" of "SMTP-server" genoemd).

Let erop dat **sendmail** uitgeschakeld wordt, inclusief de uitgaande maildienst. Raadpleeg Paragraaf 28.4.2 voor details.

mail/ssmtp heeft nog meer mogelijkheden. Raadpleeg het voorbeeldinstelbestand `/usr/local/etc/ssmtp` of de hulppagina van **ssmtp** voor enkele voorbeelden en meer informatie.

Door **ssmtp** op deze manier in te stellen kan alle software op de computer welke mail dient te versturen correct functioneren, zonder dat het beleid van de internetprovider geschonden wordt of dat de computer gekaapt kan worden om spam mee te versturen.

28.9. Mail gebruiken met een inbelverbinding

Indien het IP-adres statisch is, is het niet nodig om de standaardwaarden aan te passen. De toegewezen Internetnaam dient als hostnaam gebruikt te worden waarna **sendmail** de rest kan doen.

Indien het IP-adres dynamisch is en er een inbelverbinding naar het Internet gebruikt wordt, is de postbus waarschijnlijk op de mailserver van de Internetprovider geplaatst. Stel dat het domein van de Internetprovider `example.net` is, dat de gebruikersnaam `gebruiker` is, dat de machine `bsd.home` is, en dat volgens de Internetprovider `relay.example.net` als mailrelay gebruikt kan worden.

Om mail van de postbus te ontvangen, dient er een ontvangstagent geïnstalleerd te worden. Het gereedschap **fetchmail** is een goede keuze omdat het veel verschillende protocollen ondersteunt. Dit programma is als pakket of vanuit de Portscollectie (`mail/fetchmail`) beschikbaar. Normaliter levert de Internetprovider POP. Indien gebruikers-PPP gebruikt wordt, kan de mail automatisch worden opgehaald wanneer er een verbinding met Internet tot stand is gebracht door middel van de volgende regel in `/etc/ppp/ppp.linkup`:

```
MYADDR:
!bg su gebruiker -c fetchmail
```

Indien **sendmail** gebruikt wordt (zoals hieronder te zien is) om mail aan niet-lokale accounts af te leveren, is het waarschijnlijk gewenst dat **sendmail** de mailrij verwerkt zodra er een Internetverbinding tot stand is gebracht. Hiervoor dient de volgende opdracht na de `fetchmail`-opdracht in `/etc/ppp/ppp.linkup` geplaatst te worden:

```
!bg su gebruiker -c "sendmail -q"
```

Aangenomen wordt dat er een account voor gebruiker op `bsd.home` aanwezig is. In de thuismap van gebruiker op `bsd.home` dient een bestand `.fetchmailrc` aangemaakt te worden:

```
poll example.net protocol pop3 fetchall pass MijnGeheim
```

Dit bestand dient alleen voor gebruiker leesbaar te zijn aangezien het het wachtwoord `MijnGeheim` bevat.

Om mail met de correcte `from:-`header te versturen, dient **sendmail** `<gebruiker@example.net>` in plaats van `<gebruiker@bsd.home>` te gebruiken. Het kan ook wenselijk zijn om **sendmail** alle mail via `relay.example.net` te versturen, om sneller mail te verzenden.

Het volgende `.mc` zou voldoende moeten zijn:

```
VERSIONID('bsd.home.mc version 1.0')
OSTYPE(bsd4.4)dnl
FEATURE(nouucp)dnl
MAILER(local)dnl
MAILER(smtp)dnl
Cwlocalhost
Cwbsd.home
MASQUERADE_AS('example.net')dnl
```

```
FEATURE(allmasquerade)dnl
FEATURE(masquerade_envelope)dnl
FEATURE(nocanonify)dnl
FEATURE(nodns)dnl
define(`SMART_HOST', `relay.example.net')
Dmbsd.home
define(`confDOMAIN_NAME', `bsd.home')dnl
define(`confDELIVERY_MODE', `deferred')dnl
```

In de vorige sectie staan de details over het omzetten van een `.mc`-bestand in bestand `sendmail.cf` . Ook dient **sendmail** herstart te worden na het wijzigen van `sendmail.cf` .

28.10. SMTP-authenticatie

Het hebben van SMTP-authenticatie op een mailserver heeft een aantal voordelen. SMTP- authenticatie kan een extra beveiligingslaag toevoegen aan **sendmail**, en het geeft mobiele gebruikers die van hosts wisselen de mogelijkheid om dezelfde mailserver te gebruiken zonder dat ze telkens de instellingen van hun mailclient moeten veranderen.

1. Installeer `security/cyrus-sasl2` vanuit de ports. Deze port is te vinden in `security/cyrus-sasl2`. De port `security/cyrus-sasl2` ondersteunt een aantal opties tijdens de compilatie. Voor de SMTP-authenticatiemethode die hier gebruikt wordt, dient de optie `LOGIN` te zijn uitgezet.

2. Voeg nadat `security/cyrus-sasl2` is geïnstalleerd deze regel toe aan `/usr/local/lib/sasl2/Sendmail.conf`:

```
pwcheck_method: saslauthd
```

3. Installeer vervolgens `security/cyrus-sasl2-saslauthd`, en voeg de volgende regel toe aan `/etc/rc.conf` :

```
saslauthd_enable="YES"
```

en start vervolgens het `saslauthd-daemon` op:

```
# /usr/local/etc/rc.d/saslauthd start
```

Deze daemon fungeert als een onderhandelaar voor **sendmail** die zich tegen de FreeBSD `passwd`-database authenticceert. Dit bespaart de moeite van het opnieuw creëren van een nieuwe verzameling gebruikersnamen en wachtwoorden voor elke gebruiker die SMTP-authenticatie nodig heeft, en het houdt de wachtwoorden voor het inloggen en de mail hetzelfde.

4. Voeg de volgende regels toe aan `/etc/make.conf` :

```
SENDMAIL_CFLAGS=-I/usr/local/include/sasl -DSASL
SENDMAIL_LDFLAGS=-L/usr/local/lib
SENDMAIL_LDADD=-lsasl2
```

Deze regels geven **sendmail** de juiste instelopties om tijdens het compileren met `cyrus-sasl2` te linken. Zorg ervoor dat `cyrus-sasl2` is geïnstalleerd voordat **sendmail** wordt gehercompileerd.

5. Hercompileer **sendmail** door de volgende opdrachten uit te voeren:

```
# cd /usr/src/lib/libsmutil
# make cleandir && make obj && make
# cd /usr/src/lib/libsm
# make cleandir && make obj && make
```

```
# cd /usr/src/usr.sbin/sendmail
# make cleandir && make obj && make && make install
```

Het compileren van **sendmail** zou geen problemen moeten geven indien `/usr/src` niet veel veranderd is en dat de benodigde gedeelde bibliotheken aanwezig zijn.

6. Nadat **sendmail** is gecompileerd en opnieuw is gecompileerd, dient `/etc/mail/freebsd.mc` (of het plaatselijke `.mc`-bestand) gewijzigd te worden. Veel beheerders kiezen ervoor om de uitvoer van `hostname(1)` als `.mc`-bestandsnaam te gebruiken vanwege de uniciteit. Voeg deze regels toe:

```
dnl set SASL options
TRUST_AUTH_MECH('GSSAPI DIGEST-MD5 CRAM-MD5 LOGIN')dnl
define('confAUTH_MECHANISMS', 'GSSAPI DIGEST-MD5 CRAM-MD5 LOGIN')dnl
```

Deze opties stellen de verschillende beschikbare methoden voor **sendmail** in om gebruikers te authenticeren. Gebruik de bijgeleverde documentatie indien een andere methode dan **pwcheck** gewenst is.

7. Voer als laatste `make(1)` in `/etc/mail` uit. Hierdoor wordt het nieuwe `.mc`-bestand uitgevoerd en wordt een bestand `freebsd.cf` (of de plaatselijke variant ervan) aangemaakt. Voer hierna de opdracht `make install restart` uit, wat het bestand naar `sendmail.cf` kopieert en **sendmail** op de juiste manier herstart. In `/etc/mail/Makefile` staat meer informatie over dit proces.

Indien alles goed is gegaan, moet het mogelijk zijn om de inloginformatie in de mailclient in te voeren en een testbericht te versturen. Zet voor verdere onderzoekingen de `LogLevel` van **sendmail** op 13 en houdt `/var/log/maillog` in de gaten voor foutmeldingen.

Refereer naar de **sendmail**-pagina betreffende SMTP-authenticatie (<http://www.sendmail.org/~ca/email/auth.html>) voor meer informatie.

28.11. Mail User Agents

Een mail user agent (MUA) is een toepassing die wordt gebruikt om email te versturen en te ontvangen. Bovendien, omdat email “evolueert” en steeds complexer wordt, worden MUAs steeds krachtiger in de manier waarop ze met email omgaan; dit biedt gebruikers verhoogde functionaliteit en flexibiliteit. FreeBSD ondersteunt verschillende mail user agents die allemaal eenvoudig geïnstalleerd kunnen worden door de FreeBSD Ports Collectie te gebruiken. Gebruikers kunnen kiezen tussen grafische emailclients zoals **evolution** of **balsa**, op de console gebaseerde clients zoals **mutt**, **alpine** of `mail`, of de webinterface die door sommige grote organisaties wordt gebruikt.

28.11.1. mail

`mail(1)` is de standaard mail user agent (MUA) in FreeBSD. Het is een consolegebaseerde MUA die alle basisfunctionaliteit biedt die nodig is om tekstgebaseerde email te verzenden en te ontvangen, maar het is beperkt in de mogelijkheden om met bijlagen om te gaan en het ondersteunt alleen plaatselijke postbussen.

Hoewel `mail` van huis uit geen ondersteuning voor POP- of IMAP -servers biedt, kunnen deze postbussen gedownload worden naar een lokaal `mbx`-bestand door een toepassing als **fetchmail** te gebruiken, welke later in dit hoofdstuk behandeld wordt (Paragraaf 28.12).

Om email te versturen en te ontvangen, is het voldoende om de opdracht `mail` te geven zoals in het volgende voorbeeld:

```
% mail
```

De inhoud van de gebruikerspostbus in `/var/mail` wordt automatisch gelezen door het programma `mail`. Indien de postbus leeg is, eindigt het programma met een melding dat er geen mail gevonden kon worden. Wanneer de postbus is gelezen, wordt de applicatie-interface gestart, en wordt er een berichtenlijst weergegeven. Berichten worden automatisch genummerd, zoals in het volgende voorbeeld te zien is:

```
Mail version 8.1 6/6/93.  Type ? for help.
"/var/mail/marcs": 3 messages 3 new
>N  1 root@localhost      Mon Mar  8 14:05  14/510  "test"
   N  2 root@localhost      Mon Mar  8 14:05  14/509  "user account"
   N  3 root@localhost      Mon Mar  8 14:05  14/509  "sample"
```

Berichten kunnen nu worden gelezen door middel van het commando `t` van `mail`, gevolgd door het gewenste berichtnummer. In dit voorbeeld wordt de eerste email gelezen:

```
& t 1
Message 1:
From root@localhost  Mon Mar  8 14:05:52 2004
X-Original-To: marcs@localhost
Delivered-To: marcs@localhost
To: marcs@localhost
Subject: test
Date: Mon,  8 Mar 2004 14:05:52 +0200 (SAST)
From: root@localhost (Charlie Root)
```

This is a test message, please reply if you receive it.

Zoals in bovenstaand voorbeeld te zien is, zorgt de toets `t` ervoor dat het bericht met volledige headers wordt getoond. Om de berichtenlijst nogmaals weer te geven, dient de toets `h` gebruikt te worden.

Er kan met `mail` op een email gereageerd worden, door gebruik te maken één van de toetsen `R` of `r`. De toets `R` vertelt `mail` dat er alleen aan de verzender van het bericht geantwoord dient te worden, terwijl de toets `r` niet alleen aan de verzender antwoordt, maar ook aan andere ontvangers van het bericht. Het is ook mogelijk om achter deze commando's het berichtnummer te plaatsen waarop gereageerd dient te worden. Nadat dit gedaan is, dient het antwoord gegeven te worden, en dient het einde van het bericht aangegeven te worden met een enkele `.` op een nieuwe regel. Een voorbeeld staat hieronder:

```
& R 1
To: root@localhost
Subject: Re: test
```

Thank you, I did get your email.

.

EOT

Om een nieuwe email te verzenden, dient de toets `m` gebruikt te worden, gevolgd door het adres van de ontvanger. Er kunnen meerdere ontvangers gespecificeerd worden door ze met een `,` te scheiden. Hierna kan het onderwerp van het bericht worden gegeven, gevolgd door de inhoud van het bericht. Het einde van het bericht dient te worden aangegeven door een enkele `.` op een nieuwe regel te plaatsen.

```
& mail root@localhost
Subject: I mastered mail
```

Now I can send and receive email using mail ... :)

•
EOT

Binnen het programma `mail` kan op elk moment de opdracht `? gebruik` worden om hulp weer te geven, hiervoor kan ook de hulppagina `mail(1)` worden geraadpleegd.

Opmerking: Zoals eerder is aangegeven, is het programma `mail(1)` van origine niet ontworpen om met bijlagen om te gaan, dus behandelt het deze slecht. Nieuwere MUAs zoals **mutt** gaan veel intelligenter met bijlagen om. Maar indien het programma `mail` nog steeds geprefereerd wordt, kan de port `converters/mpack` van aanzienlijk nut zijn.

28.11.2. mutt

mutt is een kleine doch zeer krachtige mail user agent, met uitstekende mogelijkheden, waaronder:

- De mogelijkheid om berichten te threaden;
- PGP-ondersteuning voor het digitaal ondertekenen en versleutelen van email;
- MIME-ondersteuning;
- Maildir-ondersteuning;
- Erg goed aan te passen.

Al deze eigenschappen zorgen ervoor dat **mutt** een van de meest geavanceerde beschikbare mail user agents is. Op <http://www.mutt.org> staat meer informatie.

De stabiele versie van **mutt** kan geïnstalleerd worden door de port `mail/mutt` te gebruiken, terwijl de huidige ontwikkelaarsversie geïnstalleerd kan worden via de port `mail/mutt-devel`. Nadat de port is geïnstalleerd, kan **mutt** gestart worden met het volgende commando:

```
% mutt
```

mutt zal automatisch de inhoud van de gebruikerspostbus in `/var/mail` lezen en de inhoud weergeven indien van toepassing. Indien er geen mails gevonden zijn in de gebruikerspostbus, zal **mutt** wachten voor opdrachten van de gebruiker. Het onderstaande voorbeeld laat zien hoe **mutt** een lijst berichten weergeeft:

```

q:Quit d:Del u:Undel s:Save m:Mail r:Reply g:Group ?:Help
1 N Mar 09 Super-User ( 1) test
2 N Mar 09 Super-User ( 1) user account
3 N Mar 09 Super-User ( 1) sample

--Mutt: /var/mail/marcs [Msgs:3 New:3 1.6K]--(date/date)----- (all)-----

```

Om een email te lezen is het voldoende om het met de cursortoetsen te selecteren, en **Enter** aan te slaan. Een voorbeeld waarbij **mutt** email laat zien staat hieronder::

```

i:Exit -:PrevPg <Space>:NextPg v:View Attachm. d:Del r:Reply j:Next ?:Help
X-Original-To: marcs@localhost
Delivered-To: marcs@localhost
To: marcs@localhost
Subject: test
Date: Tue, 9 Mar 2004 10:28:36 +0200 (SAST)
From: Super-User <root@localhost>

This is a test message, please reply if you receive it.

--N - 1/1: Super-User test -- (all)

```

Net zoals het commando `mail(1)` staat **mutt** gebruikers toe om alleen de afzender alsook alle ontvangers te beantwoorden. Om alleen de afzender van de email te antwoorden, wordt de toets **r** gebruikt. Om aan een groep te antwoorden, welke aan zowel de originele afzender als aan alle berichtontvangers wordt gestuurd, wordt de toets **g** gebruikt.

Opmerking: **mutt** maakt gebruik van het programma `vi(1)` als tekstverwerker voor het aanmaken en beantwoorden van emails. De gebruiker kan dit aanpassen door een eigen `.muttrc` aan te maken in hun thuismap en de variabele `editor` of de omgevingsvariabele `EDITOR` aan te passen. Zie <http://www.mutt.org/> voor meer informatie over het instellen van **mutt**.

Voor het opstellen van een nieuw mailbericht wordt de toets **m** gebruikt. Nadat er een geldig bericht is gegeven, start **mutt** `vi(1)` op en kan de mail geschreven worden. Nadat de inhoud van de mail is geschreven, zal **mutt** nadat `vi` verlaten is, zichzelf hervatten en een overzichtsscherm van de te verzenden mail afbeelden. Om de mail te versturen wordt de toets **y** gebruikt. Een voorbeeld van het overzichtsscherm is hieronder te zien:

```

g:Send q:Abort t:To c:CC s:Subj a:Attach file d:Descrip ?:Help
  From: Marc Silver <marcs@localhost>
  To: Super-User <root@localhost>
  Cc:
  Bcc:
  Subject: Re: test
  Reply-To:
  Fcc:
  Security: Clear

-- Attachments
- I 1 /tmp/mutt-bsd-c0hobscQ [text/plain, 7bit, us-ascii, 1.1K]

-- Mutt: Compose [Approx. msg size: 1.1K Atts: 1]-----

```

mutt bevat ook uitgebreide hulp, welke in de meeste menu's geactiveerd kan worden door de toets **?** aan te slaan. De bovenste regel geeft ook de relevante toetsen aan.

28.11.3. alpine

alpine richt zich op de beginnende gebruiker, maar bevat ook geavanceerde mogelijkheden.

Waarschuwing Er zijn in het verleden verschillende kwetsbaarheden voor **alpine** ontdekt, welke aanvallers op afstand in staat stelden om willekeurige code als gebruikers op het lokale systeem uit te voeren, door een speciaal voorbereide email te versturen. Alle *bekende* problemen van dit type zijn gerepareerd, maar de code van **alpine** is op een zeer onveilige manier geschreven en de beveiligingsofficier van FreeBSD gelooft dat het waarschijnlijk is dat er nog meer onontdekte kwetsbaarheden zijn. Installeer **alpine** op eigen risico.

De huidige versie van **alpine** kan door middel van de port `mail/alpine` geïnstalleerd worden. Wanneer de port geïnstalleerd is, kan **alpine** met het volgende commando gestart worden:

```
% alpine
```

De eerste keer dat **alpine** wordt gedraaid geeft het een welkomspagina met een korte introductie weer, alsmede een verzoek van het ontwikkelteam van **alpine** om een anoniem emailbericht te versturen wat ze in staat stelt om te beoordelen hoeveel gebruikers hun client gebruiken. Druk op **Enter** om dit anonieme bericht te versturen, of druk op **E** om het welkomstscherf te verlaten zonder een anoniem bericht te versturen. Een voorbeeld van het welkomstscherf is hieronder te zien:

```

PINE 4.58  GREETING TEXT                                     No Messages

<<<This message will appear only once>>>

Welcome to Pine ... a Program for Internet News and Email

We hope you will explore Pine's many capabilities. From the Main Menu,
select Setup/Config to see many of the options available to you. Also
note that all screens have context-sensitive help text available.

SPECIAL REQUEST: This software is made available world-wide as a public
service of the University of Washington in Seattle. In order to justify
continuing development, it is helpful to have an idea of how many people
are using Pine. Are you willing to be counted as a Pine user? Pressing
Return will send an anonymous (meaning, your real email address will not
be revealed) message to the Pine development team at the University of
Washington for purposes of tallying.

Pine is a trademark of the University of Washington.

[ALL of greeting text]
? Help      [E] Exit this greeting      [P] PrevPage  [Z] Print
[Ret] [Be Counted!]                  [SpC] NextPage

```

Vervolgens wordt het hoofdmenu getoond, waarin gemakkelijk met de cursortoetsen kan worden genavigeerd. Dit hoofdmenu biedt afkortingen voor het schrijven van nieuwe mail, het doorbladeren van mailmappen, en zelfs het beheren van het adresboek. Onder het hoofdmenu worden relevante toetscombinaties voor de huidige taak getoond.

De standaardmap die door **alpine** wordt geopend is de `inbox`. Gebruik de toets **I** om de berichtenindex te zien, of selecteer de optie MESSAGE INDEX zoals hieronder te zien is:

```

PINE 4.58  MAIN MENU                                         Folder: INBOX  3 Messages

?  HELP          - Get help using Pine
C  COMPOSE MESSAGE - Compose and send a message
I  MESSAGE INDEX  - View messages in current folder
L  FOLDER LIST    - Select a folder to view
A  ADDRESS BOOK   - Update address book
S  SETUP          - Configure Pine Options
Q  QUIT           - Leave the Pine program

Copyright 1989-2003. PINE is a trademark of the University of Washington.

? Help      [P] PrevCmd      [R] RelNotes
[O] OTHER CMDS [I] [Index]  [N] NextCmd      [X] KBLock

```

De berichtenindex geeft de berichten in de huidige map weer, en kan met de cursortoetsen worden genavigeerd. Gemarkeerde berichten kunnen worden gelezen door op **Enter** te drukken.


```

PINE 4.58  MESSAGE INDEX                               Folder: INBOX  Message 1 of 3 ANS
-----
A  1 Mar  9 Super-User      (471) test
A  2 Mar  9 Super-User      (479) user account
A  3 Mar  9 Super-User      (473) sample

? Help  < FldrList  P PrevMsg  - PrevPage  D Delete  R Reply
0 OTHER CMDS > [ViewMsg] N NextMsg  Spc NextPage  U Undelete  F Forward

```

In onderstaand screenshot wordt een voorbeeldbericht door **alpine** weergegeven. Toetsencombinaties worden ter referentie aan de onderkant van het scherm weergegeven. Een voorbeeld van een van deze combinaties is de toets **r**, welke de MUA vertelt op het huidige bericht te antwoorden.

```

PINE 4.58  MESSAGE TEXT                               Folder: INBOX  Message 1 of 3 ALL ANS
-----
Date: Tue,  9 Mar 2004 10:28:36 +0200 (SAST)
From: Super-User <root@localhost>
To: marcs@localhost
Subject: test

This is a test message, please reply if you receive it.

[ALL of message]
? Help  < MsgIndex  P PrevMsg  - PrevPage  D Delete  R Reply
0 OTHER CMDS > ViewAtch N NextMsg  Spc NextPage  U Undelete  F Forward

```

Voor het beantwoorden van een bericht wordt in **alpine** gebruikt gemaakt van de tekstverwerker **pico**, welke standaard bij **alpine** wordt geïnstalleerd. Het programma **pico** maakt het gemakkelijk om in het bericht te navigeren en is meer vergevingsgezind voor nieuwe gebruikers dan vi(1) of mail(1). Wanneer het antwoord voltooid is, kan het bericht worden verzonden door **Ctrl+X** te gebruiken. Het programma **alpine** zal om bevestiging vragen.



Het programma **alpine** kan worden aangepast door de optie **SETUP** van het hoofdmenu te gebruiken. Raadpleeg <http://www.washington.edu/pine/> voor meer informatie.

28.12. fetchmail gebruiken

fetchmail is een volwaardige client voor IMAP en POP welke gebruikers in staat stelt om automatisch mail van IMAP- en POP-servers op afstand naar plaatselijke postbussen te downloaden; daar kan het gemakkelijker worden benaderd. **fetchmail** kan met de port `mail/fetchmail` worden geïnstalleerd, en biedt verschillende mogelijkheden, waaronder:

- Ondersteuning voor POP3, APOP, KPOP, IMAP, ETRN, en ODMR protocollen.
- De mogelijkheid om mail via SMTP door te sturen, wat filteren, doorsturen, en aliassen toestaat om normaal te functioneren.
- Kan in daemon-modus gedraaid worden om periodiek op nieuwe berichten te controleren.
- Kan verschillende postbussen ophalen en ze afhankelijk van de instellingen naar verschillende plaatselijke gebruikers doorsturen.

Hoewel het niet de bedoeling van dit document is om alle mogelijkheden van **fetchmail** uit te leggen, zullen sommige basismogelijkheden worden uitgelegd. Het gereedschap **fetchmail** heeft een instellingenbestand `.fetchmailrc` nodig om correct te kunnen werken. Dit bestand bevat zowel informatie over de server als de inloggegevens. Vanwege de gevoelige aard van de inhoud van dit bestand is het aan te raden om het met het volgende commando alleen leesbaar te maken voor de eigenaar ervan :

```
% chmod 600 .fetchmailrc
```

Het volgende `.fetchmailrc` dient als een voorbeeld voor het downloaden van een postbus van een enkele gebruiker via POP. Het vertelt **fetchmail** om met `example.com` te verbinden als gebruiker `joesoap` met wachtwoord `xxx` . Dit voorbeeld gaat ervan uit dat de gebruiker `joesoap` ook een gebruiker is op het plaatselijke systeem.

```
poll example.com protocol pop3 username "joesoap" password "xxx"
```

Het volgende voorbeeld legt verbinding met meerdere POP- en IMAP-servers en stuurt de mail door naar verschillende plaatselijke gebruikers indien van toepassing:

```
poll example.com proto pop3:
user "joesoap", with password "XXX", is "jsoap" here;
user "andrea", with password "XXXX";
poll example2.net proto imap:
user "john", with password "XXXXX", is "myth" here;
```

Het gereedschap **fetchmail** kan in daemon-modus worden gedraaid met de vlag `-d` gevolgd door het interval (in seconden) waarmee **fetchmail** de servers die in het bestand `.fetchmailrc` vermeld staan dient te vragen. Het volgende voorbeeld zorgt ervoor dat **fetchmail** elke 600 seconden vraagt:

```
% fetchmail -d 600
```

Meer informatie over **fetchmail** is te vinden op <http://fetchmail.berlios.de/>.

28.13. procmail gebruiken

Het gereedschap **procmail** is een zeer krachtig gereedschap voor het filteren van binnenkomende mail. Het stelt gebruikers in staat om “regels” te definiëren welke aan binnenkomende mail gekoppeld kunnen worden om specifieke taken uit te voeren of om de mail naar alternatieve postbussen en/of emailadressen door te sturen. **procmail** kan met de port `mail/procmail` geïnstalleerd worden. Eenmaal geïnstalleerd kan het direct met de meeste MTAs geïntegreerd worden; raadpleeg de documentatie van de MTA voor meer informatie. Als alternatief kan **procmail** geïntegreerd worden door de volgende regel aan het bestand `.forward` in de thuismap van de gebruiker die **procmail** gebruikt toe te voegen:

```
"|exec /usr/local/bin/procmail || exit 75"
```

De volgende sectie geeft wat basisregels van **procmail** met een korte beschrijving ervan. Deze, en andere, regels dienen in het bestand `.procmailrc` geplaatst te worden, welke zich in de thuismap van de gebruiker dient te bevinden.

De meerderheid van deze regels kan ook in de hulppagina `procmailex(5)` gevonden worden.

Stuur alle mail van `<user@example.com>` door naar het externe adres `<goodmail@example2.com>`:

```
:0
* ^From.*user@example.com
! goodmail@example2.com
```

Stuur alle mails korter dan 1000 bytes door naar het externe adres `<goodmail@example2.com>`:

```
:0
* < 1000
! goodmail@example2.com
```

Stuur alle mail verzonden aan `<alternate@example.com>` door naar een postbus `alternate`:

```
:0
* ^TOalternate@example.com
alternate
```

Stuur alle mail met het onderwerp “Spam” door naar /dev/null:

```
:0
^Subject:.*Spam
/dev/null
```

Een handig recept dat binnenkomende FreeBSD.org mailinglijsten parseert en elke lijst in en eigen postbus plaatst:

```
:0
* ^Sender:.owner-freebsd-\/[ ^@]+@FreeBSD.ORG
{
  LISTNAME=${MATCH}
  :0
  * LISTNAME??^\[ ^@]+
  FreeBSD-${MATCH}
}
```

Hoofdstuk 29.

Netwerkdiensten

29.1. Overzicht

Dit hoofdstuk behandelt een aantal veelgebruikte netwerkdiensten op UNIX systemen. Er wordt ingegaan op de installatie, het instellen, testen en beheren van verschillende typen netwerkdiensten. Overal in dit hoofdstuk staan voorbeeldbestanden met instellingen waar de lezer zijn voordeel mee kan doen.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Hoe om te gaan met de **inetd** daemon;
- Hoe een netwerkbestandssysteem opgezet kan worden;
- Hoe een netwerkinformatiedienst (NIS) opgezet kan worden voor het delen van gebruikersaccounts;
- Hoe automatische netwerkinstellingen gemaakt kunnen worden met DHCP;
- Hoe een domeinnaam server opgezet kan worden;
- Hoe een **Apache** HTTP Server opgezet kan worden;
- Hoe een File Transfer Protocol (FTP) Server opgezet kan worden;
- Hoe een bestand-- en printserver voor Windows cliënten opgezet kan worden met **Samba**;
- Hoe datum en tijd gesynchroniseerd kunnen worden en hoe een tijdserver opgezet kan worden met het NTP-protocol.
- Hoe het standaard log-daemon `syslogd` in te stellen om logs van hosts op afstand te accepteren.

Veronderstelde voorkennis:

- Basisbegrip van de scripts in `/etc/rc`;
- Bekend zijn met basis netwerkterminologie;
- Kennis van de installatie van software van derde partijen (Hoofdstuk 4).

29.2. De inetd “Super-Server”

29.2.1. Overzicht

`inetd(8)` wordt soms de “Internet Super-Server” genoemd, omdat het verbindingen voor meerdere diensten beheert. Als door **inetd** een verbinding wordt ontvangen, bepaalt die voor welk programma de verbinding bedoeld is, splitst het dat proces af en delegeert de socket (het programma wordt gestart met de socket van de dienst als zijn standaardinvoer, -uitvoer en -foutbeschrijvingen). Het draaien van **inetd** voor servers die niet veel gebruikt worden

kan de algehele werklast verminderen in vergelijking met het draaien van elke daemon individueel in stand-alone modus.

inetd wordt primair gebruikt om andere daemons aan te roepen, maar het handelt een aantal triviale protocollen direct af, zoals **chargen**, **auth** en **daytime**.

In deze paragraaf worden de basisinstellingen van **inetd** behandeld met de opties vanaf de commandoregel en met het instellingenbestand `/etc/inetd.conf`.

29.2.2. Instellingen

inetd wordt gestart door het rc(8)-systeem. De optie `inetd_enable` staat standaard op `NO`, maar kan tijdens de installatie door **sysinstall** worden aangezet. Door het plaatsen van

```
inetd_enable="YES"
```

of

```
inetd_enable="NO"
```

in `/etc/rc.conf` wordt **inetd** bij het opstarten van een systeem wel of niet ingeschakeld. Het commando:

```
# /etc/rc.d/inetd rcvar
```

kan gedraaid worden om de huidige effectieve instellingen weer te geven.

Dan kunnen er ook nog een aantal commandoregelopties aan **inetd** meegegeven worden met de optie `inetd_flags`.

29.2.3. Commandoregelopties

Zoals de meeste serverdaemons heeft **inetd** een aantal opties die doorgegeven kunnen worden om het gedrag aan te passen. De volledige lijst van opties is:

```
inetd [-d] [-l] [-w] [-W] [-c maximum] [-C rate] [-a adres | hostnaam] [-p  
bestandsnaam] [-R rate] [instellingenbestand]
```

Opties kunnen door middel van de optie `inetd_flags` in `/etc/rc.conf` aan **inetd** worden doorgegeven.

Standaard staat `inetd_flags` ingesteld op `-wW -C 60`, dat TCP-wrapping aanzet voor de diensten van **inetd**, en voorkomt dat elk enkelvoudig IP-adres enige dienst meer dan 60 keer per minuut opvraagt.

Ook al worden er hieronder rate-limiting opties besproken, beginnende gebruikers kunnen blij zijn met het feit dat deze parameters gewoonlijk niet hoeven te worden aangepast. Deze opties kunnen interessant zijn wanneer er een buitensporige hoeveelheid verbindingen worden opgezet. Een volledige lijst van opties staat in de hulppagina `inetd(8)`.

`-c maximum`

Geeft het maximale aantal gelijktijdige verzoeken voor iedere dienst aan. De standaard is ongelimiteerd. Kan per dienst ter zijde geschoven worden met de parameter `max-child`.

-C rate

Geeft het maximale aantal keren aan dat een dienst vanaf een bepaald IP-adres per minuut aangeroepen kan worden. Kan per dienst ter zijde geschoven worden met de parameter `max-connections-per-ip-per-minute`.

-R rate

Geeft het maximale aantal keren aan dat een dienst per minuut aangeroepen kan worden. De standaard is 256. De instelling 0 geeft aan dat er geen limiet is.

-s maximum

Specificeert het maximaal aantal keer per minuut dat een dienst aangeroepen kan worden vanuit een enkelvoudig IP-adres; de standaard is onbeperkt. Kan worden overstemd op een per-dienst-basis met de parameter `max-child-per-ip`.

29.2.4. inetd.conf

De instellingen van **inetd** worden beheerd in `/etc/inetd.conf`.

Als er een wijziging wordt aangebracht in `/etc/inetd.conf`, dan kan **inetd** gedwongen worden om de instellingen opnieuw in te lezen door dit commando te draaien:

Voorbeeld 29-1. Het instellingenbestand van inetd herladen

```
# /etc/rc.d/inetd reload
```

Iedere regel in het bestand met instellingen heeft betrekking op een individuele daemon. Commentaar wordt vooraf gegaan door een `#`. De opmaak van elke regel van `/etc/inetd.conf` is als volgt:

```
service-name
socket-type
protocol
{wait|nowait}[ /max-child[ /max-connections-per-ip-per-minute[ /max-child-per-ip]]]
user[:group][ /login-class]
server-program
server-program-arguments
```

Een voorbeeldregel voor de daemon `ftpd(8)` met IPv4 kan eruit zien als:

```
ftp      stream  tcp      nowait  root    /usr/libexec/ftpd      ftpd -l
```

service-name

Dit is de dienstnaam van een daemon. Die moet overeenkomen met een dienst uit `/etc/services`. Hiermee kan de poort waarop **inetd** moet luisteren aangegeven worden. Als er een nieuwe dienst wordt gemaakt, moet die eerst in `/etc/services` gezet worden.

socket-type

Dit is `stream`, `dgram`, `raw` of `seqpacket`. `stream` moet gebruikt worden voor verbindingsgebaseerde TCP-daemons, terwijl `dgram` wordt gebruikt voor daemons die gebruik maken van het transportprotocol UDP.

protocol

Een van de volgende:

Protocol	Toelichting
tcp, tcp4	TCP IPv4
udp, udp4	UDP IPv4
tcp6	TCP IPv6
udp6	UDP IPv6
tcp46	Zowel TCP IPv4 als v6
udp46	Zowel UDP IPv4 als v6

{wait|nowait}[/max-child[/max-connections-per-ip-per-minute[/max-child-per-ip]]]

`wait|nowait` geeft aan of de daemon die door **inetd** wordt aangesproken zijn eigen sockets kan afhandelen of niet. `dgram` sockettypen moeten de optie `wait` gebruiken, terwijl `streamsocket` daemons, die meestal multi-threaded zijn, de optie `nowait` horen te gebruiken. `wait` geeft meestal meerdere sockets aan een daemon, terwijl `nowait` een kinddaemon draait voor iedere nieuwe socket.

Het maximum aantal kinddaemons dat **inetd** mag voortbrengen kan ingesteld worden met de optie `max-child`. Als een limiet van tien instanties van een bepaalde daemon gewenst is, dan zou er `/10` achter `nowait` gezet worden. Door `/0` wordt een onbeperkt aantal kinderen toegestaan.

Naast `max-child` zijn er nog twee andere opties waarmee het maximale aantal verbindingen van een bepaalde plaats naar een daemon ingesteld kan worden. `max-connections-per-ip-per-minute` beperkt het aantal verbindingen per minuut voor enig IP-adres, een waarde van tien betekent hier dat er van ieder IP-adres maximaal tien verbindingen naar een bepaalde dienst tot stand gebracht kunnen worden. `max-child-per-ip` beperkt het aantal kindprocessen dat namens enig IP-adres op enig moment gestart kan worden. Deze opties kunnen zijn nuttig om bedoeld en onbedoeld buitensporig bronnengebruik van een Denial of Service (DoS) aanvallen op een machine te voorkomen.

In dit veld is één van `wait` of `nowait` verplicht. `max-child`, `max-connections-per-ip-per-minute` en `max-child-per-ip` zijn optioneel.

Een stream-type multi-threaded daemon zonder één van de limieten `max-child`, `max-connections-per-ip-per-minute` of `max-child-per-ip` is eenvoudigweg: `nowait`.

Dezelfde daemon met een maximale limiet van tien daemons zou zijn: `nowait/10`.

Dezelfde instellingen met een limiet van twintig verbindingen per IP-adres per minuut en een totaal maximum van tien kinddaemons zou zijn: `nowait/10/20`.

Deze opties worden allemaal gebruikt door de standaardinstellingen van de daemon `fingerd(8)`:

```
finger stream tcp nowait/3/10 nobody /usr/libexec/fingerd fingerd -s
```

Als afsluiting, een voorbeeld in dit veld met een maximum van 100 kinderen in totaal, met een maximum van 5 voor enig IP-adres zou zijn: `nowait/100/0/5`.

user

Dit is de gebruikersnaam waar een daemon onder draait. Daemons draaien meestal als de gebruiker `root`. Om veiligheidsredenen draaien sommige daemons onder de gebruiker `daemon` of de gebruiker met de minste

rechten: nobody.

server-program

Het volledige pad van de daemon die uitgevoerd moet worden als er een verbinding wordt ontvangen. Als de daemon een dienst is die door **inetd** intern wordt geleverd, dan moet de optie `internal` gebruikt worden.

server-program-arguments

Deze optie werkt samen met de optie `server-program` en hierin worden de argumenten ingesteld, beginnend met `argv[0]`, die bij het starten aan de daemon worden meegegeven. Als `mijndaemon -d` de commandoregel is, dan zou `mijndaemon -d` de waarde van `server-program-arguments` zijn. Hier geldt ook dat als de daemon een interne dienst is, hier de optie `internal` moet worden.

29.2.5. Beveiliging

Afhankelijk van keuzes gemaakt tijdens de installatie, kunnen veel van de diensten van **inetd** standaard ingeschakeld zijn. Het is verstandig te overwegen om een daemon dat niet noodzakelijk is uit te schakelen. Plaats een `#` voor de daemon in `/etc/inetd.conf` en herlaad vervolgens de instellingen van **inetd**. Sommige daemons, zoals **fingerd**, zijn wellicht helemaal niet gewenst omdat ze informatie geven die nuttig kan zijn voor een aanvaller.

Sommige daemons zijn zich niet echt bewust van beveiliging en hebben lange of niet bestaande timeouts voor verbindingspogingen. Hierdoor kan een aanvaller langzaam veel verbindingen maken met een daemon en zo beschikbare bronnen verzadigen. Het is verstandig voor die daemons de limietopties `max-connections-per-ip-per-minute`, `max-child` of `max-child-per-ip` te gebruiken als ze naar uw smaak teveel verbindingen hebben.

TCP-wrapping staat standaard aan. Er staat meer informatie over het zetten van TCP-restricties op de verschillende daemons die door **inetd** worden aangesproken in `hosts_access(5)`.

29.2.6. Allerlei

daytime, **time**, **echo**, **discard**, **chargen** en **auth** zijn allemaal interne diensten van **inetd**.

De dienst **auth** biedt identiteitsnetwerkdiensten en is tot op een bepaald niveau instelbaar, terwijl de anderen eenvoudigweg aan of uit staan.

Meer diepgaande informatie staat in `inetd(8)`.

29.3. Netwerkbestandssysteem (NFS)

Het Netwerkbestandssysteem (Network File System) is een van de vele bestandssystemen die FreeBSD ondersteunt. Het staat ook wel bekend als NFS. Met NFS is het mogelijk om mappen en bestanden met anderen in een netwerk te delen. Door het gebruik van NFS kunnen gebruikers en programma's bij bestanden op andere systemen op bijna dezelfde manier als bij hun eigen lokale bestanden.

De grootste voordelen van NFS zijn:

- Lokale werkstations gebruiken minder schijfruimte omdat veel gebruikte data op één machine opgeslagen kan worden en nog steeds toegankelijk is voor gebruikers via het netwerk;
- Gebruikers hoeven niet op iedere machine een thuismap te hebben. Thuismappingen kunnen op de NFS server staan en op het hele netwerk beschikbaar zijn;
- Opslagapparaten als floppydisks, CD-ROM drives en Zip® drives kunnen door andere machines op een netwerk gebruikt worden. Hierdoor kan het aantal drives met verwijderbare media in een netwerk verkleind worden.

29.3.1. Hoe NFS werkt

NFS bestaat uit tenminste twee hoofdonderdelen: een server en een of meer cliënten. De cliënt benadert de gegevens die op een servermachine zijn opgeslagen via een netwerk. Om dit mogelijk te maken moeten er een aantal processen ingesteld en gestart worden.

Op de server moeten de volgende daemons draaien:

Daemon	Beschrijving
nfsd	De NFS-daemon die verzoeken van de NFS cliënten afhandelt.
mountd	De NFS koppeld daemon die doorgestuurde verzoeken van nfsd(8) uitvoert.
rpcbind	Deze daemon geeft voor NFS-clienten aan welke poort de NFS-server gebruikt.

Op de cliënt kan ook een daemon draaien: **nfsiod**. De daemon **nfsiod** handelt verzoeken van de NFS-server af. Dit is optioneel en kan de prestaties verbeteren, maar het is niet noodzakelijk voor een normale en correcte werking. Meer informatie staat in nfsiod(8).

29.3.2. NFS instellen

NFS instellen gaat redelijk rechtlijnig. Alle processen die moeten draaien kunnen meestarten bij het opstarten door een paar wijzigingen in `/etc/rc.conf`.

Op de NFS server dienen de volgende opties in `/etc/rc.conf` te staan:

```
rpcbind_enable="YES"
nfs_server_enable="YES"
mountd_flags="-r"
```

mountd start automatisch als de NFS server is ingeschakeld.

Op de cliënt dient de volgende optie in `/etc/rc.conf` te staan:

```
nfs_client_enable="YES"
```

In het bestand `/etc/exports` staat beschreven welke bestandssystemen NFS moet exporteren (soms heet dat ook wel delen of “sharen”). Iedere regel in `/etc/exports` slaat op een bestandssysteem dat wordt geëxporteerd en welke machines toegang hebben tot dat bestandssysteem. Samen met machines die toegang hebben, kunnen ook toegangsopties worden aangegeven. Er zijn veel opties beschikbaar, maar hier worden er maar een paar beschreven. Alle opties staan beschreven in exports(5).

Nu volgen een aantal voorbeelden voor `/etc/exports`:

Het volgende voorbeeld geeft een beeld van hoe een bestandssysteem te exporteren, hoewel de instellingen afhankelijk zijn van de omgeving en het netwerk. Om bijvoorbeeld de map `/cdrom` te exporteren naar drie machines die dezelfde domeinnaam hebben als de server (vandaar dat de machinenamen geef domeinachtervoegsel hebben) of in `/etc/hosts` staan. De vlag `-ro` exporteert het bestandssysteem als alleen-lezen. Door die vlag kan een ander systeem niet schrijven naar het geëxporteerde bestandssysteem.

```
/cdrom -ro host1 host2 host3
```

Het volgende voorbeeld exporteert `/home` naar drie hosts op basis van IP-adres. Dit heeft zin als er een privaat netwerk bestaat, zonder dat er een DNS server is ingesteld. Optioneel kan `/etc/hosts` gebruikt worden om interne hostnamen in te stellen. Er is meer informatie te vinden in `hosts(5)`. Met de vlag `-alldirs` mogen submappen ook koppelpunten zijn. De submap wordt dan niet feitelijk aangekoppeld, maar de cliënt koppelt dan alleen de submappen aan die verplicht of nodig zijn.

```
/home -alldirs 10.0.0.2 10.0.0.3 10.0.0.4
```

Het volgende voorbeeld exporteert `/a` zo dat twee cliënten uit verschillende domeinen bij het bestandssysteem mogen. Met de vlag `-maproot=root` mag de gebruiker op het andere systeem gegevens naar het geëxporteerde bestandssysteem schrijven als `root`. Als de vlag `-maproot=root` niet wordt gebruikt, dan kan een gebruiker geen bestanden wijzigen op het geëxporteerde bestandssysteem, zelfs niet als een gebruiker daar `root` is.

```
/a -maproot=root host.example.com box.example.org
```

Om een cliënt toegang te geven tot een geëxporteerde bestandssysteem, moet die cliënt daar rechten voor hebben. De cliënt moet daarvoor genoemd worden in `/etc/exports`.

In `/etc/exports` staat iedere regel voor de exportinformatie van één bestandssysteem naar één host. Per bestandssysteem mag een host maar één keer genoemd worden en mag maar één standaard hebben. Stel bijvoorbeeld dat `/usr` een enkel bestandssysteem is. Dan is de volgende `/etc/exports` niet geldig:

```
># Werkt niet als /usr 1 bestandssysteem is
/usr/src client
/usr/ports client
```

Eén bestandssysteem, `/usr`, heeft twee regels waarin exports naar dezelfde host worden aangegeven, `client`. In deze situatie is de juiste instelling:

```
/usr/src /usr/ports client
```

De eigenschappen van een bestandssysteem dat naar een bepaalde host wordt geëxporteerde moeten allemaal op één regel staan. Regels waarop geen cliënt wordt aangegeven worden behandeld als een enkele host. Dit beperkt hoe bestandssysteem geëxporteerde kunnen worden, maar dat blijkt meestal geen probleem te zijn.

Het volgende voorbeeld is een geldige exportlijst waar `/usr` en `/exports` lokale bestandssystemen zijn:

```
# Exporteer src en ports naar client01 en client02,
# maar alleen client01 heeft er rootprivileges
/usr/src /usr/ports -maproot=root client01
/usr/src /usr/ports client02
# De cliëntmachines hebben rootrechten en kunnen overall aankoppelen
# op /exports. Iedereen in de wereld kan /exports/obj als alleen-lezen aankoppelen.
/exports -alldirs -maproot=root client01 client02
/exports/obj -ro
```

De daemon **mountd** moet gedwongen worden om het bestand `/etc/exports` te controleren steeds wanneer het is aangepast, zodat de veranderingen effectief kunnen worden. Dit kan worden bereikt door òfwel een HUP-sigitaal naar de draaiende daemon te sturen:

```
# kill -HUP `cat /var/run/mountd.pid`
```

of door het `rc(8)` script `mountd` met de juiste parameter aan te roepen:

```
# /etc/rc.d/mountd onereoad
```

Raadpleeg Paragraaf 11.7 voor meer informatie over het gebruik van `rc`-scripts.

Het is ook mogelijk een machine te herstarten, zodat FreeBSD alles netjes in kan stellen, maar dat is niet nodig. Het uitvoeren van de volgende commando's als `root` hoort hetzelfde resultaat te hebben.

Op de NFS server:

```
# rpcbind
# nfsd -u -t -n 4
# mountd -r
```

Op de NFS cliënt:

```
# nfsiod -n 4
```

Nu is alles klaar om feitelijk het netwerkbestandssysteem aan te koppelen. In de volgende voorbeelden is de naam van de server `server` en de naam van de cliënt is `client`. Om een netwerkbestandssysteem slechts tijdelijk aan te koppelen of om alleen te testen, kan een commando als het onderstaande als `root` op de cliënt uitgevoerd worden:

```
# mount server:/home /mnt
```

Hiermee wordt de map `/home` op de server aangekoppeld op `/mnt` op de cliënt. Als alles juist is ingesteld, zijn nu in `/mnt` op de cliënt de bestanden van de server zichtbaar.

Om een netwerkbestandssysteem iedere keer als een computer opstart aan te koppelen, kan het bestandssysteem worden toegevoegd aan het bestand `/etc/fstab`:

```
server:/home /mnt nfs rw 0 0
```

Alle beschikbare opties staan in `fstab(5)`.

29.3.3. Op slot zetten

Voor sommige applicaties (b.v. **mutt**) is het nodig dat bestanden op slot staan om correct te werken. In het geval van NFS, kan **rpc.lockd** worden gebruikt voor het op slot zetten van bestanden. Voeg het volgende toe aan het bestand `/etc/rc.conf` op zowel de cliënt als de server om het aan te zetten (het wordt aangenomen dat de NFS-client en -server reeds zijn geconfigureerd):

```
rpc_lockd_enable="YES"
rpc_statd_enable="YES"
```

Start de applicatie met:

```
# /etc/rc.d/lockd start
```

```
# /etc/rc.d/statd start
```

Als echt op slot zetten tussen de NFS-cliënten en de NFS-server niet nodig is, is het mogelijk om de NFS-cliënt bestanden lokaal op slot te laten zetten door `-L` aan `mount_nfs(8)` door te geven. In de handleidingpagina `mount_nfs(8)` staan verdere details.

29.3.4. Mogelijkheden voor gebruik

NFS is voor veel doeleinden in te zetten. Een aantal voorbeelden:

- Een aantal machines een CD-ROM of andere media laten delen. Dat is goedkoper en vaak ook handiger, bijvoorbeeld bij het installeren van software op meerdere machines;
- Op grote netwerken kan het praktisch zijn om een centrale NFS server in te richten, waarop alle thuismappen staan. Die thuismappen kunnen dan geëxporteerd worden, zodat gebruikers altijd dezelfde thuismap hebben, op welk werkstation ze ook aanmelden;
- Meerdere machines kunnen een gezamenlijke map `/usr/ports/distfiles` hebben. Dan is het mogelijk om een port op meerdere machines te installeren, zonder op iedere machine de broncode te hoeven downloaden.

29.3.5. Automatisch aankoppelen met amd

`amd(8)` (de automatic mounter daemon) koppelt automatisch netwerkbestandssystemen aan als er aan een bestand of map binnen dat bestandssysteem wordt gerefereerd. **amd** ontkoppelt ook bestandssystemen die een bepaalde tijd niet gebruikt worden. Het gebruikt van **amd** is een aantrekkelijk en eenvoudig alternatief ten opzichte van permanente koppelingen, die meestal in `/etc/fstab` staan.

amd werkt door zichzelf als NFS-server te koppelen aan de mappen `/host` en `/net`. Als binnen die mappen een bestand wordt geraadpleegd, dan zoekt **amd** de bijbehorende netwerkkoppeling op en koppelt die automatisch aan. `/net` wordt gebruikt om een geëxporteerd bestandssysteem van een IP-adres aan te koppelen, terwijl `/host` wordt gebruikt om een geëxporteerd bestandssysteem van een hostnaam aan te koppelen.

Het raadplegen van een bestand in `/host/foobar/usr` geeft **amd** aan dat die moet proberen de `/usr` export op de host `foobar` aan te koppelen.

Voorbeeld 29-2. Een export aankoppelen met amd

De beschikbare koppelingen van een netwerkhost zijn te bekijken met `showmount`. Om bijvoorbeeld de koppelingen van de host `foobar` te bekijken:

```
% showmount -e foobar
Exports list on foobar:
/usr                      10.10.10.0
/a                        10.10.10.0
% cd /host/foobar/usr
```

Zoals in het bovenstaande voorbeeld te zien is, toont `showmount /usr` als een export. Als er naar de map `/host/foobar/usr` wordt gegaan, probeert **amd** de hostnaam `foobar` te resolvablen en de gewenste export automatisch aan te koppelen.

amd kan gestart worden door de opstartscript door de volgende regel in `/etc/rc.conf` te plaatsen:

```
amd_enable="YES"
```

Er kunnen ook nog opties meegegeven worden aan **amd** met de optie `amd_flags`. Standaard staat `amd_flags` ingesteld op:

```
amd_flags="-a /.amd_mnt -l syslog /host /etc/amd.map /net /etc/amd.map"
```

In het bestand `/etc/amd.map` staan de standaardinstellingen waarmee exports aangekoppeld worden. In het bestand `/etc/amd.conf` staan een aantal van de meer gevorderde instellingen van **amd**.

In `amd(8)` en `amd.conf(5)` staat meer informatie.

29.3.6. Problemen bij samenwerking met andere systemen

Bepaalde Ethernet adapters voor ISA PC systemen kennen limieten die tot serieuze netwerkproblemen kunnen leiden, in het bijzonder met NFS. Dit probleem is niet specifiek voor FreeBSD, maar het kan op FreeBSD wel voor komen.

Het probleem ontstaat bijna altijd als (FreeBSD) PC-systemen netwerken met hoog presterende werkstations, zoals van Silicon Graphics, Inc. en Sun Microsystems, Inc. De NFS-koppeling werkt prima en wellicht lukken een aantal acties ook, maar dan ineens lijkt de server niet meer te reageren voor de cliënt, hoewel verzoeken van en naar andere systemen gewoon verwerkt worden. Dit gebeurt op een cliëntstelsel, of de cliënt nu het FreeBSD systeem is of het workstation. Op veel systemen is er geen manier om de cliënt netjes af te sluiten als dit probleem is ontstaan. Vaak is de enige mogelijkheid een reset van de cliënt, omdat het probleem met NFS niet opgelost kan worden.

Hoewel de enige "correcte" oplossing de aanschaf van een snellere en betere Ethernet adapter voor het FreeBSD systeem is, is er zo om het probleem heen te werken dat het werkbaar is. Als FreeBSD de *server* is, kan de optie `-w=1024` gebruikt worden bij het aankoppelen door de cliënt. Als het FreeBSD systeem de *cliënt* is, dan dient het NFS-bestandssysteem aangekoppeld te worden met de optie `r=1024`. Deze opties kunnen het vierde veld zijn in een regel in `fstab` voor automatische aankoppelingen en bij handmatige aankoppelingen met `mount(8)` kan de parameter `-o` gebruikt worden.

Soms wordt een ander probleem voor dit probleem versleten, als servers en cliënten zich op verschillende netwerken bevinden. Als dat het geval is, dan dient *vastgesteld* te worden dat routers de UDP informatie op de juiste wijze routeren, omdat er anders nooit NFS-verkeer gerouteerd kan worden.

In de volgende voorbeelden is `fastws` de `host(interface)`naam van een hoog presterend workstation en `freebox` is de `host(interface)`naam van een FreeBSD systeem met een Ethernet adapter die mindere prestaties levert. `/sharedfs` wordt het geëxporteerde NFS-bestandssysteem (zie `exports(5)`) en `/project` wordt het koppelpunt voor het geëxporteerde bestandssysteem op de cliënt.

Opmerking: In sommige gevallen kunnen applicaties beter draaien als extra opties als `hard` of `soft` en `bg` gebruikt worden.

Voorbeelden voor het FreeBSD systeem (`freebox`) als de cliënt in `/etc/fstab` op `freebox`:

```
fastws:/sharedfs /project nfs rw,-r=1024 0 0
```

Als een handmatig aankoppelcommando op `freebox`:

```
# mount -t nfs -o -r=1024 fastws:/sharedfs /project
```

Voorbeelden voor het FreeBSD systeem als de server in `/etc/fstab` op `fastws`:

```
freebox:/sharedfs /project nfs rw,-w=1024 0 0
```

Als een handmatig aankoppelcommando op `fastws`:

```
# mount -t nfs -o -w=1024 freebox:/sharedfs /project
```

Bijna iedere 16-bit Ethernet adapter werkt zonder de hierboven beschreven restricties op de lees- en schrijfgrootte.

Voor wie het wil weten wordt nu beschreven wat er gebeurt als de fout ontstaat, wat ook duidelijk maakt waarom het niet hersteld kan worden. NFS werkt meestal met een “block”grootte van 8 K (hoewel het mogelijk is dat er kleinere fragmenten worden verwerkt). Omdat de maximale grootte van een Ethernet pakket rond de 1500 bytes ligt, wordt een “block” opgesplitst in meerdere Ethernetpakketten, hoewel het hoger in de code nog steeds één eenheid is, en wordt ontvangen, samengevoegd en *bevestigd* als een eenheid. De hoog presterende werkstations kunnen de pakketten waaruit een NFS-eenheid bestaat bijzonder snel naar buiten pompen. Op de kaarten met minder capaciteit worden de eerdere pakketten door de latere pakketten van dezelfde eenheid ingehaald voordat ze bij die host zijn aangekomen en daarom kan de eenheid niet worden samengesteld en bevestigd. Als gevolg daarvan ontstaat er op het werkstation een timeout en probeert die de eenheid opnieuw te sturen, maar dan weer de hele eenheid van 8 K, waardoor het proces wordt herhaald, ad infinitum.

Door de grootte van de eenheid kleiner te houden dan de grootte van een Ethernet pakket, is het zeker dat elk Ethernetpakket dat compleet is aangekomen bevestigd kan worden, zodat de deadlock niet ontstaat.

Toch kan een PC systeem nog wel overrompeld worden als hoog presterende werkstations er op inhakken, maar met de betere netwerkkaarten valt het dan in ieder geval niet om door de NFS “eenheden”. Als het systeem toch wordt overrompeld, dan worden de betrokken eenheden opnieuw verstuurd en dan is de kans groot dat ze worden ontvangen, samengevoegd en bevestigd.

29.4. Netwerkinformatiesysteem (NIS/YP)

29.4.1. Wat is het?

NIS, dat staat voor Netwerkinformatiediensten (Network Information Services), is ontwikkeld door Sun Microsystems om het beheer van UNIX (origineel SunOS) systemen te centraliseren. Tegenwoordig is het eigenlijk een industriestandaard geworden. Alle grote UNIX achtige systemen (Solaris, HP-UX, AIX®, Linux, NetBSD, OpenBSD, FreeBSD, enzovoort) ondersteunen NIS.

NIS stond vroeger bekend als Yellow Pages, maar vanwege problemen met het handelsmerk heeft Sun de naam veranderd. De oude term, en `yp`, wordt nog steeds vaak gebruikt.

Het is een op RPC-gebaseerd cliënt/serversysteem waarmee een groep machines binnen een NIS-domein een gezamenlijke verzameling met instellingenbestanden kan delen. Hierdoor kan een beheerder NIS-systemen opzetten met een minimaal aantal instellingen en vanaf een centrale lokatie instellingen toevoegen, verwijderen en wijzigen.

Het is te vergelijken met het Windows NT® domeinsysteem en hoewel de interne implementatie van de twee helemaal niet overeenkomt, is de basisfunctionaliteit vergelijkbaar.

29.4.2. Termen en processen om te onthouden

Er zijn een aantal termen en belangrijke gebruikersprocessen die een rol spelen bij het implementeren van NIS op FreeBSD, zowel bij het maken van een NIS-server als bij het maken van een systeem dan NIS-cliënt is:

Term	Beschrijving
NIS-domeinnaam	Een NIS-masterserver en al zijn cliënten (inclusief zijn slave master) hebben een NIS-domeinnaam. Vergelijkbaar met een Windows NT domeinnaam, maar de NIS-domeinnaam heeft niets te maken met DNS.
rpcbind	Moet draaien om RPC (Remote Procedure Call) in te schakelen, een netwerkprotocol dat door NIS gebruikt wordt). Als rpcbind niet draait, dan kan er geen NIS-server draaien en kan een machine ook geen NIS-cliënt zijn.
ypbind	“Verbindt” een NIS-cliënt aan zijn NIS-server. Dat gebeurt door met de NIS-domeinnaam van het systeem en door het gebruik van RPC te verbinden met de server. ypbind is de kern van cliënt-server communicatie in een NIS-omgeving. Als ypbind op een machine stopt, dan kan die niet meer bij de NIS-server komen.
ypserv	Hoort alleen te draaien op NIS-servers. Dit is het NIS-serverproces zelf. Als ypserv(8) stopt, dan kan de server niet langer reageren op NIS-verzoeken (hopelijk is er dan een slaveserver om het over te nemen). Er zijn een aantal implementaties van NIS, maar niet die op FreeBSD, die geen verbinding met een andere server proberen te maken als de server waarmee ze verbonden waren niet meer reageert. In dat geval is vaak het enige dat werkt het serverproces herstarten (of zelfs de hele server) of het ypbind -proces op de cliënt.
rpc.yppasswdd	Nog een proces dat alleen op NIS-masterservers hoort te draaien. Dit is een daemon waarbij NIS-cliënten hun NIS-wachtwoorden kunnen wijzigen. Als deze daemon niet draait, moeten gebruikers zich aanmelden op de NIS-masterserver en daar hun wachtwoord wijzigen.

29.4.3. Hoe werkt het?

Er zijn drie typen hosts in een NIS-omgeving: master servers, slaveservers en cliënten. Servers zijn het centrale depot voor instellingen voor een host. Masterservers bevatten de geautoriseerde kopie van die informatie, terwijl slaveservers die informatie spiegelen voor redundantie. Cliënten verlaten zich op de servers om hun die informatie ter beschikking te stellen.

Op deze manier kan informatie uit veel bestanden gedeeld worden. De bestanden `master.passwd`, `group` en `hosts` worden meestal via NIS gedeeld. Als een proces op een cliënt informatie nodig heeft die normaliter in een van die lokale bestanden staat, dan vraagt die het in plaats daarvan aan de NIS-servers waarmee hij verbonden is.

29.4.3.1. Soorten machines

- Een *NIS-masterserver*. Deze server onderhoudt, analoog aan een Windows NT primaire domeincontroller, de bestanden die door alle NIS-cliënten gebruikt worden. De bestanden `passwd`, `group` en andere bestanden die door de NIS-cliënten gebruikt worden staan op de masterserver.

Opmerking: Het is mogelijk om één machine master server te laten zijn voor meerdere NIS-domeinen. Dat wordt in deze inleiding echter niet beschreven, omdat die uitgaat van een relatief kleine omgeving.

- *NIS-slaveservers.* Deze zijn te vergelijken met Windows NT backup domain controllers. NIS-slaveservers beheren een kopie van de bestanden met gegevens op de NIS-master. NIS-slaveservers bieden redundantie, die nodig is in belangrijke omgevingen. Ze helpen ook om de belasting te verdelen met de master server: NIS-cliënten maken altijd een verbinding met de NIS-server die het eerst reageert en dat geldt ook voor antwoorden van slaveservers.
- *NIS-cliënten.* NIS-cliënten authenticeren, net als de meeste Windows NT werkstations, tegen de NIS-server (of de Windows NT domain controller in het geval van Windows NT werkstations) bij het aanmelden.

29.4.4. NIS/YP gebruiken

Dit onderdeel behandelt het opzetten van een NIS-voorbeeldomgeving.

29.4.4.1. Plannen

Er wordt uitgegaan van een beheerder van een klein universiteitslab. Dat lab, dat bestaat uit FreeBSD machines, kent op dit moment geen centraal beheer. Iedere machine heeft zijn eigen `/etc/passwd` en `/etc/master.passwd`. Die bestanden worden alleen met elkaar in lijn gehouden door handmatige handelingen. Als er op dit moment een gebruiker aan het lab wordt toegevoegd, moet `adduser` op alle 15 machines gedraaid worden. Dat moet natuurlijk veranderen en daarom is besloten het lab in te richten met NIS, waarbij twee machines als server worden gebruikt.

Het lab ziet er ongeveer als volgt uit:

Machinenaam	IP-adres	Rol Machine
ellington	10.0.0.2	NIS-master
coltrane	10.0.0.3	NIS-slave
basie	10.0.0.4	Wetenschappelijk werkstation
bird	10.0.0.5	Cliënt machine
cli[1-11]	10.0.0.[6-17]	Andere cliënt machines

Bij het voor de eerste keer instellen van een NIS-schema is het verstandig eerst na te denken over hoe dat opgezet moet worden. Hoe groot een netwerk ook is, er moeten een aantal beslissingen gemaakt worden.

29.4.4.1.1. Een NIS-domeinnaam kiezen

Dit is wellicht niet de bekende “domeinnaam”. Daarom wordt het ook de “NIS-domeinnaam” genoemd. Bij de broadcast van een cliënt om informatie wordt ook de naam van het NIS-domein waar hij onderdeel van uitmaakt meegezonden. Zo kunnen meerdere servers op een netwerk bepalen of er antwoord gegeven dient te worden op een verzoek. De NIS-domeinnaam is kan voorgesteld worden als de naam van een groep hosts op op een of andere manier aan elkaar gerelateerd zijn.

Sommige organisaties kiezen hun Internet-domeinnaam als NIS-domeinnaam. Dat wordt niet aangeraden omdat het voor verwarring kan zorgen bij het debuggen van netwerkproblemen. De NIS-domeinnaam moet uniek zijn binnen een netwerk en het is handig als die de groep machines beschrijft waarvoor hij geldt. Zo kan bijvoorbeeld de

financiële afdeling van Acme Inc. als NIS-domeinnaam “acme-fin” hebben. In dit voorbeeld wordt de naam `test-domain` gekozen.

Sommige besturingssystemen gebruiken echter (met name SunOS) hun NIS-domeinnaam als hun Internet-domeinnaam. Als er machines zijn op een netwerk die deze restrictie kennen, dan *moet* de Internet-domeinnaam als de naam voor het NIS-domeinnaam gekozen worden.

29.4.4.1.2. Systeemeisen

Bij het kiezen van een machine die als NIS-server wordt gebruikt zijn er een aantal aandachtspunten. Een van de onhandige dingen aan NIS is de afhankelijkheid van de cliënten van de server. Als een cliënt de server voor zijn NIS-domein niet kan bereiken, dan wordt die machine vaak onbruikbaar. Door het gebrek aan gebruiker- en groepsinformatie bevriezen de meeste systemen. Daarom moet er een machine gekozen worden die niet vaak herstart hoeft te worden of wordt gebruikt voor ontwikkeling. De NIS-server is in het meest ideale geval een alleenstaande server die als enige doel heeft NIS-server te zijn. Als een netwerk niet zwaar wordt gebruikt, kan de NIS-server op een machine die ook andere diensten aanbiedt gezet worden, maar het blijft belangrijk om ervan bewust te zijn dat als de NIS-server niet beschikbaar is, dat nadelige invloed heeft op *alle* NIS-clienten.

29.4.4.2. NIS-servers

De hoofdversies van alle NIS-informatie staan opgeslagen op één machine die de NIS-masterserver heet. De databases waarin de informatie wordt opgeslagen heten NIS-afbeeldingen. In FreeBSD worden die afbeeldingen opgeslagen in `/var/yp/[domeinnaam]` waar `[domeinnaam]` de naam is van het NIS-domein dat wordt bediend. Een enkele NIS-server kan tegelijkertijd meerdere NIS-domeinen ondersteunen en het is dus mogelijk dat er meerdere van zulke mappen zijn, een voor ieder ondersteund domein. Ieder domein heeft zijn eigen onafhankelijke verzameling afbeeldingen.

In NIS-master- en -slaveservers worden alle NIS-verzoeken door de daemon `ypserv` afgehandeld. `ypserv` is verantwoordelijk voor het ontvangen van inkomende verzoeken van NIS-clienten, het vertalen van de gevraagde domeinnaam en mapnaam naar een pad naar het corresponderende databasebestand en het terugsturen van de database naar de cliënten.

29.4.4.2.1. Een NIS-masterserver opzetten

Het opzetten van een master NIS-server kan erg eenvoudig zijn, afhankelijk van de behoeften. FreeBSD heeft ondersteuning voor NIS als basisfunctie. Alleen de volgende regels hoeven aan `/etc/rc.conf` toegevoegd te worden en FreeBSD doet de rest:

1.

```
nisdomainname="test-domain"
```

 Deze regel stelt de NIS-domeinnaam in op `test-domain` bij het instellen van het netwerk (bij het opstarten).
2.

```
nis_server_enable="YES"
```

 Dit geeft FreeBSD aan de NIS-serverprocessen te starten als het netwerk de volgende keer wordt opgestart.
3.

```
nis_yppasswdd_enable="YES"
```

Dit schakelt de daemon `rpc.yppassd` in die, zoals al eerder aangegeven, cliënten toestaat om hun NIS-wachtwoord vanaf een cliënt-machine te wijzigen.

Opmerking: Afhankelijk van de inrichting van NIS, kunnen er nog meer instellingen nodig zijn. In het onderdeel NIS-servers die ook NIS-clënten zijn staan meer details.

Draai na het instellen van bovenstaande regels het commando `/etc/netstart` als supergebruiker. Het zal alles voor u instellen, gebruikmakende van de waarden die u in `/etc/rc.conf` heeft ingesteld. Start als laatste stap, voor het initialiseren van de NIS-afbeeldingen, de daemon **ypserv** handmatig:

```
# /etc/rc.d/ypserv start
```

29.4.4.2.2. NIS-afbeeldingen initialiseren

Die *NIS-afbeeldingen* zijn databasebestanden die in de map `/var/yp` staan. Ze worden gemaakt uit de bestanden met instellingen uit de map `/etc` van de NIS-master, met één uitzondering: `/etc/master.passwd`. Daar is een goede reden voor, want het is niet wenselijk om de wachtwoorden voor `root` en andere administratieve accounts naar alle servers in het NIS-domein te sturen. Daar moet voor het initialiseren van de NIS-afbeeldingen het volgende uitgevoerd worden:

```
# cp /etc/master.passwd /var/yp/master.passwd
# cd /var/yp
# vi master.passwd
```

Dan horen alle systeemaccounts verwijderd te worden (`bin`, `tty`, `kmem`, `games`, enzovoort) en alle overige accounts waarvoor het niet wenselijk is dat ze op de NIS-clënten terecht komen (bijvoorbeeld `root` en alle andere UID 0 (supergebruiker) accounts).

Opmerking: `/var/yp/master.passwd` hoort niet te lezen te zijn voor een groep of voor de wereld (dus modus 600)! Voor het aanpassen van de rechten kan `chmod` gebruikt worden.

Als dat is gedaan, kunnen de NIS-afbeeldingen geïnitieerd worden. Bij FreeBSD zit een script `ypinit` waarmee dit kan (in de hulppagina staat meer informatie). Dit script is beschikbaar op de meeste UNIX besturingssystemen, maar niet op allemaal. Op Digital UNIX/Compaq Tru64 UNIX heet het `ypsetup`. Omdat er afbeeldingen voor een NIS-master worden gemaakt, wordt de optie `-m` meegegeven aan `ypinit`. Aangenomen dat de voorgaande stappen zijn uitgevoerd, kunnen de NIS-afbeeldingen gemaakt worden op de volgende manier:

```
ellington# ypinit -m test-domain
Server Type: MASTER Domain: test-domain
Creating an YP server will require that you answer a few questions.
Questions will all be asked at the beginning of the procedure.
Do you want this procedure to quit on non-fatal errors? [y/n: n] n
Ok, please remember to go back and redo manually whatever fails.
If you don't, something might not work.
At this point, we have to construct a list of this domains YP servers.
rod.darktech.org is already known as master server.
Please continue to add any slave servers, one per line. When you are
```

```
done with the list, type a <control D>.
master server   : ellington
next host to add: coltrane
next host to add: ^D
The current list of NIS servers looks like this:
ellington
coltrane
Is this correct? [y/n: y] y
```

```
[..uitvoer van het maken van de afbeeldingen..]
```

```
NIS Map update completed.
ellington has been setup as an YP master server without any errors.
```

ypinit hoort /var/yp/Makefile gemaakt te hebben uit /var/yp/Makefile.dist. Als dit bestand is gemaakt, neemt dat bestand aan dat er in een omgeving met een enkele NIS-server wordt gewerkt met alleen FreeBSD-machines. Omdat test-domain ook een slaveserver bevat, dient /var/yp/Makefile gewijzigd te worden:

```
ellington# vi /var/yp/Makefile
```

Als de onderstaande regel niet al uitgecommentarieerd is, dient dat alsnog te gebeuren:

```
NOPUSH = "True"
```

29.4.4.2.3. Een NIS-slaveserver opzetten

Het opzetten van een NIS-slaveserver is nog makkelijker dan het opzetten van de master. Dit kan door aan te melden op de slaveserver en net als voor de masterserver /etc/rc.conf te wijzigen. Het enige verschil is dat nu de optie -s gebruikt wordt voor het draaien van ypinit. Met de optie -s moet ook de naam van de NIS-master meegegeven worden. Het commando ziet er dus als volgt uit:

```
coltrane# ypinit -s ellington test-domain
```

```
Server Type: SLAVE Domain: test-domain Master: ellington
```

```
Creating an YP server will require that you answer a few questions.
Questions will all be asked at the beginning of the procedure.
```

```
Do you want this procedure to quit on non-fatal errors? [y/n: n] n
```

```
Ok, please remember to go back and redo manually whatever fails.
If you don't, something might not work.
There will be no further questions. The remainder of the procedure
should take a few minutes, to copy the databases from ellington.
Transferring netgroup...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring netgroup.byuser...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring netgroup.byhost...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring master.passwd.byuid...
```

```

ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring passwd.byuid...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring passwd.byname...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring group.bygid...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring group.byname...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring services.byname...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring rpc.bynumber...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring rpc.byname...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring protocols.byname...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring master.passwd.byname...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring networks.byname...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring networks.byaddr...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring netid.byname...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring hosts.byaddr...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring protocols.bynumber...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring ypservers...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred
Transferring hosts.byname...
ypxfr: Exiting: Map successfully transferred

```

coltrane has been setup as an YP slave server without any errors.
Don't forget to update map ypservers on ellington.

Nu hoort er een map `/var/yp/test-domain` te zijn waarin kopieën van de NIS-masterserver afbeeldingen staan. Die moeten bijgewerkt blijven. De volgende regel in `/etc/crontab` op de slaveservers regelt dat:

```

20      *      *      *      *      root    /usr/libexec/ypxfr passwd.byname
21      *      *      *      *      root    /usr/libexec/ypxfr passwd.byuid

```

Met de bovenstaande twee regels wordt de slave gedwongen zijn afbeeldingen met de afbeeldingen op de masterserver te synchroniseren. Dit is niet verplicht omdat de masterserver automatisch probeert veranderingen aan de NIS-afbeeldingen door te geven aan zijn slaves. Echter, vanwege het belang van correcte wachtwoordinformatie op andere cliënten die van de slaveserver afhankelijk zijn, is het aanbevolen om specifiek de wachtwoordafbeeldingen vaak tot bijwerken te dwingen. Dit is des te belangrijker op drukke netwerken, omdat daar het bijwerken van afbeeldingen niet altijd compleet afgehandeld hoeft te worden.

Nu kan ook op de slaveserver het commando `/etc/netstart` uitgevoerd worden, dat op zijn beurt de NIS-server start.

29.4.4.3. NIS-cliënten

Een NIS-cliënt maakt wat heet een verbinding (binding) met een NIS-server met de daemon `ypbind`. `ypbind` controleert het standaarddomein van het systeem (zoals ingesteld met `domainname`) en begint met het broadcasten van RPC-verzoeken op het lokale netwerk. Die verzoeken bevatten de naam van het domein waarvoor `ypbind` een binding probeert te maken. Als een server die is ingesteld om het gevraagde domein te bedienen een broadcast ontvangt, dan antwoordt die aan `ypbind` dat dan het IP-adres van de server opslaat. Als er meerdere servers beschikbaar zijn, een master en bijvoorbeeld meerdere slaves, dan gebruikt `ypbind` het adres van de eerste server die antwoord geeft. Vanaf dat moment stuurt de cliënt alle NIS-verzoeken naar die server. `ypbind` “pingt” de server zo nu en dan om te controleren of die nog draait. Als er na een bepaalde tijd geen antwoord komt op een ping, dan markeert `ypbind` het domein als niet verbonden en begint het broadcasten opnieuw, in de hoop dat er een andere server wordt gelocaliseerd.

29.4.4.3.1. Een NIS-cliënt opzetten

Het opzetten van een FreeBSD machine als NIS-cliënt is redelijk doorzichtig:

1. Wijzig `/etc/rc.conf` en voeg de volgende regels toe om de NIS-domeinnaam in te stellen en `ypbind` mee te laten starten bij het starten van het netwerk:

```
nisdomainname="test-domain"
nis_client_enable="YES"
```

2. Om alle mogelijke regels voor accounts uit de NIS-server te halen, dienen alle gebruikersaccounts uit `/etc/master.passwd` verwijderd te worden en dient met `vipw` de volgende regel aan het einde van het bestand geplaatst te worden:

```
+:::~::~:
```

Opmerking: Door deze regel wordt alle geldige accounts in de wachtwoordafbeelding van de NIS-server toegang gegeven. Er zijn veel manieren om de NIS-cliënt in te stellen door deze regel te veranderen. In het onderdeel *netgroepen* hieronder staat meer informatie. Zeer gedetailleerde informatie staat in het boek *NFS en NIS beheren* van O'Reilly.

Opmerking: Er moet tenminste één lokale account behouden blijven (dus niet geïmporteerd via NIS) in `/etc/master.passwd` en die hoort ook lid te zijn van de groep `wheel`. Als er iets mis is met NIS, dan kan die account gebruikt worden om via het netwerk aan te melden, `root` te worden en het systeem te repareren.

3. Om alle groepen van de NIS-server te importeren, kan de volgende regel aan `/etc/group` toegevoegd worden:

```
+:::~::~:
```

Voer, om de NIS-cliënt onmiddellijk te starten, de volgende commando's als supergebruiker uit:

```
# /etc/netstart
# /etc/rc.d/ypbind start
```

Na het afronden van deze stappen zou met `ypcat passwd` de passwd map van de NIS-server te zien moeten zijn.

29.4.5. NIS-beveiliging

In het algemeen kan iedere netwerkgebruiker een RPC-verzoek doen uitgaan naar ypserv(8) en de inhoud van de NIS-afbeeldingen ontvangen, mits die gebruiker de domeinnaam kent. Omdat soort ongeautoriseerde transacties te voorkomen, ondersteunt ypserv(8) de optie “securenets”, die gebruikt kan worden om de toegang te beperken tot een opgegeven aantal hosts. Bij het opstarten probeert ypserv(8) de securenets informatie te laden uit het bestand `/var/yp/securenets`.

Opmerking: Dit pad kan verschillen, afhankelijk van het pad dat opgegeven is met de optie `-p`. Dit bestand bevat regels die bestaan uit een netwerkspecificatie en een netwerkmasker, gescheiden door witruimte. Regels die beginnen met `#` worden als commentaar gezien. Een voorbeeld van een securenetsbestand zou er zo uit kunnen zien:

```
# allow connections from local host -- mandatory
127.0.0.1      255.255.255.255
# allow connections from any host
# on the 192.168.128.0 network
192.168.128.0 255.255.255.0
# allow connections from any host
# between 10.0.0.0 to 10.0.15.255
# this includes the machines in the testlab
10.0.0.0      255.255.240.0
```

Als ypserv(8) een verzoek ontvangt van een adres dat overeenkomt met een van de bovenstaande regels, dan wordt dat verzoek normaal verwerkt. Als er geen enkele regel op het verzoek van toepassing is, dan wordt het verzoek genegeerd en wordt er een waarschuwing gelogd. Als het bestand `/var/yp/securenets` niet bestaat, dan accepteert ypserv verbindingen van iedere host.

Het programma ypserv ondersteunt ook het pakket **TCP Wrapper** van Wietse Venema. Daardoor kan een beheerder de instellingenbestanden van **TCP Wrapper** gebruiken voor toegangsbeperking in plaats van `/var/yp/securenets`.

Opmerking: Hoewel beide methoden van toegangscontrole enige vorm van beveiliging bieden, zijn ze net als de geprivilegieerde poorttest kwetsbaar voor “IP spoofing” aanvallen. Al het NIS-gerelateerde verkeer hoort door een firewall tegengehouden te worden.

Servers die gebruik maken van `/var/yp/securenets` kunnen wellicht legitieme verzoeken van NIS-cliënten weigeren als die gebruik maken van erg oude TCP/IP-implementaties. Sommige van die implementaties zetten alle host bits op nul als ze een broadcast doen en/of kijken niet naar het subnetmasker als ze het broadcastadres berekenen. Hoewel sommige van die problemen opgelost kunnen worden door de instellingen op de cliënt aan te passen, zorgen andere problemen voor het noodgedwongen niet langer kunnen gebruiker van NIS voor die cliënt of het niet langer gebruiken van `/var/yp/securenets`.

Het gebruik van `/var/yp/securenets` op een server met zo'n oude implementatie van TCP/IP is echt een slecht idee en zal leiden tot verlies van NIS-functionaliteit voor grote delen van een netwerk.

Het gebruik van het pakket **TCP Wrapper** leidt tot langere wachttijden op de NIS-server. De extra vertraging kan net lang genoeg zijn om een timeout te veroorzaken in cliëntprogramma's, in het bijzonder als het netwerk druk is of de NIS-server traag is. Als een of meer cliënten last hebben van dat symptoom, dan is het verstandig om de cliëntensysteem in kwestie NIS-slaveserver te maken en naar zichzelf te laten wijzen.

29.4.6. Aanmelden voor bepaalde gebruikers blokkeren

In het lab staat de machine `basie`, die alleen faculteitswerkstation hoort te zijn. Het is niet gewenst die machine uit het NIS-domein te halen, maar het `passwd` bestand op de master NIS-server bevat nu eenmaal accounts voor zowel de faculteit als de studenten. Hoe kan dat opgelost worden?

Er is een manier om het aanmelden van specifieke gebruikers op een machine te weigeren, zelfs als ze in de NIS-database staan. Daarvoor hoeft er alleen maar `-username` aan het einde van `/etc/master.passwd` op de cliënt machine toegevoegd te worden, waar `username` de gebruikersnaam van de gebruiker die niet mag aanmelden is. Dit gebeurt bij voorkeur met `vipw`, omdat `vipw` de wijzigingen aan `/etc/master.passwd` controleert en ook de wachtwoord database opnieuw bouwt na het wijzigen. Om bijvoorbeeld de gebruiker `bill` aan te kunnen laten aanmelden op `basie`:

```
basie# vipw
[add -bill to the end, exit]
vipw: rebuilding the database...
vipw: done

basie# cat /etc/master.passwd

root:[password]:0:0:0:0:The super-user:/root:/bin/csh
toor:[password]:0:0:0:0:The other super-user:/root:/bin/sh
daemon:*:1:1:0:0:Owner of many system processes:/root:/sbin/nologin
operator:*:2:5:0:0:System &:/sbin/nologin
bin:*:3:7:0:0:Binaries Commands and Source,,:/sbin/nologin
tty:*:4:65533:0:0:Tty Sandbox:/sbin/nologin
kmem:*:5:65533:0:0:KMem Sandbox:/sbin/nologin
games:*:7:13:0:0:Games pseudo-user:/usr/games:/sbin/nologin
news:*:8:8:0:0:News Subsystem:/sbin/nologin
man:*:9:9:0:0:Mister Man Pages:/usr/share/man:/sbin/nologin
bind:*:53:53:0:0:Bind Sandbox:/sbin/nologin
uucp:*:66:66:0:0:UUCP pseudo-user:/var/spool/uucppublic:/usr/libexec/uucp/uucico
xten:*:67:67:0:0:X-10 daemon:/usr/local/xten:/sbin/nologin
pop:*:68:6:0:0:Post Office Owner:/nonexistent:/sbin/nologin
nobody:*:65534:65534:0:0:Unprivileged user:/nonexistent:/sbin/nologin
+:+++++:
-bill

basie#
```

29.4.7. Netgroups gebruiken

De methode uit het vorige onderdeel werkt prima als er maar voor een beperkt aantal gebruikers en/of machines speciale regels nodig zijn. Op grotere netwerken *gebeurt* het gewoon dat er wordt vergeten om een aantal gebruikers de aanmeldrechten op gevoelige machines te ontnemen of dat zelfs iedere individuele machine aangepast moet worden, waardoor het voordeel van NIS teniet wordt gedaan: *centraal* beheren.

De ontwikkelaars van NIS hebben dit probleem opgelost met *netgroepen*. Het doel en de semantiek kunnen vergeleken worden met de normale groepen die gebruikt worden op UNIX bestandssystemen. De belangrijkste verschillen zijn de afwezigheid van een numeriek ID en de mogelijkheid om een netgroep aan te maken die zowel gebruikers als andere netgroepen bevat.

Netgroepen zijn ontwikkeld om gebruikt te worden voor grote, complexe netwerken met honderden gebruikers en machines. Aan de ene kant is dat iets Goeds. Aan de andere kant is het wel complex en bijna onmogelijk om netgroepen met een paar eenvoudige voorbeelden uit te leggen. Dat probleem wordt in de rest van dit onderdeel duidelijk gemaakt.

Stel dat de succesvolle implementatie van NIS in het lab de interesse heeft gewekt van een centrale beheerclub. De volgende taak is het uitbreiden van het NIS-domein met een aantal andere machines op de campus. De onderstaande twee tabellen bevatten de namen van de nieuwe gebruikers en de nieuwe machines met een korte beschrijving.

Gebruikersna(a)m(en)	Beschrijving
alpha, beta	Gewone medewerkers van de IT-afdeling
charlie, delta	Junior medewerkers van de IT-afdeling
echo, foxtrott, golf, ...	Gewone medewerkers
able, baker, ...	Stagiairs

Machinena(a)m(en)	Beschrijving
war, death, famine, pollution	De belangrijkste servers. Alleen senior medewerkers van de IT-afdeling mogen hierop aanmelden.
pride, greed, envy, wrath, lust, sloth	Minder belangrijke servers. Alle leden van de IT-afdeling mogen aanmelden op deze machines.
one, two, three, four, ...	Gewone werkstations. Alleen <i>echte</i> medewerkers mogen zich op deze machines aanmelden.
trashcan	Een erg oude machine zonder kritische data. Zelfs de stagiair mag deze doos gebruiken.

Als deze restricties ingevoerd worden door iedere gebruiker afzonderlijk te blokkeren, dan wordt er een `-user` regel per systeem toegevoegd aan de `passwd` voor iedere gebruiker die niet mag aanmelden op dat systeem. Als er maar één regel wordt vergeten, kan dat een probleem opleveren. Wellicht lukt het nog dit juist in te stellen bij de bouw van een machine, maar het wordt *echt* vergeten de regels toe te voegen voor nieuwe gebruikers in de productiefase. Murphy was tenslotte een optimist.

Het gebruik van netgroepen biedt in deze situatie een aantal voordelen. Niet iedere gebruiker hoeft separaat afgehandeld te worden. Een gebruik kan aan een of meer groepen worden toegevoegd en aanmelden kan voor alle leden van zo'n groep worden toegestaan of geweigerd. Als er een nieuwe machine wordt toegevoegd, dan hoeven alleen de aanmeldrestricties voor de netgroepen te worden ingesteld. Als er een nieuwe gebruiker wordt toegevoegd, dan hoeft die alleen maar aan de juiste netgroepen te worden toegevoegd. Die veranderingen zijn niet van elkaar afhankelijk: geen "voor iedere combinatie van gebruiker en machine moet het volgende ...". Als de NIS-opzet zorgvuldig is gepland, dan hoeft er maar één instellingenbestand gewijzigd te worden om toegang tot machines te geven of te ontnemen.

De eerste stap is het initialiseren van de NIS-afbeelding `netgroup`. `ypinit(8)` van FreeBSD maakt deze map niet standaard, maar als die is gemaakt, ondersteunt de NIS-implementatie hem wel. Een lege map wordt als volgt gemaakt:

```
ellington# vi /var/yp/netgroup
```

Nu kan hij gevuld worden. In het gebruikte voorbeeld zijn tenminste vier netgroepen: IT-medewerkers, IT-junioren, gewone medewerkers en stagiairs.

```

IT_MW    ( ,alpha,test-domain)    ( ,beta,test-domain)
IT_APP   ( ,charlie,test-domain)   ( ,delta,test-domain)
USERS    ( ,echo,test-domain)      ( ,foxtrott,test-domain) \
        ( ,golf,test-domain)
STAGS    ( ,able,test-domain)      ( ,baker,test-domain)

```

IT_MW, IT_APP enzovoort, zijn de namen van de netgroepen. Iedere groep tussen haakjes bevat een of meer gebruikersnamen voor die groep. De drie velden binnen een groep zijn:

1. De na(a)m(en) van de host(s) waar de volgende onderdelen geldig zijn. Als er geen hostnaam wordt opgegeven dan is de regel geldig voor alle hosts. Als er wel een hostnaam wordt opgegeven, dan wordt een donker, spookachtig en verwarrend domein betreden.
2. De naam van de account die bij deze netgroep hoort.
3. Het NIS-domein voor de account. Er kunnen accounts uit andere NIS-domeinen geïmporteerd worden in een netgroep als een beheerder zo ongelukkig is meerdere NIS-domeinen te hebben.

Al deze velden kunnen jokerkarakters bevatten. Details daarover staan in `netgroup(5)`.

Opmerking: De naam van een netgroep mag niet langer zijn dan acht karakters, zeker niet als er andere besturingssystemen binnen een NIS-domein worden gebruikt. De namen zijn hoofdlettergevoelig: alleen hoofdletters gebruiken voor de namen van netgroepen is een makkelijke manier om onderscheid te kunnen maken tussen gebruikers-, machine- en netgroepenamen.

Sommige NIS-cliënten (andere dan die op FreeBSD draaien) kunnen niet omgaan met netgroepen met veel leden. Sommige oudere versies van SunOS gaan bijvoorbeeld lastig doen als een netgroep meer dan 15 leden heeft. Dit kan omzeild worden door meerdere subnetgroepen te maken met 15 gebruikers of minder en een echte netgroep die de subnetgroepen bevat:

```

BIGGRP1  ( ,joe1,domain)  ( ,joe2,domain)  ( ,joe3,domain) [...]
BIGGRP2  ( ,joe16,domain) ( ,joe17,domain) [...]
BIGGRP3  ( ,joe31,domain) ( ,joe32,domain)
BIGGROUP BIGGRP1 BIGGRP2 BIGGRP3

```

Dit proces kan herhaald worden als er meer dan 225 gebruikers in een netgroep moeten.

Het activeren en distribueren van de nieuwe NIS-map is eenvoudig:

```

ellington# cd /var/yp
ellington# make

```

Hiermee worden drie nieuwe NIS-afbeeldingen gemaakt: `netgroup`, `netgroup.byhost` en `netgroup.byuser`. Met `ypcat(1)` kan bekeken worden op de nieuwe NIS-afbeeldingen beschikbaar zijn:

```

ellington% ypcat -k netgroup
ellington% ypcat -k netgroup.byhost
ellington% ypcat -k netgroup.byuser

```

De uitvoer van het eerste commando hoort te lijken op de inhoud van `/var/yp/netgroup`. Het tweede commando geeft geen uitvoer als er geen host-specifieke netgroepen zijn ingesteld. Het derde commando kan gebruikt worden om een lijst van netgroepen voor een gebruiker op te vragen.

Het instellen van de cliënt is redelijk eenvoudig. Om de server war in te stellen hoeft alleen met vipw(8) de volgende regel in de regel daarna vervangen te worden:

```
+:::~:::
```

Vervang de bovenstaande regel in de onderstaande.

```
+@IT_MW:::~:::
```

Nu worden alleen de gebruikers die in de netgroep IT_MW geïmporteerd in de wachtwoorddatabase van de host war, zodat alleen die gebruikers zich kunnen aanmelden.

Helaas zijn deze beperkingen ook van toepassing op de functie ~ van de shell en alle routines waarmee tussen gebruikersnamen en numerieke gebruikers ID's wordt gewisseld. Met andere woorden: `cd ~user` werkt niet, `ls -l` toont het numerieke ID in plaats van de gebruikersnaam en `find . -user joe -print` faalt met de foutmelding `No such user`. Om dit te repareren moeten alle gebruikers geïmporteerd worden, *zonder ze het recht te geven aan te melden op een server*.

Dit kan gedaan worden door nog een regel aan `/etc/master.passwd` toe te voegen:

```
+:::~:::/sbin/nologin
```

Dit betekent “importeer alle gebruikers, maar vervang de shell door `/sbin/nologin`”. Ieder veld in een `passwd` regel kan door een standaardwaarde vervangen worden in `/etc/master.passwd`.

Waarschuwing De regel `+:::~:::/sbin/nologin` moet na `+@IT_MW:::~:::` komen. Anders krijgen alle gebruikers die uit NIS-komen `/sbin/nologin` als aanmeldshell.

Na deze wijziging hoeft er nog maar één NIS-afbeelding gewijzigd te worden als er een nieuwe medewerker komt bij de IT-afdeling. Dezelfde aanpak kan gebruikt worden voor de minder belangrijke servers door de oude regel

`+:::~:::` in de lokale versie van `/etc/master.passwd` door iets als het volgende te vervangen:

```
+@IT_MW:::~:::
+@IT_APP:::~:::
+:::~:::/sbin/nologin
```

Voor normale werkstations zijn het de volgende regels:

```
+@IT_MW:::~:::
+@USERS:::~:::
+:::~:::/sbin/nologin
```

En dat zou allemaal leuk en aardig zijn als er niet na een paar weken een beleidsverandering komt: de IT-afdeling gaat stagiairs aannemen. De IT-stagiairs mogen de normale werkstations en de minder belangrijke servers gebruiken en de juniorbeheerders mogen gaan aanmelden op de hoofdservers. Dat kan door een nieuwe groep IT_STAG te maken en de nieuwe IT-stagiairs toe te voegen aan die netgroep en dan de instellingen op iedere machine te gaan veranderen. Maar zoals het spreekwoord zegt: “Fouten in een centrale planning leiden tot complete chaos.”

Deze situaties kunnen voorkomen worden door gebruik te maken van de mogelijkheid in NIS om netgroepen in netgroepen op te nemen. Het is mogelijk om rolgebaseerde netgroepen te maken. Er kan bijvoorbeeld een netgroep BIGSRV gemaakt worden om het aanmelden op de belangrijke servers te beperken en er kan een andere netgroep SMALLSRV voor de minder belangrijke servers zijn en een derde netgroep met de naam USERBOX voor de normale

werkstations. Al die netgroepen kunnen de netgroepen bevatten die op die machines mogen aanmelden. De nieuwe regels in de NIS-afbeelding netgroup zien er dan zo uit:

```
BIGSRV    IT_MW  IT_APP
SMALLSRV  IT_MW  IT_APP  ITSTAG
USERBOX   IT_MW  ITSTAG  USERS
```

Deze methode voor het instellen van aanmeldbeperkingen werkt redelijk goed als er groepen van machines gemaakt kunnen worden met identieke beperkingen. Helaas blijkt dat eerder uitzondering dan regel. Meestal moet het mogelijk zijn om per machine in te stellen wie zich wel en wie zich niet mogen aanmelden.

Daarom is het ook mogelijk om via machinespecifieke netgroepen de hierboven aangegeven beleidswijziging op te vangen. In dat scenario bevat `/etc/master.passwd` op iedere machine twee regels die met “+” beginnen. De eerste voegt de netgroep toe met de accounts die op de machine mogen aanmelden en de tweede voegt alle andere accounts toe met `/sbin/nologin` als shell. Het is verstandig om als naam van de netgroep de machinenaam in “HOOFDLETTERS” te gebruiken. De regels zien er ongeveer als volgt uit:

```
+@MACHINENAAM:::::::::
+:::::::::/sbin/nologin
```

Als dit voor alle machines is gedaan, dan hoeven de lokale versies van `/etc/master.passwd` nooit meer veranderd te worden. Alle toekomstige wijzigingen kunnen dan gemaakt worden door de NIS-afbeelding te wijzigen. Hieronder staat een voorbeeld van een mogelijke netgroep map voor het beschreven scenario met een aantal toevoegingen:

```
# Definieer eerst de gebruikersgroepen
IT_MW      (,alpha,test-domain)  (,beta,test-domain)
IT_APP     (,charlie,test-domain) (,delta,test-domain)
DEPT1      (,echo,test-domain)   (,foxtrott,test-domain)
DEPT2      (,golf,test-domain)   (,hotel,test-domain)
DEPT3      (,india,test-domain)  (,juliet,test-domain)
ITSTAG     (,kilo,test-domain)   (,lima,test-domain)
D_STAGS    (,able,test-domain)   (,baker,test-domain)
#
# En nu een aantal groepen op basis van rollen
USERS      DEPT1  DEPT2  DEPT3
BIGSRV     IT_MW  IT_APP
SMALLSRV   IT_MW  IT_APP  ITSTAG
USERBOX    IT_MW  ITSTAG  USERS
#
# Een een groep voor speciale taken.
# Geef echo en golf toegang tot de anti-virus machine.
SECURITY   IT_MW  (,echo,test-domain) (,golf,test-domain)
#
# Machinegebaseerde netgroepen
# Hoofdservers
WAR        BIGSRV
FAMINE     BIGSRV
# Gebruiker india heeft toegang tot deze server nodig.
POLLUTION  BIGSRV (,india,test-domain)
#
# Deze is erg belangrijk en heeft strengere toegangseisen nodig.
DEATH      IT_MW
#
```

```
# De anti-virus machine als hierboven genoemd.
ONE      SECURITY
#
# Een machine die maar door 1 gebruiker gebruikt mag worden.
TWO      (,hotel,test-domain)
# [...hierna volgen de andere groepen]
```

Als er een soort database wordt gebruikt om de gebruikersaccounts te beheren, dan is het in ieder geval nodig dat ook het eerste deel van de afbeelding met de databaserapportagehulpmiddelen gemaakt kan worden. Dan krijgen nieuwe gebruikers automatisch toegang tot de machines.

Nog een laatste waarschuwing: het is niet altijd aan te raden gebruik te maken van machinegebaseerde netgroepen. Als er tientallen of zelfs honderden gelijke machines voor bijvoorbeeld studentenruimtes worden uitgerold, dan is het verstandiger rolgebaseerde netgroepen te gebruiken in plaats van machinegebaseerde netgroepen om de grootte van de NIS-afbeelding binnen de perken te houden.

29.4.8. Belangrijk om te onthouden

In een NIS-omgeving werken een aantal dingen wel anders.

- Als er een gebruiker toegevoegd moet worden, dan moet die *alleen* toegevoegd worden aan de master NIS-server en *mag niet vergeten worden dat de NIS-afbeeldingen herbouwd moeten worden*. Als dit wordt vergeten, dan kan de nieuwe gebruiker nergens anders aanmelden dan op de NIS-master. Als bijvoorbeeld een nieuwe gebruiker jsmith toegevoegd moet worden:

```
# pw useradd jsmith
# cd /var/yp
# make test-domain
```

Er kan ook `adduser jsmith` in plaats van `pw useradd jsmith` gebruikt worden.

- *De beheeraccounts moeten buiten de NIS-afbeeldingen gehouden worden*. Het is niet handig als de beheeraccounts en wachtwoorden naar machines waarop gebruikers zich aanmelden die geen toegang tot die informatie horen te hebben zouden gaan.
- *De NIS-master en slave moeten veilig blijven en zo min mogelijk niet beschikbaar zijn*. Als de machine wordt gehackt of als hij wordt uitgeschakeld, dan kunnen er in theorie nogal wat mensen niet meer aanmelden.

Dit is de belangrijkste zwakte van elk gecentraliseerd beheersysteem. Als de NIS-servers niet goed beschermd worden, dan worden veel gebruikers boos!

29.4.9. NIS v1-compatibiliteit

ypserv voor FreeBSD biedt wat ondersteuning voor NIS v1 cliënten. De NIS-implementatie van FreeBSD gebruikt alleen het NIS v2 protocol, maar andere implementaties bevatten ondersteuning voor het v1 protocol voor achterwaartse compatibiliteit met oudere systemen. De **ypbind**-daemons die bij deze systemen zitten proberen een binding op te zetten met een NIS v1 server, hoewel dat niet per se ooit nodig is (en ze gaan misschien nog wel door met broadcasten nadat ze een antwoord van een v2 server hebben ontvangen). Het is belangrijk om te melden dat hoewel ondersteuning voor gewone cliëntoproepen aanwezig is, deze versie van **ypserv** geen overdrachtsverzoeken voor v1-afbeeldingen af kan handelen. Daarom kan **ypserv** niet gebruikt worden als master of slave in combinatie

met oudere NIS-servers die alleen het v1 protocol ondersteunen. Gelukkig worden er in deze tijd niet meer zoveel van deze servers gebruikt.

29.4.10. NIS-servers die ook NIS-cliënten zijn

Het is belangrijk voorzichtig om te gaan met het draaien van **ypserv** in een multi-server domein waar de server machines ook NIS-cliënten zijn. Het is in het algemeen verstandiger om de servers te dwingen met zichzelf te binden dan ze toe te staan een bindverzoek te broadcasten en het risico te lopen dat ze een binding met elkaar maken. Er kunnen vreemde fouten optreden als een van de servers plat gaat als er andere servers van die server afhankelijk zijn. Na verloop van tijd treedt op de cliënten wel een timeout op en verbinden ze met een andere server, maar de daarmee gepaard gaande vertraging kan aanzienlijk zijn en de foutmodus is nog steeds van toepassing, omdat de servers dan toch weer opnieuw een verbinding met elkaar kunnen vinden.

Het is mogelijk een host aan een specifieke server te binden door aan **ybind** de vlag **-S** mee te geven. Om dit niet iedere keer handmatig na een herstart te hoeven uitvoeren, kan de volgende regel worden opgenomen in `/etc/rc.conf` van de NIS-server:

```
nis_client_enable="YES" # start ook het cliënt gedeelte
nis_client_flags="-S NIS domain,server"
```

In **ybind(8)** staat meer informatie.

29.4.11. Wachtwoordformaten

Een van de meest voorkomende problemen bij het implementeren van NIS is de compatibiliteit van het wachtwoordformaat. Als een NIS-server wachtwoorden gebruikt die met DES gecodeerd zijn, dan kunnen alleen cliënten die ook DES gebruiken ondersteund worden. Als er bijvoorbeeld Solaris NIS-cliënten in een netwerk zijn, dan moet er vrijwel zeker gebruik gemaakt worden van met DES gecodeerde wachtwoorden.

Van welk formaat cliënten en servers gebruik maken is te zien in `/etc/login.conf`. Als een host gebruik maakt van met DES gecodeerde wachtwoorden, dan staat er in de klasse `default` een regel als de volgende:

```
default:\
:passwd_format=des:\
:copyright=/etc/COPYRIGHT:\
[Overige regels weggelaten]
```

Andere mogelijke waarden voor `passwd_format` zijn `blf` en `md5` (respectievelijk voor Blowfish en MD5 gecodeerde wachtwoorden).

Als er wijzigingen gemaakt zijn aan `/etc/login.conf` dan moet de login capability database herbouwd worden door het volgende commando als `root` uit te voeren:

```
# cap_mkdb /etc/login.conf
```

Opmerking: Het formaat van de wachtwoorden die al in `/etc/master.passwd` staan worden niet bijgewerkt totdat een gebruiker zijn wachtwoord voor de eerste keer wijzigt *nadat* de login capability database is herbouwd.

Om te zorgen dat de wachtwoorden in het gekozen formaat zijn gecodeerd, moet daarna gecontroleerd worden of de waarde `crypt_default` in `/etc/auth.conf` de voorkeur geeft aan het gekozen formaat. Om dat te realiseren dient het gekozen formaat vooraan gezet te worden in de lijst. Als er bijvoorbeeld gebruik gemaakt wordt van DES gecodeerde wachtwoorden, dan hoort de regel er als volgt uit te zien:

```
crypt_default = des blf md5
```

Als de bovenstaande stappen op alle FreeBSD gebaseerde NIS-servers en cliënten zijn uitgevoerd, dan is het zeker dat ze het allemaal eens zijn over welk wachtwoordformaat er op het netwerk wordt gebruikt. Als er problemen zijn bij de authenticatie op een NIS-cliënt, dan is dit een prima startpunt voor het uitzoeken waar de problemen vandaan komen. Nogmaals: als er een NIS-server in een heterogene omgeving wordt geplaatst, dan is het waarschijnlijk dat er gebruik gemaakt moet worden van DES op alle systemen, omdat dat de laagst overeenkomende standaard is.

29.5. Automatisch netwerk instellen (DHCP)

29.5.1. Wat is DHCP?

DHCP, het Dynamic Host Configuration Protocol, schrijft voor hoe een systeem verbinding kan maken met een netwerk en hoe het de benodigde informatie kan krijgen om met dat netwerk te communiceren. FreeBSD gebruikt de OpenBSD `dhclient` welke uit OpenBSD 3.7 komt. Alle informatie over `dhclient` kan zowel voor de ISC als de OpenBSD DHCP-cliënt gebruikt worden. De DHCP-server zit bij de ISC-distributie.

29.5.2. Wat behandeld wordt

In dit onderdeel worden de cliëntcomponenten van de ISC en OpenBSD DHCP-cliënt en de servercomponenten van het ISC DHCP-systeem beschreven. Het programma voor de cliënt, `dhclient`, zit standaard in FreeBSD en de server is beschikbaar via de port `net/isc-dhcp31-server`. Naast de onderstaande informatie, zijn de hulppagina's van `dhclient(8)`, `dhcp-options(5)` en `dhclient.conf(5)` bruikbare bronnen.

29.5.3. Hoe het werkt

Als `dhclient`, de DHCP-cliënt, wordt uitgevoerd op een cliëntmachine, dan begint die met het broadcasten van verzoeken om instellingeninformatie. Standaard worden deze verzoeken op UDP poort 68 gedaan. De server antwoordt op UDP 67 en geeft de cliënt een IP-adres en andere relevante netwerkinformatie, zoals een netmasker, router en DNS-servers. Al die informatie komt in de vorm van een DHCP "lease" en is voor een bepaalde tijd geldig (die is ingesteld door de beheerder van de DHCP-server). Op die manier kunnen IP-adressen voor cliënten die niet langer met het netwerk verbonden zijn (stale) automatisch weer ingenomen worden.

DHCP-cliënten kunnen veel informatie van de server krijgen. Er staat een uitputtende lijst in `dhcp-options(5)`.

29.5.4. FreeBSD integratie

FreeBSD integreert de OpenBSD DHCP-cliënt `dhclient` volledig. Er is ondersteuning voor de DHCP-cliënt in zowel het installatieprogramma als in het basissysteem, waardoor het niet noodzakelijk is om kennis te hebben van het maken van netwerkinstellingen voor het netwerk waar een DHCP-server draait.

DHCP wordt ondersteund door **sysinstall**. Bij het instellen van een netwerkinterface binnen **sysinstall** is de tweede vraag: “Wil je proberen de interface met DHCP in te stellen?” Als het antwoord bevestigend luidt, dan wordt `dhclient` uitgevoerd en als dat succesvol verloopt, dan worden de netwerkinstellingen automatisch ingevuld.

Voor het gebruiken van DHCP bij het opstarten van het systeem zijn twee instellingen nodig:

- Het apparaat `bpf` moet in de kernel gecompileerd zijn. Dit kan door `device bpf` aan het bestand met kernelinstellingen toe te voegen en de kernel te herbouwen. Meer informatie over het bouwen van een kernel staat in Hoofdstuk 8.

Het apparaat `bpf` is al onderdeel van de `GENERIC` kernel die bij FreeBSD zit, dus als er geen sprake is van een aangepaste kernel, dan hoeft er geen nieuwe gemaakt te worden om DHCP aan te praat te krijgen.

Opmerking: Voor de lezer die bijzonder begaan is met beveiliging, is het belangrijk aan te geven dat `bpf` ook het apparaat is waardoor pakketsnuffelaars hun werk kunnen doen (hoewel ze nog steeds als `root` moeten draaien). `bpf` is noodzakelijk voor DHCP, maar als beveiliging bijzonder belangrijk is, dan hoort `bpf` waarschijnlijk niet in een kernel te zitten omdat de verwachting dat er in de toekomst ooit DHCP gebruikt gaat worden.

- In `/etc/rc.conf` moet het volgende worden opgenomen:

```
ifconfig_fxp0="DHCP"
```

Opmerking: `fxp0` dient vervangen te worden door de juiste aanduiding van de interface die dynamisch ingesteld moet worden, zoals beschreven staat in Paragraaf 11.8.

Als er een andere lokatie voor `dhclient` wordt gebruikt of als er extra parameters aan `dhclient` meegegeven moeten worden, dan dient ook iets als het volgende toegevoegd te worden:

```
dhclient_program="/sbin/dhclient"
dhclient_flags=" "
```

De DHCP-server, **dhcpcd**, zit bij de port `net/isc-dhcp31-server` in de Portscollectie. Deze port bevat de ISC DHCP-server en documentatie.

29.5.5. Bestanden

- `/etc/dhclient.conf`

Voor `dhclient` is een instellingenbestand `/etc/dhclient.conf` nodig. Dat bestand bevat meestal alleen maar commentaar, omdat de standaardinstellingen redelijk zinvol zijn. Dit bestand wordt beschreven in `dhclient.conf(5)`.

- `/sbin/dhclient`

`dhclient` is statisch gelinkt en staat in `/sbin`. Er staat meer informatie over `dhclient` in `dhclient(8)`.

- `/sbin/dhclient-script`

`dhclient-script` is het FreeBSD-specifieke DHCP-cliënt instellingscript. Het wordt beschreven in `dhclient-script(8)`, maar het is niet nodig het te wijzigen om goed te werken.

- `/var/db/dhclient.leases`

De DHCP-cliënt houdt in dit bestand een database bij van geldige leases, die naar een logboekbestand worden geschreven. In `dhclient.leases(5)` staat een iets uitgebreidere beschrijving.

29.5.6. Verder lezen

Het DHCP-protocol staat volledig beschreven in RFC 2131 (<http://www.freesoft.org/CIE/RFC/2131/>). Er is nog een bron van informatie ingesteld op <http://www.dhcp.org/>.

29.5.7. Een DHCP-server installeren en instellen

29.5.7.1. Wat behandeld wordt

In dit onderdeel wordt beschreven hoe een FreeBSD systeem zo ingesteld kan worden dat het opereert als DHCP-server door gebruik te maken van de ISC (Internet Systems Consortium) implementatie van de DHCP-server.

De server wordt niet geleverd als deel van FreeBSD en om deze dienst aan te bieden dient de port `net/isc-dhcp31-server` geïnstalleerd te worden. In Hoofdstuk 4 staat meer informatie over de Portscollectie.

29.5.7.2. DHCP-serverinstallatie

Om een FreeBSD systeem in te stellen als DHCP-server moet het apparaat `bpf(4)` in de kernel zijn opgenomen. Om dit te doen dient `device bpf` aan het bestand met kernelinstellingen toegevoegd te worden en dient de kernel herbouwd te worden. Meer informatie over het bouwen van kernels staat in Hoofdstuk 8.

Het apparaat `bpf` is al onderdeel van de `GENERIC` kernel die bij FreeBSD, dus het is meestal niet nodig om een aangepaste kernel te bouwen om DHCP aan de praat te krijgen.

Opmerking: Het is belangrijk te vermelden dat `bpf` ook het apparaat is waardoor pakketsnuffelaars kunnen werken (hoewel de programma's die er gebruik van maken wel bijzondere toegang nodig hebben). `bpf` is verplicht voor DHCP, maar als beveiliging van belang is, dan is het waarschijnlijk niet verstandig om `bpf` in een kernel op te nemen alleen omdat er in de toekomst misschien ooit DHCP gebruikt gaat worden.

Hierna dient het standaardbestand `dhcpd.conf` dat door de port `net/isc-dhcp31-server` is geïnstalleerd gewijzigd te worden. Standaard is dit `/usr/local/etc/dhcpd.conf.sample` en dit bestand dient gekopieerd te worden naar `/usr/local/etc/dhcpd.conf` voordat de wijzigingen worden gemaakt.

29.5.7.3. De DHCP-server instellen

`dhcpd.conf` is opgebouwd uit declaraties over subnetten en hosts en is wellicht het meest eenvoudig te beschrijven met een voorbeeld:

```
option domain-name "example.com";❶
option domain-name-servers 192.168.4.100;❷
```

```

option subnet-mask 255.255.255.0;❸

default-lease-time 3600;❹
max-lease-time 86400;❺
ddns-update-style none;❻

subnet 192.168.4.0 netmask 255.255.255.0 {
    range 192.168.4.129 192.168.4.254;❼
    option routers 192.168.4.1;❽
}

host mailhost {
    hardware ethernet 02:03:04:05:06:07;❾
    fixed-address mailhost.example.com; (10)
}

```

- ❶ Deze optie geeft het domein aan dat door cliënten als standaard zoekdomein wordt gebruikt. In `resolv.conf`(5) staat meer over wat dat betekent.
- ❷ Deze optie beschrijft een door komma's gescheiden lijst met DNS-servers die de cliënt moet gebruiken.
- ❸ Het netmasker dat aan de cliënten wordt voorgeschreven.
- ❹ Een cliënt kan om een bepaalde duur vragen die een lease geldig is. Anders geeft de server aan wanneer de lease vervalt (in seconden).
- ❺ Dit is de maximale duur voor een lease die de server toestaat. Als een cliënt vraagt om een langere lease, dan wordt die wel verstrekt, maar is de lease geldig gedurende `max-lease-time` seconden.
- ❻ Deze optie geeft aan of de DHCP-server moet proberen de DNS-server bij te werken als een lease is geaccepteerd of wordt vrijgegeven. In de ISC implementatie is deze optie *verplicht*.
- ❼ Dit geeft aan welke IP-adressen in de groep met adressen zitten die zijn gereserveerd om uitgegeven te worden aan cliënten. Alle IP-adressen tussen de aangegeven adressen en die adressen zelf worden aan cliënten uitgegeven.
- ❽ Geeft de default gateway aan die aan de cliënten wordt voorgeschreven.
- ❾ Het hardware MAC-adres van een host, zodat de DHCP-server een host kan herkennen als die een verzoek doet.
- (10) Geeft een host aan die altijd hetzelfde IP-adres moet krijgen. Hier kan een hostnaam gebruikt worden, omdat de DHCP-server de hostnaam zelf opzoekt voordat de lease-informatie terug wordt gegeven.

Wanneer u klaar bent met het schrijven van uw `dhcpd.conf`, dient u de DHCP-server in `/etc/rc.conf` aan te zetten, door het volgende toe te voegen:

```

dhcpd_enable="YES"
dhcpd_ifaces="dc0"

```

Vervang de interfacenaam `dc0` door de interface (of interfaces, gescheiden door witruimtes) waarop uw DHCP-server moet luisteren naar DHCP-verzoeken van cliënten.

Daarna kunt u doorgaan met het starten van de server door het volgende commando te geven:

```
# /usr/local/etc/rc.d/isc-dhcpd start
```

Als er later wijzigingen in de instellingen gemaakt moeten worden, dan is het belangrijk te onthouden dat het sturen van een `SIGHUP` signaal naar **dhcpcd** *niet* resulteert in het opnieuw laden van de instellingen, zoals voor de meeste daemons geldt. Voor deze daemon dient een signaal `SIGTERM` gestuurd te worden om het proces te stoppen. Daarna dient de daemon met het hiervoor beschreven commando weer gestart worden.

29.5.7.4. Bestanden

- `/usr/local/sbin/dhcpcd`

dhcpcd is statisch gelinkt en staat in `/usr/local/sbin`. In de hulppagina voor `dhcpcd(8)` die meekomt met de port staat meer informatie over **dhcpcd**.

- `/usr/local/etc/dhcpcd.conf`

dhcpcd heeft een instellingenbestand, `/usr/local/etc/dhcpcd.conf`, nodig voordat de daemon diensten aan cliënten kan leveren. Het bestand moet alle informatie bevatten die aan cliënten gegeven moet worden en de informatie die nodig is voor het draaien van de dienst. Dit instellingenbestand staat beschreven in de hulppagina voor `dhcpcd.conf(5)` die meekomt met de port.

- `/var/db/dhcpcd.leases`

De DHCP-server houdt in dit bestand een database bij met leases die zijn uitgegeven en die naar een logboek worden geschreven. In de hulppagina `dhcpcd.leases(5)` die bij de port zit wordt dit uitvoeriger beschreven.

- `/usr/local/sbin/dhcrelay`

dhcrelay wordt in uitgebreidere omgevingen gebruikt waar de ene DHCP-server een verzoek van een cliënt naar een andere DHCP-server op een ander netwerk doorstuurt. Als deze functionaliteit nodig is, kan die beschikbaar komen door de port `net/isc-dhcp31-relay` te installeren. De hulppagina voor `dhcrelay(8)` die bij de port zit bevat meer details.

29.6. Domeinnaamsysteem (DNS)

29.6.1. Overzicht

FreeBSD gebruikt standaard een versie van BIND (Berkeley Internet Name Domain), wat de meest gebruikte implementatie van het DNS-protocol is. DNS is het protocol waarmee namen aan IP-adressen gebonden worden en vice versa. Zo wordt bijvoorbeeld op een zoekopdracht voor `www.FreeBSD.org` geantwoord met het IP-adres van de webserver van het FreeBSD Project en op een zoekopdracht voor `ftp.FreeBSD.org` wordt geantwoord met het IP-adres van de bijbehorende FTP-machine. Het tegenovergestelde kan ook gebeuren. Een zoekopdracht voor een IP-adres kan de bijbehorende hostnaam opleveren. Het is niet nodig om een naamserver te draaien om op een systeem zoekopdrachten met DNS uit te voeren.

FreeBSD wordt momenteel standaard geleverd met de BIND9 DNS-serversoftware. Onze installatie biedt verbeterde beveiligingsmogelijkheden, een nieuwe indeling van het bestandssysteem en geautomatiseerde configuratie van `chroot(8)`.

DNS wordt op Internet onderhouden door een enigszins complex systeem van autoritaire root, Top Level Domain (TLD), en andere kleinschaligere naamservern die individuele domeininformatie hosten en cachen.

Op dit moment wordt BIND beheerd door het Internet Systems Consortium <https://www.isc.org/>.

29.6.2. Terminologie

Om dit document te begrijpen moeten een aantal termen gerelateerd aan DNS begrepen worden.

Term	Definitie
Voorwaartse DNS	Het afbeelden van hostnamen op IP-adressen.
Herkomst (origin)	Verwijst naar het domein dat door een bepaald zonebestand wordt gedekt.
named , BIND	Vaak gebruikte namen voor het naamserverpakket BIND in FreeBSD.
Resolver	Een systeemproces waarmee een machine zoekopdrachten om zoneinformatie aan een naamserver geeft.
Reverse DNS	Het afbeelden van IP-adressen op hostnamen.
Rootzone	Het begin van de Internet zonehiërarchie. Alle zones vallen onder de rootzone, net zoals alle bestanden in een bestandssysteem onder de rootmap vallen.
Zone	Een individueel domein, subdomein of een deel van de DNS die door dezelfde autoriteit wordt beheerd.

Voorbeelden van zones:

- `.` is hoe de rootzone normaliter in de documentatie genoemd wordt.
- `org.` is een Top Level Domain (TLD) onder de rootzone.
- `example.org.` is een zone onder het TLD `org.`
- `1.168.192.in-addr.arpa` is een zone die naar alle IP-adressen verwijst die onder de IP-adresruimte `192.168.1.*` vallen.

Zoals te zien is staat het specifiekere deel van een hostnaam aan de linkerkant. Zo is bijvoorbeeld `example.org.` specifiekere dan `org.` en is `org.` specifiekere dan de rootzone. De indeling van ieder deel van een hostnaam lijkt veel op een bestandssysteem: de map `/dev` valt onder de root, enzovoort.

29.6.3. Redenen om een naamserver te draaien

Naamserveren bestaan in het algemeen in twee smaken: autoratieve naamserveren en caching (ook bekend als resolving) naamserveren.

Er is een autoratieve naamserver nodig als:

- Het gewenst is om DNS-informatie aan te bieden aan de wereld om met autoriteit op verzoeken te antwoorden.
- Een domein, zoals `example.org`, is geregistreerd en er IP-adressen aan hostnamen die daaronder liggen toegewezen moeten worden.
- Een IP-adresblok omgekeerde DNS-ingangen nodig heeft (IP naar hostnaam).
- Een omgekeerde of tweede naamserver, die een slaaf wordt genoemd, moet antwoorden op verzoeken.

Er is een caching naamserver nodig als:

- Een lokale DNS-server kan cachen en wellicht sneller kan antwoorden dan een naamserver die verder weg staat.

Als er een verzoek wordt gedaan voor `www.FreeBSD.org`, dan doet de resolver meestal een verzoek bij de naamserver van de ISP die de uplink levert en ontvangt daarop een antwoord. Met een lokale, caching DNS-server hoeft het verzoek maar één keer door de caching DNS-server naar de buitenwereld gedaan te worden. Voor aanvullende verzoeken hoeft niet buiten het lokale netwerk te gaan omdat het al lokaal in de cache staat.

29.6.4. Hoe het werkt

De daemon BIND heet in FreeBSD **named**.

Bestand	Beschrijving
<code>named(8)</code>	De daemon BIND.
<code>rndc(8)</code>	Naamserverbeheerprogramma.
<code>/etc/namedb</code>	Map waar zoneinformatie van BIND staat.
<code>/etc/namedb/named.conf</code>	Instellingenbestand van de daemon.

Afhankelijk van hoe en gegeven zone op de server is geconfigureerd, staan de bestanden gerelateerd aan die zone in de submappen `master`, `slave`, of `dynamic` van de map `/etc/namedb`. Deze bestanden bevatten de DNS-informatie die door de naamserver als antwoord op zoekopdrachten gegeven zal worden.

29.6.5. BIND starten

Omdat BIND standaard wordt geïnstalleerd, is het instellen relatief eenvoudig.

De standaardconfiguratie van **named** is die van een eenvoudige resolverende naamserver, draaiende in een `chroot(8)`-omgeving, en beperkt tot het luisteren op het lokale IPv4-teruglusadres (127.0.0.1). Gebruik het volgende commando om de server eenmaal met deze configuratie te starten:

```
# /etc/rc.d/named onestart
```

Om er zeker van te zijn dat de daemon **named** elke keer bij het opstarten gestart wordt, moet de volgende regel in `/etc/rc.conf` gezet worden:

```
named_enable="YES"
```

Het is duidelijk dat er vele instelopties voor `/etc/namedb/named.conf` zijn die buiten het bereik van dit document vallen. Als u echter geïnteresseerd bent in de opstartopties voor **named** op FreeBSD, bekijk dan de `named_*`-vlaggen in `/etc/defaults/rc.conf` en raadpleeg de handleidingpagina `rc.conf(5)`. De sectie Paragraaf 11.7 is ook nuttig om te lezen.

29.6.6. Instellingenbestanden

Instellingenbestanden voor **named** bevinden zich momenteel in `/etc/namedb` en moeten gewijzigd worden voor gebruik, tenzij er alleen een eenvoudige resolver nodig is. Hier vindt de meeste configuratie plaats.

29.6.6.1. /etc/namedb/named.conf

```
// $FreeBSD$
//
// In de handleidingpagina's named.conf(5) en named(8), en in de
// documentatie in /usr/share/doc/bind9 zijn meer details te vinden.
//
// Voor het opzetten van een autoratieve server is een grondig begrip
// van de werking van DNS noodzakelijk. Zelfs eenvoudige fouten kunnen // de werking verstoren v
// Internetverkeer veroorzaken.

options {
    // Alle namen van bestanden en paden zijn relatief aan de chroot-map,
    // indien aanwezig, en moeten volledig gekwalificeerd zijn.
    directory      "/etc/namedb/working";
    pid-file       "/var/run/named/pid"
    dump-file      "/var/dump/named_dump.db"
    statistics-file "/var/stats/named.stats"

// Als named alleen als een lokale resolver gebruikt wordt, is dit een
// veilige standaardinstelling. Om named toegang tot het netwerk te
// verschaffen, dient deze optie gecommentarieerd te worden, het
// juiste IP-adres opgegeven te worden, of dient deze optie verwijderd
// te worden.
        listen-on          { 127.0.0.1; };

// Als u IPv6 aan heeft staan op dit systeem, dient deze optie
// uitgecommentarieerd te worden om als lokale resolver te dienen. Om
// toegang tot het netwerk te verschaffen, dient een IPv6-adres of het
// sleutelwoord "any" gegeven te worden.
//     listen-on-v6        { ::1; };

// Deze zones zijn reeds opgenomen door de lege zones die hieronder
// staan. Als u de gerelateerde lege zones hieronder verwijdert,
// dienen deze regels uitgecommentarieerd te worden.
        disable-empty-zone "255.255.255.255.IN-ADDR.ARPA";
        disable-empty-zone "0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.IP6.A
        disable-empty-zone "1.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.IP6.A

// Als er een DNS-server beschikbaar is bij een upstream provider dan
// kan het IP-adres op de regel hieronder ingegeven worden en kan die
// geactiveerd worden. Hierdoor wordt voordeel gehaald uit de cache,
// waardoor het algehele DNS-verkeer op het Internet vermindert.
/*
        forwarders {
                127.0.0.1;

        };

*/

// Als de 'forwarders'-clausule niet leeg is, is de standaard om "forward
// first" te gebruiken, welke terug zal vallen op het versturen van een
// verzoek naar uw lokale server als de naamservers in 'forwarders' het
```

```
// antwoord niet weten. Als alternatief kunt u uw naamserver dwingen om
// nooit zelf verzoeken in te dienen door de volgende regel aan te
// zetten:
//     forward only;

// Als u forwarding automatisch wilt configureren gebaseerd op de regels
// in /etc/resolv.conf, verwijder dan het commentaar van de volgende
// regel en stel named_auto_forward=yes in in /etc/rc.conf. U kunt ook
// named_auto_forward_only aanzetten (het effect hiervan is hierboven
// beschreven).
//     include "/etc/namedb/auto_forward.conf";
```

Zoals al in het commentaar staat kan van een cache in de uplink geprofitteerd worden als forwarders ingeschakeld worden. Onder normale omstandigheden maakt een naamserver recursief verzoeken tot het Internet op zoek naar zekere naamsservers tot er een antwoord komt waar het naar op zoek is. Door de bovenstaande optie in te schakelen wordt eerst de uplink naamserver (of de opgegeven naamserver) gevraagd, waardoor er gebruik gemaakt kan worden van de cache van die server. Als die uplink naamserver een drukke, snelle naamserver is, kan het erg de moeite waard zijn om dit aan te zetten.

Waarschuwing 127.0.0.1 werkt hier *niet*. Verander dit IP-adres in een naamserver in de uplink.

```
/*
  Moderne versies van BIND gebruiken standaard een random
  UDP-poort voor elk uitgaand verzoek om de kans op cache
  poisoning drastisch te verminderen. Alle gebruikers wordt met
  klem verzocht om deze mogelijkheid te gebruiken en hun
  firewalls overeenkomstig aan te passen.

  ALS EEN LAATSTE UITVLUCHT om om een beperkende firewall heen
  te werken kunt u proberen om onderstaande optie aan te zetten.
  Het gebruik van deze optie vermindert uw kans om een cache
  poisoning aanval te weerstaan aanzienlijk, en dient indien
  mogelijk te worden vermeden.

  Vervang NNNNN in het voorbeeld door een getal tussen 49160 en
  65530.
*/
// query-source address * port NNNNN;
};

// Als er een lokale naamserver wordt gebruikt, vergeet dan niet om
// eerst 127.0.0.1 in /etc/resolv.conf te zetten zodat die gevraagd
// wordt. Controleer ook dat het in /etc/rc.conf is aangezet.

// Het traditionele root-hint-mechanisme. Gebruik dit OF de
// onderstaande slaafzones.
zone "." { type hint; file "/etc/namedb/named.root"; };

/* Het slaaf maken van de volgende zones vanaf de root-naamsservers
  heeft een aantal aanzienlijke voordelen:
  1. Snellere lokale resolutie voor uw gebruikers
```

2. Geen vals verkeer dat vanaf uw netwerk naar de roots wordt verzonden
3. Betere weerstand tegen elke mogelijk falen van de rootserver/DDoS

Wel is het zo dat deze methode meer toezicht vraagt dan het hintbestand om er zeker van te zijn dat een onverwachte faalmodus uw server niet heeft lamgelegd. Naamservers die veel clienten serveren zullen meer voordeel uit deze aanpak halen dan individuele hosts. Met zorg gebruiken.

Verwijder het commentaar uit de onderstaande regels en commentarieer de bovenstaande hintzone om dit mechanisme te gebruiken.

Zoals gedocumenteerd op <http://dns.icann.org/services/axfr/> zijn deze zones: "." (de root), ARPA, IN-ADDR.ARPA, IP6.ARPA en ROOT-SERVERS.NET beschikbaar voor AXFR van deze servers op IPv4 en IPv6:
xfr.lax.dns.icann.org, xfr.cjr.dns.icann.org

```
*/

zone "." {
    type slave;
    file "/etc/namedb/slave/root.slave";
    masters {
        192.5.5.241; // F.ROOT-SERVERS.NET.
    };
    notify no;
};

zone "arpa" {
    type slave;
    file "/etc/namedb/slave/arpa.slave";
    masters {
        192.5.5.241; // F.ROOT-SERVERS.NET.
    };
    notify no;
};

/* Het lokaal serveren van de volgende zones voorkomt dat enig
verzoek voor deze zones uw netwerk verlaat en naar de
root-naamservers gaat. Dit heeft twee aanzienlijke voordelen:
1. Snellere lokale resolutie voor uw gebruikers
2. Er zal geen vals verkeer vanaf uw netwerk naar de roots worden verzonden
*/
// RFCs 1912 en 5735 (en BCP32 voor localhost)
zone "localhost" { type master; file "/etc/namedb/master/localhost-forward.db"; };
zone "127.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/localhost-reverse.db"; };
zone "255.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };

// RFC 1912-stijl zone voor IPv6 localhost adres
zone "0.ip6.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/localhost-reverse.db"; };

// "Dit" netwerk (RFCs 1912 en 5735)
zone "0.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
```



```
// Netwerken voor privaat gebruik (RFC 1918 en 5735)
zone "10.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "16.172.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "17.172.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "18.172.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "19.172.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "20.172.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "21.172.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "22.172.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "23.172.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "24.172.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "25.172.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "26.172.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "27.172.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "28.172.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "29.172.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "30.172.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "31.172.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "168.192.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };

// Lokale link/APIPA (RFCs 3927 en 5735)
zone "254.169.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };

// IETF protocol-toewijzingen (RFCs 5735 en 5736)
zone "0.0.192.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };

// TEST-NET-[1-3] voor documentatie (RFCs 5735 en 5737)
zone "2.0.192.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "100.51.198.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "113.0.203.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };

// IPv6-bereik voor documentatie (RFC 3849)
zone "8.b.d.0.1.0.0.2.ip6.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };

// Domeinnamen voor documentatie en testen (BCP 32)
zone "test" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "example" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "invalid" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "example.com" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "example.net" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "example.org" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };

// Router benchmarken (RFC 2544 en 5735)
zone "18.198.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "19.198.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };

// Gereserveerd door IANA - oude ruimte van klasse E (RFC 5735)
zone "240.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "241.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "242.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "243.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
zone "244.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; };
```

```
zone "245.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
zone "246.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
zone "247.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
zone "248.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
zone "249.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
zone "250.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
zone "251.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
zone "252.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
zone "253.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
zone "254.in-addr.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
```

```
// Niet-toegewezen IPv6-adressen (RFC 4291)
```

[illegible]

```
// IPv6 ULA (RFC 4193)
```

```
zone "c.f.ip6.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
zone "d.f.ip6.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
```

```
// IPv6 lokale link (RFC 4291)
```

```
zone "8.e.f.ip6.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
```

```

zone "9.e.f.ip6.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
zone "a.e.f.ip6.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
zone "b.e.f.ip6.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }

// IPv6 verouderde site-lokale adressen (RFC 3879)
zone "c.e.f.ip6.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
zone "d.e.f.ip6.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
zone "e.e.f.ip6.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }
zone "f.e.f.ip6.arpa" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }

// IP6.INT is verouderd (RFC 4159)
zone "ip6.int" { type master; file "/etc/namedb/master/empty.db"; }

// NB: De IP-adressen hieronder zijn bedoeld als voorbeeld en dienen
//      niet gebruikt te worden!
//
// Voorbeeld instellingen voor slaafzones. Het kan handig zijn om
// tenminste slaaf te worden voor de zone waar de host onderdeel van
// uitmaakt. Bij uw netwerkbeheerder kan het IP-adres van de
// verantwoordelijke meester-naamserver nagevraagd worden.
//
// Vergeet niet om de omgekeerde lookup-zone op te nemen!
// Dit is genoemd na de eerste bytes van het IP-adres, in omgekeerde
// volgorde, met daarachter ".IN-ADDR.ARPA", of "IP6.ARPA" voor IPv6.
//
// Het is van groot belang om de werking van DNS en BIND te begrijpen
// voordat er een meester-zone wordt opgezet. Er zijn nogal wat
// onverwachte valkuilen. Het opzetten van een slaafzone is
// gewoonlijk eenvoudiger.
//
// NB: Zet de onderstaande voorbeelden niet blindelings aan. :-)
// Gebruik in plaats hiervan echte namen en adressen.
/* Een voorbeeld van een dynamische zone
key "exampleorgkey" {
    algorithm hmac-md5;
    secret "sf87HJqjkqh8ac87a021la==";
};

zone "example.org" {
    type master;
    allow-update {
        key "exampleorgkey";
    };
    file "/etc/namedb/dynamic/example.org";
};
*/

/* Voorbeeld van een omgekeerde slaafzone
zone "1.168.192.in-addr.arpa" {
    type slave;
    file "/etc/namedb/slave/1.168.192.in-addr.arpa";
    masters {
        192.168.1.1;
    };
};
*/

```

```

    };
};
*/

```

In `named.conf` zijn dit voorbeelden van slaafregels voor een voorwaartse en een omgekeerde zone.

Voor iedere nieuwe zone die wordt aangeboden dient een nieuwe instelling voor de zone aan `named.conf` toegevoegd te worden.

De eenvoudigste instelling voor de zone `example.org` kan er als volgt uitzien:

```

zone "example.org" {
    type master;
    file "master/example.org";
};

```

De zone is een master, zoals aangegeven door het statement `type`, waarvan de zoneinformatie in `/etc/namedb/example.org` staat, zoals het statement `file` aangeeft.

```

zone "example.org" {
    type slave;
    file "slave/example.org";
};

```

In het geval van de slaaf wordt de zoneinformatie voor een zone overgedragen van de master naamserver en opgeslagen in het ingestelde bestand. Als de masterserver het niet meer doet of niet bereikbaar is, dan heeft de slaveserver de overgedragen zoneinformatie nog en kan het die aanbieden.

29.6.6.2. Zonebestanden

Een voorbeeldbestand voor een masterzone voor `example.org` (bestaande binnen `/etc/namedb/master/example.org`) ziet er als volgt uit:

```

$TTL 3600          ; 1 uur standaard TTL
example.org.       IN      SOA      ns1.example.org. admin.example.org. (
                                2006051501      ; Serienummer
                                10800           ; Verversen
                                3600            ; Opnieuw proberen
                                604800          ; Verlopen
                                300            ; Negatieve antwoord-TTL
                                )

; DNS Servers
                                IN      NS      ns1.example.org.
                                IN      NS      ns2.example.org.

; MX Records
                                IN      MX 10    mx.example.org.
                                IN      MX 20    mail.example.org.

                                IN      A        192.168.1.1

; Machinenamen

```

```
localhost      IN      A      127.0.0.1
ns1            IN      A      192.168.1.2
ns2            IN      A      192.168.1.3
mail           IN      A      192.168.1.4
mx             IN      A      192.168.1.5
```

```
; Aliases
www            IN      CNAME   example.org.
```

Iedere hostnaam die eindigt op een “.” is een exacte hostnaam, terwijl alles zonder een “.” op het einde relatief is aan de oorsprong. Zo wordt `ns1` bijvoorbeeld vertaald naar `ns1.example.org.`

De regels in een zonebestand volgen de volgende opmaak:

```
recordnaam      IN recordtype  waarde
```

De meest gebruikte DNS-records:

SOA

begin van autoriteit (start of authority)

NS

een bevoegde (autoratieve) name server

A

een hostadres

CNAME

de canonieke naam voor een alias

MX

mail exchanger

PTR

een domeinnaam pointer (gebruikt in omgekeerde DNS)

```
example.org. IN SOA ns1.example.org. admin.example.org. (
                                2006051501      ; Serienummer
                                10800            ; Ververs na 3 uur
                                3600             ; Opnieuw proberen na 1 uur
                                604800          ; Verlopen na 1 week
                                300             ; Negatieve antwoord-TTL
```

```
example.org.
```

de domeinnaam, ook de oorsprong voor dit zonebestand.

```
ns1.example.org.
```

de primaire/bevoegde naamserver voor deze zone.

admin.example.org.

de persoon die verantwoordelijk is voor deze zone, emailadres met “@” vervangen. <admin@example.org> wordt admin.example.org.

2006051501

het serienummer van het bestand. Dit moet iedere keer als het zonebestand wordt aangepast opgehoogd worden. Tegenwoordig geven veel beheerders de voorkeur aan de opmaak `yyyymmddrr` voor het serienummer. 2006051501 betekent dan dat het voor het laatst is aangepast op 15-05-2006, de laatste 01 betekent dat het zonebestand die dag voor het eerst is aangepast. Het serienummer is belangrijk omdat het slaafnaamserver aangeeft dat een zone is bijgewerkt.

```
IN NS          ns1.example.org.
```

Hierboven staat een NS-regel. Voor iedere naamserver die bevoegde antwoorden moet geven voor de zone hoort er zo'n regel te zijn.

```
localhost      IN      A      127.0.0.1
ns1             IN      A      192.168.1.2
ns2            IN      A      192.168.1.3
mx             IN      A      192.168.1.4
mail           IN      A      192.168.1.5
```

Een A-record geeft een machinenaam aan. Hierboven is te zien dat `ns1.example.org` zou resolvable naar `192.168.1.2`.

```
IN      A      192.168.1.1
```

Deze regel kent IP-adres `192.168.1.1` toe aan de huidige oorsprong, in dit geval `example.org`.

```
www          IN CNAME      @
```

Een canoniek naamrecord wordt meestal gebruikt voor het geven van aliassen aan een machine. In het voorbeeld is `www` een alias naar de “master” machine waarvan de naam gelijk is aan de domeinnaam `example.org` (`192.168.1.1`). CNAME's kunnen nooit samen met een ander soort record voor dezelfde hostnaam gebruikt worden.

```
IN MX  10      mail.example.org.
```

MX records geven aan welke mailservers verantwoordelijk zijn voor het afhandelen van inkomende mail voor de zone. `mail.example.org` is de hostnaam van een mailserver en 10 is de prioriteit voor die mailserver.

Het is mogelijk meerdere mailservers in te stellen met prioriteiten 10, 20, enzovoorts. Een mailserver die probeert mail af te leveren voor `example.org` probeert dat eerst bij de MX met de hoogste prioriteit (het record met het laagste prioriteitsnummer), daarna de tweede hoogste, enzovoort, totdat de mail afgeleverd kan worden.

Voor `in-addr.arpa` zonebestanden (omgekeerd DNS) wordt dezelfde opmaak gebruikt, maar dan met PTR-regels in plaats van A of CNAME.

\$TTL 3600

```
1.168.192.in-addr.arpa. IN SOA ns1.example.org. admin.example.org. (
                          2006051501      ; Serienummer
```

```

10800          ; Ververs
3600           ; Opnieuw proberen
604800        ; Verlopen
300 )         ; Negatieve antwoord-TTL

IN      NS     ns1.example.org.
IN      NS     ns2.example.org.

1       IN     PTR    example.org.
2       IN     PTR    ns1.example.org.
3       IN     PTR    ns2.example.org.
4       IN     PTR    mx.example.org.
5       IN     PTR    mail.example.org.

```

Dit bestand geeft de juiste IP-adressen voor hostnamen in het voorbeelddomein hierboven.

Het is het vernoemen waard dat alle namen aan de rechterkant van een PTR-record volledig gekwalificeerd dienen te zijn (i.e. met een “.” eindigen).

29.6.7. Caching naamserver

Een caching naamserver is een naamserver wiens primaire rol het oplossen van recursieve verzoeken is. Het dient simpelweg zelf verzoeken in en onthoudt de antwoorden voor later gebruik.

29.6.8. DNSSEC

Domain Name Security System Extentions, ofwel DNSSEC, is een verzameling van specificaties om resolvende naamsservers te beschermen tegen valse DNS-gegevens, zoals vervalste DNS-records. Door digitale handtekeningen te gebruiken kan een resolver de integriteit van een record controleren. Merk op dat DNSSEC alleen integriteit biedt via het digitaal ondertekenen van het Resource Record (RRs). Het biedt noch betrouwbaarheid noch bescherming tegen onjuiste aannames van eindgebruikers. Dit betekent dat het mensen niet kan beschermen tegen het bezoeken van `voorbeeld.net` in plaats van `voorbeeld.com`. Het enige wat DNSSEC doet is authenticeren dat de gegevens niet tijdens het transport zijn gecompromitteerd. De beveiliging van DNSSEC is een belangrijke stap in het beveiligen van het internet in het algemeen. De relevante RFCs zijn een goed beginpunt voor meer gedetailleerde gegevens over hoe DNSSEC werkt. Raadpleeg de lijst in Paragraaf 29.6.10.

De volgende secties laten zien hoe DNSSEC voor een autoratieve DNS-server en een recursieve (of caching) DNS-server die BIND 9 draait kan worden bewerkstelligd. Hoewel alle versies van BIND 9 DNSSEC ondersteunen, is tenminste versie 9.6.2 nodig om gebruik te kunnen maken van de ondertekende rootzones tijdens het valideren van DNS-verzoeken. Dit komt doordat eerdere versies de benodigde algoritmes om validatie met de sleutel voor de rootzone te uit te voeren niet hebben. Het wordt sterk aangeraden om de nieuwste versie van BIND 9.7 te gebruiken om gebruik te kunnen maken van automatische sleutel-updates voor de rootsleutel en van andere mogelijkheden om zones ondertekend en sleutel up-to-date te houden. Wanneer configuraties tussen 9.6.2 en 9.7 en later verschillen, zullen deze worden toegelicht.

29.6.8.1. Configuratie van een recursieve DNS-server

Het aanzetten van DNSSEC-validatie van verzoeken die door een recursieve DNS-server worden uitgevoerd heeft enkele aanpassingen aan `named.conf` nodig. Voordat deze wijzigingen worden gemaakt dient de

rootzone-sleutel, of vertrouwensanker, worden opgehaald. Momenteel is de rootzone-sleutel niet beschikbaar in een bestandsformaat dat BIND begrijpt, dus moet het handmatig in het juiste formaat omgezet worden. De sleutel zelf kan verkregen worden door de rootzone ervoor met **dig** te ondervragen. Door

```
% dig +multi +noall +answer DNSKEY . > root.dnskey
```

te draaien, wordt de sleutel in `root.dnskey` opgeslagen. De inhoud dient er ongeveer als volgt uit te zien:

```
. 93910 IN DNSKEY 257 3 8 (
AwEAAaGAIKlVZrpC6Ia7gEzahOR+9W29euxhJhVVL0yQ
bSEW008gcCjFFVQUTf6v58fLjwBd0YI0EzrAcQqBGCzh
/RStIo08g0NfnfL2MTJRkxoxbfDaUeVPQuYEhg37NZWA
JQ9VnMVDxP/VHL496M/QZxkjf5/Efucp2gaDX6RS6CXP
oY68LsvPVjR0ZSwzzlapAzvN9dlzEheX7ICJBBtuA6G3
LQpzW5h0A2hzCTMjJPJ8LbqF6dsV6DoBQzgul0sGIcGO
Yl7OyQdXfz57relSQageu+ipAdTTJ25AsRTAoub8ONGc
LmqrAmRLKBPldfwhYB4N7knNnulqQxA+Uk1ihz0=
) ; key id = 19036
. 93910 IN DNSKEY 256 3 8 (
AwEAAcAGQEA+OJmOzfzVfoYN249JId7gx+OZMbxY69Hf
UyuGBbRN0+HuTOpBxxBCkNOL+EJB9qJxt+0FEY6ZUVjE
g58sRr4ZQ6Iu6blxTBKgc193zUARK4mmQ/PPGxn7Cn5V
EGJ/1h6dNaiXuRHwR+7oWh7DnzkIJChcTqlFrXDW3tjt
) ; key id = 34525
```

Schrik niet als de verkregen sleutels anders zijn dan in dit voorbeeld. Ze kunnen zijn veranderd nadat deze instructies voor het laatst waren bijgewerkt. De uitvoer bevat in feite twee sleutels. De eerste sleutel, met de waarde 257 na het DNSKEY-recordtype, is degene die nodig is. Deze waarde geeft aan dat dit een Secure Entry Point (SEP) is, beter bekend als een Key Signing Key (KSK). De tweede sleutel, met de waarde 256, is een deelsleutel, beter bekend als een Zone Signing Key (ZSK). Meer over de verschillende soorten sleutels komt aan bod in Paragraaf 29.6.8.2.

Nu moet de sleutel gecontroleerd en geformatteerd worden zodat BIND deze kan gebruiken. Maak om de sleutel te controleren een DS - RR-paar aan. Maak een bestand aan dat deze RRs bevat aan met

```
% dnssec-dsfromkey -f root-dnskey . > root.ds
```

Deze records gebruiken respectievelijk SHA-1 en SHA-256, en dienen er als het volgende voorbeeld uit te zien, waarbij het langere record SHA-256 gebruikt.

```
. IN DS 19036 8 1 B256BD09DC8DD59F0E0F0D8541B8328DD986DF6E
. IN DS 19036 8 2 49AAC11D7B6F6446702E54A1607371607A1A41855200FD2CE1CDDE32F24E8FB5
```

Het SHA-256 RR kan nu worden vergeleken met de digest in <https://data.iana.org/root-anchors/root-anchors.xml>. Om er absoluut zeker van te zijn dat er niet geknoeid is met de sleutel kunnen de gegevens in het XML-bestand worden gecontroleerd met de PGP-handtekening in <https://data.iana.org/root-anchors/root-anchors.asc> (<https://data.iana.org/root-anchors/root-anchors.asc>).

Vervolgens dient de sleutel juist geformateerd te worden. Dit verschilt een beetje tussen versie 9.6.2 en versie 9.7 en later van BIND. In versie 9.7 is ondersteuning toegevoegd om automatisch veranderingen aan de sleutel te volgen en deze bij te werken indien nodig. Dit wordt gedaan met `managed-keys` zoals in het volgende voorbeeld te zien is. Als de oudere versie gebruikt wordt, wordt de sleutel toegevoegd met een commando `trusted-keys` en dient deze handmatig bijgewerkt te worden. Voor BIND 9.6.2 ziet het formaat er uit als:


```
trusted-keys {
    "." 257 3 8
    "AwEAAagAIKlVZrpC6Ia7gEzahOR+9W29euxhJhVVL0yQbSEW008gcCjF
    FVQUTf6v58fLjwBd0YI0EzrAcQqBGCzh/RStIo08g0NfnfL2MTJRkxoX
    bfDaUeVPQuYEhg37NZWAJQ9VnMVDxP/VHL496M/QZxkjf5/Efucp2gaD
    X6RS6CXpoY68LsvPVjR0ZSwzzlapAzvN9dlzEheX7ICJBBtuA6G3LQpz
    W5hOA2hzCTMjJPJ8LbqF6dsV6DoBQzgul0sGicGOYl7OyQdXfZ57relS
    Qageu+ipAdTTJ25AsRTAoub8ONGcLmqrAmRLKBPldfwhYB4N7knNnulq
    QxA+Uk1ihz0=" ;
};
```

Voor versie 9.7 ziet het formaat er echter zo uit:

```
managed-keys {
    "." initial-key 257 3 8
    "AwEAAagAIKlVZrpC6Ia7gEzahOR+9W29euxhJhVVL0yQbSEW008gcCjF
    FVQUTf6v58fLjwBd0YI0EzrAcQqBGCzh/RStIo08g0NfnfL2MTJRkxoX
    bfDaUeVPQuYEhg37NZWAJQ9VnMVDxP/VHL496M/QZxkjf5/Efucp2gaD
    X6RS6CXpoY68LsvPVjR0ZSwzzlapAzvN9dlzEheX7ICJBBtuA6G3LQpz
    W5hOA2hzCTMjJPJ8LbqF6dsV6DoBQzgul0sGicGOYl7OyQdXfZ57relS
    Qageu+ipAdTTJ25AsRTAoub8ONGcLmqrAmRLKBPldfwhYB4N7knNnulq
    QxA+Uk1ihz0=" ;
};
```

De rootsleutel kan nu aan `named.conf` worden toegevoegd, ofwel direct of door een bestand dat de sleutel bevat te includen. Stel na deze stappen BIND in zodat het DNSSEC-validatie uitvoert op verzoeken door `named.conf` te bewerken en het volgende aan de directief `options` toe te voegen:

```
dnssec-enable yes;
dnssec-validation yes;
```

Om te controleren dat het ook echt werkt, kan **dig** gebruikt worden om een verzoek op een ondertekende zone uit te voeren met de zojuist geconfigureerde resolver. Een succesvol antwoord zal de vlag `AD` bevatten om aan te geven dat de gegevens zijn geautenticeerd. Een verzoek als

```
% dig @resolver +dnssec se ds
```

zou het DS RR paar voor de `.se`-zone moeten teruggeven. In de sectie `flags`: moet de vlag `AD` te zien zijn, als in:

```
...
;; flags: qr rd ra ad; QUERY: 1, ANSWER: 3, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 1
...
```

De resolver is nu in staat om DNS-verzoeken te autenticeren.

29.6.8.2. Configuratie van een autoratieve DNS-server

Om een autoratieve naamserver een met DNSSEC ondertekende zone te laten serveren is wat meer werk nodig. Een zone wordt ondertekend met cryptografische sleutels die aangemaakt moeten worden. Het is mogelijk om hier slechts één sleutel voor te gebruiken. De methode die de voorkeur verdient is echter om een sterke, goed beschermde Key Signing Key (KSK) die niet vaak wordt geroteerd en een Zone Signing Key (ZSK) die vaker wordt geroteerd te hebben. Informatie over aanbevolen procedures staat in RFC 4641: DNSSEC Operational Practices

(<http://tools.ietf.org/rfc/rfc4641.txt>). Procedures betreffende de rootzone staan in DNSSEC Practice Statement for the Root Zone KSK operator (<http://www.root-dnssec.org/wp-content/uploads/2010/06/icann-dps-00.txt>) en DNSSEC Practice Statement for the Root Zone ZSK operator (<http://www.root-dnssec.org/wp-content/uploads/2010/06/vrsn-dps-00.txt>). De KSK wordt gebruikt om een autoriteitsketen voor de te valideren gegevens op te bouwen en wordt daarom ook een Secure Entry Point (SEP)-sleutel genoemd. Een bericht-digest van deze sleutel, dat Delegation Signer (DS)-record genoemd wordt, moet gepubliceerd zijn in de ouderzone om een vertrouwensketen op te bouwen. Hoe dit bereikt wordt hangt af van de eigenaar van de ouderzone. De ZSK wordt gebruikt om de zone te ondertekenen, en hoeft alleen daar gepubliceerd te worden.

Om DNSSEC aan te zetten voor de zone `voorbeeld.com` zoals beschreven in de voorgaande voorbeelden, dient als eerste **dnssec-keygen** gebruikt te worden om het sleutelpaar met de KSK en ZSK te genereren. Dit sleutelpaar kan verschillende cryptografische algoritmes gebruiken. Het wordt aanbevolen om RSA/SHA-256 voor de sleutels te gebruiken, een sleutellengte van 2048 bits zou voldoende moeten zijn. Om de KSK voor `voorbeeld.com` te genereren:

```
% dnssec-keygen -f KSK -a RSASHA256 -b 2048 -n ZONE voorbeeld.com
```

en om de ZSK te genereren:

```
% dnssec-keygen -a RSASHA256 -b 2048 -n ZONE voorbeeld.com
```

dnssec-keygen maakt twee bestanden, de publieke en private sleutels in bestanden met namen als `Kvoorbeeld.com.+005+nnnnn.key` (publiek) en `Kvoorbeeld.com.+005+nnnnn.private` (privaat). Het gedeelte `nnnnn` van de bestandsnaam is een sleutel-ID van vijf cijfers. Houd bij welke sleutel-ID bij welke sleutel hoort. Dit is in het bijzonder van belang wanneer er meerdere sleutels per zone zijn. Het is ook mogelijk om de sleutels te hernoemen. Voor elk KSK-bestand:

```
% mv Kvoorbeeld.com.+005+nnnnn.key Kvoorbeeld.com.+005+nnnnn.KSK.key
% mv Kvoorbeeld.com.+005+nnnnn.private Kvoorbeeld.com.+005+nnnnn.KSK.private
```

Voor ZSK-bestanden dient `KSK` waar nodig door `ZSK` vervangen te worden. De bestanden kunnen nu worden opgenomen in het zonebestand, door de opdracht `$include` te gebruiken. Het zou er ongeveer als volgt uit moeten zien:

```
$include Kvoorbeeld.com.+005+nnnnn.KSK.key ; KSK
$include Kvoorbeeld.com.+005+nnnnn.ZSK.key ; ZSK
```

Onderteken tenslotte de zone en vertel BIND om het ondertekende zonebestand te gebruiken. Voor het ondertekenen van een zone wordt **dnssec-signzone** gebruikt. Het commando om de zone `voorbeeld.com`, dat zich in `voorbeeld.com.db` bevindt, zou er ongeveer zo uit moeten zien:

```
% dnssec-signzone -o voorbeeld.com -k Kvoorbeeld.com.+005+nnnnn.KSK voorbeeld.com.db Kvoorbeeld.com.+005+nnnnn.KSK
```

De sleutel die aan het argument `-k` wordt meegegeven is de KSK en het andere sleutelbestand is de ZSK dat bij het ondertekenen gebruikt moet worden. Het is mogelijk om meer dan één KSK en ZSK op te geven, wat tot gevolg heeft dat de zone met alle meegegeven sleutels wordt ondertekend. Dit kan nodig zijn om zonegegevens aan te leveren die met meerdere algoritmes zijn ondertekend. De uitvoer van **dnssec-signzone** is een zonebestand met daarin alle RRs ondertekend. Deze uitvoer komt in een bestand met de extensie `.signed` terecht, zoals `voorbeeld.com.db.signed`. De DS-records worden ook naar een apart bestand `dsset-voorbeeld.com` geschreven. Om deze ondertekende zone te gebruiken hoeft alleen de zone-directief in `named.conf` veranderd te

worden om voorbeeld.com.db.signed. Standaard zijn de ondertekeningen slechts 30 dagen geldig, wat betekent dat de zone over ongeveer 15 dagen hertekend moet worden om er zeker van te zijn dat resolvers geen records met oude ondertekeningen cachen. Het is mogelijk om hiervoor een script en een crontaak te maken. Bekijk de relevante handleidingen voor details.

Zorg ervoor dat de private sleutels veilig blijven, zoals met alle cryptografische sleutels. Bij het veranderen van een sleutel is het het beste om de nieuwe sleutel in de zone op te nemen, en nog met de oude sleutel te ondertekenen, en om daarna over te stappen op de nieuwe sleutel. Nadat deze handelingen zijn voltooid kan de oude sleutel uit de zone worden verwijderd. Wanneer dit niet wordt gedaan kunnen de DNS-gegevens tijdelijk onbeschikbaar zijn totdat de nieuwe sleutel door de DNS-hiërarchie is gepropageerd. Meer informatie over sleutelwisselingen en andere praktijken rondom DNSSEC staan in RFC 4641: DNSSEC Operational practices (<http://www.ietf.org/rfc/rfc4641.txt>).

29.6.8.3. Automatisering met BIND 9.7 of nieuwer

In versie 9.7 van BIND is een nieuwe mogelijkheid genaamd *Smart Signing* geïntroduceerd. Deze mogelijkheid heeft als doel om het sleutelbeheer en ondertekenproces eenvoudiger te maken door delen van deze taken te automatiseren. Door de sleutels in een *sleutelreservoir* te stoppen en de nieuwe optie `auto-dnssec` te gebruiken, is het mogelijk om een dynamische zone aan te maken welke opnieuw getekend wordt indien dat nodig is. Gebruik om deze zone bij te werken **nsupdate** met de nieuwe `-l rndc` kan nu ook zones ondertekenen met sleutels uit het sleutelreservoir door de optie `sign` te gebruiken. Voeg, om BIND dit automatische ondertekenen en bijwerken van zones te laten gebruiken voor voorbeeld.com, het volgende aan `named.conf` toe:

```
zone voorbeeld.com {
    type master;
    key-directory "/etc/named/keys";
    update-policy local;
    auto-dnssec maintain;
    file "/etc/named/dynamic/voorbeeld.com.zone";
};
```

Nadat deze veranderingen gemaakt zijn, dienen de sleutels voor de zone aangemaakt te worden zoals uitgelegd in Paragraaf 29.6.8.2, deze sleutels in het sleutelreservoir gestopt te worden dat als argument aan de `key-directory` in het zoneconfiguratie is meegegeven, waarna de zone automatisch zal worden ondertekend. Zones die op deze manier zijn geconfigureerd dienen met **nsupdate** te worden gedaan, dat voor het opnieuw ondertekenen van de zone met de nieuw toegevoegde gegevens zal zorgen. Zie voor meer details Paragraaf 29.6.10 en de BIND-documentatie.

29.6.9. Beveiliging

Hoewel BIND de meest gebruikte implementatie van DNS is, is er altijd nog het beveiligingsvraagstuk. Soms worden er mogelijke en te misbruiken beveiligingsgaten gevonden.

Hoewel FreeBSD **named** automatisch in een chroot(8)-omgeving plaatst; zijn er verschillende andere beveiligingsmechanismen actief die zouden kunnen helpen om mogelijke aanvallen op de DNS-dienst af te wenden.

Het is altijd verstandig om de CERT (<http://www.cert.org/>) beveiligingswaarschuwingen te lezen en een abonnement te nemen op de FreeBSD beveiligingswaarschuwingen mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-security-notifications>) om bij te blijven met de beveiligingsproblemen wat betreft Internet en FreeBSD.

Tip: Als er problemen ontstaan, kan het bijwerken van broncode en het opnieuw bouwen van **named** hulp bieden.

29.6.10. Verder lezen

BIND/**named** hulppagina's: rndc(8) named(8) named.conf(5) nsupdate(8) dnssec-signzone(8) dnssec-keygen(8)

- Officiële ISC BIND pagina (<https://www.isc.org/software/bind/>)
- Officieel ISC BIND Forum (<https://www.isc.org/software/guild/>)
- O'Reilly DNS en BIND 5e Editie (<http://www.oreilly.com/catalog/dns5/>)
- Root DNSSEC (<http://www.root-dnssec.org/documentation/>)
- DNSSEC Trust Anchor Publication for the Root Zone (<http://data.iana.org/root-anchors/draft-icann-dnssec-trust-anchor.html>)
- RFC1034 - Domain Names - Concepts and Facilities (<http://tools.ietf.org/html/rfc1034>)
- RFC1035 - Domain Names - Implementation and Specification (<http://tools.ietf.org/html/rfc1035>)
- RFC4033 - DNS Security Introduction and Requirements (<http://tools.ietf.org/html/rfc4033>)
- RFC4034 - Resource Records for the DNS Security Extensions (<http://tools.ietf.org/html/rfc4034>)
- RFC4035 - Protocol Modifications for the DNS Security Extensions (<http://tools.ietf.org/html/rfc4035>)
- RFC4641 - DNSSEC Operational Practices (<http://tools.ietf.org/html/rfc4641>)
- RFC5011 - Automated Updates of DNS Security (DNSSEC Trust Anchors) (<http://tools.ietf.org/html/rfc5011>)

29.7. Apache HTTP server

29.7.1. Overzicht

FreeBSD wordt gebruikt om een paar van de drukste websites ter wereld te draaien. De meeste webserver op Internet maken gebruik van de **Apache HTTP Server**. **Apache** softwarepakketten staan op de FreeBSD installatiemedia. Als **Apache** niet bij de oorspronkelijke installatie van FreeBSD is meegeïnstalleerd, dan kan dat vanuit de port `www/apache13` of `www/apache22`.

Als **Apache** succesvol is geïnstalleerd, moeten er instellingen gemaakt worden.

Opmerking: In dit onderdeel wordt versie 1.3.X van de **Apache HTTP Server** behandeld omdat die het meest gebruikt wordt op FreeBSD. **Apache 2.X** biedt veel nieuwe mogelijkheden, maar wordt hier niet beschreven. Meer informatie over **Apache 2.X** is te vinden op <http://httpd.apache.org/>.

29.7.2. Instellen

Het belangrijkste bestand met instellingen voor de **Apache HTTP Server** op FreeBSD is `/usr/local/etc/apache/httpd.conf`. Dit bestand is een typisch UNIX tekstgebaseerd instellingenbestand waarin regels met commentaar beginnen met het karakter `#`. Het uitputtend beschrijven van alle mogelijke instellingen valt buiten het bereik van dit boek, dus worden alleen de meest gebruikte directieven beschreven.

```
ServerRoot "/usr/local"
```

Hierin wordt de standaard mappenhiërarchie voor de **Apache** installatie aangegeven. Binaire bestanden staan in de submappen `bin` en `sbin` van de serverroot en bestanden met instellingen staan in `etc/apache`.

```
ServerAdmin beheerder@beheer.adres
```

Het adres waaraan problemen met de server gemaild kunnen worden. Dit adres verschijnt op een aantal door de server gegenereerde pagina's, zoals documenten met foutmeldingen.

```
ServerName www.example.com
```

Met `ServerName` kan een hostnaam ingesteld worden die wordt teruggezonden aan de cliënten als de naam van de server anders is dan die is ingesteld (gebruik bijvoorbeeld `www` in plaats van de echte hostnaam).

```
DocumentRoot "/usr/local/www/data"
```

`DocumentRoot`: de map waaruit de documenten worden geserveerd. Standaard worden alle verzoeken uit deze map gehaald, maar er kunnen symbolische links en aliassen gebruikt worden om naar andere locaties te wijzen.

Het is altijd een goed idee om reservekopieën te maken van het instellingenbestand voor **Apache** vóór het maken van wijzigingen. Als de juiste instellingen gemaakt zijn, kan **Apache** gestart worden.

29.7.3. Apache draaien

Apache draait niet vanuit de **inetd** super server zoals veel andere netwerkdiensten. Hij is ingesteld om zelfstandig te draaien vanwege beter prestaties voor het afhandelen van inkomende HTTP-verzoeken van webbrowsers van cliënten. Er wordt een shellscripwrapper bijgeleverd om het starten, stoppen en herstarten zo eenvoudig mogelijk te maken. Het volgende commando start **Apache** voor de eerste keer:

```
# /usr/local/sbin/apachectl start
```

De server kan op iedere moment gestopt worden met:

```
# /usr/local/sbin/apachectl stop
```

Na het maken van wijzigingen aan het instellingenbestand moet de dienst herstart worden:

```
# /usr/local/sbin/apachectl restart
```

Om **Apache** te herstarten zonder bestaande connecties te verbreken:

```
# /usr/local/sbin/apachectl graceful
```

In `apachectl(8)` staat meer informatie.

Om **Apache** met het systeem mee te starten kan de volgende regel aan `/etc/rc.conf` worden toegevoegd:

```
apache_enable="YES"
```

of voor **Apache 2.2**:

```
apache22_enable="YES"
```

Als het nodig is additionele commandoregelopties op te geven voor de **Apache** `httpd` bij het opstarten, dan kunnen die in de volgende regel in `rc.conf` meegegeven worden:

```
apache_flags=" "
```

Nu de webserver draait, is die te benaderen door een webbrowser te wijzen naar `http://localhost/`. De standaard webpagina is `/usr/local/www/data/index.html`.

29.7.4. Virtuele hosting

Apache ondersteunt twee verschillende manieren van Virtuele Hosting. De eerste methode is Naamgebaseerde Virtuele Hosting. Naamgebaseerde Virtuele Hosting gebruikt de HTTP/1.1 headers van de cliënten om de hostnaam uit te zoeken. Hierdoor kunnen meerdere domeinen hetzelfde IP-adres delen.

Om **Apache** gebruik te laten maken van Naamgebaseerde Virtuele Hosting kan een regel als de volgende in `httpd.conf` worden opgenomen:

```
NameVirtualHost *
```

Als een webserver `www.domein.tld` heet en er moet een virtueel domein voor `www.anderdomein.tld` gaan draaien, dan kunnen de volgende regels aan `httpd.conf` worden toegevoegd:

```
<VirtualHost *>
    ServerName www.domein.tld
    DocumentRoot /www/domein.tld
</VirtualHost>

<VirtualHost *>
    ServerName www.anderdomein.tld
    DocumentRoot /www/anderdomein.tld
</VirtualHost>
```

De adressen en de paden uit dit voorbeeld kunnen in echte implementaties uiteraard gewijzigd worden.

Meer informatie over het opzetten van virtuele hosts staat in de officiële documentatie voor **Apache** op <http://httpd.apache.org/docs/vhosts/>

29.7.5. Apache modules

Er zijn veel verschillende **Apache** modules die functionaliteit toevoegen aan de basisdienst. De FreeBSD Portscollectie biedt op een eenvoudige manier de mogelijkheid om **Apache** samen met de meeste populaire add-on modules te installeren.

29.7.5.1. mod_ssl

De module **mod_ssl** gebruikt de bibliotheek OpenSSL om sterke cryptografie te leveren via de protocollen Secure Sockets Layer (SSL v2/v3) en Transport Layer Security (TLS v1). Deze module levert alles wat nodig is om een getekend certificaat aan te vragen bij een vertrouwde certificaatautoriteit om een veilige webserver onder FreeBSD te kunnen draaien.

Als **Apache** nog niet is geïnstalleerd, dan is er een versie van **Apache 1.3.X** die **mod_ssl** bevat en geïnstalleerd kan worden met de `www/apache13-modssl` port. SSL-ondersteuning is ook voor **Apache 2.X** beschikbaar in de port `www/apache22`, waar het standaard is ingeschakeld.

29.7.5.2. Taalbindingen

Er zijn Apache-modules beschikbare voor de meeste grote scriptingtalen. Deze modules maken het typisch mogelijk om **Apache**-modules geheel in een scriptingtaal te schrijven. Ze worden ook vaak gebruikt als een persistente interpreter die in de server zit en die de rompslomp van het starten van een externe interpreter en de opstartvertraging voor dynamische websites vermijdt, zoals beschreven in de volgende sectie.

29.7.6. Dynamische websites

In het afgelopen decennium hebben steeds meer bedrijven zich op Internet gericht om hun omzet te verhogen en hun zichtbaarheid te vergroten. Hiermee is ook de behoefte aan interactieve webinhoud toegenomen. Hoewel sommige bedrijven zoals Microsoft oplossingen hebben geïntroduceerd voor hun eigen (propriëtaire) producten, heeft ook de open source gemeenschap een antwoord op de vraag gegeven. Moderne opties voor dynamische webinhoud zijn onder andere Django, Ruby on Rails, **mod_perl**, en **mod_php**.

29.7.6.1. Django

Django is een BSD-gelicenseerd raamwerk ontworpen om ontwikkelaars in staat te stellen om snel hoog presterende, elegante webapplicaties te schrijven. Het biedt een vertaling van objecten naar relaties zodat datatypes ontwikkeld kunnen worden als Python-objecten, en er een rijke dynamische databasetoegang voor die objecten kan worden geboden zonder dat de ontwikkelaar ooit SQL hoeft te schrijven. Het biedt ook een uitbreidbaar sjabloonsysteem zodat de applicatielogica is gescheiden van de HTML-presentatie.

Django is afhankelijk van **mod_python**, **Apache**, en een SQL-database-engine naar keuze. De FreeBSD-port zal al deze vereisten met de juiste vlaggen voor u installeren.

Voorbeeld 29-3. Django installeren met Apache2, mod_python3, en PostgreSQL

```
# cd /usr/ports/www/py-django; make all install clean -DWITH_MOD_PYTHON3 -DWITH_POSTGRESQL
```

Als Django en deze vereisten eenmaal zijn geïnstalleerd, dient u een Django-projectmap te maken en vervolgens Apache te configureren om de ingebakken Python-interpreter te gebruiken om uw applicatie voor specifieke URL's op uw site aan te roepen.

Voorbeeld 29-4. Apache-configuratie voor Django/mod_python

U moet een regel aan het Apache-bestand `httpd.conf` toevoegen om Apache in te stellen om verzoeken voor bepaalde URL's aan uw webapplicatie door te geven:

```
<Location "/">
    SetHandler python-program
    PythonPath "[ '/map/naar/uw/django-pakketten/' ] + sys.path"
    PythonHandler django.core.handlers.modpython
    SetEnv DJANGO_SETTINGS_MODULE mijnsite.settings
    PythonAutoReload On
    PythonDebug On
</Location>
```

29.7.6.2. Ruby on Rails

Ruby on Rails is een ader opensource webraamwerk dat een volledige ontwikkelstack biedt en geoptimaliseerd is om webontwikkelaars productiever te maken en snel krachtige applicaties te laten ontwikkelen. Het kan eenvoudig vanuit het portssysteem geïnstalleerd worden.

```
# cd /usr/ports/www/rubygem-rails; make all install clean
```

29.7.6.3. mod_perl

Het **Apache**/Perl integratieproject brengt de volledige kracht van de programmeertaal Perl en de **Apache HTTP Server** samen. Met de module **mod_perl** is het mogelijk om **Apache**-modules volledig in Perl te schrijven. Daarnaast voorkomt een ingebouwde persistente interpreter in de server de rompslomp van het starten van een externe interpreter en de nadelen van de opstarttijd van Perl.

mod_perl is op een paar verschillende manieren beschikbaar. Om **mod_perl** te gebruiken dient herinnerd te worden dat **mod_perl** 1.0 alleen met **Apache** 1.3 werkt en dat **mod_perl** 2.0 alleen met **Apache** 2.X werkt. **mod_perl** 1.0 is beschikbaar in `www/mod_perl` en een statisch gecompileerde versie is beschikbaar in `www/apache13-modperl`. **mod_perl** 2.0 is beschikbaar in `www/mod_perl2`.

29.7.6.4. mod_php

PHP, ook bekend als “PHP: Hypertext Preprocessor”, is een algemene scripttaal die bijzonder geschikt is voor webontwikkeling. Het is mogelijk de taal in te bedden in HTML en de syntaxis is afgeleid van C, Java en Perl met de bedoeling webontwikkelaars in staat te stellen om snel dynamisch samengestelde pagina’s te schrijven.

Om ondersteuning voor PHP5 toe te voegen aan de **Apache** webserver kan eerst de port `lang/php5` geïnstalleerd worden.

Als de port `lang/php5` voor het eerst geïnstalleerd wordt, worden automatisch de beschikbare `OPTIONS` weergegeven. Als er geen menu wordt weergegeven, omdat de port `lang/php5` reeds in het verleden is geïnstalleerd, is het altijd mogelijk om het optiedialoog weer te laten verschijnen door

```
# make config
```

uit te voeren in de map van de port.

Controleer in het optiedialoog dat de optie **APACHE mod_php5** als een laadbare module voor de webserver **Apache** bouwt.

Opmerking: Een heleboel sites draaien nog steeds PHP4 om verschillende redenen (compatibiliteitszaken of reeds in gebruik genomen webapplicaties). Als **mod_php4** nodig is in plaats van **mod_php5**, gebruik dan de port `lang/php4`. De port `lang/php4` ondersteunt een groot deel van de configuratie- en bouwopties van de port `lang/php5`.

Hiermee worden de modules die nodig zijn voor de ondersteuning van dynamische PHP-applicaties geïnstalleerd en ingesteld. Controleer dat de volgende secties aan `/usr/local/etc/apache/httpd.conf` zijn toegevoegd:

```
LoadModule php5_module          libexec/apache/libphp5.so

AddModule mod_php5.c
<IfModule mod_php5.c>
    DirectoryIndex index.php index.html
</IfModule>
<IfModule mod_php5.c>
    AddType application/x-httpd-php .php
    AddType application/x-httpd-php-source .phps
</IfModule>
```

Na voltooiing is een eenvoudige aanroep van het commando `apachectl` voor een nette herstart nodig om de module PHP te laden:

```
# apachectl graceful
```

Voor toekomstig bijwerken van PHP zal het commando `make config` niet nodig zijn; de geselecteerde `OPTIONS` worden automatisch bewaard door het FreeBSD Ports raamwerk.

De ondersteuning voor PHP in FreeBSD is extreem modulaar waardoor de basisinstallatie zeer beperkt is. Het is heel gemakkelijk om ondersteuning toe te voegen door de port `lang/php5-extensions` te gebruiken. Deze port biedt een menugestuurde interface voor de installatie van PHP-uitbreidingen. Als alternatief kunnen individuele uitbreidingen worden geïnstalleerd door de juiste port te gebruiken.

Om bijvoorbeeld ondersteuning voor de **MySQL** databaseserver aan PHP5 toe te voegen kan gewoonweg de port `databases/php5-mysql` geïnstalleerd worden:

Na de installatie van een uitbreiding moet de **Apache**-server herladen worden om de nieuwe veranderingen in de configuratie op te pikken:

```
# apachectl graceful
```

29.8. File Transfer Protocol (FTP)

29.8.1. Overzicht

Het File Transfer Protocol (FTP) biedt gebruikers een eenvoudige manier om bestanden van en naar een FTP server te verplaatsen. FreeBSD bevat FTP server software, **ftpd**, in het basissysteem. Hierdoor is het opzetten en beheren van een FTP server op FreeBSD erg overzichtelijk.

29.8.2. Instellen

De belangrijkste stap bij het instellen is de beslissing welke accounts toegang krijgen tot de FTP server. Een normaal FreeBSD systeem heeft een aantal systeemaccounts die gebruikt worden voor daemons, maar onbekende gebruikers mag niet toegestaan worden van die accounts gebruikt te maken. In `/etc/ftpusers` staat een lijst met gebruikers die geen FTP toegang hebben. Standaard staan daar de voorgenoemde accounts in, maar het is ook mogelijk om daar gebruikers toe te voegen die geen FTP toegang mogen hebben.

Het kan ook wenselijk zijn de FTP toegang voor sommige gebruikers te beperken, maar niet onmogelijk te maken. Dit kan met `/etc/ftpchroot`. In dat bestand staan gebruikers en groepen waarop FTP toegangsbeperkingen van toepassing zijn. In `ftpchroot(5)` staan alle details die hier niet beschreven zijn.

Om anonieme FTP toegang voor een server in te schakelen, dient er een gebruiker `ftp` op een FreeBSD systeem aangemaakt te worden. Dan kunnen gebruikers op de server aanmelden met de gebruikersnaam `ftp` of `anonymous` en met ieder wachtwoord (de geldende conventie schrijft voor dat dit een emailadres van de gebruiker is). De FTP server roep bij een anonieme aanmelding `chroot(2)` aan, zodat er alleen toegang is tot de thuismap van de gebruiker `ftp`.

Er zijn twee tekstbestanden waarin welkomstberichten voor de FTP-cliënten gezet kunnen worden. De inhoud van `/etc/ftpwelcome` wordt getoond voordat gebruikers een aanmeldprompt zien. Na een succesvolle aanmelding wordt de inhoud van `/etc/ftpmotd` getoond. Het genoemde pad is relatief ten opzichte van de aanmeldomgeving, dus voor anonieme gebruikers wordt `~ftp/etc/ftpmotd` getoond.

Als een FTP server eenmaal correct is ingesteld, moet die ingeschakeld worden in `/etc/inetd.conf`. Daar moet het commentaarkarakter `#` voor de bestaande **ftpd** regel verwijderd worden:

```
ftp stream tcp nowait root /usr/libexec/ftpd ftpd -l
```

Zoals is uitgelegd in Voorbeeld 29-1, moet de configuratie van **inetd** worden herladen nadat dit instellingenbestand is gewijzigd. Details over het aanzetten van **inetd** op uw systeem staan in Paragraaf 29.2.2.

Als alternatief kan **ftpd** ook gestart worden als een op zichzelf staande dienst. In dat geval volstaat het om de juiste variabele in te stellen in `/etc/rc.conf`:

```
ftpd_enable="YES"
```

Na het instellen van de bovenstaande variabele zal de op zichzelf staande server gestart worden nadat de computer opnieuw is opgestart, of het kan handmatig worden gestart door het volgende commando als `root` uit te voeren:

```
# /etc/rc.d/ftpd start
```

Nu kan aangemeld worden op de FTP-server met:

```
% ftp localhost
```

29.8.3. Beheren

De **ftpd** daemon gebruikt `syslog(3)` om berichten te loggen. Standaard plaatst de systeemlogdaemon berichten over FTP in `/var/log/xferlog`. De lokatie van het FTP logboek kan gewijzigd worden door de volgende regels in `/etc/syslog.conf` te wijzigen:

```
ftp.info          /var/log/xferlog
```

Het is verstandig na te denken over de gevaren die op de loer liggen bij het draaien van een anonieme FTP server. Dat geldt in het bijzonder voor het laten uploaden van bestanden. Het is dan goed mogelijk dat een FTP site een forum wordt om commerciële software zonder licenties uit te wisselen of erger. Als anonieme uploads toch nodig zijn, dan horen de rechten op die bestanden zo te staan dat ze niet door andere anonieme gebruikers gelezen kunnen worden tot er door een beheerder naar gekeken is.

29.9. Bestands- en printdiensten voor Microsoft Windows cliënten (Samba)

29.9.1. Overzicht

Samba is een populair open source softwarepakket dat bestands- en printdiensten voor Microsoft Windows cliënten biedt. Die cliënten kunnen dan ruimte op een FreeBSD bestandssysteem gebruiken alsof het een lokale schijf is en FreeBSD printers gebruiken alsof het lokale printers zijn.

Samba softwarepakketten horen op de FreeBSD installatiemedia te staan. Als **Samba** bij de basisinstallatie niet mee is geïnstalleerd, dan kan dat alsnog via de `net/samba34` port of met het pakket.

29.9.2. Instellen

Een standaardbestand met instellingen voor **Samba** wordt geïnstalleerd als

`/usr/local/share/examples/samba34/smb.conf.default`. Dit bestand dient gekopieerd te worden naar `/usr/local/etc/smb.conf` en voordat **Samba** gebruikt kan worden, moeten er aanpassingen aan worden gemaakt.

`smb.conf` bevat de instellingen voor **Samba**, zoals die voor de printers en de “gedeelde bestandssystemen” die gedeeld worden met Windows cliënten. Het pakket **Samba** bevat een webgebaseerde beheermodule die **swat** heet, waarmee `smb.conf` op een eenvoudige manier ingesteld kan worden.

29.9.2.1. De Samba webbeheermodule gebruiken (SWAT)

De Samba Webbeheermodule (SWAT) draait als een daemon vanuit **inetd**. Daarom dient voor de volgende regel uit `/etc/inetd.conf` het commentaarkarakter verwijderd te worden voordat **swat** gebruikt kan worden om **Samba** in te stellen:

```
swat    stream  tcp      nowait/400    root    /usr/local/sbin/swat    swat
```

Zoals is uitgelegd in Voorbeeld 29-1, moet de configuratie van **inetd** worden herladen nadat dit instellingenbestand is gewijzigd.

Als **swat** is ingeschakeld in `inetd.conf`, kan de module gebruikt worden door met een browser een verbinding te maken met `http://localhost:901`. Er dient aangemeld te worden met het `root` account van het systeem.

Na succesvol aanmelden op de hoofdpagina voor de **Samba** instellingen, is het mogelijk de systeemdokumentatie te bekijken of te starten door op het tabblad **Globals** te klikken. Het onderdeel **Globals** correspondeert met de sectie `[global]` in `/usr/local/etc/smb.conf`.

29.9.2.2. Systeembrede instellingen

Of **Samba** nu wordt ingesteld door `/usr/local/etc/smb.conf` direct te bewerken of met **swat**, de eerste instellingen die gemaakt moeten worden zijn de volgende:

`workgroup`

NT Domeinnaam of Werkgroepnaam voor de computers die verbinding gaan maken met de server.

`netbiosnaam`

Hiermee wordt de NetBIOS naam waaronder de **Samba** server bekend zal zijn ingesteld. Standaard is de naam het eerste gedeelte van de DNS-naam van een host.

`server string`

Hiermee wordt de string ingesteld die te zien is als het commando `net view` en een aantal andere commando's die gebruik maken van de beschrijvende tekst voor de server gebruikt worden.

29.9.2.3. Beveiligingsinstellingen

Twee van de belangrijkste instellingen in `/usr/local/etc/smb.conf` zijn het gekozen beveiligingsmodel en het wachtwoord voor cliëntgebruikers. Deze worden met de volgende instellingen gemaakt:

`security`

De twee meest gebruikte mogelijkheden hier zijn `security = share` en `security = user`. Als de cliënten gebruikersnamen hebben die overeenkomen met hun gebruikersnaam op de FreeBSD machine, dan is het verstandig om te kiezen voor beveiliging op gebruikersniveau. Dit is het standaard beveiligingsbeleid en kent als voorwaarde dat gebruikers zich eerst moeten aanmelden voordat ze toegang krijgen tot gedeelde bronnen.

Bij beveiliging op shareniveau hoeft een cliënt niet met een geldige gebruikersnaam en wachtwoord aan te melden op de server voor het mogelijk is om een verbinding te proberen te krijgen met een gedeelde bron. Dit was het standaardbeveiligingsmodel voor oudere versies van **Samba**.

`passdb backend`

Samba kent aan de achterkant verschillende authenticatiemodellen. Cliënten kunnen authenticeren met LDAP, NIS+, een SQL-database of een aangepast wachtwoordbestand. De standaard authenticatiemethode is `smbpasswd`. Meer wordt hier niet behandeld.

Als aangenomen wordt dat de standaard achterkant `smbpasswd` wordt gebruikt, dan moet `/usr/local/etc/samba/smbpasswd` gemaakt worden om **Samba** in staat te stellen cliënten te authenticeren. Als het gewenst is om uw UNIX gebruikersaccounts toegang te geven vanaf Windows cliënten, gebruik dan het volgende commando:

```
# smbpasswd -a gebruikersnaam
```

Opmerking: De aanbevolen backend is nu `tdbsam`, en het volgende command moet gebruikt worden om gebruikersaccounts toe te voegen:

```
# pdbedit -a -u gebruikersnaam
```

In de Official Samba HOWTO (<http://www.samba.org/samba/docs/man/Samba-HOWTO-Collection>) staat meer informatie over instelopties. Met de hier gegeven basisuitleg moet het mogelijk zijn **Samba** draaiende te krijgen.

29.9.3. Samba starten

De port `net/samba34` voegt een nieuw opstartscript toe, dat gebruikt kan worden om **Samba** te beheren. Om dit script te activeren, zodat het bijvoorbeeld gebruikt kan worden om **Samba** te starten, stoppen, of te herstarten, dient de volgende regel aan `/etc/rc.conf` toegevoegd te worden:

```
samba_enable="YES"
```

Of, voor fijnkorrelig beheer:

```
nmbd_enable="YES"
```

```
smbd_enable="YES"
```

Opmerking: Dit stelt **Samba** ook in om automatisch tijdens het opstarten te starten.

Vervolgens is het mogelijk om **Samba** op elk moment te starten door dit te typen:

```
# /usr/local/etc/rc.d/samba start
Starting SAMBA: removing stale tdb's :
Starting nmbd.
Starting smbd.
```

Refereer aan Paragraaf 11.7 voor meer informatie over het gebruik van rc-scripts.

Samba bestaat feitelijk uit drie afzonderlijke daemons. Het script `samba` start de daemons **nmbd** en **smbd**. Als de winbind naamresolutiediensten in `smb.conf` zijn ingeschakeld, dan start ook de daemon **winbindd**.

Samba kan op ieder moment gestopt worden met:

```
# /usr/local/etc/rc.d/samba stop
```

Samba is een complexe softwaresuite met functionaliteit waarmee verregaande integratie met Microsoft Windows netwerken mogelijk wordt. Informatie die verder gaat dan de basisinstallatie staat op <http://www.samba.org>.

29.10. Tijd synchroniseren met NTP

29.10.1. Overzicht

Na verloop van tijd gaat de tijd van een computer meestal uit de pas lopen. Het Netwerk Tijd Protocol (NTP) kan ervoor zorgen dat de tijd accuraat blijft.

Veel diensten op Internet zijn afhankelijk, of hebben veel voordeel, van het betrouwbaar zijn van de tijd. Zo ontvangt een webserver bijvoorbeeld veel verzoeken om een bestand te sturen als dat gewijzigd is sinds een bepaald moment. In een LAN-omgeving is het van groot belang dat computers die bestanden delen van eenzelfde server gesynchroniseerde tijd hebben zodat de tijdstempels consistent blijven. Diensten zoals cron(8) zijn ook afhankelijk van een betrouwbare systeemtijd om commando's op het ingestelde moment uit te voeren.

Bij FreeBSD zit de ntpd(8) NTP server die gebruikt kan worden om bij andere NTP servers de tijd op te vragen om de eigen klok gelijk te zetten of om de juiste tijd te verstrekken aan andere apparaten.

29.10.2. Passende NTP-servers kiezen

Om de tijd te synchroniseren moeten er één of meer NTP-servers beschikbaar zijn. Een lokale systeembeheerder of een ISP heeft wellicht een NTP-server voor dit doel opgezet. Het is verstandig om documentatie te raadplegen en te bekijken of dat het geval is. Er is een online lijst van publiek toegankelijke NTP-servers (<http://support.ntp.org/bin/view/Servers/WebHome>) waarop een NTP-server gezocht kan worden die in geografische zin dichtbij een te synchroniseren computer ligt. Het is belangrijk te voldoen aan het beleid voor de betreffende server en toestemming te vragen als dat in de voorwaarden staat.

Het is verstandig meerdere, niet van elkaar afhankelijke, NTP-servers te kiezen voor het geval een van de servers niet langer betrouwbaar is of niet bereikbaar is. ntpd(8) gebruikt de antwoorden die van andere servers ontvangen worden op intelligente wijze: betrouwbare servers krijgen voorrang boven onbetrouwbare servers.

29.10.3. Machine instellen

29.10.3.1. Basisinstellingen

Als het alleen de bedoeling is de tijd te synchroniseren bij het opstarten van een machine, dan kan ntpdate(8) gebruikt worden. Dit kan van toepassing zijn op desktops die regelmatig herstart worden en niet echt regelmatig gesynchroniseerd hoeven te worden. Op sommige machines hoort echter ntpd(8) te draaien.

Het gebruik van ntpdate(8) bij het opstarten is ook een goed idee voor machines waarop ntpd(8) draait. De ntpd(8) wijzigt de tijd geleidelijk, terwijl ntpdate(8) gewoon de tijd instelt, hoe groot het verschil tussen de bestaande tijd van een machine en de correcte tijd ook is.

Om ntpdate(8) tijdens het opstarten in te schakelen kan ntpdate_enable="YES" aan `/etc/rc.conf` worden toegevoegd. Alle voor de synchronisatie te gebruiken servers moeten dan, samen met eventuele opties voor ntpdate(8), in ntpdate_flags aangegeven worden.

29.10.3.2. Algemene instellingen

NTP wordt ingesteld met het bestand `/etc/ntp.conf` in het formaat dat beschreven staat in ntp.conf(5). Hieronder volgt een eenvoudig voorbeeld:

```
server ntplocal.example.com prefer
server timeserver.example.org
server ntp2a.example.net

driftfile /var/db/ntp.drift
```

De optie `server` geeft aan welke servers er gebruikt moeten worden, met op elke regel een server. Als de server wordt ingesteld met het argument `prefer`, zoals bij `ntplocal.example.com`, dan krijgt die server de voorkeur boven de andere. Een antwoord van een voorkeurserver wordt genegeerd als dat significant afwijkt van de antwoorden van de andere servers. In andere gevallen wordt het gebruikt zonder rekening te houden met de andere antwoorden. Het argument `prefer` wordt meestal gebruikt voor NTP-servers waarvan bekend is dat ze erg betrouwbaar zijn, zoals die met speciale tijdbewakingshardware.

De optie `driftfile` geeft aan welk bestand gebruikt wordt om de offset van de klokfrequentie van het systeem op te slaan. `ntpd(8)` gebruikt die om automatisch te compenseren voor het natuurlijke afwijken van de tijd, zodat er zelfs bij gebrek aan externe bronnen een redelijke accurate tijdsinstelling mogelijk is.

De optie `driftfile` geeft aan welk bestand gebruikt wordt om informatie over eerdere antwoorden van NTP-servers die gebruikt worden op te slaan. Dit bestand bevat interne informatie voor NTP. Het hoort niet door andere processen gewijzigd te worden.

29.10.3.3. Toegang tot een server instellen

Een NTP-server is standaard toegankelijk voor alle hosts op een netwerk. De optie `restrict` in `/etc/ntp.conf` maakt het mogelijk om aan te geven welke machines de dienst mogen benaderen.

Voor het blokkeren van toegang voor alle andere machines kan de volgende regel aan `/etc/ntp.conf` toegevoegd worden:

```
restrict default ignore
```

Opmerking: Dit zal ook toegang van uw server naar alle servers die vermeld staan in uw lokale configuratie verhinderen. Als u uw NTP-server moet synchroniseren met een externe NTP-server, dient u deze specifieke server toe te staan. Lees de handleiding voor `ntp.conf(5)` voor meer informatie.

Om alleen machines op bijvoorbeeld het lokale netwerk toe te staan hun tijd te synchroniseren met een server, maar ze tegelijkertijd niet toe te staan om de server te draaien of de server als referentie voor synchronisatie te gebruiken, kan de volgende regel toegevoegd worden:

```
restrict 192.168.1.0 mask 255.255.255.0 nomodify notrap
```

Hierboven is `192.168.1.0` een IP-adres op een LAN en `255.255.255.0` is het bijbehorende netwerkmasker.

`/etc/ntp.conf` mag meerdere regels met `restrict` bevatten. Meer details staan in het onderdeel `Access Control Support` van `ntp.conf(5)`.

29.10.4. De NTP-server draaien

De NTP-server kan bij het opstarten gestart worden door de regel `ntpd_enable="YES"` aan `/etc/rc.conf` toe te voegen. Om extra opties aan `ntpd(8)` mee te geven kan de parameter `ntpd_flags` in `/etc/rc.conf` gebruikt worden.

Om de server zonder een herstart van de machine te starten kan `ntpd` uitgevoerd worden, met toevoeging van de parameters uit `ntpd_flags` in `/etc/rc.conf`. Bijvoorbeeld:

```
# ntpd -p /var/run/ntpd.pid
```

29.10.5. ntpd gebruiken met een tijdelijke Internetverbinding

ntpd(8) heeft geen permanente verbinding met een netwerk nodig om goed te werken. Maar als er gebruik gemaakt wordt van een inbelverbinding, is het wellicht verstandig om ervoor te zorgen dat uitgaande NTP-verzoeken geen uitgaande verbinding kunnen starten. Als er gebruik gemaakt wordt van gebruikers-PPP, kunnen er `filter` commando's ingesteld worden in `/etc/ppp/ppp.conf`. Bijvoorbeeld:

```
set filter dial 0 deny udp src eq 123
# NTP-verkeer zorgt niet voor uitbellen
set filter dial 1 permit 0 0
set filter alive 0 deny udp src eq 123
# Inkomend NTP-verkeer houdt de verbinding niet open
set filter alive 1 deny udp dst eq 123
# Uitgaand NTP-verkeer houdt de verbinding niet open
set filter alive 2 permit 0/0 0/0
```

Meer details staan in de sectie `PACKET FILTERING` in `ppp(8)` en in de voorbeelden in `/usr/share/examples/ppp/`.

Opmerking: Sommige Internetproviders blokkeren lage poorten, waardoor NTP niet kan werken omdat er nooit een antwoord ontvangen kan worden door een machine.

29.10.6. Meer informatie

HTML-documentatie voor de NTP-server staat in `/usr/share/doc/ntp/`.

29.11. Hosts op afstand loggen met `syslogd`

Het omgaan met systeemlogs is een cruciaal aspect van zowel beveiligings- als systeembeheer. Het in de gaten houden van logbestanden van meerdere hosts kan nogal onhandelbaar worden als deze hosts over (middel)grote netwerken zijn verspreid, of wanneer ze deel zijn van verschillende soorten netwerken. In deze gevallen kan het op afstand loggen het gehele proces een stuk aangenamer maken.

Het centraal loggen naar een specifieke loghost kan wat van de administratieve last van het beheren van logbestanden wegnemen. Het aggregeren, samenvoegen, en roteren van logbestanden kan op één enkele plaats worden ingesteld, door gebruik te maken van de eigen gereedschappen van FreeBSD, zoals `syslogd(8)` en `newsyslog(8)`. In de volgende voorbeeldconfiguratie zal host A, genaamd `logserv.example.com`, loginformatie voor het plaatselijke netwerk verzamelen. Host B, genaamd `logclient.example.com`, zal loginformatie aan het serversysteem doorgeven. In echte configuraties hebben beide hosts degelijke voor- en terugwaartse DNS of regels in `/etc/hosts` nodig. Anders worden de gegevens geweigerd door de server.

29.11.1. Configuratie van de logserver

Logservers zijn machines die zijn geconfigureerd om loginformatie van hosts op afstand te accepteren. In de meeste gevallen is dit om de configuratie te vergemakkelijken, in andere gevallen kan het gewoon een beheersbeslissing zijn. Ongeacht de reden zijn er enkele eisen voordat er verder wordt gegaan.

Een juist geconfigureerde logserver voldoet aan de volgende minimale eisen:

- De regels van de firewall staan toe dat UDP wordt doorgegeven op poort 514 van zowel de cliënt als de server;
- syslogd is ingesteld om berichten op afstand van cliëntmachines te accepteren;
- De syslogd-server en alle cliëntmachines moeten geldige regels hebben voor zowel voorwaartse als terugwaartse DNS, of correct zijn geconfigureerd in `/etc/hosts`.

Om de logserver te configureren, moet de cliënt vermeld zijn in `/etc/syslog.conf`, en moet de logfaciliteit zijn gespecificeerd:

```
+logclient.example.com
*. * /var/log/logclient.log
```

Opmerking: Meer informatie over de verschillende ondersteunde en beschikbare *faciliteiten* kan gevonden worden in de handleidingpagina `syslog.conf(5)`.

Eenmaal toegevoegd worden alle *faciliteits*-berichten gelogd naar het eerder gespecificeerde bestand, `/var/log/logclient.log`.

De servermachine moet ook het volgende in `/etc/rc.conf` hebben staan:

```
syslogd_enable="YES"
syslogd_flags="-a logclient.example.com -v -v"
```

De eerste optie zet de daemon `syslogd` aan tijdens het opstarten, en de tweede regel staat toe dat gegevens van de cliënt op deze server worden geaccepteerd. Het laatste gedeelte, dat `-v -v` gebruikt, verhoogt de verbositeit van gelogde berichten. Dit is extreem handig voor het optimaal instellen van faciliteiten aangezien beheerders kunnen zien welk soort berichten onder welke faciliteit worden gelogd.

Er kunnen meerdere opties `-a` worden gespecificeerd om logging vanuit meerdere cliënten toe te staan. IP-adressen en hele netblokken mogen ook worden gespecificeerd, bekijk de hulppagina `syslog(3)` voor een volledige lijst van mogelijke opties.

Als laatste dient het logbestand gecreëerd te worden. De gebruikte manier maakt niet uit, maar `touch(1)` werkt prima in dit soort situaties:

```
# touch /var/log/logclient.log
```

Nu dient het `syslogd`-daemon herstart en geverifieerd worden:

```
# /etc/rc.d/syslogd restart
# pgrep syslog
```

Als er een PID wordt teruggegeven, dan is de server succesvol herstart, en kan er begonnen worden met de configuratie van de cliënt. Raadpleeg de log `/var/log/messages` voor uitvoer als de server niet is herstart.

29.11.2. Configuratie van de logcliënt

Een logcliënt is een machine die loginformatie naar een logserver verstuurt en daarnaast lokale kopieën bewaart.

Net als logservers moeten logcliënten ook aan enkele minimeisen voldoen:

- `syslogd(8)` moet zijn ingesteld om berichten van bepaalde soorten naar een logserver te sturen, die ze moet accepteren;
- De firewall moet UDP-pakketten doorlaten op poort 514;
- Zowel voorwaartse als terugwaartse DNS moeten geconfigureerd zijn of juiste regels in `/etc/hosts` hebben.

De configuratie van cliënten is wat soepeler dan die van servers. De cliëntmachine moet de volgende regels in `/etc/rc.conf` hebben:

```
syslogd_enable="YES"
syslogd_flags="-s -v -v"
```

Net als eerder zullen deze regels de daemon `syslogd` tijdens het opstarten aanzetten, en de verbositeit van gelogde berichten verhogen. De optie `-s` voorkomt dat logs van deze cliënt vanuit andere hosts worden geaccepteerd.

Faciliteiten beschrijven het systeemgedeelte waarvoor een bericht is gegenereerd. `ftp` en `ipfw` bijvoorbeeld zijn beide faciliteiten. Wanneer er logberichten worden gegenereerd voor deze twee diensten, zullen ze normaalgesproken deze twee gereedschappen in elk logbericht opnemen. Faciliteiten worden vergezeld van een prioriteit of niveau, welke wordt gebruikt om aan te geven hoe belangrijk een logbericht is. De meest voorkomende zullen `warning` en `info` zijn. Bekijk de handleidingpagina `syslog(3)` voor een volledige lijst van beschikbare faciliteiten en prioriteiten.

De logserver moet in `/etc/syslog.conf` van de cliënt zijn gedefinieerd. In dit geval wordt het symbool `@` gebruikt om loggegevens naar een server op afstand te sturen en zou er ongeveer als de volgende regel uit moeten zien:

```
*.* @logserv.example.com
```

Eenmaal toegevoegd moet `syslogd` worden herstart zodat de veranderingen effect hebben:

```
# /etc/rc.d/syslogd restart
```

Om te testen of logberichten over het netwerk worden verzonden, wordt `logger(1)` op de cliënt gebruikt om een bericht naar `syslogd` te sturen:

```
# logger "Testbericht van logclient"
```

Dit bericht dient nu zowel in `/var/log/messages` op de cliënt als `/var/log/logclient.log` op de logserver te staan.

29.11.3. Logservers debuggen

In bepaalde gevallen kan het nodig zijn om te debuggen als berichten niet door de logserver worden ontvangen. Er zijn verschillende redenen waarom dit kan gebeuren; de twee meest voorkomende zijn echter voorvallen met de netwerkverbinding en DNS. Om deze gevallen te testen, dient te worden nagegaan dat beide hosts elkaar kunnen bereiken door de hostnaam in `/etc/rc.conf` te gebruiken. Als dit juist lijkt te werken, dient de optie `syslogd_flags` in `/etc/rc.conf` te worden veranderd.

In het volgende voorbeeld is `/var/log/logclient.log` leeg, en noemt `/var/log/messages` geen reden waarom het mislukt. Verander de optie `syslogd_flags` zoals in het volgende voorbeeld en herstart om de debuguitvoer te verhogen:

```
syslogd_flags="-d -a logclien.example.com -v -v"
```

```
# /etc/rc.d/syslogd restart
```

Debuggegevens zoals de volgende zullen meteen na de herstart over het scherm vliegen:

```
logmsg: pri 56, flags 4, from logserv.example.com, msg syslogd: restart
syslogd: restarted
logmsg: pri 6, flags 4, from logserv.example.com, msg syslogd: kernel boot file is /boot/kernel/k
Logging to FILE /var/log/messages
syslogd: kernel boot file is /boot/kernel/kernel
cvthname(192.168.1.10)
validate: dgram from IP 192.168.1.10, port 514, name logclient.example.com;
rejected in rule 0 due to name mismatch.
```

Het is duidelijk dat de berichten worden geweigerd wegens een niet-overeenkomende naam. Na de configuratie grondig te hebben herzien, lijkt het of een typefout in de volgende regel in `/etc/rc.conf` een probleem heeft:

```
syslogd_flags="-d -a logclien.example.com -v -v"
```

De regel dient `logclient`, niet `logclien` te bevatten. Nadat de juiste wijzigingen zijn gemaakt, wordt er herstart met de verwachte resultaten:

```
# /etc/rc.d/syslogd restart
logmsg: pri 56, flags 4, from logserv.example.com, msg syslogd: restart
syslogd: restarted
logmsg: pri 6, flags 4, from logserv.example.com, msg syslogd: kernel boot file is /boot/kernel/k
syslogd: kernel boot file is /boot/kernel/kernel
logmsg: pri 166, flags 17, from logserv.example.com,
msg Dec 10 20:55:02 <syslog.err> logserv.example.com syslogd: exiting on signal 2
cvthname(192.168.1.10)
validate: dgram from IP 192.168.1.10, port 514, name logclient.example.com;
accepted in rule 0.
logmsg: pri 15, flags 0, from logclient.example.com, msg Dec 11 02:01:28 trhodes: Test message 2
Logging to FILE /var/log/logclient.log
Logging to FILE /var/log/messages
```

Nu worden de berichten juist ontvangen en in het correcte bestand geplaatst.

29.11.4. Beveiligingsoverwegingen

Zoals bij alle netwerkdiensten, dienen beveiligingseisen in acht te worden genomen voordat deze configuratie wordt geïmplementeerd. Soms kunnen logbestanden gevoelige gegevens bevatten over diensten die aanstaan op de lokale host, gebruikersaccounts, en configuratiegegevens. Netwerkgegevens die van de cliënt naar de server worden verzonden worden niet versleuteld noch met een wachtwoord beveiligd. Als versleuteling nodig is, kan `security/stunnel` worden gebruikt, wat gegevens over een versleutelde tunnel verstuurt.

Aan lokale beveiliging moet ook gedacht worden. Logbestanden worden niet versleuteld tijdens gebruik of na logrotatie. Lokale gebruikers kunnen deze bestanden benaderen om aanvullende inzichten over de systeemconfiguratie op te doen. In deze gevallen is het van kritiek belang om de juiste rechten op deze bestanden in te stellen. Het gereedschap `syslogd(8)` ondersteunt het instellen van rechten op nieuw aangemaakte en geroteerde logbestanden. Het instellen van logbestanden op `modus 600` dient al het ongewenste spieken door lokale gebruikers te verhinderen.

Hoofdstuk 30.

Firewalls

30.1. Inleiding

Firewalls bieden de mogelijkheid om inkomend en uitgaand verkeer op een systeem te filteren. Een firewall gebruikt daarvoor een of meer groepen regels (“rules”) om netwerkpakketten te inspecteren als ze binnenkomen of weggaan door netwerkverbindingen en staat dat verkeer dan toe of blokkeert het. De regels van een firewall kunnen één of meerdere eigenschappen van pakketten onderzoeken waaronder, maar niet uitsluitend, het protocol, het bron- of bestemmingsadres en de bron- en bestemmingspoort.

Firewalls kunnen de veiligheid van een host of netwerk enorm vergroten. Ze kunnen één of meer van de volgende dingen doen:

- Applicaties, diensten en machines op een intern netwerk te beschermen tegen ongewild verkeer van het Internet.
- Toegang tot Internet voor interne hosts te limiteren of uitschakelen.
- Ondersteuning bieden voor netwerkadres vertaling (“network address translation” of NAT), waarmee er vanaf een intern netwerk met private IP adressen een Internetverbinding gedeeld kan worden met één IP adres of met een groep van publieke adressen die automatisch wordt toegewezen.

Na het lezen van dit hoofdstuk weet de lezer:

- Hoe pakketfilteringsregels op de juiste wijze samengesteld kunnen worden;
- De verschillen tussen de firewalls die bij FreeBSD worden geleverd;
- Hoe de OpenBSD firewall **PF** te gebruiken en in te stellen;
- Hoe **IPFILTER** te gebruiken en in te stellen;
- Hoe **IPFW** te gebruiken en in te stellen.

Er wordt aangenomen dat de lezer van dit hoofdstuk:

- Basisbegrip heeft van FreeBSD en Internetconcepten.

30.2. Firewallconcepten

Er zijn twee basismogelijkheden om sets met regels te maken voor firewalls: “inclusief” of “exclusief”. Een exclusieve firewall staat al het verkeer door behalve het verkeer dat past bij de set met regels. Een inclusieve firewall doet het tegenovergestelde. Die staat alleen verkeer toe dat past bij de regels en blokkeert al het overige verkeer.

Een inclusieve firewall biedt veel betere controle over het uitgaande verkeer, waardoor het een betere keuze is voor systemen die diensten op het publieke Internet aanbieden. Het beheert ook het type verkeer dat van het publieke

Internet afkomt en toegang heeft tot uw privé-netwerk. Al het verkeer dat niet aan de regels voldoet wordt geblokkeerd en gelogd, dat is zo ontworpen. Inclusieve firewalls zijn over het algemeen veiliger dan exclusieve firewalls omdat ze het risico dat ongewenst verkeer door ze heen gaat aanzienlijk verminderen.

Opmerking: Tenzij anders aangegeven, creëren alle configuraties en voorbeelden van regelverzamelingen in dit hoofdstuk inclusieve firewalls.

De beveiliging kan nog verder vergroot worden met een “stateful firewall”. Dit type firewall houdt bij welke connecties er door de firewall tot stand zijn gekomen en laat alleen verkeer door dat bij een bestaande connectie hoort of onderdeel is van een connectie in opbouw. Het nadeel van een stateful firewall is dat die kwetsbaar kan zijn voor Ontzegging van Dienst (DoS) aanvallen als er een groot aantal nieuwe verbindingen binnen korte tijd wordt opgezet. Met de meeste firewalls is het mogelijk een combinatie te maken van stateful en niet stateful gedrag om een optimale firewall voor een site te maken.

30.3. Firewallsoftware

FreeBSD heeft drie soorten firewallsoftware in de basisinstallatie. Dat zijn: IPFILTER (ook bekend als IPF), IPFW (ook bekend als IPFW) en de pakketfilter van OpenBSD (ook bekend als PF). FreeBSD heeft ook twee ingebouwde pakketten voor het regelen van verkeer (in de basis het beheersen van bandbreedtegebruik): `altq(4)` en `dummynet(4)`. `Dummynet` is traditioneel sterk verbonden met IPFW en ALTQ met PF. Het vormgeven van verkeer voor IPFILTER kan momenteel gedaan worden met IPFILTER voor NAT en filtering en IPFW met `dummynet(4)` of door PF met ALTQ te gebruiken. IPFW en PF gebruiken allemaal regels om de toegang van pakketten tot een systeem te regelen, hoewel ze dat op andere manieren doen en ze een andere regelsyntaxis hebben.

De reden dat er meerdere firewallpakketten in FreeBSD zitten is dat verschillende mensen verschillende eisen en voorkeuren hebben. Geen enkel firewallpakket is het beste.

De schrijver van dit artikel geeft de voorkeur aan IPFILTER omdat daarmee stateful regels minder complex zijn toe te passen in een omgeving waar NAT wordt gebruikt en IPF heeft een ingebouwde FTP proxy waardoor de regels voor het veilig gebruiken van FTP eenvoudiger worden.

Omdat alle firewalls gebaseerd zijn op het inspecteren van aangegeven controlelevelden in pakketten, moet iemand die sets van firewallregels opstelt begrijpen hoe TCP/IP werkt, welke waarde de controlelevelden kunnen hebben en hoe die waarden gebruikt worden in normaal verkeer. Op de volgende webpagina wordt een prima uitleg gegeven: <http://www.ipprimer.com/overview.cfm>.

30.4. De OpenBSD Packet Filter (PF) en ALTQ

Vanaf juli 2003 is de OpenBSD firewalltoepassing PF geporteerd naar FreeBSD en beschikbaar gekomen in de FreeBSD Portscollectie. In 2004 was FreeBSD 5.3 de eerste release die PF bevatte is integraal onderdeel van het basissysteem. PF is een complete en volledige firewall die optioneel ALTQ bevat (Alternate Queuing). ALTQ biedt Quality of Service (QoS) functionaliteit.

het OpenBSD Project levert een uitstekend werk wat betreft het onderhouden van de PF FAQ (<http://www.openbsd.org/faq/pf/>). Zodoende zal deze sectie van het handboek zich richten op PF met betrekking tot FreeBSD terwijl het ook wat algemene informatie over het gebruik zal geven. Voor gedetailleerde gebruikersinformatie wordt naar de PF FAQ (<http://www.openbsd.org/faq/pf/>) verwezen.

Meer informatie over PF voor FreeBSD staat op <http://pf4freebsd.love2party.net/>.

30.4.1. De laadbare kernelmodules voor PF gebruiken

Voeg de volgende regel toe aan `/etc/rc.conf` om de kernelmodule PF te laden:

```
pf_enable="YES"
```

Draai vervolgens het opstartscript om de module te laden:

```
# /etc/rc.d/pf start
```

Merk op dat de PF Module niet laadt als het het instellingenbestand met de regelverzameling niet kan vinden. De standaardlocatie is `/etc/pf.conf`. Als de regelverzameling voor PF zich elders bevindt, kan PF worden verteld om daar te kijken een regel analoog aan de volgende aan `/etc/rc.conf` toe te voegen:

```
pf_rules="/pad/naar/pf.conf"
```

Het voorbeeld `pf.conf` bestand kan gevonden worden in `/usr/share/examples/pf`

De module PF kan ook handmatig vanaf de opdrachtregel geladen worden:

```
# kldload pf.ko
```

Logondersteuning voor PF wordt geleverd door `pflog.ko` en kan worden geladen door de volgende regel aan `/etc/rc.conf` toe te voegen:

```
pflog_enable="YES"
```

Draai vervolgens het opstartscript om de module te laden:

```
# /etc/rc.d/pflog start
```

Als u andere mogelijkheden van PF nodig heeft dient u ondersteuning voor PF in de kernel te compileren.

30.4.2. Kernelopties voor PF

Hoewel het niet nodig is om ondersteuning voor PF in de kernel te compileren, biedt dit wel de mogelijkheid om van een van PF's geavanceerde mogelijkheden gebruik te maken die niet in de laadbare module zitten, namelijk `pfsync(4)`, dat een pseudo-apparaat is dat zekere veranderingen aan de toestandstabel die door PF wordt gebruikt prijsgeeft. Het kan worden gecombineerd met `carp(4)` om failover firewalls aan te maken die gebruik maken van PF. Meer informatie over CARP kan gevonden worden in Paragraaf 31.13 van het Handboek.

De kernelopties voor PF kunnen gevonden worden in `/usr/src/sys/conf/NOTES` en zijn hieronder gereproduceerd:

```
device pf
device pflog
device pfsync
```

De optie `device pf` schakelt ondersteuning voor de "Packet Filter" firewall (`pf(4)`) in.

De optie `device pflog` schakelt het optionele `pflog(4)` pseudo-netwerkkapparaat in dat gebruikt kan worden om verkeer te loggen naar een `bpf(4)` descriptor. De `pflogd(8)` daemon kan gebruikt worden om de logboekinformatie naar schijf te schrijven.

De optie `device pfsync` schakelt het optionele `pfsync(4)` pseudo netwerkkapparaat in waarmee de toestandswijzigingen gemonitord kunnen worden.

30.4.3. Beschikbare opties voor `rc.conf`

De volgende `rc.conf(5)` statements stellen PF en `pflog(4)` in tijdens het opstarten:

```
pf_enable="YES"           # Schakel PF in (laad module als nodig)
pf_rules="/etc/pf.conf"   # bestand met regels voor pf
pf_flags=""               # aanvullende vragen voor opstarten pfctl
pflog_enable="YES"        # start pflogd(8)
pflog_logfile="/var/log/pflog" # waar pflogd het logboekbestand moet opslaan
pflog_flags=""            # aanvullende vlaggen voor opstarten pflogd
```

Als er een LAN achter de firewall staat en er pakketten doorgestuurd moeten worden naar computers op het LAN of als NAT actief is, dan is de volgende optie ook nodig:

```
gateway_enable="YES"      # Schakel in als LAN gateway
```

30.4.4. Filterregels aanmaken

PF leest de instelregels van `pf.conf(5)` (standaard `/etc/pf.conf`) en het verandert, verwijdert, of geeft pakketten door aan de hand van de regels of definities die daar zijn gespecificeerd. De FreeBSD-installatie bevat een aantal voorbeeldbestanden in `/usr/share/examples/pf/`. In de PF FAQ (<http://www.openbsd.org/faq/pf/>) staat een complete behandeling van de PF regels.

Waarschuwing Houd tijdens het doornemen van de PF FAQ (<http://www.openbsd.org/faq/pf/>) in de gaten dat verschillende versies van FreeBSD verschillende versies van PF kunnen bevatten. Momenteel gebruikt FreeBSD dezelfde versie van PF als OpenBSD 4.1.

De FreeBSD pakketfilter mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-pf>) is een goede plaats om vragen over het instellen en draaien van de PF firewall te stellen. Vergeet niet de mailinglijstarchieven te controleren alvorens vragen te stellen!

30.4.5. Werken met PF

Gebruik `pfctl(8)` om PF te beheren. Hieronder staan wat nuttige commando's (bekijk de hulppagina `pfctl(8)` voor alle beschikbare opties):

Commando	Doel
<code>pfctl -e</code>	PF aanzetten
<code>pfctl -d</code>	PF uitzetten

Commando

```
pfctl -F all -f /etc/pf.conf
```

```
pfctl -vnf
/etc/pf.conf
```

Doel

Spoel alle regels door (nat, filter, toestand, tabel, etc.) en herlaad vanuit het bestand `/etc/pf.conf`

```
pfctl -s [ state ]
```

Controleer `/etc/pf.conf` op fouten, maar laad de regelverzameling niet

30.4.6. ALTQ inschakelen

ALTQ is alleen beschikbaar ondersteuning ervoor in de FreeBSD Kernel te compileren. ALTQ wordt niet door alle netwerkkaartstuurprogramma's ondersteund. In `altq(4)` staat een lijst met ondersteunde stuurprogramma's voor de betreffende versie.

Met de volgende opties wordt ALTQ ingeschakeld en additionele functionaliteit toegevoegd:

```
options      ALTQ
options      ALTQ_CBQ      # Class Bases Queuing (CBQ)
options      ALTQ_RED      # Random Early Detection (RED)
options      ALTQ_RIO      # RED In/Out
options      ALTQ_HFSC      # Hierarchical Packet Scheduler (HFSC)
options      ALTQ_PRIQ      # Priority Queuing (PRIQ)
options      ALTQ_NOPCC     # Required for SMP build
```

`options ALTQ` schakelt het ALTQ raamwerk in.

`options ALTQ_CBQ` schakelt *Class Based Queuing* (CBQ) in. Met CBQ kan de bandbreedte van een verbinding worden opgedeeld in verschillende klassen of wachtrijen om verkeer te prioriteren op basis van filterregels.

`options ALTQ_RED` schakelt *Random Early Detection* (RED) in. RED wordt gebruikt om netwerkverstopping te voorkomen. RED doet dit door de lengte van de wachtrij te meten en die te vergelijken met de minimale en maximale drempelwaarden voor de wachtrij. Als de wachtrij groter is dan de maximale waarde worden alle nieuwe pakketten genegeerd. Het werkt naar zijn naam, dus RED negeert willekeurig pakketten van verschillende verbindingen.

`options ALTQ_RIO` schakelt *Random Early Detection In and Out* in.

`options ALTQ_HFSC` schakelt de *Hierarchical Fair Service Curve Packet Scheduler* in. Meer informatie over HFSC staat op <http://www-2.cs.cmu.edu/~h Zhang/HFSC/main.html>.

`options ALTQ_PRIQ` schakelt *Priority Queuing* (PRIQ) in. PRIQ laat verkeer dat in een hogere wachtrij staat altijd eerder door.

`options ALTQ_NOPCC` schakelt SMP ondersteuning voor ALTQ in. Deze optie is verplicht op SMP systemen.

30.5. De IPFILTER (IPF) firewall

Darren Reed is de auteur van IPFILTER, dat niet afhankelijk is van één besturingssysteem. Het is een open source applicatie die is geporteerd naar FreeBSD, NetBSD, OpenBSD, SunOS, HP/UX en Solaris besturingssystemen. IPFILTER wordt actief ondersteund en onderhouden en er worden regelmatig nieuwe versies uitgebracht.

IPFILTER is gebaseerd op een firewall aan de kernelkant en een NAT mechanisme dat gecontroleerd en gemonitord kan worden door programma's in userland. De firewallregels kunnen ingesteld of verwijderd worden met het hulpprogramma `ipf(8)`. De NAT regels kunnen ingesteld of verwijderd worden met `ipnat(1)`. Het programma `ipfstat(8)` kan actuele statistieken leveren voor de kernelonderdelen van IPFILTER. `ipmon(8)` kan acties van IPFILTER wegschrijven naar logboekbestanden van het systeem.

IPF is oorspronkelijk geschreven met logica die regels verwerkte volgens het principe “de laatst passende regel wint” en gebruikte toen alleen staatloze regels. In de loop der tijd is IPF verbeterd en zijn de opties `quick` en `keep state` toegevoegd waarmee de logica van het verwerken van regels drastisch is gemoderniseerd. In de officiële documentatie van IPF worden alleen de regels en verwerkingslogica behandeld. De moderne functies worden alleen behandeld als opties, waardoor hun nut dat er een veel betere en veiligere firewall mee te maken volledig onderbelicht blijft.

De instructies in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op regels die gebruik maken van de optie `quick` en de stateful optie `keep state`. Dit is het raamwerk waarmee een set van inclusieve firewallregels wordt samengesteld.

Voor een gedetailleerde uitleg over de verwerking van de verouderde regels zie

http://www.obfuscation.org/ipf/ipf-howto.html#TOC_1 en <http://coombs.anu.edu.au/~avalon/ip-filter.html>.

De IPF FAQ is te vinden op <http://www.phildev.net/ipf/index.html>.

Een doorzoekbaar archief van de open-source IPFilter mailing lijst is beschikbaar op <http://marc.theaimsgroup.com/?l=ipfilter>.

30.5.1. IPF inschakelen

IPF zit in de basisinstallatie van FreeBSD als een aparte “run time” laadbare module. Een systeem laadt de IPF kernel laadbare module dynamisch als `ipfilter_enable="YES"` in `rc.conf` staat. Voor de laadbare module zijn de opties `logging` en `default pass all` ingeschakeld. IPF hoeft niet in de kernel gecompileerd te worden om het standaardgedrag te wijzigen naar `block all`. Dat is mogelijk door op het einde van de regelverzameling een regel `block all` toe te voegen die al het verkeer blokkeert.

30.5.2. Kernelopties

Het is niet verplicht om IPF in te schakelen door de volgende opties in de FreeBSD kernel te compileren. Dit wordt alleen beschreven als achtergrondinformatie. Door IPF in de kernel te compileren wordt de laadbare module niet gebruikt.

Voorbeeld kernelinstellingen voor IPF staan beschreven in de `/usr/src/sys/i386/conf/LINT` in de kernelbroncode en worden hier beschreven:

```
options IPFILTER
options IPFILTER_LOG
options IPFILTER_DEFAULT_BLOCK
```

`options IPFILTER` schakelt ondersteuning voor de “IPFILTER” firewall in.

`options IPFILTER_LOG` schakelt de optie in waarmee IPF verkeer kan loggen door het naar het `ipl` pakketloggende pseudo-apparaat te schrijven voor iedere regel met het sleutelwoord `log` erin.

`options IPFILTER_DEFAULT_BLOCK` wijzigt het standaardgedrag zodat ieder pakket waarop geen enkele `pass` regel van toepassing is wordt geblokkeerd.

Deze instelling worden pas actief nadat een kernel waarvoor deze instellingen zijn gemaakt is gebouwd en geïnstalleerd.

30.5.3. Beschikbare opties voor rc.conf

De volgende instellingen moeten in `/etc/rc.conf` staan om IPF bij het opstarten te activeren:

```
ipfilter_enable="YES"           # Start ipf firewall
ipfilter_rules="/etc/ipf.rules" # laad regels uit het doelbestand
ipmon_enable="YES"             # Start IP monitor log
ipmon_flags="-Ds"              # D = start als daemon
                                # s = log naar syslog
                                # v = log tcp window, ack, seq
                                # n = vertaal IP & poort naar namen
```

Als er een LAN achter de firewall staat dat gebruik maakt van IP-adressen uit de private reeks, dan moet de volgende optie ook ingesteld worden om NAT-functionaliteit in te schakelen:

```
gateway_enable="YES"           # Schakel in als LAN gateway
ipnat_enable="YES"             # Start ipnat functie
ipnat_rules="/etc/ipnat.rules" # bestand met regels voor ipnat
```

30.5.4. IPF

Het commando `ipf(8)` wordt gebruikt om het bestand met firewallregels te laden. Gewoonlijk wordt er een bestand aangemaakt waarin de situatieafhankelijke regels staan waarmee in één keer de bestaande regels kunnen worden vervangen:

```
# ipf -Fa -f /etc/ipf.rules
```

`-Fa`: verwijder alle interne tabellen met regels.

`-f`: laad het aangegeven bestand met regels.

Hiermee wordt het mogelijk wijzigingen te maken aan het bestand met eigen regels en met `ipf(8)` de firewall aan te passen met verse regels zonder het systeem te booten. Deze methode is erg handig om nieuwe regels te testen omdat dit zo vaak als nodig gedaan kan worden.

In `ipf(8)` worden alle opties die beschikbaar zijn toegelicht.

`ipf(8)` verwacht dat het bestand met regels een standaard tekstbestand is. Het accepteert geen bestand met regels dat is opgesteld als een script dat gebruik maakt van substitutie.

Er is wel een mogelijkheid om IPF regels op te stellen en gebruik te maken van substitutie. Meer informatie staat in Paragraaf 30.5.9.

30.5.5. IPFSTAT

`ipfstat(8)` haalt de totalen van de statistieken op die horen bij de firewall sinds die is gestart en toont deze. Het kan ook zijn dat de tellers in tussentijd op nul zijn gesteld met `ipf -Z`.

In `ipfstat(8)` worden alle details behandeld.

Standaard ziet `ipfstat(8)` uitvoer er ongeveer als volgt uit:

```
input packets: blocked 99286 passed 1255609 nomatch 14686 counted 0
output packets: blocked 4200 passed 1284345 nomatch 14687 counted 0
input packets logged: blocked 99286 passed 0
output packets logged: blocked 0 passed 0
packets logged: input 0 output 0
log failures: input 3898 output 0
fragment state(in): kept 0 lost 0
fragment state(out): kept 0 lost 0
packet state(in): kept 169364 lost 0
packet state(out): kept 431395 lost 0
ICMP replies: 0 TCP RSTs sent: 0
Result cache hits(in): 1215208 (out): 1098963
IN Pullups succeeded: 2 failed: 0
OUT Pullups succeeded: 0 failed: 0
Fastroute successes: 0 failures: 0
TCP cksum fails(in): 0 (out): 0
Packet log flags set: (0)
```

Als er als optie `-i` voor inkomend of `-o` voor uitgaand wordt meegegeven, dan zal het commando de juiste lijst met regels die de kernel op dat moment gebruikt wordt weergeven.

`ipfstat -in` toont de tabel met regels voor inkomend verkeer met regelnummers

`ipfstat -on` toont de tabel met regels voor uitgaand verkeer met regelnummers

De uitvoer ziet er ongeveer als volgt uit:

```
@1 pass out on xl0 from any to any
@2 block out on dc0 from any to any
@3 pass out quick on dc0 proto tcp/udp from any to any keep state
```

`ipfstat -ih` toont de tabel met regels voor inkomend verkeer, waarbij voor iedere regel staat hoe vaak die van toepassing was.

`ipfstat -oh` toont de tabel met regels voor uitgaand verkeer, waarbij voor iedere regel staat hoe vaak die van toepassing was.

De uitvoer ziet er ongeveer als volgt uit:

```
2451423 pass out on xl0 from any to any
354727 block out on dc0 from any to any
430918 pass out quick on dc0 proto tcp/udp from any to any keep state
```

Een van de belangrijkste functies van `ipfstat` is de vlag `-t` waarmee de staat-tabel wordt getoond op een wijze die vergelijkbaar is met de wijze waarop `top(1)` de draaiende FreeBSD procestabel toont. Als een firewall wordt aangevallen, dan geeft deze functie de mogelijkheid om de pakketten van de aanvaller te identificeren en nader te onderzoeken. De optionele subvlaggen bieden de mogelijkheid om een bron of bestemmings IP adres, poort of protocol aan te geven dat gemonitord moet worden. Details zijn na te lezen in `ipfstat(8)`.

30.5.6. IPMON

Om `ipmon(8)` te laten werken zoals bedoeld, moet de kerneloptie `IPFILTER_LOG` aan staan. Dit commando kan op twee verschillende wijzen gebruikt worden. De standaard is van toepassing als het commando op de commandoregel wordt ingegeven zonder de optie `-D`.

De daemon wordt gebruikt als continu een systeemlogboek bijgewerkt moet worden zodat het mogelijk is om gebeurtenissen in het verleden te bekijken. Zo zijn FreeBSD en IPFILTER ingesteld om samen te werken. FreeBSD heeft ingebouwde mogelijkheden om automatisch syslogs te roteren. Daarom is het beter om de uitvoer naar `syslogd(8)` te schrijven dan naar een gewoon bestand. In de standaardversie van het bestand `rc.conf` is te zien dat de instelling `ipmon_flags` de waarde `-Ds` heeft:

```
ipmon_flags="-Ds" # D = start als daemon
                  # s = log naar syslog
                  # v = log tcp window, ack, seq
                  # n = vertaal IP & poort naar namen
```

De voordelen van loggen zijn duidelijk. Het biedt de mogelijkheid om na het feit informatie na te zien als: welke pakketten heeft de firewall laten vallen, waar kwamen ze vandaan en waar gingen ze heen? Dit zijn allemaal voordelen als het gaat om uitvinden waar een aanvaller vandaan komt en wat deze heeft geprobeerd.

Zelfs als loggen is ingeschakeld, logt IPF nog niets uit zichzelf. De beheerder van de firewall beslist welke regels in de regelverzameling iets weg moeten schrijven door het sleutelwoord `log` aan die regels toe te voegen. Gewoonlijk worden alleen `deny` regels gelogd.

Het is heel normaal om als laatste regel een `deny` regel aan de set met regels toe te voegen waar het sleutelwoord `log` in staat. Zo krijgt een beheerder alle pakketten te zien waarop geen enkele regel van toepassing was.

30.5.7. Loggen met IPMON

Syslogd heeft een eigen methode om logboekgegevens te scheiden. Het maakt gebruik van speciale groepen die “facility” en “level” heten. `ipmon(8)` in `-Ds` mode gebruikt `local0` als “facility” naam. Alle door `ipmon(8)` gelogde gegevens gaan standaard naar de naam `security`. De nu volgende levels kunnen gebruikt worden om de gelogde gegevens nog verder uit elkaar te trekken als dat gewenst is.

```
LOG_INFO - pakketten gelogd met het sleutelwoord "log" als actie in plaats van pass of block.
LOG_NOTICE - gelogde pakketten die ook zijn doorgelaten
LOG_WARNING - gelogde pakketten die ook geblokkeerd zijn
LOG_ERR - gelogde pakketten die een verkeerde opbouw hebben, "short"
```

Om IPFILTER alle gelogde gegevens naar `/var/log/ipfilter.log` te laten schrijven, dient dat bestand vooraf te bestaan. Dat kan met het volgende commando:

```
# touch /var/log/ipfilter.log
```

De functionaliteit van `syslogd(8)` wordt beheerd met instellingen in `/etc/syslog.conf`. `syslog.conf` biedt aanzienlijke flexibiliteit in hoe **syslog** omgaat met systeemberichten die door softwaretoepassingen als IPF worden gegeven.

Zo kan de volgende instelling toegevoegd worden aan `/etc/syslog.conf`:

```
local0.* /var/log/ipfilter.log
```

Het deel `local0.*` betekent dat alle logberichten naar de aangegeven plaats geschreven moeten worden.

Om de wijzigingen in `/etc/syslog.conf` actief te maken kan er opnieuw opgestart worden of is het mogelijk de daemon `syslogd(8)` een schop te geven zodat `/etc/syslog.conf` opnieuw wordt ingelezen met `/etc/rc.d/syslogd reload`. Het PID (procesnummer) is te achterhalen door een overzicht van taken te tonen met `ps -ax`. Het PID is het nummer in de linker kolom voor de regel waarop “syslog” staat.

Vaak wordt vergeten `/etc/newsyslog.conf` te wijzigen om het nieuw aangemaakte logboekbestand te laten roteren.

30.5.8. De opmaak van gelogde berichten

Berichten die door `ipmon` wordt gezonden bestaan uit velden die gescheiden worden door een spatie. Velden die in alle berichten zitten zijn:

1. De datum waarop het pakket is ontvangen.
2. De tijd waarop het pakket is ontvangen weergegeven als HH:MM:SS.F voor uren, minuten, seconden en fracties van een seconde. De fractie kan meerdere cijfers lang zijn.
3. De naam van de interface waarop het pakket is ontvangen, bijvoorbeeld `dc0`.
4. De groep en regelnummer van de regel, bijvoorbeeld `@0:17`.

Deze kunnen ingezien worden met `ipfstat -in`.

1. De acties: `p` voor doorgelaten (“passed”), `b` voor geblokkeerd (“blocked”), `s` voor een verkeerd pakket (“short packet”), `n` voor dat er geen enkele regel van toepassing was, `L` voor een logboekregel. De volgorde waarin deze acties getoond worden is: `S, p, b, n, L`. Een hoofdletter `P` of `B` betekent dat het pakket gelogd is vanwege een globale instelling, niet vanwege één regel in het bijzonder.
2. De adressen. Dit zijn eigenlijk drie velden: het bronadres en poort gescheiden door een komma, het symbool `->` en het bestemmingsadres en poort, bijvoorbeeld: `209.53.17.22,80 -> 198.73.220.17,1722`.
3. Achter `PR` staat de naam van het protocol of het nummer, bijvoorbeeld `PR tcp`.
4. Achter `len` staan de lengte van de pakketkop en de totale lengte van het pakket, bijvoorbeeld `len 20 40`.

Als het pakket een TCP pakket is, dan is er nog een veld dat begint met een verbindingsstreepje met daarachter letters die overeenkomen met vlaggen die ingeschakeld waren. In `ipf(5)` is een lijst met letters en bijbehorende vlaggen te vinden.

Als het pakket een ICMP pakket is, dan worden aan het einde twee velden toegevoegd. Het eerste is altijd `ICMP` en het volgende het ICMP bericht en subbericht type, gescheiden door een slash, bijvoorbeeld `ICMP 3/3` voor “een poort niet bereikbaar” bericht.

30.5.9. Script met regels met substitutie bouwen

Geoefende gebruikers van IPF maken een bestand dat de regels bevat en stellen dat op zo’n manier op dat het uitgevoerd kan worden als een script met substitutie. Het grote voordeel van deze werkwijze is dat er dan alleen de waarde geassocieerd met een symbolische naam gewijzigd hoeft te worden en dat als het script opnieuw wordt uitgevoerd, op alle plaatsen waar de variabele wordt gebruikt, de nieuwe waarde in de regels wordt opgenomen.

Omdat het een script is, kan substitutie gebruik worden om vaak voorkomende waarden te definiëren zodat ze in meerdere regels vervangen kunnen worden. Dit wordt geïllustreerd in het onderstaande voorbeeld.

De syntaxis die in het script wordt gebruikt is compatibel met de shells `sh(1)`, `csh(1)` en `tcsh(1)`.

Velden waarvoor substitutie van toepassing is worden vooraf gegaan door het dollarteken `$`.

Definities worden niet vooraf gegaan door het voorvoegsel `$`.

De waarden van een definitie moet omsloten worden door dubbele aanhalingstekens `"`.

Een set regels begint wellicht als volgt:

```
##### Begin IPF regels script #####
oif="dc0"           # naam van de uitgaande interface
odns="192.0.2.11"   # IP adres van DNS server ISP
myip="192.0.2.7"    # statische IP adres gekregen van ISP
ks="keep state"
fks="flags S keep state"

# Er kan gekozen worden om dit script te gebruiken om een eigen
# /etc/ipf.rules script te maken of dit script kan gebruikt worden
# "as is"
#
# Haal bij één van deze regels het commentaarteken weg
# en plaats hem bij de ander.
#
# 1) Deze kan gebruikt worden om /etc/ipf.rules te maken:
#cat > /etc/ipf.rules << EOF
# 2) Deze kan gebruikt worden om het script "as is" te starten:
# Let op: er moet een lege regel zijn na het EOF teken.
/sbin/ipf -Fa -f - << EOF

# Verleen toegang tot de DNS van de ISP.
pass out quick on $oif proto tcp from any to $odns port = 53 $fks
pass out quick on $oif proto udp from any to $odns port = 53 $fks

# Sta uitgaand verkeer voor niet beveiligd www verkeer toe
pass out quick on $oif proto tcp from $myip to any port = 80 $fks

# Sta uitgaand verkeer voor beveiligd www verkeer toe (https over TLS SSL)
pass out quick on $oif proto tcp from $myip to any port = 443 $fks
EOF
##### Einde IPF regels script #####
```

Dat is alles. De regels zijn niet van belang in dit voorbeeld, maar tonen hoe substitutievelden worden gedefinieerd en hoe ze worden gebruikt. Als het bovenstaande voorbeeld de inhoud van `/etc/ipf.rules.script` was, dan konden deze regels herladen worden door het vanaf de commandoregel aan te roepen:

```
# sh /etc/ipf.rules.script
```

Er is wel een probleem met het gebruik van regels in combinatie met substitutie. IPF snapt het niet en kan deze scripts niet direct lezen.

Dit script kan gebruikt worden op één van de volgende twee manieren:

- Haal het commentaarteken weg bij de regel die begint met `cat` en zet het commentaarteken bij de regel die begint met `/sbin/ipf`. Plaats `ipfilter_enable="YES"` in `/etc/rc.conf` zoals gewoonlijk en start het script eenmalig na elke wijziging om `/etc/ipf.rules` te maken of bij te werken.
- Schakel IPFILTER uit in de systeem opstart scripts door `ipfilter_enable="NO"` toe te voegen aan `/etc/rc.conf` (dit is de standaardwaarde).

Voeg een script zoals de volgende toe aan de opstartmap `/usr/local/etc/rc.d`. Het script zou een duidelijke naam moeten hebben zoals `ipf.loadrules.sh`. De uitbreiding `.sh` is noodzakelijk.

```
#!/bin/sh
sh /etc/ipf.rules.script
```

De permissies op dit script moeten zijn: lezen, schrijven en uitvoeren voor de gebruiker `root`.

```
# chmod 700 /usr/local/etc/rc.d/ipf.loadrules.sh
```

Als het systeem nu herstart, worden de regels via het script gestart.

30.5.10. Sets van IPF regels

Een set regels is een groep IPF-regels die is gemaakt om pakketten toe te staan of te blokkeren op basis van de eigenschappen van dat pakket. De bi-directionele uitwisseling van pakketten tussen hosts bestaat uit een gesprek dat een sessie heet. De set van firewallregels verwerkt zowel de pakketten die arriveren van het publieke Internet, als de pakketten die door het systeem zijn geproduceerd als een antwoord erop. Elke TCP/IP-dienst (i.e. telnet, www, mail, enz.) is vooraf gedefinieerd door een protocol en bevoorrechte (luister)poort. Pakketten bedoeld voor een speciale dienst beginnen bij het bronadres gebruik makend van een onbevoorrechte (hogere orde) poort en komen aan bij de specifieke dienstvoort op het bestemmingsadres. Alle bovengenoemde parameters (poorten en adressen) kunnen gebruikt worden als selectiecriteria om regels aan te maken die diensten zullen toestaan of blokkeren.

IPF is oorspronkelijk geschreven met logica die regels verwerkte volgens het principe “de laatst passende regel wint” en gebruikte toen alleen staatloze regels. In de loop der tijd is IPF verbeterd en zijn de opties “quick” en “keep state” toegevoegd waarmee de logica van het verwerken van regels drastisch is gemoderniseerd.

De instructies in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op regels die gebruik maken van de optie “quick” en de stateful optie “keep state”. Dit is het raamwerk waarmee een set van inclusieve firewallregels wordt samengesteld.

Waarschuwing Werk bij het wijzigen van firewallregels *zeer voorzichtig*. Met sommige instellingen is een server *niet meer bereikbaar*. Om het veilig te spelen is het aan te raden de eerste instellingen vanaf het console te maken, in plaats van via **ssh**.

30.5.11. Regelsyntaxis

De regelsyntaxis die hier wordt besproken is versimpeld door alleen de moderne stateful regels en de “eerste van toepassing zijnde regel wint” te belichten. De complete regelsyntaxis is na te lezen in `ipf(8)`

Het karakter `#` wordt gebruikt om het begin van een opmerking te markeren en zowel op een eigen regel als achter een firewallregel staan. Lege regels worden genegeerd.

Regels bevatten sleutelwoorden die in een bepaalde volgorde van links naar rechts op een regel horen te staan. Sleutelwoorden worden vet weergegeven. Sommige sleutelwoorden hebben subopties die zelf ook weer

sleutelwoorden hebben die ook weer subopties kunnen hebben. Alle opties die hier direct onder staan, worden daaronder uitgebreid weergegeven en verderop in dit hoofdstuk in een aparte paragraaf behandeld.

*ACTIE IN/UIT OPTIES SELECTIE STATEFUL PROTO BRON_ADR, BEST_ADR OBJECT POORT_NUM
TCP_VLAG STATEFUL*

ACTIE = block | pass

IN/UIT = in | out

OPTIES = log | quick | on interfacenaam

SELECTIE = protowaarde | bron/bestemming IP | poort = nummer | flags flag-value

PROTO = tcp/udp | udp | tcp | icmp

BRON_ADR, BEST_ADR = all | from object to object

OBJECT = IP adres | any

POORT_NUM = poortnummer

TCP_VLAG = S

STATEFUL = keep state

30.5.11.1. ACTIE

De actie geeft aan wat er met het pakket gedaan moet worden als het van toepassing is op de rest van de filterregel. Iedere regel *moet* een actie hebben. De volgende acties zijn mogelijk:

block geeft aan dat het pakket moet verdwijnen als de parameters van toepassing zijn het het pakket.

pass geeft aan dat het pakket doorgelaten moet worden als de parameters van toepassing zijn op het pakket.

30.5.11.2. IN/UIT

Een verplicht onderdeel voor iedere filterregel waarin expliciet wordt aangegeven op welke zijde van de in/uit deze van toepassing is. Het volgende sleutelwoord moet *in* of *out* zijn en één van de twee moet gecodeerd worden, anders is de regel syntactisch onjuist.

in betekent dat de regel van toepassing is op inkomende pakketten.

out betekent dat de regel van toepassing is op uitgaande pakketten.

30.5.11.3. OPTIES

Opmerking: Deze opties moeten in de volgorde waarin ze hier beschreven staan gebruikt worden.

log geeft aan dat het pakket naar het *ip1* logboekbestand geschreven moeten worden (zoals verderop beschreven staat in de paragraaf “Loggen”) als de regel van toepassing is op het pakket.

quick geeft aan dat als een regel van toepassing is, dat de laatste regel moet zijn die wordt gecontroleerd, waardoor er een pad wordt “kortgesloten” waardoor de volgende regels voor dat pakket niet meer gecontroleerd worden. Deze optie is voor de moderne regels eigenlijk verplicht.

on geeft de interface aan die in de parameters meegenomen moet worden. De namen van interfaces kunnen getoond worden met `ifconfig(8)`. Als deze optie wordt gebruikt, kan een regel alleen van toepassing zijn als het pakket door de aangegeven interface gaat in de richting die is aangegeven (`in/out`). Ook deze optie is verplicht voor de moderne regels.

Als een pakket wordt gelogd, dan worden de koppen van het pakket weggeschreven naar het `ipl` pakketloggende pseudo-apparaat. Direct na het sleutelwoord `log` mogen de volgende opties gebruikt worden (in de aangegeven volgorde):

`body` geeft aan dat de eerste 128 bytes van de inhoud van het pakket worden opgeslagen na de kop.

`first`; als het sleutelwoord `log` samen met een optie `keep state` wordt gebruikt, wordt het aangeraden om deze optie ook te gebruiken zodat alleen het pakket dat als eerste in de sessie van toepassing was en niet ook alle pakketten die daarna in de sessie volgens `keep state` van toepassing zijn.

30.5.11.4. SELECTIE

De sleutelwoorden in deze paragraaf worden gebruikt om attributen van het pakket dat wordt geïnspecteerd te beschrijven om te bepalen of een regel wel of niet van toepassing is. Er is een sleutelwoord `subject` en er zijn subopties waarvan er één of meer gekozen moeten worden. De volgende attributen zijn beschikbaar voor het proces en moeten in de aangegeven volgorde worden gebruikt:

30.5.11.5. PROTO

`proto` is het `subject` sleutelwoord dat moet worden aangegeven samen met een van de sleutelwoorden uit de subopties. De waarde geeft een bepaald protocol aan dat van toepassing moet zijn. Ook deze optie is verplicht voor de moderne regels.

`tcp/udp`, `tcp`, `udp`, `icmp` of ieder ander protocol dat in `/etc/protocols` staat wordt herkend en kan gebruikt worden. Het bijzondere `protocols` sleutelwoord `tcp/udp` kan gebruikt worden om zowel voor TCP- als UDP-pakketten van toepassing te laten zijn. Het is toegevoegd voor het gemak om vrijwel gelijke regels te voorkomen.

30.5.11.6. BRON_ADR/BEST_ADR

Het sleutelwoord `all` is in feite hetzelfde als `from any to any` zonder overige parameters.

`from bron to bestemming`; de sleutelwoorden `from` en `to` worden gebruikt om te testen op IP-adressen. In regels moet *zowel* een bron- *als* bestemmings-IP-adres aangegeven worden. `any` is een bijzonder sleutelwoord dat van toepassing is op ieder IP-adres. Voorbeelden van gebruik: `from any to any` of `from 0.0.0.0/0 to any` of `from any to 0.0.0.0/0` of `from 0.0.0.0 to any` of `from any to 0.0.0.0`.

Het is vaak lastig om te komen tot een reeks IP-adressen die zich niet gemakkelijk laten uitdrukken met de gepunte numerieke vorm/ maskerlengte notatie. De port `net-mgmt/ipcalc` kan gebruikt worden om de berekeningen te vereenvoudigen. Aanvullende informatie is beschikbaar op de webpagina van het gereedschap: <http://jodies.de/ipcalc>.

30.5.11.7. POORT

Als in een regel op een poort wordt gecontroleerd, voor bron- of bestemmingspoort of beiden, dan is dat alleen van toepassing op TCP- en UDP-pakketten. Bij het maken van poortvergelijkingen kunnen zowel de dienstnamen uit

`/etc/services` als een uit een natuurlijk getal bestaand poortnummer ingesteld worden. Als de poort onderdeel is van het `from` object dan wordt het vergeleken met het poortnummer van de bron en als het onderdeel is van het `to` object, dan wordt het vergeleken met het poortnummer van de bestemming. Het gebruik van het `to` object is in de moderne regels verplicht en neemt de vorm aan van `from any to any port = 80`.

Enkelvoudige poortvergelijkingen kunnen op verschillende manieren gedaan worden met een aantal verschillende operatoren. Er kunnen ook reeksen van poorten ingesteld worden.

poort "=" | "!=" | "<" | ">" | "<=" | ">=" | "eq" | "ne" | "lt" | "gt" | "le" | "ge"

Reeksen van poorten worden met de volgende optie aangegeven: poort <> | ><

Waarschuwing De volgende twee parameters die betrekking hebben op bron en bestemming, zijn verplicht in de moderne regels.

30.5.11.8. TCP_VLAG

Vlaggen zijn alleen beschikbaar voor het filteren van TCP. De letters staan voor de mogelijke vlaggen die bekeken kunnen worden in de kop van een TCP-pakket.

In de moderne regels wordt de optie `flags S` gebruikt om het verzoek tot het starten van een TCP sessie.

30.5.11.9. STATEFUL

`keep state` geeft aan dat in een regel met `pass` voor alle pakketten die van toepassing zijn `stateful` gefilterd moet worden.

Opmerking: Deze optie is voor moderne regels verplicht.

30.5.12. Stateful filteren

Met `stateful` filteren wordt verkeer benaderd als een uitwisseling van pakketten tussen twee kanten die een sessie zijn. Als het is ingeschakeld, dan maakt het `keep state` mechanisme dynamisch interne regels voor pakketten die in de sessie horen te volgen. Het kan bekijken of de karakteristieken van de sessie tussen verzender en ontvanger de juiste procedure volgen. Alle pakketten die niet passen in de sessie, worden automatisch geblokkeerd.

`keep state` staat ook ICMP-pakketten toe die gerelateerd zijn aan een TCP- of UDP-sessie. Dus als er een ICMP-type 3 code 4 komt in antwoord op websurfen, dat wordt toegestaan van binnen naar buiten door een `keep state` regel, dan wordt dat toegelaten. Pakketten waarvan IPF zeker is dat ze onderdeel zijn van de sessie worden toegelaten, zelfs als ze van een ander protocol zijn.

Wat er gebeurt: pakketten die naar buiten gaan op de interface die met Internet is verbonden worden eerst vergeleken met de dynamische staattabel. Als een pakket voldoet aan de verwachting van het volgende pakket in de sessie, dan mag het de firewall verlaten en wordt de toestand van de sessie in de dynamische toestandstabel bijgewerkt. Pakketten die niet bij een reeds actieve sessie horen, worden tegen de uitgaande regelverzameling gecontroleerd.

Pakketten die binnenkomen op de interface die met Internet is verbonden worden eerst vergeleken met de dynamische staattabel. Als een pakket voldoet aan de verwachting van het volgende pakket in de sessie, dan mag het de firewall verlaten en wordt de toestand van de sessie in de dynamische toestandstabel bijgewerkt. Pakketten die niet bij een reeds actieve sessie horen, worden vergeleken met de regelverzameling voor binnenkomend verkeer.

Als de sessie wordt beëindigd wordt het uit de dynamische staattabel verwijderd.

Met stateful filteren is het mogelijk om de focus te leggen op het blokkeren of toestaan van nieuwe sessies. Als een nieuwe sessie tot stand mag komen, dan worden alle volgende pakketten automatisch doorgelaten en al het vervalste verkeer wordt automatisch tegengehouden. Als een nieuwe sessie wordt geweigerd, dan wordt geen enkel pakket doorgelaten. Met stateful filteren zijn er uitgebreide mogelijkheden voor onderzoek om bescherming te bieden tegen de veelheid aan aanvallen die tegenwoordig door aanvallers worden uitgevoerd.

30.5.13. Voorbeeld van inclusieve regels

De onderstaande regels zijn een voorbeeld van hoe een erg veilige inclusieve firewall opgezet kan worden. Een inclusieve firewall staat alleen diensten toe die passen bij de `pass`-regels en blokkeert al het overige verkeer. Firewalls die bedoeld zijn om andere machines te beschermen, ook wel “netwerk-firewalls” genoemd, dienen tenminste twee interfaces te hebben, die over het algemeen zijn ingesteld om de ene kant te vertrouwen (het LAN) maar niet de andere (het publieke Internet). Ook kan een firewall worden ingesteld om alleen het systeem te beschermen waarop het draait—dit wordt een “host-gebaseerde firewall” genoemd, en is in het bijzonder geschikt voor servers op een onvertrouwd netwerk.

Alle UNIX systemen en dus ook FreeBSD zijn zo ontworpen dat ze voor interne communicatie de interface `lo0` en IP adres `127.0.0.1` gebruiken. De firewall moet dit interne verkeer gewoon doorgang laten vinden.

Voor de interface die is verbonden met het publieke Internet worden regels gemaakt waarmee de toegang voor uitgaande en binnenkomende verbindingen worden geautoriseerd en beheerst. Dit kan de PPP-interface `tun0` zijn of de netwerkkaart die is verbonden met een xDSL- of kabelmodem.

In gevallen dat er één of meer netwerkkaarten zijn aangesloten op private netwerksegmenten kunnen er regels op de firewall nodig zijn om pakketten die van die LAN-interfaces afkomen vrije doorgang te geven naar elkaar en/of naar buiten (het Internet).

De regels worden opgedeeld in drie onderdelen: eerst de vertrouwde interfaces, dan het publieke uitgaande interface en als laatste het onvertrouwde publieke binnenkomende interfaces.

In iedere sectie moeten zo staan dat de regels die het meest gebruikt worden vóór de regels die minder vaak gebruikt worden staan. De laatste regel van een onderdeel geeft aan dat al het overige verkeer op die interface in die richting geblokkeerd en gelogd moet worden.

In het onderdeel Uitgaand staan alleen regels met `pass` die parameters bevatten om uniek individuele diensten identificeren die het publieke Internet mogen benaderen. Bij al die regels staan de opties `quick`, `on`, `proto`, `port` en `keep state` aan. De regels met `proto tcp` maken ook gebruik van de optie `flag` om te bekijken of het een pakket betreft voor het opzetten van een sessie om de stateful functionaliteit aan te sturen.

In het onderdeel Inkomend staan eerst alle regels voor het blokkeren van ongewenste pakketten, om twee redenen. Als eerste kan het zo zijn dat kwaadaardige pakketten gedeeltelijk overeenkomen met legitiem verkeer. Deze pakketten moeten worden weggegooid in plaats van binnengelaten te worden, gebaseerd op hun gedeeltelijke match met de `allow`-regels. De tweede reden is dat bekende en oninteressante verwerpingen stil geblokkeerd kunnen worden in plaats van gevangen en gelogd te worden door de laatste regels in de sectie. De laatste regel in elke sectie blokkeert en logt alle pakketten en kan worden gebruikt voor het wettelijke bewijs nodig om degenen die uw systeem aanvallen aan te klagen.

Waar ook gezorgd voor moet worden is dat al het verkeer dat wordt geweigerd geen antwoord verstuurd. Ongeldige pakketten dienen gewoon te verdwijnen. Zo weet een aanvaller niet of een pakket het doelsysteem wel heeft bereikt. Zo kan een aanvaller geen informatie verzamelen over een systeem: hoe minder informatie er over een systeem beschikbaar is, hoe meer tijd iemand erin moet steken voordat er iets slechts gedaan kan worden. Regels die een optie `log first` bevatten, zullen alleen de eerste keer dat de gebeurtenis voorkomt de gebeurtenis loggen. Deze optie is opgenomen in de voorbeeldregel `nmap OS fingerprint`. Het gereedschap `security/nmap` wordt vaak door aanvallers gebruikt om het besturingssysteem van uw server proberen te achterhalen.

We raden aan om telkens als er logmeldingen komen van een regel met `log first` het commando `ipfstat -hio` uit te voeren om te bekijken hoe vaak de regel van toepassing is geweest. Een groot aantal overeenkomsten geeft gewoonlijk aan dat de firewall overspoeld wordt, m.a.w. aangevallen wordt.

Het bestand `/etc/services` kan gebruikt worden om onbekende poortnummers op te zoeken. Ook kan <http://www.securitystats.com/tools/portsearch.php> worden bezocht en het poortnummer worden opgezocht om het doel van een bepaalde poort uit te vinden.

Op de volgende link worden poortnummers van Trojans beschreven: <http://www.simovits.com/trojans/trojans.html>.

De onderstaande set regels is een complete en erg veilige inclusieve set met regels voor een firewall die is getest op productiesystemen. Deze set met regels is eenvoudig aan te passen voor uw eigen systeem. Maak gewoon commentaar van elke `pass`-regel voor een dienst die niet gewenst is.

Logberichten die niet gewenst zijn, zijn uit te sluiten door een `block`-regel toe te voegen in het begin van het onderdeel Inkomend.

Voor de onderstaande regels dient de `dc0` interfacenaam in iedere regel vervangen te worden door de echte interfacenaam van de netwerkkkaart in het systeem die met het publieke Internet is verbonden. Voor gebruikers van PPP zou dat `tun0` zijn.

Dit zou de inhoud van `/etc/ipf.rules` kunnen zijn:

```
#####
# Geen beperkingen op de interface aan de LAN kant.
# Niet nodig als er geen LAN is.
#####

#pass out quick on xl0 all
#pass in quick on xl0 all

#####
# Geen beperkingen op de loopback interface
#####
pass in quick on lo0 all
pass out quick on lo0 all

#####
# Interface aan het publieke Internet (onderdeel Uitgaand).
# Inspecteer verzoeken om een sessie te starten van achter de
# firewall op het private netwerk of vanaf deze gateway-server
# naar het publieke Internet.
#####

# Geef toegang tot de DNS server van de ISP.
# xxx moet het IP adres van de DNS van de ISP zijn.
# Dupliceer deze regels als een ISP meerdere DNS servers heeft.
```

```

# Haal het IP adres evt. uit /etc/resolv.conf.
pass out quick on dc0 proto tcp from any to xxx port = 53 flags S keep state
pass out quick on dc0 proto udp from any to xxx port = 53 keep state

# Geef toegang tot de DHCP server van de ISP voor kabel- en
# xDSL-netwerken. Deze regel is niet nodig als gebruik gemaakt worden
# van PPP naar het publieke Internet. In dat geval kan de hele groep
# verwijderd worden. Gebruik de volgende regel en controleer het
# logboek voor het IP adres. Wijzig dan het IP adres in de regel
# commentaar hieronder en verwijder de eerste regel.
pass out log quick on dc0 proto udp from any to any port = 67 keep state
#pass out quick on dc0 proto udp from any to z.z.z.z port = 67 keep state

# Sta niet beveiligd www verkeer toe.
pass out quick on dc0 proto tcp from any to any port = 80 flags S keep state

# Sta beveiligd www verkeer over TLS SSL toe.
pass out quick on dc0 proto tcp from any to any port = 443 flags S keep state

# Sta het verzenden en ontvangen van e-mail toe.
pass out quick on dc0 proto tcp from any to any port = 110 flags S keep state
pass out quick on dc0 proto tcp from any to any port = 25 flags S keep state

# Sta Time toe.
pass out quick on dc0 proto tcp from any to any port = 37 flags S keep state

# Sta uitgaand NNTP nieuws toe.
pass out quick on dc0 proto tcp from any to any port = 119 flags S keep state

# Sta uitgaande lokale niet beveiligde FTP (ook van LAN-gebruikers) toe
# (zowel passieve als actieve modes). Deze functie maakt gebruik van
# de in IP-NAT ingebouwde FTP-proxy die in het bestand met NAT-regels
# staat om dit in één regel te laten werken. Als er met
# pkg_add pakketten toegevoegd moeten kunnen worden op een systeem, dan
# is deze regel nodig.
pass out quick on dc0 proto tcp from any to any port = 21 flags S keep state

# Sta uitgaande SSH/SFTP/SCP toe (vervangingen van telnet/rlogin/FTP)
# Deze functie maakt gebruik van SSH (secure shell)
pass out quick on dc0 proto tcp from any to any port = 22 flags S keep state

# Sta uitgaande niet beveiligde telnet toe.
pass out quick on dc0 proto tcp from any to any port = 23 flags S keep state

# Sta de FreeBSD CVSUP-functie toe.
pass out quick on dc0 proto tcp from any to any port = 5999 flags S keep state

# Sta ping toe naar het publieke Internet.
pass out quick on dc0 proto icmp from any to any icmp-type 8 keep state

# Sta whois toe vanaf het LAN naar het publieke Internet.
pass out quick on dc0 proto tcp from any to any port = 43 flags S keep state

```

```

# Blokkeer en log het eerste voorkomen van al het andere dat probeert
# buiten te komen. Deze regel implementeert de standaard-blokkade.
block out log first quick on dc0 all

#####
# Interface aan het publieke Internet (onderdeel Inkomend).
# Inspecteert pakketten die van het publieke Internet komen
# met als bestemming deze gateway-server of het private netwerk.
#####

# Blokkeer al het verkeer voor niet-routeerbare of gereserveerde
# adresreeksen.
block in quick on dc0 from 192.168.0.0/16 to any      #RFC 1918 privaat IP
block in quick on dc0 from 172.16.0.0/12 to any      #RFC 1918 privaat IP
block in quick on dc0 from 10.0.0.0/8 to any         #RFC 1918 privaat IP
block in quick on dc0 from 127.0.0.0/8 to any        #loopback
block in quick on dc0 from 0.0.0.0/8 to any          #loopback
block in quick on dc0 from 169.254.0.0/16 to any     #DHCP auto-config
block in quick on dc0 from 192.0.2.0/24 to any       #gereserveerd voor documentatie
block in quick on dc0 from 204.152.64.0/23 to any    #Sun cluster interconnect
block in quick on dc0 from 224.0.0.0/3 to any        #Klasse D & E multicast

##### Blokkeer wat vervelende dingen #####
# die niet in de logboeken moeten komen.

# Blokkeer fragmenten.
block in quick on dc0 all with frags

# Block korte TCP pakketten.
block in quick on dc0 proto tcp all with short

# Blokkeer source gerouteerde pakketten.
block in quick on dc0 all with opt lsrr
block in quick on dc0 all with opt ssrr

# Blokkeer pogingen voor nmap OS fingerprint.
# Blokkeer het eerste voorkomen ervan voor de IP-adressen
block in log first quick on dc0 proto tcp from any to any flags FUP

# Blokkeer alles met speciale opties.
block in quick on dc0 all with ipopts

# Blokkeer publieke pings.
block in quick on dc0 proto icmp all icmp-type 8

# Blokkeer ident.
block in quick on dc0 proto tcp from any to any port = 113

# Blokkeer alle Netbios diensten. 137=naam, 138=datagram, 139=sessie.
# Netbios is de Windows bestandsdeeldienst.
# Blokkeer Windows hosts2 name server verzoeken 81.
block in log first quick on dc0 proto tcp/udp from any to any port = 137
block in log first quick on dc0 proto tcp/udp from any to any port = 138

```

```

block in log first quick on dc0 proto tcp/udp from any to any port = 139
block in log first quick on dc0 proto tcp/udp from any to any port = 81

# Sta inkomend verkeer toe van de DHCP server van de ISP. Deze regel
# moet het IP adres van de DHCP server van de ISP bevatten omdat die
# de enige toegestane bron van dit type pakketten moet zijn. Alleen
# van belang voor kabel en xDSL instellingen. Deze regel is niet nodig
# voor PPP verbindingen naar het publieke Internet. Dit is hetzelfde
# IP adres dat in het Uitgaande onderdeel is opgezocht.
pass in quick on dc0 proto udp from z.z.z.z to any port = 68 keep state

# Sta inkomend webverkeer toe omdat er een Apache server draait.
pass in quick on dc0 proto tcp from any to any port = 80 flags S keep state

# Sta niet beveiligde telnet sessie toe vanaf het publieke Internet.
# Dit heeft het label "niet veilig" omdat gebruikersnaam en
# wachtwoord als platte tekst over Internet gaan. Als er geen telnet
# server draait, hoeft deze regel niet actief te zijn.
#pass in quick on dc0 proto tcp from any to any port = 23 flags S keep state

# Sta beveiligde FTP, telnet en SCP toe vanaf Internet.
# Deze functie gebruikt SSH (secure shell).
pass in quick on dc0 proto tcp from any to any port = 22 flags S keep state

# Blokkeer en log het eerste voorkomen van al het andere dat probeert
# binnen te komen. Het loggen van alleen het eerste voorkomen stopt
# een ontzegging van dienst aanval die gericht is op het laten
# vollopen van de partitie waarop de logboeken staan. Deze regel implementeert
# de standaard blokkade.
block in log first quick on dc0 all
##### Einde van de regels #####

```

30.5.14. NAT

NAT staat voor *Network Address Translation* (netwerkadres vertaling). In Linux heet dit IP Masquerading. Een van de vele mogelijkheden die IPF NAT kan bieden is het delen van één IP adres op het publieke Internet met een LAN achter een firewall.

De vraag zou kunnen rijzen waarom iemand dat zou willen. ISP's wijzen normaliter namelijk dynamisch een IP adres toe aan hun niet-commerciële gebruikers. Dynamisch betekent hier dat het IP-adres iedere dat er wordt ingebeld of dat het kabel- of xDSL-modem uit- en aangeschakeld wordt anders kan zijn. Dit dynamische IP-adres wordt gebruikt om uw systeem op het publieke Internet te identificeren.

Stel dat er vijf PC's in een huis staan en iedere computer in dat huis heeft toegang tot Internet nodig. Dan zouden er bij een ISP vijf individuele accounts moeten zijn en vijf telefoonlijnen om dat te realiseren.

Met NAT is er maar één account bij een ISP nodig. De andere vier PC's moeten met kabels op een switch worden aangesloten waarop ook een FreeBSD systeem is aangesloten dat binnen uw LAN als gateway gaat opereren. NAT zal automatisch de private LAN IP adressen van alle PC's vertalen naar een enkel publiek IP-adres als de pakketten de firewall naar het Internet verlaten.

Er is een speciale reeks van IP-adressen gereserveerd voor NAT op private LANs. Volgens RFC 1918 kunnen de volgende reeksen IP-adressen gebruikt worden op private netwerken die nooit direct op het publieke Internet gerouteerd worden.

Eerste IP	—	Laatste IP
10.0.0.0	—	10.255.255.255
172.16.0.0	—	172.31.255.255
192.168.0.0	—	192.168.255.255

30.5.15. IPNAT

NAT regels worden geladen met `ipnat`. De NAT regels worden vaak opgeslagen in `/etc/ipnat.rules`. Meer details staan in `ipnat(1)`.

Bij het maken van wijzigingen aan de NAT-regels nadat NAT gestart is, wordt aangeraden de wijziging aan het bestand met regels te maken en daarna het commando `ipnat -CF` te gebruiken om alle actieve NAT-regels te wissen. Daarna kunnen de regels uit het bestand weer als volgt geladen worden:

```
# ipnat -CF -f /etc/ipnat.rules
```

Gebruiksgegevens over NAT kunnen getoond worden met:

```
# ipnat -s
```

De huidige inhoud van de NAT tabellen kan getoond worden met:

```
# ipnat -l
```

Met het volgende commando kan de uitgebreide rapportage worden ingeschakeld en dan wordt informatie over het verwerken van verkeer en de actieve regels getoond:

```
# ipnat -v
```

30.5.16. IPNAT regels

NAT regels zijn erg flexibel en er kunnen veel dingen mee gedaan worden om behoeften van bedrijven en thuisgebruikers in te vullen.

De syntaxis van de regels die hier wordt toegelicht is vereenvoudigd om te passen bij een niet-commerciële omgeving. De complete syntaxis is na te lezen in `ipnat(5)`.

De syntaxis voor een NAT regel ziet er ongeveer als volgt uit:

```
map IF LAN_IP_REEKS -> PUBLIEK_ADRES
```

De regel begint met het sleutelwoord `map`.

`IF` dient vervangen te worden door de aanduiding van de externe interface.

`LAN_IP_REEKS` is de reeks die clients op een LAN gebruiken, meestal iets van `192.168.1.0/24`.

`PUBLIEK_ADRES` kan het publieke IP adres zijn of een speciaal sleutelwoord `0.32`, wat betekent dat het IP adres van `IF` gebruikt moet worden.

30.5.17. Hoe NAT werkt

Een pakket komt vanaf het LAN aan bij de firewall en heeft een publieke bestemming. Het wordt verwerkt door de filterregels voor inkomend verkeer en daarna krijgt NAT de kans zijn regels op het pakket toe te passen. De regels worden van boven naar beneden toegepast en de eerste regel die van toepassing is wint. NAT controleert voor alle regels het pakket op interfacenaam en bron IP adres. Als de interfacenaam van een pakket past bij een NAT regel dan wordt het bron IP adres van dat pakket gecontroleerd, dat is dus een IP adres op het private LAN, om te bekijken of het valt in de reeks die is opgegeven aan de linkerkant van een NAT regel. Als ook dat klopt, dan wordt het bron IP adres van het pakket vervangen (“rewritten”) door een publiek IP adres dat verkregen kan zijn met het sleutelwoord `0.32`. NAT werkt dan zijn interne NAT tabel bij, zodat als er een pakket uit die sessie terugkomt van het publieke Internet, dat pakket weer gepast kan worden bij het originele private IP adres en door de firewallregels gefilterd kan worden om daarna, als dat mag, naar een client gestuurd te worden.

30.5.18. IPNAT inschakelen

Voor IPNAT zijn de onderstaande instellingen in `/etc/rc.conf` beschikbaar.

Om verkeer tussen interfaces te kunnen routeren:

```
gateway_enable="YES"
```

Om IPNAT automatisch te starten:

```
ipnat_enable="YES"
```

Om aan te geven waar de IPNAT regels staan:

```
ipnat_rules="/etc/ipnat.rules"
```

30.5.19. NAT voor een groot LAN

Voor netwerken met grote aantallen PC's of netwerken met meerdere LAN's kan het een probleem worden om al die private IP adressen met één enkel publiek IP adres te vervangen, omdat vaak dezelfde poortnummers gebruikt worden. Er zijn twee manieren om dit probleem op te lossen.

30.5.19.1. Aangeven welke poorten te gebruiken

Een normale regel voor NAT ziet er als volgt uit:

```
map dc0 192.168.1.0/24 -> 0.32
```

Met de bovenstaande regel blijft de bronpoort ongewijzigd als het pakket door IPNAT gaat. Door gebruik te maken van het sleutelwoord `portmap` kan IPNAT ingesteld worden om alleen bronpoorten in de aangegeven reeks te gebruiken. Zo stelt de onderstaande regel in dat IPNAT de bronpoort aanpast naar een poortnummer dat in de aangegeven reeks valt:

```
map dc0 192.168.1.0/24 -> 0.32 portmap tcp/udp 20000:60000
```

Het kan nog eenvoudiger door gebruik te maken van het sleutelwoord `auto` zodat IPNAT zelf bepaalt welke poorten gebruikt kunnen worden:

```
map dc0 192.168.1.0/24 -> 0.32 portmap tcp/udp auto
```

30.5.19.2. Meerdere publieke adressen gebruiken

In grote netwerken komt er een moment waarop er gewoon te veel adressen zijn om te bedienen met één IP adres. Als er een blok van publiekelijke IP adressen beschikbaar is, dan kunnen deze adressen gebruikt worden in een “poel”, welke door IPNAT gebruikt kan worden om één van de adressen te gebruiken als uitgaand adres.

Bijvoorbeeld om alle pakketten te verstoppert achter één een enkel IP adres:

```
map dc0 192.168.1.0/24 -> 204.134.75.1
```

Een reeks van publiekelijke IP adressen kan gespecificeerd worden met een netwerkmasker:

```
map dc0 192.168.1.0/24 -> 204.134.75.1-10
```

of door gebruik van de CIDR notatie:

```
map dc0 192.168.1.0/24 -> 204.134.75.0/24
```

30.5.20. Poorten omleiden

Het is erg gebruikelijk om een webserver, mailserver, database server en DNS server op verschillende computers op een LAN te draaien. Het uitgaande verkeer van die servers kan dan met NAT afgehandeld worden, maar er moet ook ingesteld worden dat inkomend verkeer bij de juiste computer terecht komt. IPNAT gebruikt daarvoor de opties in NAT waarmee verkeer omgeleid kan worden. Als bijvoorbeeld een webserver op het LAN-adres `10.0.10.25` draait en het enkele publieke IP adres zou `20.20.20.5` zijn, dan zou de regel er als volgt uit zien:

```
rdr dc0 20.20.20.5/32 port 80 -> 10.0.10.25 port 80
```

of:

```
rdr dc0 0.0.0.0/32 port 80 -> 10.0.10.25 port 80
```

Voor een DNS server op een LAN die ook vanuit Internet bereikbaar met zijn en die draait op `10.0.10.33` zou de regel er als volgt uit zien:

```
rdr dc0 20.20.20.5/32 port 53 -> 10.0.10.33 port 53 udp
```

30.5.21. FTP en NAT

FTP is dinosaurus uit het tijdperk van voor Internet was zoals het nu is, toen onderzoeksinstellingen met elkaar verbonden waren via huurlijnen en FTP de aangewezen methode was om bestanden met elkaar uit te wisselen. Maar

bij het gebruik van FTP worden gebruikersnaam en wachtwoord als platte tekst verzonden en het protocol is nooit aangepast. FTP is er in twee smaken: actief en passief. Het verschil zit 'm in hoe het datakanaal wordt opgezet. De passieve variant is veiliger voor een gebruiker omdat bij deze variant beide communicatiekanalen door de cliënt zelf worden opgezet. Op de volgende pagina zijn details over FTP na te lezen: <http://www.slacksite.com/other/ftp.html>.

30.5.21.1. IPNAT-regels

IPNAT heeft een speciale FTP-proxy ingebouwd die kan worden ingeschakeld met een NAT-map-regel. Die kan al het uitgaande verkeer monitoren wat betreft opstartverzoeken voor sessies voor actieve en passieve FTP en dynamisch tijdelijke filterregels maken die alleen het poortnummer dat echt in gebruik is voor het datakanaal doorlaten. Hiermee wordt een veiligheidsrisico dat normaal gepaard gaat met FTP, namelijk het toestaan van grote reeksen hoge poortnummers, weggenomen.

De volgende regel handelt al het FTP verkeer van het LAN af:

```
map dc0 10.0.10.0/29 -> 0/32 proxy port 21 ftp/tcp
```

De regel hieronder handelt het FTP verkeer van de gateway zelf af:

```
map dc0 0.0.0.0/0 -> 0/32 proxy port 21 ftp/tcp
```

Deze laatste regel handelt al het niet-FTP verkeer voor het LAN af:

```
map dc0 10.0.10.0/29 -> 0/32
```

De FTP-afbeeldregel hoort voor de normale regels te staan. Alle pakketten worden als eerste vergeleken met de eerste regel en zo verder. Eerst wordt gekeken over de interfacenaam overeenkomt, daarna het bron IP adres van het LAN en dan of het een FTP pakket is. Als dat allemaal klopt, dan maakt de speciale FTP proxy een tijdelijke filterregel die de pakketten uit de FTP sessie naar binnen en buiten doorlaat en ook NAT toepast op de FTP pakketten. Alle pakketten van het LAN die niet van het protocoltype FTP zijn en dus niet bij de eerste regel passen, worden tegen de derde regel gehouden die van toepassing is vanwege de interface en bron IP adres, zodat er dan NAT op toegepast wordt.

30.5.21.2. IPNAT FTP filterregels

Als de NAT-FTP-proxy wordt gebruikt is er maar één filterregel voor FTP nodig. Zonder de FTP-proxy zouden er drie regels nodig zijn:

```
# Sta LAN client toe te FTP-en naar Internet
# Actieve en passieve modes
pass out quick on rl0 proto tcp from any to any port = 21 flags S keep state

# Sta opzetten van het datakanaal voor passieve mode toe voor hoge poorten
pass out quick on rl0 proto tcp from any to any port > 1024 flags S keep state

# Laat het datakanaal van de FTP server binnen voor actieve mode
pass in quick on rl0 proto tcp from any to any port = 20 flags S keep state
```

30.6. IPFW

IPFIREWALL (IPFW) is een firewall die binnen FreeBSD wordt ontwikkeld en onderhouden door vrijwillige leden van de staf. Het maakt gebruik van verouderde staatloze regels en een verouderde techniek om te realiseren wat eenvoudige stateful logica zou kunnen heten.

De set voorbeeldregels van IPFW (die in `/etc/rc.firewall` en `/etc/rc.firewall6` staan) uit de standaard FreeBSD-installatie is redelijk eenvoudig en niet voorbereid om zonder wijzigingen gebruikt te worden. Het voorbeeld maakt geen gebruik van stateful filteren, wat een voordeel is in de meeste situaties. Daarom worden deze regels niet als basis gebruikt in dit onderdeel.

De staatloze syntaxis van IPFW is krachtig door de technisch geavanceerde mogelijkheden van de regelsyntaxis die de kennis van de gemiddelde gebruiker van firewalls ver overstijgt. IPFW is gericht op de professionele gebruiker of de gevorderde thuisgebruiker die hoge eisen stelt aan de wijze waarop er met pakketten wordt omgegaan. Voordat de kracht van de IPFW regels echt ingezet kan worden, moet de gebruiker veel weten over de verschillende protocollen en de wijze waarop pakketten in elkaar zitten. Het tot op dat niveau behandelen van stof valt buiten de doelstellingen van dit Handboek.

IPFW bestaat uit zeven componenten: de verwerkingseenheid voor de firewallregels, verantwoording, loggen, regels met `divert` (omleiden) waarmee NAT gebruikt kan worden en de speciale gevorderde mogelijkheden voor bandbreedtebeheer met DUMMYNET, de `fwd rule` forward-mogelijkheid, de bridge-mogelijkheden en de ipstealth-mogelijkheden. IPFW ondersteunt zowel IPv4 als IPv6.

30.6.1. IPFW inschakelen

IPFW zit bij de basisinstallatie van FreeBSD als een losse tijdens runtime laadbare module. Het systeem laadt de kernelmodule dynamisch als in `rc.conf` de regel `firewall_enable="YES"` staat. IPFW hoeft niet in de FreeBSD kernel gecompileerd te worden, tenzij het nodig is dat NAT beschikbaar is.

Na het rebooten van een systeem met `firewall_enable="YES"` in `rc.conf` is het volgende bericht op het scherm te zien tijdens het booten:

```
ipfw2 initialized, divert disabled, rule-based forwarding disabled, default to deny, logging disabled
```

In de laadbare module zit de mogelijkheid om te loggen gecompileerd. Er is een knop in `/etc/sysctl.conf` om loggen aan te zetten en de uitgebreide loglimiet in te stellen. Door deze regels toe te voegen, staat loggen aan bij toekomstige herstarts:

```
net.inet.ip.fw.verbose=1
net.inet.ip.fw.verbose_limit=5
```

30.6.2. Kernelopties

Het is niet verplicht om IPFW in te schakelen door het mee te compileren in de FreeBSD kernel, tenzij de NAT functionaliteit beschikbaar moet zijn. Dit wordt alleen beschreven als achtergrondinformatie.

```
options      IPFIREWALL
```

Met `IPFIREWALL` wordt IPFW ingeschakeld als deel van de kernel.

```
options      IPFIREWALL_VERBOSE
```

Met `IPFWALL_VERBOSE` wordt het loggen van pakketten die worden verwerkt met `IPFW` mogelijk die het sleutelwoord `log` in een regel hebben staan.

```
options      IPFWALL_VERBOSE_LIMIT=5
```

Limiteert het aantal pakketten dat per regel wordt gelogd via `syslogd(8)`. Deze optie kan gebruikt worden in vijandige omgevingen waar de activiteit van een firewall gelogd moet worden. Hierdoor kan een mogelijke ontzegging van dienst aanval door het vol laten lopen van `syslog` voorkomen worden.

```
options      IPFWALL_DEFAULT_TO_ACCEPT
```

Met `IPFWALL_DEFAULT_TO_ACCEPT` wordt standaard alles door de firewall doorgelaten. Dit wordt aangeraden als iemand voor het eerst een firewall opzet.

```
options      IPDIVERT
```

Met `IPDIVERT` wordt de NAT functionaliteit ingeschakeld.

Opmerking: De firewall zal alle binnenkomende en uitgaande pakketten blokkeren als de kerneloptie `IPFWALL_DEFAULT_TO_ACCEPT` of een regel om deze verbindingen expliciet toe te staan ontbreekt.

30.6.3. `/etc/rc.conf` opties

Start de firewall:

```
firewall_enable="YES"
```

Om één van de standaard firewall types te selecteren die geleverd wordt door FreeBSD lees `/etc/rc.firewall`, maak een selectie en plaats de volgende regel:

```
firewall_type="open"
```

Beschikbare waardes voor deze instelling zijn:

- `open` — laat al het verkeer door.
- `client` — beschermt alleen deze machine.
- `simple` — beschermt het hele netwerk.
- `closed` — blokkeert alle IP-verkeer, behalve voor lokaal verkeer.
- `UNKNOWN` — voorkomt het laden de firewall-regels.
- *bestandsnaam* — absoluut pad naar een bestand dat firewall-regels bevat.

Het is mogelijk om twee verschillende manieren te gebruiken voor speciaal gemaakte regels voor de **ipfw** firewall. één daarvan is door het zetten van de `firewall_type` variabele naar een absoluut pad van een bestand, welke *firewall-regels* bevat, zonder enige specifieke opties voor `ipfw(8)`. Het volgende is een eenvoudig voorbeeld van een bestand met regelverzamelingen dat al het inkomend en uitgaand verkeer blokkeert:

```
add deny in
```

```
add deny out
```

Aan de andere kant is het mogelijk om de variabele `firewall_script` in te stellen op een absoluut pad van een uitvoerbaar script, welke inclusief `ipfw` commando's uitgevoerd wordt tijdens het opstarten van het systeem. Een geldig script met regels dat gelijkwaardig is aan het bestand met regels hierboven, zou het volgende zijn:

```
#!/bin/sh

ipfw -q flush

ipfw add deny in
ipfw add deny out
```

Opmerking: Als `firewall_type` is gezet naar `client` of `simple` moeten de standaard regels die gevonden kunnen worden in `/etc/rc.firewall` gecontroleerd worden om te zien of deze configuratie voldoet voor de machine. Let ook op dat alle voorbeelden die gebruikt zijn in dit hoofdstuk ervan uitgaan dat de `firewall_script` variabele gezet is naar `/etc/ipfw.rules`.

Om loggen in te schakelen:

```
firewall_logging="YES"
```

Waarschuwing Het enige dat de variabele `firewall_logging` doet is de `sysctl` variabele `net.inet.ip.fw.verbose` op de waarde `1` zetten (zie Paragraaf 30.6.1). Er is geen variabele in `rc.conf` om logboeklimieten in te stellen, maar dat kan ingesteld worden via een `sysctl` variabele, handmatig of via het bestand `/etc/sysctl.conf`:

```
net.inet.ip.fw.verbose_limit=5
```

Als de machine in kwestie een gateway is, dus Network Address Translation (NAT) diensten levert via `natd(8)`, dan staat in Paragraaf 31.9 meer informatie over de benodigde instellingen voor `/etc/rc.conf`.

30.6.4. Het commando `IPFW`

Gewoonlijk wordt `ipfw` gebruikt om met de hand enkelvoudige regels toe te voegen of te verwijderen als `IPFW` actief is. Het probleem met deze methode is dat, als het systeem wordt uitgezet alle regels die gewijzigd of verwijderd zijn verloren gaan. Door alle regels in een bestand op te nemen dat bij het booten wordt geladen of door het bestand waarin de wijzigingen zijn gemaakt als een machine draait te laden bestaat die probleem niet.

Met `ipfw` kunnen de actieve regels van de firewall op het scherm getoond worden. De verantwoordingsmogelijkheden van `ipfw(8)` maken dynamisch tellers aan voor iedere regel en houden die bij voor alle pakketten die van toepassing zijn op die regel. Tijdens het testen van een regel is het afbeelden van de regel met zijn teller een van de manieren om te bepalen of de regel werkt.

Om alle regels in volgorde te tonen:

```
# ipfw list
```

Om alle regels te tonen met de tijd waarop deze voor het laatst van toepassing was:

```
# ipfw -t list
```

Het volgende commando kan gebruikt worden om de verantwoordingsinformatie, pakketters en de regel zelf te tonen. De eerste kolom is het regelnummer met daarachter het aantal keren dat de regel van toepassing was voor inkomend verkeer, gevolgd door het aantal keren dat de regel van toepassing was voor uitgaand verkeer. Als laatste wordt de regel zelf getoond:

```
# ipfw -a list
```

Ook kunnen onder de statische regels de dynamische regels getoond worden:

```
# ipfw -d list
```

En de dynamische regels die verlopen zijn:

```
# ipfw -d -e list
```

De tellers op nul gesteld worden:

```
# ipfw zero
```

Alleen de tellers voor regel met nummer *NUM* op nul stellen:

```
# ipfw zero NUM
```

30.6.5. Sets van IPFW regels

Een verzameling regels is een groep IPFW-regels die is gemaakt om pakketten toe te staan of te blokkeren op basis van de inhoud van dat pakket. De bi-directionele uitwisseling van pakketten tussen hosts bestaat uit een gesprek dat een sessie heet. De verzameling van firewallregels beoordeelt zowel de pakketten die aankomen van de host op het publieke Internet als de pakketten die op het systeem ontstaan als antwoord daarop. Iedere TCP/IP-dienst als telnet, www, mail, etc, heeft zijn eigen protocol en bevoorrechte (luister)poort. Pakketten bestemd voor een specifieke poort verlaten het bronadres via een onbevoorrechte (hogere) poort en doelen op de specifieke dienstvoort op het bestemmingsadres. Alle bovenstaande parameters (poorten en adressen) kunnen gebruikt worden als selectiecriteria om regels aan te maken die diensten doorlaten of blokkeren.

Als een pakket de firewall binnenkomt wordt het vergeleken met de eerste regel in de set regels en zo gaat dat voor iedere regel vanaf boven tot beneden. Als een regel van toepassing is op een pakket, dan wordt het actievelid van de regel uitgevoerd. Dit wordt de “de eerst passende regel wint” zoekmethode genoemd. Als een pakket bij geen enkele regel past, dan wordt de verplichte standaardregel 65535 van IPFW toegepast, die alle pakketten weigert zonder een antwoord terug te sturen naar de verzender.

Opmerking: Het zoeken gaat door na regels met `count`, `skipto` en `tee`.

De instructies in dit onderdeel zijn gebaseerd op regels die gebruik maken van de stateful opties `keep state`, `limit`, `in`, `out` en `via`. Dit is het raamwerk waarmee een set van inclusieve firewallregels wordt samengesteld.

Waarschuwing Wees voorzichtig tijdens het werken met firewall-regels, het is gemakkelijk om uzelf uit te sluiten.

30.6.5.1. Regelsyntaxis

De regelsyntaxis zoals hier toegelicht is vereenvoudigd door alleen te tonen wat nodig is om een standaard inclusieve set met firewallregels te maken. De complete beschrijving van alle mogelijkheden staat in ipfw(8).

Regels bevatten sleutelwoorden die in een bepaalde volgorde van links naar rechts op een regel horen te staan. Sleutelwoorden worden vet weergegeven. Sommige sleutelwoorden hebben subopties die zelf ook weer sleutelwoorden hebben die ook weer subopties kunnen hebben.

Het karakter # wordt gebruikt om het begin van een opmerking te markeren en kan zowel op een eigen regel als achter een firewallregel staan. Lege regels worden genegeerd.

```
CMD REGEL_NUMMER ACTIE LOGGEN SELECTIE STATEFUL
```

30.6.5.1.1. CMD

Iedere regel moet beginnen met *add* om hem toe te voegen aan de tabel met regels.

30.6.5.1.2. REGEL_NUMMER

Elke regel is geassocieerd met een regel_nummer van 1 tot en met 65535.

30.6.5.1.3. ACTIE

Bij een regel kunnen één of meer acties horen die worden uitgevoerd als een regel geldt voor een pakket.

```
allow | accept | pass | permit
```

Deze opties betekenen allemaal hetzelfde: als de regel geldt voor een pakket, laat dat pakket dan door en stop met het zoeken naar geldende regels.

```
check-state
```

Vergelijkt het pakket met de tabel met dynamische regels. Als het erin staat, dan wordt de actie van de dynamisch door deze regel gemaakte regel uitgevoerd. Anders wordt er verder gezocht door de regels. Een regel met *check-state* heeft geen selectiecriteria. Als er geen regel met *check-state* in de set met regels staat, dan wordt de tabel met dynamische regels bij het eerste voorkomen van *keep-state* of *limit* gecontroleerd.

```
deny | drop
```

Deze opties betekenen hetzelfde: als de regel geldt voor een pakket, blokkeer dat pakket dan en stop met het zoeken naar geldende regels.

30.6.5.1.4. Loggen

```
log of logamount
```

Als een regel met het sleutelwoord *log* van toepassing is op een pakket, dan wordt er een bericht naar *syslogd*(8) geschreven met de faciliteitsnaam *SECURITY*. Er wordt alleen een bericht geschreven als het aantal voor die regel gelogde pakketten niet groter is dan de instelling van de parameter *logamount*. Als er geen *logamount* is ingesteld,

dan wordt de limiet uit de `sysctl(8)` variabele `net.inet.ip.fw.verbose_limit` gehaald. In beide gevallen bestaat er in het geval de waarde nul is geen limiet. Als de limiet is bereikt, dan kan het loggen weer ingeschakeld worden door de teller voor het loggen weer op nul te zetten voor die regel met het commando `ipfw reset log`.

Opmerking: Er wordt gelogd als een pakket zeker past bij een regel, maar voordat de actie (bijvoorbeeld *accept* of *deny*) op een pakket wordt toegepast. Uiteindelijk bepaalt de gebruiker zelf voor welke regels loggen wordt ingeschakeld.

30.6.5.1.5. Selectie

De sleutelwoorden in deze paragraaf beschrijven de attributen van een pakket die gecontroleerd worden bij het bepalen of een regel wel of niet op een pakket van toepassing is. De attributen waarop gecontroleerd kan worden moeten in de beschreven volgorde gebruikt worden.

udp | tcp | icmp

Naast de hierboven aangegeven protocollen kunnen alle in `/etc/protocols` beschreven protocollen gebruikt worden. De waarde die wordt opgegeven is het protocol dat van toepassing moet zijn. Dit attribuut is verplicht.

from bron to best

De sleutelwoorden *from* en *to* worden gebruikt om te bekijken of een regel van toepassing is op IP-adressen. Een regel moet *zowel* bron- als bestemmingsadressen bevatten. *any* is een bijzonder sleutelwoord dat van toepassing is op alle IP-adressen. *me* is een bijzonder sleutelwoord dat van toepassing is op alle IP-adressen die ingesteld zijn op interfaces van een FreeBSD systeem om de PC waarop de firewall draait te vertegenwoordigen (deze machine). Zo kan dit onderdeel bijvoorbeeld de volgende vormen aannemen: *from me to any*, *from any to me*, *from 0.0.0.0/0 to any*, *from any to 0.0.0.0/0*, *from 0.0.0.0 to any*, *from any to 0.0.0.0* of *from me to 0.0.0.0*. IP-adressen mogen ingevoerd worden in de vorm numeriek, door punten gescheiden adres/maskerlengte (CIDR-notatie) of als een enkelvoudig IP-adres in de vorm numeriek, door punten gescheiden. De port `net-mgmt/ipcalc` kan gebruikt worden om de berekeningen te vereenvoudigen. Aanvullende informatie is beschikbaar op de webpagina van het programma: <http://jodies.de/ipcalc>.

poortnummer

Wordt gebruikt voor protocollen die poortnummers ondersteunen (als TCP en UDP). Het gebruik van een poortnummer is verplicht. Er mogen ook dienstnamen uit `/etc/services` gebruikt worden in plaats van nummers.

in | out

Is op respectievelijk inkomende of uitgaande pakketten van toepassing. De sleutelwoorden *in* of *out* zijn verplicht in een regel.

via IF

Deze parameter geeft aan op welke interface de regel van toepassing is, waarbij *IF* de exacte naam van de bedoelde interface is.

setup

Dit is een verplicht sleutelwoord waarmee wordt aangegeven dat er gezocht wordt naar een pakket met het verzoek tot het opstarten van een TCP sessie.

keep-state

Dit is een verplicht sleutelwoord. Als er een pakket op een regel met *keep-state* van toepassing is, dan wordt er door de firewall een dynamische regel gemaakt die bi-directioneel verkeer zal toestaan tussen bron en bestemming en de bijbehorende poorten voor hetzelfde protocol.

```
limit {bron-adr | bron-poort | best-adr | best-poort}
```

De firewall staat maar *N* verbindingen toe met dezelfde groep parameters uit een regel. Er kunnen één of meer van de parameters bron- of bestemmingsadres en bron- en bestemmingspoort gebruikt worden. *limit* en *keep-state* kunnen niet in dezelfde regel gebruikt worden. De optie *limit* geeft dezelfde mogelijkheden als *keep-state* en voegt daar zijn eigen mogelijkheden aan toe.

30.6.5.2. Regeloctie stateful

Bij stateful filteren wordt verkeer bekeken als bi-directioneel verkeer dat samen een sessie vormt. Het heeft de mogelijkheid om te bepalen of de sessie tussen de zender en de ontvanger op de juiste wijze voortgaat. Alle pakketten die niet precies in de verwachting van een sessie passen worden automatisch als fout geblokkeerd.

De optie *check-state* wordt gebruikt om aan te geven waar IPFW-regels tegen de mogelijkheden voor dynamische regels gehouden moeten worden. Als er een passende regel bij een pakket wordt gevonden, dan kan dat pakket de firewall verlaten en wordt een nieuwe regel gemaakt voor het volgende pakket dat wordt verwacht in de sessie. Als er geen regel van toepassing is op het pakket, dan wordt de volgende regel in de groep regels getest.

De mogelijkheden voor dynamische regels zijn kwetsbaar voor een aanval die SYN-flood heet, waarmee wordt geprobeerd een zeer groot aantal regels aan te laten maken. Om deze aanval tegen te gaan, is de optie *limit* beschikbaar. Met deze optie kan het maximaal aantal simultane sessies geregeld worden op basis van bron en bestemmingsvelden. Als het aantal sessies gelijk aan het maximale aantal sessies is, wordt een pakket voor een nieuwe sessie geweigerd.

30.6.5.3. Firewallberichten loggen

De voordelen van loggen zijn duidelijk. Het biedt de mogelijkheid om na het feit informatie na te zien als: welke pakketten heeft de firewall laten vallen, waar kwamen ze vandaan en waar gingen ze heen. Dit zijn allemaal voordelen als het gaat om uitvinden waar een aanvaller vandaan komt en wat hij heeft geprobeerd.

Zelfs als logging is ingeschakeld logt IPFW nog niets uit zichzelf. De beheerder van de firewall beslist welke actieve regels iets weg moeten schrijven door het sleutelwoord *log* aan die regels toe te voegen. Gewoonlijk worden alleen *deny*-regels gelogd. Dit geldt bijvoorbeeld voor de *deny*-regel voor inkomende ICMP pings. Het is gebruikelijk om de standaardregel “*ipfw default deny everything*” te dupliceren, daar *log* in op te nemen, en deze als laatste in de verzameling met regels te plaatsen. Zo zijn alle pakketten te zien die niet voldeden aan ook maar één regel.

Loggen heeft ook mogelijke nadelen. Het is mogelijk om te veel te loggen en dan om te komen in logboekgegevens die uiteindelijk een schijf kunnen vullen. Een DoS aanval om een schijf met logs te vullen is een van de oudst bekende typen DoS aanvallen. Logberichten van de firewall worden niet alleen naar **syslogd** geschreven, maar ook op het *root* console getoond waar ze snel erg vervelend kunnen worden.

De kerneloptie *IPFWALL_VERBOSE_LIMIT=5* beperkt het aantal opeenvolgende berichten dat naar *syslogd*(8) wordt geschreven voor één specifieke regel. Als deze optie is ingeschakeld, worden in dit geval maximaal vijf berichten voor dezelfde regel gemeld. Als er meer berichten op dezelfde regel zouden zijn, zou dat als volgt aan **syslogd** gemeld worden:

```
last message repeated 45 times
```

Standaard worden alle gelogde pakketten weggeschreven naar `/var/log/security`, wat is ingesteld in `/etc/syslog.conf`.

30.6.5.4. Regelscript bouwen

De meeste ervaren gebruikers van IPFW maken een bestand waarin de regels staan en stellen dat zo op dat het als script uitgevoerd kan worden. Het grootste voordeel van deze methode is dat de firewallregels allemaal vervangen kunnen worden zonder dat het systeem opnieuw gestart moet worden. Deze methode is ook erg geschikt voor het testen van regels omdat de procedure zo vaak als nodig uitgevoerd kan worden. Omdat het een script is, kan er gebruik gemaakt worden van substitutie zodat veel gebruikte waarden verduidelijkt en in meerdere regels toegepast kunnen worden. In het volgende voorbeeld wordt hier gebruik van gemaakt.

De syntaxis die in het script wordt gebruikt is compatibel met de shells `sh(1)`, `csh(1)` en `tcsh(1)`. Velden waarvoor substitutie van toepassing is worden vooraf gegaan door het dollarteken `$`. Definities worden niet vooraf gegaan door het voorvoegsel `$`. De waarden van een substitutie moet omsloten worden door "dubbele aanhalingstekens".

Een bestand met regels kan als volgt beginnen:

```
##### begin voorbeeldscript ipfw regels #####
#
ipfw -q -f flush      # Verwijder alle bestaande regels.
# Stel standaarden in.
oif="tun0"            # uitgaande interface.
odns="192.0.2.11"     # IP adres DNS server ISP.
cmd="ipfw -q add "    # Voorvoegsel voor regel.
ks="keep-state"       # Te lui om iedere keer in te typen.
$cmd 00500 check-state
$cmd 00502 deny all from any to any frag
$cmd 00501 deny tcp from any to any established
$cmd 00600 allow tcp from any to any 80 out via $oif setup $ks
$cmd 00610 allow tcp from any to $odns 53 out via $oif setup $ks
$cmd 00611 allow udp from any to $odns 53 out via $oif $ks
##### einde voorbeeldscript ipfw regels #####
```

Dat is alles. De feitelijke functie van de regels is in dit voorbeeld van ondergeschikt belang. Dit was slechts een voorbeeld om het gebruik van substitutie te illustreren.

Als het bovenstaande voorbeeld de inhoud van `/etc/ipfw.rules` was, dan kon het herladen worden met het volgende commando:

```
# sh /etc/ipfw.rules
```

`/etc/ipfw.rules` zou overal kunnen staan met iedere gewenste naam.

Wat in het bovenstaande voorbeeld met een bestand is gerealiseerd, kan ook met de hand:

```
# ipfw -q -f flush
# ipfw -q add 00500 check-state
# ipfw -q add 00502 deny all from any to any frag
# ipfw -q add 00501 deny tcp from any to any established
# ipfw -q add 00600 allow tcp from any to any 80 out via tun0 setup keep-state
# ipfw -q add 00610 allow tcp from any to 192.0.2.11 53 out via tun0 setup keep-state
# ipfw -q add 00611 allow udp from any to 192.0.2.11 53 out via tun0 keep-state
```

30.6.5.5. Verzameling van stateful regels

De volgende verzameling van regels, waarin geen gebruik gemaakt wordt van NAT, is een voorbeeld van hoe een erg veilige inclusieve firewall kan worden opgezet. Een inclusieve firewall laat alleen diensten toe waarvoor `pass` regels van toepassing zijn en blokkeert al het andere verkeer. Firewalls die ontworpen zijn om hele netwerksegmenten te beschermen hebben tenminste twee interfaces waarvoor regels moeten zijn die de firewall in staat stellen zijn werk te doen.

Alle UNIX systemen en dus ook FreeBSD zijn zo ontworpen dat ze voor interne communicatie de interface `lo0` en IP adres `127.0.0.1` gebruiken. De firewall moet dit interne verkeer gewoon doorgang laten vinden.

Voor de interface die is verbonden met het publieke Internet worden regels gemaakt waarmee sessies naar het Internet mogelijk gemaakt worden en toegang wordt gegeven voor pakketten die uit die sessies terug komen. Dit kan de gebruikers-PPP-interface `tun0` zijn of de netwerkkaart die is verbonden met een xDSL of kabelmodem.

In gevallen dat er meer dan één netwerkkaart is aangesloten op het private netwerk achter de firewall, moeten er op de firewall-regels zijn om het verkeer tussen die interfaces vrije doorgang te geven.

De regels worden opgedeeld in drie onderdelen: alle interfaces met vrije doorgang, uitgaand op publieke interfaces en inkomend op publieke interfaces.

De volgorde van de regels in iedere sectie voor publieke interfaces moet zo zijn dat de regels die het meest gebruikt worden vóór de regels staan die minder vaak gebruikt worden. De laatste regel van een onderdeel geeft aan dat al het overige verkeer op die interface in die richting geblokkeerd en gelogd moet worden.

In het onderdeel Uitgaand van de volgende verzameling regels staan alleen regels met `allow` die parameters bevatten om individuele diensten beschikbaar te maken die publieke toegang tot Internet mogen hebben. Al die regels moeten gebruik maken van de opties `proto`, `port`, `in/out`, `via` en `keep-state`. De regels met `proto tcp` maken ook gebruik van `setup` om te bekijken of het een pakket betreft voor het opzetten van een sessie om de stateful functionaliteit aan te sturen.

In het onderdeel Inkomend staan als eerste alle regels voor het blokkeren van ongewenste pakketten, om twee redenen. Als eerste kan het zo zijn dat kwaadaardige pakketten gedeeltelijk overeenkomen met legitiem verkeer. Deze regels moeten worden geblokkeerd in plaats van te worden binnengelaten, gebaseerd op hun gedeeltelijke overeenkomst met `allow`-regels. De tweede reden is dat nu ongewenste pakketten die vaak voorkomen en die bij voorkeur niet in de logboeken voorkomen niet meer van toepassing zijn op de laatste regel van het onderdeel waarin ze zouden worden gelogd. Met de laatste regel van dit onderdeel worden alle overige pakketten geblokkeerd en gelogd en ze kunnen bewijsmateriaal zijn in een zaak tegen iemand die heeft geprobeerd een systeem aan te vallen.

Iets waarop u ook moet letten is dat voor al het verkeer dat wordt geweigerd geen antwoord wordt gestuurd. Die pakketten verdwijnen gewoon. Zo weet een aanvaller niet of een pakket het doelsysteem wel heeft bereikt. Zo kan een aanvaller geen informatie verzamelen over een systeem: hoe minder informatie er over een systeem beschikbaar is, hoe veiliger het is. Als er pakketten gelogd worden met een onbekend poortnummer, dan is de functie van dat poortnummer na te zoeken in `/etc/services` of op <http://www.securitystats.com/tools/portsearch.php>. Op de volgende link worden poortnummers van Trojans beschreven: <http://www.simovits.com/trojans/trojans.html>.

30.6.5.6. Voorbeeld van een set inclusieve regels

Het volgende voorbeeld is een complete inclusieve verzameling van regels die geen gebruik maakt van NAT. Deze verzameling van regels is veilig om deze regels op uw eigen systemen te gebruiken. Dit kan door commentaar te maken van een `pass`-regel voor een dienst die niet gewenst is. Logberichten die niet gewenst zijn, zijn uit te sluiten door een `deny`-regel toe te voegen aan het onderdeel Inkomend. Voor de onderstaande regels dient de interfacenaam

dc0 in iedere regel vervangen te worden door de interfacenaam van de netwerkkaart in het systeem die met het publieke Internet is verbonden. Voor gebruikers van PPP zou dat tun0 zijn.

Er zit een merkbare structuur in het gebruik van deze regels:

- Alle regels die een verzoek zijn voor het opzetten van een sessie gebruiken `keep-state`.
- Alle diensten die vanaf Internet bereikbaar zijn gebruiken de optie `limit` om “flooding” te voorkomen.
- Alle regels gebruiken `in` of `out` om de richting aan te geven.
- Alle regels gebruiken `via interfacenaam` om aan te geven op welke interface de regel van toepassing is.

De volgende regels zouden in `/etc/ipfw.rules` kunnen staan:

```
##### Begin bestand met IPFW regels #####
# Verwijder eerst de bestaande regels.
ipfw -q -f flush

# Stel commando voorvoegsel in.
cmd="ipfw -q add"
pif="dc0"      # Interfacenaam van NIC die verbinding
               # met het publieke Internet heeft.

#####
# Geen beperkingen op de interface aan de LAN kant. Alleen nodig
# als er een LAN is. Wijzig xl0 naar de gebruikte interfacenaam.
#####
$cmd 00005 allow all from any to any via xl0

#####
# Geen beperkingen op de loopback interface.
#####
$cmd 00010 allow all from any to any via lo0

#####
# Sta het pakket toe als het aan de tabel met dynamische regels
# was toegevoegd met een 'allow keep-state' commando.
#####
$cmd 00015 check-state

#####
# Interface aan het publieke Internet (onderdeel Uitgaand).
# Inspecteer verzoeken om een sessie te starten van achter de
# firewall op het private netwerk of vanaf de server zelf naar
# het publieke Internet.
#####

# Geef toegang tot de DNS server van de ISP.
# x.x.x.x moet het IP adres van de DNS van de ISP zijn.
# Dupliceer deze regels als een ISP meerdere DNS servers heeft.
# Haal het IP adres evt. uit /etc/resolv.conf
$cmd 00110 allow tcp from any to x.x.x.x 53 out via $pif setup keep-state
$cmd 00111 allow udp from any to x.x.x.x 53 out via $pif keep-state
```

```

# Geef toegang tot de DHCP server van de ISP voor kabel- en
# xDSL-netwerken. Deze regel is niet nodig als gebruik gemaakt worden
# van PPP naar het publieke Internet. In dat geval kan de hele groep
# verwijderd worden. Gebruik de volgende regel en controleer het
# logboek voor het IP adres. Wijzig dan het IP adres in de regel
# commentaar hieronder en verwijder de eerste regel.
$cmd 00120 allow log udp from any to any 67 out via $pif keep-state
#$cmd 00120 allow udp from any to x.x.x.x 67 out via $pif keep-state

# Sta niet beveiligd www verkeer toe.
$cmd 00200 allow tcp from any to any 80 out via $pif setup keep-state

# Sta beveiligd www verkeer over TLS SSL toe.
$cmd 00220 allow tcp from any to any 443 out via $pif setup keep-state

# Sta het verzenden en ontvangen van e-mail toe.
$cmd 00230 allow tcp from any to any 25 out via $pif setup keep-state
$cmd 00231 allow tcp from any to any 110 out via $pif setup keep-state

# Sta de FreeBSD CVSUP functie toe voor uid root.
$cmd 00240 allow tcp from me to any out via $pif setup keep-state uid root

# Sta ping toe.
$cmd 00250 allow icmp from any to any out via $pif keep-state

# Sta Time toe naar buiten.
$cmd 00260 allow tcp from any to any 37 out via $pif setup keep-state

# Sta NNTP nieuws toe naar buiten.
$cmd 00270 allow tcp from any to any 119 out via $pif setup keep-state

# Sta beveiligde FTP, Telnet en SCP toe naar buiten.
# Deze functie maakt gebruik van SSH (secure shell).
$cmd 00280 allow tcp from any to any 22 out via $pif setup keep-state

# Sta whois toe naar buiten.
$cmd 00290 allow tcp from any to any 43 out via $pif setup keep-state

# Blokkeer en log al het andere dat probeert buiten te komen.
# Deze regel dwingt de 'block all' logica af.
$cmd 00299 deny log all from any to any out via $pif

#####
# Interface aan het publieke Internet (onderdeel Inkomend).
# Inspecteert pakketten die van het publieke Internet komen
# met als bestemming de host zelf of het private netwerk.
#####

# Blokkeer al het verkeer voor niet-routeerbare of gereserveerde
# adresreeksen.
$cmd 00300 deny all from 192.168.0.0/16 to any in via $pif    #RFC 1918 privaat IP
$cmd 00301 deny all from 172.16.0.0/12 to any in via $pif    #RFC 1918 privaat IP
$cmd 00302 deny all from 10.0.0.0/8 to any in via $pif        #RFC 1918 privaat IP

```

```
$cmd 00303 deny all from 127.0.0.0/8 to any in via $pif      #loopback
$cmd 00304 deny all from 0.0.0.0/8 to any in via $pif      #loopback
$cmd 00305 deny all from 169.254.0.0/16 to any in via $pif  #DHCP auto-config
$cmd 00306 deny all from 192.0.2.0/24 to any in via $pif    #gereserveerd voor documentatie
$cmd 00307 deny all from 204.152.64.0/23 to any in via $pif  #Sun cluster interconnect
$cmd 00308 deny all from 224.0.0.0/3 to any in via $pif     #Klasse D & E multicast

# Blokkeer publieke pings.
$cmd 00310 deny icmp from any to any in via $pif

# Blokkeer ident.
$cmd 00315 deny tcp from any to any 113 in via $pif

# Blokkeer alle Netbios diensten. 137=naam, 138=datagram, 139=sessie.
# Netbios is de Windows® bestandsdeeldienst.
# Blokkeer Windows hosts2 name server verzoeken 81.
$cmd 00320 deny tcp from any to any 137 in via $pif
$cmd 00321 deny tcp from any to any 138 in via $pif
$cmd 00322 deny tcp from any to any 139 in via $pif
$cmd 00323 deny tcp from any to any 81 in via $pif

# Blokkeer gefragmenteerde pakketten.
$cmd 00330 deny all from any to any frag in via $pif

# Blokkeer ACK pakketten die niet in de tabel met dynamische regels
# staan.
$cmd 00332 deny tcp from any to any established in via $pif

# Geef toegang tot de DHCP server van de ISP voor kabel- en
# xDSL-netwerken. Deze regel is niet nodig als gebruik gemaakt worden
# van PPP naar het publieke Internet. In dat geval kan de hele groep
# verwijderd worden. Hier wordt hetzelfde IP adres gebruikt als in de
# sectie voor Uitgaand verkeer.
$cmd 00360 allow udp from any to x.x.x.x 67 in via $pif keep-state

# Sta inkomend webverkeer toe omdat er een Apache server draait.
$cmd 00400 allow tcp from any to me 80 in via $pif setup limit src-addr 2

# Sta beveiligde FTP, telnet en SCP toe vanaf Internet.
$cmd 00410 allow tcp from any to me 22 in via $pif setup limit src-addr 2

# Sta niet beveiligde telnet sessie toe vanaf het publieke Internet.
# Dit heeft het label "niet veilig" omdat gebruikersnaam en
# wachtwoord als platte tekst over Internet gaan. Als er geen telnet
# server draait, hoeft deze regel niet actief te zijn.
$cmd 00420 allow tcp from any to me 23 in via $pif setup limit src-addr 2

# Weiger en log alle niet toegestane inkomende verbindingen van buiten.
$cmd 00499 deny log all from any to any in via $pif

# Al het andere verkeer wordt standaard geblokkeerd. Weiger en log alle
# pakketten die tot hier zijn gekomen om te bekijken welke het waren.
$cmd 00999 deny log all from any to any
```



```
##### Einde bestand met IPFW regels #####
```

30.6.5.7. Voorbeeld NAT en stateful regels

Om NAT met IPFW te gebruiken moeten een extra aantal instellingen gemaakt worden. In het instellingenbestand voor de kernel moet `option IPDIVERT` toegevoegd worden aan de andere opties van `IPFIREWALL`.

Naast de normale IPFW opties in `/etc/rc.conf` zijn de volgende nodig:

```
natd_enable="YES"           # Schakel NATD in
natd_interface="rl0"        # interfacenaam voor de publieke Internet NIC
natd_flags="-dynamic -m"    # -m = behoud poortnummers als mogelijk
```

Stateful regels samen met de regel `divert natd` (Network Address Translation) gebruiken maakt het schrijven van regels veel gecompliceerder. De plaats van de regels met `check-state` en `divert natd` zijn van kritiek belang. De logica bestaat niet langer uit het eenvoudigweg van boven naar beneden doorwerken van de regels. Er wordt dan ook een nieuw type actie gebruik: `skipto`. Bij het gebruik van `skipto` is het verplicht iedere regel te nummeren zodat duidelijk is waar een `skipto` precies heen springt.

Hieronder staat een groep regels zonder commentaar waarin een manier om pakketten door de groep regels te leiden wordt aangegeven.

De verwerking begint met de eerste regel en er wordt steeds een volgende regel gecontroleerd tot het einde wordt bereikt of totdat een regel op het gecontroleerde pakket van toepassing is, en het pakket uit de firewall wordt vrijgelaten. In het voorbeeld zijn de regels 100, 101, 450, 500, en 510 van belang. Die regels regelen de vertaling van inkomende en uitgaande pakketten zodat er in de tabel met de dynamische `keep-state`-regels altijd het private IP-adres staat. Daarnaast is het van belang op te merken dat er in alle `allow`- en `deny`-regels de richting van het pakket wordt gecontroleerd (inkomend of uitgaand) en over welke interface het pakket gaat. Merk ook op dat alle uitgaande verzoeken voor het starten van een sessie met een `skipto` naar regel 500 gaan voor NAT.

Stel dat een gebruiker zijn webbrowser gebruikt om een webpagina op te halen. Webpagina's worden over poort 80 verzonden. Er komt een pakket de firewall binnen dat niet past bij regel 100 omdat het naar buiten gaat en niet naar binnen. Het komt voorbij regel 101 omdat dit het eerste pakket is en er dus nog niets over in de dynamische `keep-state` tabel staat. Als het pakket bij 125 aankomt blijkt het te passen bij die regel. Het gaat naar buiten door de interface aan het publieke Internet. Het pakket heeft dan nog steeds het bron-IP-adres van het private LAN. Als blijkt dat deze regel geldt, dan gebeuren er twee dingen: door `keep-state` wordt er een regel in de dynamische `keep-state` tabel gezet en wordt de aangegeven actie uitgevoerd. De actie is onderdeel van de informatie uit de dynamische tabel. In dit geval is het `skipto rule 500`. In regel 500 wordt NAT op het IP-adres van het pakket toegepast en dan kan het weg. Dit is van groot belang. Dit pakket komt aan op zijn bestemming en als er een pakket als antwoord terug komt, dan begint de verwerking van het antwoordpakket weer van voor af aan. Nu voldoet het aan regel 100 en dus wordt het bestemmingsadres vertaald naar het bijbehorende IP-adres op het LAN. Daarna past het bij de `check-state`-regel en wordt een vermelding in de tabel gevonden wat betekent dat er een bestaande sessie is en wordt het doorgelaten naar het LAN. Het gaat dan naar de PC op het LAN die als eerste een pakket heeft verzonden en die verstuurt een nieuw pakket met de vraag om een volgend segment met gegevens naar de server. Nu blijkt bij controle van de `check-state`-regel dat die op het pakket van toepassing moet zijn en er staat een vermelding in de tabel voor uitgaand verkeer. Daarom wordt de bijbehorende actie `skipto rule 500` uitgevoerd. Het pakket springt naar regel 500, er wordt NAT op toegepast en het kan zijn weg vervolgen.

Wat betreft binnenkomende pakketten wordt alles dat onderdeel is van een bestaande sessie automatisch afgehandeld door de `check-state`-regel en de correct geplaatste `divert natd`-regels. Nu hoeven alleen de foute pakketten nog geweigerd te worden en moeten de inkomende diensten doorgelaten worden. In dit geval draait er een Apache server

op de firewall-machine die vanaf Internet bereikbaar moet zijn. Het nieuwe inkomende pakket past bij regel 100 en het IP-adres wordt aangepast aan het interne IP-adres van de firewall-machine. Dat pakket wordt dan gecontroleerd op alle ongewenste eigenschappen en komt uiteindelijk aan bij regel 425 die van toepassing blijkt te zijn. In dat geval kunnen er twee dingen gebeuren: de pakketregel wordt in de dynamische keep-state tabel gezet, maar nu wordt het aantal nieuwe sessies dat van het bron IP-adres komt gelimiteerd tot twee. Dit is een bescherming tegen DoS-aanvallen op de dienst die op dat poortnummer wordt aangeboden. De actie is `allow`, dus het pakket wordt tot het LAN toegelaten. Voor het pakket dat als antwoord wordt verstuurd herkent de `check-state` regel dat het pakket bij een bestaande sessie hoort. Het stuurt het naar regel 500 voor NAT en stuurt het via de uitgaande interface weg.

Voorbeeld Set Regels #1:

```
#!/bin/sh
cmd="ipfw -q add"
skip="skipto 500"
pif=rl0
ks="keep-state"
good_tcpo="22,25,37,43,53,80,443,110,119"

ipfw -q -f flush

$cmd 002 allow all from any to any via xl0 # exclude LAN traffic
$cmd 003 allow all from any to any via lo0 # exclude loopback traffic

$cmd 100 divert natd ip from any to any in via $pif
$cmd 101 check-state

# Toegestaan uitgaand verkeer.
$cmd 120 $skip udp from any to xx.168.240.2 53 out via $pif $ks
$cmd 121 $skip udp from any to xx.168.240.5 53 out via $pif $ks
$cmd 125 $skip tcp from any to any $good_tcpo out via $pif setup $ks
$cmd 130 $skip icmp from any to any out via $pif $ks
$cmd 135 $skip udp from any to any 123 out via $pif $ks

# Blokkeer al het verkeer voor niet-routeerbare of gereserveerde
# adresreeksen.
$cmd 300 deny all from 192.168.0.0/16 to any in via $pif #RFC 1918 privaat IP
$cmd 301 deny all from 172.16.0.0/12 to any in via $pif #RFC 1918 privaat IP
$cmd 302 deny all from 10.0.0.0/8 to any in via $pif #RFC 1918 privaat IP
$cmd 303 deny all from 127.0.0.0/8 to any in via $pif #loopback
$cmd 304 deny all from 0.0.0.0/8 to any in via $pif #loopback
$cmd 305 deny all from 169.254.0.0/16 to any in via $pif #DHCP auto-config
$cmd 306 deny all from 192.0.2.0/24 to any in via $pif #gereserveerd voor documentatie
$cmd 307 deny all from 204.152.64.0/23 to any in via $pif #Sun cluster
$cmd 308 deny all from 224.0.0.0/3 to any in via $pif #Klasse D & E multicast

# Toegestaan inkomend verkeer.
$cmd 400 allow udp from xx.70.207.54 to any 68 in $ks
$cmd 420 allow tcp from any to me 80 in via $pif setup limit src-addr 1

$cmd 450 deny log ip from any to any

# Dit is de 'skipto' locatie voor de uitgaande stateful regels.
$cmd 500 divert natd ip from any to any out via $pif
```

```
$cmd 510 allow ip from any to any
```

```
##### Einde regels #####
```

Het volgende voorbeeld doet vrijwel hetzelfde als het bovenstaande, maar volgt een zelfdocumenterende stijl voor het opstellen van regels en commentaar waardoor minder ervaren gebruikers beter kunnen begrijpen wat de regels doen.

Voorbeeld Set Regels #2:

```
#!/bin/sh
##### Begin bestand met IPFW regels #####
# Verwijder eerst de bestaande regels.
ipfw -q -f flush

# Stel commando voorvoegsel in.
cmd="ipfw -q add"
skip="skipto 800"
pif="rl0"      # Interfacenaam van NIC die verbinding
               # met het publieke Internet heeft.

#####
# Geen beperkingen op de interface aan de LAN kant.
# Wijzig xl0 naar de gebruikte interfacenaam.
#####
$cmd 005 allow all from any to any via xl0

#####
# Geen beperkingen op de loopback interface.
#####
$cmd 010 allow all from any to any via lo0

#####
# Controleer of pakket inkomend is. NAT in dat geval.
#####
$cmd 014 divert natd ip from any to any in via $pif

#####
# Sta het pakket toe als het aan de tabel met dynamische regels
# was toegevoegd met een 'allow keep-state' commando.
#####
$cmd 015 check-state

#####
# Interface aan het publieke Internet (onderdeel Uitgaand).
# Inspecteer verzoeken om een sessie te starten van achter de
# firewall op het private netwerk of vanaf de server zelf naar
# het publieke Internet.
#####

# Geef toegang tot de DNS server van de ISP.
# x.x.x.x moet het IP adres van de DNS van de ISP zijn.
# Dupliceer deze regels als een ISP meerdere DNS servers heeft.
# Haal het IP adres evt. uit /etc/resolv.conf
$cmd 020 $skip tcp from any to x.x.x.x 53 out via $pif setup keep-state
```

```

# Geef toegang tot de DHCP server van de ISP voor kabel en xDSL.
$cmd 030 $skip udp from any to x.x.x.x 67 out via $pif keep-state

# Sta niet beveiligd www verkeer toe.
$cmd 040 $skip tcp from any to any 80 out via $pif setup keep-state

# Sta beveiligd www verkeer over TLS SSL toe.
$cmd 050 $skip tcp from any to any 443 out via $pif setup keep-state

# Sta het verzenden en ontvangen van e-mail toe.
$cmd 060 $skip tcp from any to any 25 out via $pif setup keep-state
$cmd 061 $skip tcp from any to any 110 out via $pif setup keep-state

# Sta de FreeBSD CVSUP functie toe voor uid root.
$cmd 070 $skip tcp from me to any out via $pif setup keep-state uid root

# Sta ping toe naar het publieke Internet.
$cmd 080 $skip icmp from any to any out via $pif keep-state

# Sta Time toe.
$cmd 090 $skip tcp from any to any 37 out via $pif setup keep-state

# Sta NNTP nieuws toe.
$cmd 100 $skip tcp from any to any 119 out via $pif setup keep-state

# Sta beveiligde FTP, Telnet en SCP toe.
# Deze functie maakt gebruik van SSH (secure shell).
$cmd 110 $skip tcp from any to any 22 out via $pif setup keep-state

# Sta whois toe.
$cmd 120 $skip tcp from any to any 43 out via $pif setup keep-state

# Sta NPT tijdserver toe.
$cmd 130 $skip udp from any to any 123 out via $pif keep-state

#####
# Interface aan het publieke Internet (onderdeel Inkomend).
# Inspecteert pakketten die van het publieke Internet komen met
# als bestemming deze gateway-server zelf of het private netwerk.
#####

# Blokkeer al het verkeer voor niet-routeerbare of gereserveerde
# adresreeksen.
$cmd 300 deny all from 192.168.0.0/16 to any in via $pif #RFC 1918 privaat IP
$cmd 301 deny all from 172.16.0.0/12 to any in via $pif #RFC 1918 privaat IP
$cmd 302 deny all from 10.0.0.0/8 to any in via $pif #RFC 1918 privaat IP
$cmd 303 deny all from 127.0.0.0/8 to any in via $pif #loopback
$cmd 304 deny all from 0.0.0.0/8 to any in via $pif #loopback
$cmd 305 deny all from 169.254.0.0/16 to any in via $pif #DHCP auto-config
$cmd 306 deny all from 192.0.2.0/24 to any in via $pif #gereserveerd voor documentatie
$cmd 307 deny all from 204.152.64.0/23 to any in via $pif #Sun cluster
$cmd 308 deny all from 224.0.0.0/3 to any in via $pif #Klasse D & E multicast

```

```

# Blokkeer ident.
$cmd 315 deny tcp from any to any 113 in via $pif

# Blokkeer alle Netbios diensten. 137=naam, 138=datagram, 139=sessie.
# Netbios is de Windows® bestandsdeeldienst.
# Blokkeer Windows hosts2 name server verzoeken 81.
$cmd 320 deny tcp from any to any 137 in via $pif
$cmd 321 deny tcp from any to any 138 in via $pif
$cmd 322 deny tcp from any to any 139 in via $pif
$cmd 323 deny tcp from any to any 81 in via $pif

# Blokkeer gefragmenteerde pakketten.
$cmd 330 deny all from any to any frag in via $pif

# Blokkeer ACK pakketten die niet in de tabel met dynamische regels
# staan.
$cmd 332 deny tcp from any to any established in via $pif

# Geef toegang tot de DHCP server van de ISP voor kabel- en
# xDSL-netwerken. Deze regel is niet nodig als gebruik gemaakt worden
# van PPP naar het publieke Internet. In dat geval kan de hele groep
# verwijderd worden. Hier wordt hetzelfde IP adres gebruikt als in de
# sectie voor Uitgaand verkeer.
$cmd 360 allow udp from x.x.x.x to any 68 in via $pif keep-state

# Sta inkomend webverkeer toe omdat er een Apache server draait.
$cmd 370 allow tcp from any to me 80 in via $pif setup limit src-addr 2

# Sta beveiligde FTP, telnet en SCP toe vanaf Internet.
$cmd 380 allow tcp from any to me 22 in via $pif setup limit src-addr 2

# Sta niet beveiligde telnet sessie toe vanaf het publieke Internet.
# Dit heeft het label "niet veilig" omdat gebruikersnaam en
# wachtwoord als platte tekst over Internet gaan. Als er geen telnet
# server draait, hoeft deze regel niet actief te zijn.
$cmd 390 allow tcp from any to me 23 in via $pif setup limit src-addr 2

# Weiger en log alle niet toegestane inkomende verbindingen vanaf het
# publieke Internet.
$cmd 400 deny log all from any to any in via $pif

# Weiger en log alle niet toegestane uitgaande verbindingen naar
# Internet.
$cmd 450 deny log all from any to any out via $pif

# Dit is de 'skipto' locatie voor de uitgaande stateful regels
$cmd 800 divert natd ip from any to any out via $pif
$cmd 801 allow ip from any to any

# Al het andere verkeer wordt standaard geblokkeerd. Weiger en log alle
# pakketten die tot hier zijn gekomen om te bekijken welke het waren.
$cmd 999 deny log all from any to any

```

```
##### Einde bestand met IPFW regels #####
```

Hoofdstuk 31.

Geavanceerde netwerken

31.1. Samenvatting

Dit hoofdstuk zal een aantal onderwerpen over geavanceerde netwerken behandelen.

Na het lezen van dit hoofdstuk is bekend:

- De beginselen van gateways en routes.
- Hoe IEEE® 802.11- en Bluetooth-apparaten te installeren.
- Hoe FreeBSD als een bridge te laten werken.
- Hoe een schijfloze machine vanaf het netwerk op te starten.
- Hoe Network Address Translation te installeren.
- Hoe twee computers via PLIP met elkaar te verbinden.
- Hoe IPv6 op een FreeBSD-machine te installeren.
- Hoe ATM in te stellen.
- Hoe de mogelijkheden van CARP, het Common Address Redundancy Protocol, aan te zetten en te benutten.

Voordat dit hoofdstuk gelezen wordt, dient de lezer:

- De beginselen van de scripts in `/etc/rc` te begrijpen.
- Bekend te zijn met basisnetwerktermen.
- Te weten hoe een nieuwe FreeBSD-kernel in te stellen en te installeren (Hoofdstuk 8).
- Te weten hoe aanvullende software van derde partijen te installeren (Hoofdstuk 4).

31.2. Gateways en routes

Indien een machine een andere machine over een netwerk wil vinden, dient er een mechanisme te zijn dat beschrijft hoe van de ene naar de andere machine te gaan. Dit wordt *rouen* genoemd. Een “route” is een gedefinieerd adressenpaar: een “bestemming” en een “gateway”. Het paar geeft aan dat door deze *gateway* gecommuniceerd moet worden om bij deze *bestemming* aan te komen. Er zijn drie soorten bestemmingen: individuele host, subnetten en “standaard”. De “standaardroute” wordt gebruikt indien geen van de andere routes van toepassing zijn. Verderop wordt verder op standaardroutes ingegaan. Er zijn ook drie soorten gateways: individuele hosts, interfaces (ook wel “verbindingen” genoemd), en Ethernet-hardware-adressen (MAC-adressen).

31.2.1. Een voorbeeld

Om de verschillende aspecten van routen te illustreren, wordt het volgende voorbeeld van `netstat` gebruikt:

```
% netstat -r
Routing tables
```

Destination	Gateway	Flags	Refs	Use	Netif	Expire
default	outside-gw	UGSc	37	418	ppp0	
localhost	localhost	UH	0	181	lo0	
test0	0:e0:b5:36:cf:4f	UHLW	5	63288	ed0	77
10.20.30.255	link#1	UHLW	1	2421		
example.com	link#1	UC	0	0		
host1	0:e0:a8:37:8:1e	UHLW	3	4601	lo0	
host2	0:e0:a8:37:8:1e	UHLW	0	5	lo0 =>	
host2.example.com	link#1	UC	0	0		
224	link#1	UC	0	0		

De eerste twee regels geven de standaardroute (die behandeld wordt in de volgende sectie) en de `localhost`-route aan.

De interface (kolom `Netif`) dat deze routeertabel aangeeft om voor `localhost` te gebruiken is `lo0`, ook bekend als het teruglusapparaat. Dit geeft aan dat alle verkeer voor deze bestemming intern gehouden moet worden, in plaats van het over het LAN te sturen, aangezien het alleen aankomt op de plaats waar het verzonden werd.

Het volgende dat opvalt zijn de adressen die beginnen met `0:e0:`. Dit zijn Ethernet-hardware adressen, ook bekend als MAC-adressen. FreeBSD zal automatisch elke host (`test0` in het voorbeeld) op het lokale Ethernet identificeren en een route voor die host toevoegen, direct van deze host over de Ethernet-interface, `ed0`. Er is ook een timeout (kolom `Expire`) met deze routesoort geassocieerd, die gebruikt wordt indien er binnen een bepaalde tijd geen bericht komt van de host. Indien dit gebeurt, wordt de route naar deze host automatisch verwijderd. Deze hosts worden geïdentificeerd door middel van een mechanisme dat bekend staat als RIP (Routing Information Protocol), dat routes naar lokale hosts bepaald door middel van een kortste-pad algoritme.

FreeBSD zal ook subnetroutes voor het lokale subnet toevoegen (`10.20.30.255` is het broadcast-adres voor het subnet `10.20.30`, en `example.com` is de domeinnaam die bij dat subnet hoort). De aanduiding `link#1` verwijst naar de eerste Ethernetkaart in de machine. Merk op dat voor hen geen aanvullende interface is gespecificeerd.

Voor beide groepen (lokale netwerkhosts en lokale subnetten) worden de routes automatisch ingesteld door een daemon genaamd **routed**. Indien dit niet draait, zullen alleen routes die statisch gedefinieerd (i.e. expliciet vermeld zijn) bestaan.

De regel met `host1` verwijst naar deze host, het kent deze door het Ethernetadres. Aangezien het de zendende host is, weet FreeBSD dat het de teruglus-interface (`lo0`) moet gebruiken, in plaats van het over de Ethernet-interface te verzenden.

De twee regels met `host2` geven een voorbeeld van wat er gebeurt als een alias met `ifconfig(8)` gebruikt wordt (in de sectie over Ethernet staan redenen waarom dit gedaan wordt). Het symbool `=>` na de interface `lo0` zegt dat niet alleen de teruglus gebruikt wordt (aangezien dit adres ook verwijst naar de lokale host), maar specifiek dat dit een alias is. Zulke routes verschijnen alleen op de hosts die de alias ondersteunen; alle andere hosts op het lokale netwerk vermelden simpelweg een regel met `link#1` voor zulke routes.

De laatste regel (bestemming subnet `224`) heeft te maken met multicasten, wat in een andere sectie besproken wordt.

Als laatste staan in de kolom `Flags` verschillende attributen. Hieronder staat een korte tabel met enkele van deze vlaggen en hun betekenis:

U	Up: De route is actief.
H	Host: De bestemming van de route is een enkele host.
G	Gateway: Stuur alles voor deze bestemming door naar dit verre systeem, dat zoekt daar uit waar het verder naar te sturen.
S	Statisch: Deze route was handmatig ingesteld, dus niet automatisch door het systeem aangemaakt.
C	Kloon: Maakt op basis van deze route een nieuwe route aan voor machines waarmee verbinding wordt gemaakt. Dit soort routes wordt gewoonlijk in lokale netwerken gebruikt.
W	WasGekloond: Geeft aan dat een route automatisch was ingesteld gebaseerd op een LAN (kloon)-route.
L	Verbinding: De route maakt gebruik van verwijzingen naar Ethernet-hardware.

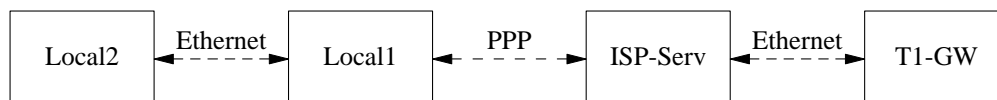
31.2.2. Standaardroutes

Wanneer het lokale systeem een verbinding met een verre host moet maken, controleert het de routeertabel op reeds bekende paden. Indien de verre host binnen een subnet valt waarvan bekend is hoe het bereikt kan worden (gekleonde routes), controleert het systeem of het met de daarbij behorende interface verbinding kan maken.

Indien alle bekende paden falen, heeft het systeem één laatste mogelijkheid: de “standaardroute”. Deze route is een speciaal soort gateway-route (gewoonlijk de enig aanwezige in het systeem) en is altijd gemarkeerd met een `c` in het vlaggenveld. Voor hosts op een LAN staat deze gateway ingesteld op de machine die een directe verbinding met de buitenwereld heeft (via een PPP-verbinding, DSL, kabelmodem, T1, of een ander netwerkinterface).

Indien de standaardroute wordt ingesteld voor een machine die zelf als gateway naar de buitenwereld werkt, zal de standaardroute de gateway-machine van de internetprovider zijn.

Hieronder volgt een voorbeeld van standaardroutes. Dit is een veelgebruikte opstelling:



De hosts `Lokaal1` en `Lokaal2` staan op deze site. `Lokaal1` is verbonden met een internetprovider via een inbel-PPP-verbinding. Deze PPP-server is door een LAN verbonden met een andere gateway-computer door een externe interface naar de Internet-feed van de internetprovider.

De standaardroutes voor de machines zijn:

Host	Standaard gateway	Interface
Lokaal2	Lokaal1	Ethernet
Lokaal1	T1-GW	PPP

Een veelvoorkomende vraag is “Waarom (of hoe) moet worden ingesteld dat `T1-GW` de standaard gateway is voor `Lokaal1`, in plaats van de server van de internetprovider waarmee het verbonden is?”.

Onthoud dat, aangezien de PPP-interface een adres gebruikt op het lokale netwerk van de internetprovider voor deze

kant van de verbinding, routes voor alle andere machines op het lokale netwerk van de internetprovider automatisch aangemaakt worden. Daarom is het al bekend hoe de machine T1-GW bereikt kan worden, dus is de tussenstap dat het verkeer eerst naar de server van de internetprovider gestuurd wordt niet nodig.

Het is gebruikelijk om het adres `x.x.x.1` te gebruiken als het gateway-adres voor het lokale netwerk. Dus (gebruikmakend van hetzelfde voorbeeld), indien de lokale klasse-C adresruimte `10.20.30` was en de internetprovider `10.9.9` gebruikte, zouden de standaardroutes als volgt zijn:

Host	Standaardroute
Lokaal2 (10.20.30.2)	Lokaal1 (10.20.30.1)
Lokaal1 (10.20.30.1, 10.9.9.30)	T1-GW (10.9.9.1)

De standaardroute kan eenvoudig met het bestand `/etc/rc.conf` gedefinieerd worden. In dit voorbeeld werd de volgende regel aan `/etc/rc.conf` van Lokaal2 toegevoegd:

```
defaultrouter="10.20.30.1"
```

Het is ook mogelijk dit met het commando `route(8)` direct vanaf de opdrachtregel te doen:

```
# route add default 10.20.30.1
```

Voor meer informatie over het handmatig manipuleren van netwerkrouteertabellen kan de hulppagina `route(8)` geraadpleegd worden.

31.2.3. Dual Homed machines

Er is nog één andere soort opstelling die behandeld dient te worden, en dat is een host die in twee verschillende netwerken zit. Technisch gezien telt elke machine die als gateway dienst doet (in bovenstaand voorbeeld door een PPP-verbinding te gebruiken) als een dual-homed host. Maar de term wordt echt alleen gebruikt om naar een machine te verwijzen die in twee LAN's zit.

In het ene geval heeft de machine twee Ethernetkaarten, waarbij elke kaart een adres op de gescheiden subnetten heeft. Een alternatief is dat de machine slechts één Ethernetkaart heeft en gebruikt maakt van `ifconfig(8)` aliasing. Het eerste wordt gebruikt indien er twee fysiek gescheiden Ethernet-netwerken in gebruik zijn, het laatste indien er één fysiek netwerksegment is, maar er twee logisch gescheiden subnetten zijn.

In beide gevallen worden er routeertabellen aangemaakt zodat elk subnet weet dat deze machine de gedefinieerde gateway (ingaande route) naar het andere subnet is. Deze opstelling, waarbij de machine dienst doet als router tussen de twee subnetten, wordt vaak gebruikt voor het implementeren van pakketfilters of firewall-beveiliging in één of beide richtingen.

Om deze machine daadwerkelijk pakketten te laten forwarden tussen de twee interfaces, moet aan FreeBSD verteld worden dat het deze mogelijkheid aan moet zetten. In de volgende sectie staan meer details over hoe dit te doen.

31.2.4. Een router bouwen

Een netwerkrouter is simpelweg een systeem dat pakketten van de ene naar de andere interface doorstuurt. Internetstandaarden en goede ontwerppraktijken verhinderen het FreeBSD Project dit standaard in FreeBSD aan te zetten. Deze mogelijkheid kan worden aangezet door de volgende variabele in `rc.conf(5)` op `YES` in te stellen:

```
gateway_enable="YES" # Op YES instellen indien deze host een gateway is
```

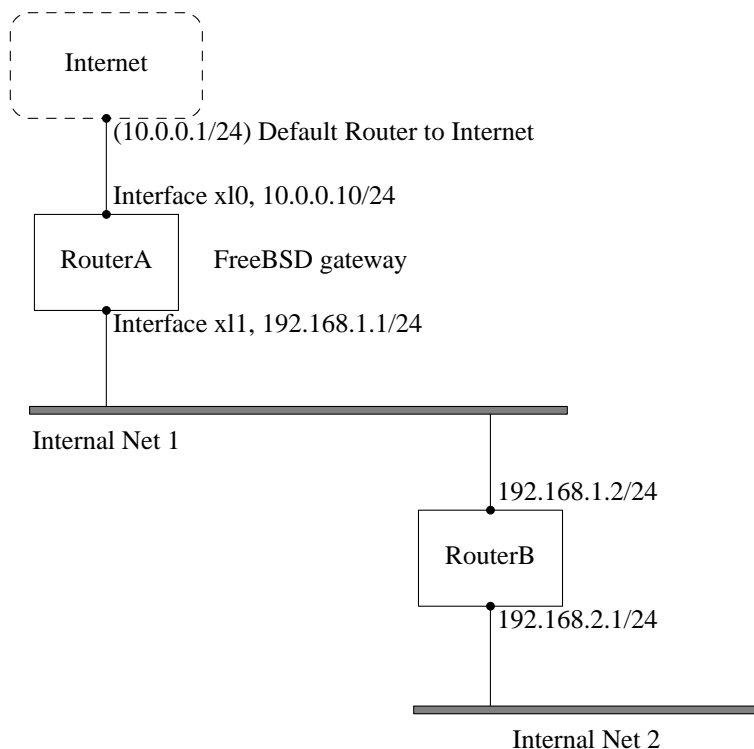
Deze optie stelt de `sysctl(8)` variabele `net.inet.ip.forwarding` in op 1. Indien het nodig is om het routen tijdelijk te stoppen, kan deze variabele tijdelijk op 0 worden teruggezet.

De nieuwe router heeft routes nodig om te weten waar het het verkeer naar toe moet sturen. Voor een eenvoudig netwerk kunnen statische routes gebruikt worden. FreeBSD wordt met het standaard BSD routeer-daemon `routed(8)` geleverd, dat RIP (zowel versie 1 en versie 2) en IRDP spreekt. Ondersteuning voor BGP v4, OSPF v2, en andere slimme routeerprotocollen is beschikbaar via het pakket `net/zebra`. Ook zijn commerciële producten als **GateD** beschikbaar voor complexere netwerkrouteer-oplossingen.

31.2.5. Statische routes opzetten

31.2.5.1. Handmatige configuratie

Er wordt van het volgende netwerk uitgegaan:



In dit scenario is `RouterA` een FreeBSD-machine die dienst doet als router naar de rest van het Internet. Het heeft een standaardroute ingesteld op `10.0.0.1`, dat het in staat stelt om verbindingen met de buitenwereld te maken. Er wordt aangenomen dat `RouterB` reeds juist is ingesteld en dat het weet hoe het waar naar toe moet gaan. (In dit plaatje is dit simpel. Voeg een standaardroute op `RouterB` toe door `192.168.1.1` als gateway te gebruiken.)

De routeertabel voor `RouterA` zou er ongeveer als volgt uitzien:

```
% netstat -nr
Routing tables
```

Internet:

Destination	Gateway	Flags	Refs	Use	Netif	Expire
default	10.0.0.1	UGS	0	49378	x10	
127.0.0.1	127.0.0.1	UH	0	6	lo0	
10.0.0/24	link#1	UC	0	0	x10	
192.168.1/24	link#2	UC	0	0	x11	

Met de huidige routeertabel is RouterA niet in staat om Intern Net 2 te bereiken. Het heeft geen route voor 192.168.2.0/24. Een manier om dit te verhelpen is om de route handmatig toe te voegen. Het volgende commando voegt het netwerk Intern Net 2 toe aan de routeertabel van RouterA door 192.168.1.2 als de volgende hop te gebruiken:

```
# route add -net 192.168.2.0/24 192.168.1.2
```

Nu kan RouterA elke host op het netwerk 192.168.2.0/24 bereiken.

31.2.5.2. Persistente configuratie

Bovenstaand voorbeeld is perfect voor het instellen van een statische route op een draaiend systeem. Een probleem is dat de routeerinformatie verdwijnt indien de FreeBSD-machine opnieuw wordt opgestart. De manier om een statische route toe te voegen is om het in het bestand `/etc/rc.conf` toe te voegen:

```
# Voeg Intern Net 2 als een statische route toe
static_routes="internnet2"
route_internnet2="-net 192.168.2.0/24 192.168.1.2"
```

De instellingsvariabele `static_routes` is een lijst van strings gescheiden door een spatie. Elke string verwijst naar een routenaam. Bovenstaand voorbeeld heeft slechts één string in `static_routes`. Dit is de string `internnet2`. Vervolgens wordt een instellingsvariabele `route_internnet2` toegevoegd waarin alle instellingsparameters staan die aan het commando `route(8)` moeten worden doorgegeven. Voor bovenstaand voorbeeld zou het volgende commando zijn gebruikt:

```
# route add -net 192.168.2.0/24 192.168.1.2
```

Dus is `"-net 192.168.2.0/24 192.168.1.2"` nodig.

Zoals hierboven is vermeld is het mogelijk om meerdere strings in `static_routes` te hebben. Dit maakt het mogelijk om meerdere statische routes aan te maken. De volgende regels geven een voorbeeld van het toevoegen van statische routes voor de netwerken 192.168.0.0/24 en 192.168.1.0/24 op een denkbeeldige router:

```
static_routes="net1 net2"
route_net1="-net 192.168.0.0/24 192.168.0.1"
route_net2="-net 192.168.1.0/24 192.168.1.1"
```

31.2.6. Routes propageren

Er is al gesproken over hoe routes naar de buitenwereld te definiëren, maar niet over hoe de buitenwereld ons kan vinden.

Het is al bekend dat routeertabellen aangemaakt kunnen worden zodat al het verkeer voor een bepaalde adresruimte (in ons voorbeeld een klasse-C subnet) naar een bepaalde host op dat netwerk gezonden kan worden, dat de ingaande pakketten doorgeeft.

Wanneer een adresruimte aan een site wordt toegewezen, stelt de serviceprovider al hun routeertabellen zodanig in dat al het verkeer voor het bijhorende subnet naar de PPP-verbinding van de site gezonden wordt. Maar hoe weten sites door het land heen hoe naar de internetprovider van deze site te versturen?

Er bestaat een systeem (dat veel lijkt op de gedistribueerde DNS-informatie) dat alle toegewezen adresruimtes bijhoudt, en hun verbindingspunt met de Internet Backbone definieert. De “Backbone” zijn de grote kabels die Internetverkeer door het land en over de wereld sturen. Elke backbone-machine heeft een kopie van een master-verzameling van tabellen, die verkeer voor een bepaald netwerk naar een bepaalde backbone-carrier sturen, en van daaruit naar een keten van serviceproviders totdat het het netwerk van de site bereikt.

Het is de taak van de serviceprovider om bij de backbone-sites aan te geven dat zij het verbindingspunt (en dus het ingaande pad) zijn voor de site. Dit staat bekend als routepropagatie.

31.2.7. Problemen oplossen

Soms is er een probleem met routepropagatie en kunnen sommige sites geen verbinding maken. Misschien is het nuttigste commando om proberen uit te zoeken waar het routen misgaat `traceroute(8)`. Het is ook nuttig als er geen verbinding mogelijk lijkt met een verre machine (dus als `ping(8)` faalt).

Het commando `traceroute(8)` wordt gedraaid met de naam van de verre host waarmee geprobeerd wordt te verbinden. Het laat de gateway-hosts zien langs het gepoogde pad, dat uiteindelijk de doelhost bereikt, of wegens een gebrek aan verbinding afgebroken wordt.

Raadpleeg voor meer informatie de hulppagina voor `traceroute(8)`.

31.2.8. Multicast routen

FreeBSD ondersteunt zowel multicast-applicaties als multicast routen van huis uit. Voor multicast-applicaties is geen speciale configuratie van FreeBSD nodig; applicaties draaien over het algemeen als geleverd. Voor multicast routen dient ondersteuning in de kernel gecompileerd te worden:

```
options MROUTING
```

Ook dient de multicast-routeer-daemon `mROUTED(8)` ingesteld worden zodat het tunnels en DVMRP via `/etc/mROUTED.conf` aanmaakt. Kijk voor meer details over multicast-instellingen in de hulppagina voor `mROUTED(8)`.

Opmerking: De `mROUTED(8)` multicast-routeer-daemon implementeert het multicast-routeer-protocol DVRMP welke in veel multicast-installaties grotendeels is vervangen door `pim(4)`. `mROUTED(8)` en de gerelateerde `map-mbone(8)` en `mrinfo(8)` gereedschappen zijn beschikbaar in de FreeBSD Ports Collectie als `net/mROUTED`.

31.3. Draadloze netwerken

31.3.1. De beginselen van draadloos netwerken

De meeste draadloze netwerken zijn op de IEEE 802.11 standaarden gebaseerd. Een eenvoudig draadloos netwerk bestaat uit meerdere stations die met radio's communiceren die in de 2,4GHz of de 5GHz band uitzenden (alhoewel dit regionaal varieert en het ook verandert om communicatie in de 2,3GHz en de 4,9GHz banden mogelijk te maken).

802.11-netwerken zijn op twee manieren georganiseerd: in *infrastructuurmodus* treedt één station als meester op, alle andere stations associëren met dit station; dit netwerk staat bekend als een BSS en het meesterstation heet een toegangspunt (AP). In een BSS gaat alle communicatie via het AP; zelfs als een station met een ander draadloos station wil communiceren gaan de boodschappen door het AP. In de tweede netwerkform is er geen meester en communiceren de stations direct. Deze netwerkform is een IBSS en staat gewoonlijk bekend als een *ad-hoc netwerk*.

802.11 netwerken begonnen in de 2,4GHz band waarbij gebruik werd gemaakt van protocollen die door de IEEE 802.11 en 802.11b standaarden worden gedefinieerd. Deze specificaties omvatten de werkfrequenties, karakteristieken van de MAC-lagen waaronder frame- en zendsnelheden (communicatie kan met verschillende snelheden plaatsvinden). Later definieerde de 802.11a-standaard het werken in de 5GHz band, inclusief andere mechanismen voor signalering en hogere zendsnelheden. Nog later werd de 802.11g-standaard gedefinieerd om gebruik te kunnen maken van de signalerings- en zendmechanismen van 802.11a in de 2,4GHz band zodanig dat het met terugwerkende kracht werkt op 802.11b-netwerken.

Afgezien van de onderliggende zendtechnieken beschikken 802.11-netwerken over een verscheidenheid aan beveiligingstechnieken. De originele 802.11-specificaties definieerden een eenvoudig beveiligingsprotocol genaamd WEP. Dit protocol maakt gebruik van een vaste, van tevoren gedeelde sleutel en het cryptografische algoritme RC4 om de gegevens die over het netwerk verstuurd worden te coderen. Alle stations dienen dezelfde sleutel te gebruiken om te kunnen communiceren. Het is bewezen dat dit mechanisme eenvoudig te kraken is en wordt nu, afgezien om voorbijgaande gebruikers te ontmoedigen het netwerk te gebruiken, nog zelden gebruikt. De huidige beveiligingsmethoden worden gegeven door de IEEE 802.11i specificatie dat nieuwe cryptografische algoritmen en een aanvullend protocol om stations aan een toegangspunt te authenticeren en om sleutels voor gegevenscommunicatie uit te wisselen definieert. Verder worden cryptografische sleutels periodiek verversen en zijn er mechanismen om indringpogingen te detecteren (en om indringpogingen tegen te gaan). Een andere specificatie van een veelgebruikt beveiligingsprotocol in draadloze netwerken is WPA. Dit was een voorloper op 802.11i en gedefinieerd door een industrie-groep als een tussenmaatregel terwijl er gewacht werd op de ratificatie van 802.11i. WPA specificeert een deel van de eisen van 802.11i en is ontworpen voor implementatie op verouderde hardware. In het bijzonder vereist WPA alleen de TKIP-sleutel die van de originele WEP-sleutel is afgeleid. 802.11i staat het gebruik van TKIP toe maar vereist ook ondersteuning voor een sterkere sleutel, AES-CCM, om gegevens te versleutelen. (De AES-sleutel was niet nodig in WPA omdat het rekenkundig te kostbaar werd geacht voor implementatie op verouderde hardware.)

Afgezien van de bovenstaande protocolstandaarden is de andere belangrijke standaard waarvan bewustzijn belangrijk is 802.11e. Deze standaard definieert het opstellen van multimedietoepassingen zoals gestroomde video en voice over IP (VoIP) binnen een 802.11-netwerk. Net als 802.11i heeft ook 802.11e een voorgaande specificatie genaamd WME (later hernoemd tot WMM) die door een industrie-groep is gedefinieerd als een deelverzameling van 802.11e die nu kan worden gebruikt om multimedietoepassingen mogelijk te maken terwijl er gewacht wordt op de uiteindelijke ratificatie van 802.11e. Het belangrijkste om over 802.11e en WME/WMM te weten is dat ze geprioriseerd verkeersgebruik van een draadloos netwerk mogelijk maken door middel van Quality of Service (QoS) protocollen en protocollen voor verbeterde mediatoegang. Een juiste implementatie van deze protocollen maken snelle gegevensbursts en geprioriseerde verkeersstromen mogelijk.

FreeBSD ondersteunt netwerken die met 802.11a, 802.11b, en 802.11g werken. Ook worden de veiligheidsprotocollen WPA en 802.11i ondersteund (samen met 11a, 11b, of 11g) en QoS en de verkeerspriorisatieprotocollen die nodig zijn voor de protocollen WME/WMM worden voor een beperkte verzameling draadloze apparatuur ondersteund.

31.3.2. Basisinstallatie

31.3.2.1. Kernelinstellingen

Om van een draadloos netwerk gebruik te maken is het nodig om een draadloze netwerkkaart te hebben en om de kernel met de juiste ondersteuning voor draadloze netwerken in te stellen. Het laatste is verdeeld in meerdere modules zodat alleen de software ingesteld hoeft te worden die daadwerkelijk gebruikt zal worden.

Ten eerste is een draadloos netwerkkapparaat nodig. De meestgebruikte apparaten zijn degenen die onderdelen van Atheros gebruiken. Deze apparaten worden ondersteund door het stuurprogramma `ath(4)` en voor hen dient de volgende regel aan het bestand `/boot/loader.conf` toegevoegd te worden:

```
if_ath_load="YES"
```

Het stuurprogramma voor Atheros is opgedeeld in drie verschillende delen: het eigenlijke stuurprogramma (`ath(4)`), de ondersteuningslaag voor de hardware die chip-specifieke functies afhandelt (`ath_hal(4)`), en een algoritme om de snelheid om frames te verzenden te kiezen uit een reeks mogelijke waarden (hier `ath_rate_sample`). Indien deze ondersteuning als kernelmodules wordt geladen, zullen de afhankelijkheden automatisch afgehandeld worden. Voor andere apparaten dan die van Atheros dient de module voor dat stuurprogramma geladen te worden; bijvoorbeeld:

```
if_wi_load="YES"
```

voor apparaten die op onderdelen van Intersil Prism zijn gebaseerd (stuurprogramma `wi(4)`).

Opmerking: In de rest van dit document zal een `ath(4)` apparaat gebruikt worden, de naam van het apparaat in de voorbeelden dient aangepast te worden aan de lokale installatie. Een lijst van beschikbare draadloze stuurprogramma's en ondersteunde adapters staat in de FreeBSD Hardware Notes. Kopieën hiervan voor verschillende uitgaven en architecturen zijn beschikbaar op de Uitgave Informatie (<http://www.FreeBSD.org/releases/index.html>) pagina van de FreeBSD website. Indien er geen origineel stuurprogramma voor het draadloze apparaat bestaat, is het mogelijk om te proberen om direct het stuurprogramma van Windows proberen te gebruiken met behulp van de stuurprogramma-wrapper `NDIS`.

Nadat het apparaatstuurprogramma is ingesteld onder FreeBSD 7.X is het ook nodig om de ondersteuning voor 802.11-netwerken waarvan het stuurprogramma gebruik maakt in te stellen. Voor het stuurprogramma `ath(4)` zijn dit minimaal de modules `wlan(4)`, `wlan_scan_ap` en `wlan_scan_sta`; de module `wlan(4)` wordt automatisch geladen met het stuurprogramma voor draadloze apparaten, de overige modules dienen tijdens het opstarten geladen te worden via het bestand `/boot/loader.conf`:

```
wlan_scan_ap_load="YES"
wlan_scan_sta_load="YES"
```

Sinds FreeBSD 8.0 zijn deze modules deel van het basisstuurprogramma `wlan(4)` dat dynamisch met het stuurprogramma voor de adapter wordt geladen.

Daarvoor zijn ook de modules nodig die cryptografische ondersteuning implementeren voor de te gebruiken veiligheidsprotocollen. Het is de bedoeling dat ze dynamisch door de module wlan(4) worden geladen maar momenteel dienen ze handmatig ingesteld te worden. De volgende modules zijn beschikbaar: wlan_wep(4), wlan_ccmp(4), en wlan_tkip(4). Zowel de stuurprogramma's wlan_ccmp(4) en wlan_tkip(4) zijn alleen nodig indien het veiligheidsprotocol WPA en/of 802.11i gebruikt wordt. Indien het netwerk encryptieloos dient te zijn, is de ondersteuning van wlan_wep(4) niet nodig. Om deze modules tijdens het opstarten te laden, dienen de volgende regels aan `/boot/loader.conf` toegevoegd te worden:

```
wlan_wep_load="YES"
wlan_ccmp_load="YES"
wlan_tkip_load="YES"
```

Nadat deze informatie aan het instellingenbestand om het systeem op te starten (i.e. `/boot/loader.conf`) is toegevoegd, is het noodzakelijk om de FreeBSD-computer opnieuw op te starten. Indien het ongewenst is om de computer nu opnieuw op te starten, kunnen de modules ook handmatig worden geladen door `kldload(8)` te gebruiken.

Opmerking: Indien het gebruik van modules ongewenst is, kunnen deze stuurprogramma's in de kernel worden gecompileerd door de volgende regels aan het kernelinstellingenbestand toe te voegen:

```
device wlan          # 802.11 ondersteuning
device wlan_wep      # 802.11 WEP-ondersteuning
device wlan_ccmp     # 802.11 CCMP-ondersteuning
device wlan_tkip     # 802.11 TKIP-ondersteuning
device wlan_amrr     # AMRR controle-algoritme voor zendsnelheid
device ath           # Atheros PCI/Cardbus netwerkkaarten
device ath_hal       # Ondersteuning voor PCI/cardbus chips
options AH_SUPPORT_AR5146 # zet AR5146 tx/rx descriptors aan
device ath_rate_sample # SampleRate verzendsnelheid-controle voor ath
```

Beide van de volgende regels zijn nodig voor FreeBSD 7.X, voor andere versies van FreeBSD zijn ze niet nodig:

```
device wlan_scan_ap  # 802.11 AP mode scanning
device wlan_scan_sta # 802.11 STA mode scanning
```

Met deze informatie in het kernelinstellingenbestand kan de kernel opnieuw gecompileerd en de FreeBSD-computer opnieuw opgestart worden.

Wanneer het systeem draait, is het mogelijk om enige informatie over de draadloze apparaten in de opstartboodschappen te vinden, zoals:

```
ath0: <Atheros 5212> mem 0x88000000-0x8800ffff irq 11 at device 0.0 on cardbus1
ath0: [ITHREAD]
ath0: AR2413 mac 7.9 RF2413 phy 4.5
```

31.3.3. Infrastructuurmodus

De infrastructuur- of BSS-modus is de modus die normaliter gebruikt wordt. In deze modus zijn een aantal draadloze toegangspunten verbonden met een bedraad netwerk. Elk draadloos netwerk heeft een eigen naam, deze naam wordt de SSID van het netwerk genoemd. Draadloze cliënten verbinden zich met de draadloze toegangspunten.

31.3.3.1. FreeBSD cliënten

31.3.3.1.1. Hoe toegangspunten te vinden

Voor het scannen van netwerken wordt het commando `ifconfig` gebruikt. Het kan even duren voordat dit verzoek is afgehandeld aangezien het systeem op elke beschikbare draadloze frequentie naar toegangspunten moet zoeken. Alleen de super-gebruiker kan zo'n scan opzetten:

```
# ifconfig wlan0 create wlandev ath0
# ifconfig wlan0 up scan
SSID/MESH ID  BSSID                CHAN  RATE   S:N      INT  CAPS
dlinkap      00:13:46:49:41:76    11    54M   -90:96  100  EPS   WPA WME
freebsdap    00:11:95:c3:0d:ac     1     54M   -83:96  100  EPS   WPA
```

Opmerking: De interface dient als up te worden gemarkeerd voordat het scannen begint. Voor verdere scans is het niet nodig om de interface als up te markeren.

Opmerking: In FreeBSD 7.X wordt de apparaat-adapter, bijvoorbeeld `ath0`, direct gebruikt in plaats van het apparaat `wlan`. Hierom is het nodig om beide vorige regels te vervangen door:

```
# ifconfig ath0 up scan
```

In de rest van dit document dienen gebruikers van FreeBSD 7.X de opdracht- en instellingregels volgens dat schema aan te passen.

De uitvoer van een scanverzoek vermeldt elk gevonden BSS/IBSS-netwerk. Naast de naam van het netwerk, `SSID`, staat het `BSSID`, wat het MAC-adres van het toegangspunt is. Het veld `CAPS` identificeert het type van elk netwerk en de mogelijkheden van de stations die daar werkzaam zijn:

E

Uitgebreide dienstenverzameling (ESS). Geeft aan dat het station deel uitmaakt van een infrastructuurnetwerk (in tegenstelling tot een IBSS-/ ad-hoc-netwerk).

I

IBSS-/ad-hoc-netwerk. Geeft aan dat het station deel uitmaakt van een ad-hoc-netwerk (in tegenstelling tot een ESS-netwerk).

P

Privacy. Vertrouwelijkheid is vereist voor alle gegevensframes die binnen het BSS worden uitgewisseld. Dit betekent dat dit BSS eist dat het station cryptografische middelen als WEP, TKIP of AES-CCMP dient te gebruiken om de gegevensframes die met anderen worden uitgewisseld te versleutelen en te ontsleutelen.

S

Korte preamble. Geeft aan dat het netwerk korte preambules gebruikt (gedefinieerd in 802.11b Hoge Snelheid/DSSS PHY, korte preamble gebruikt een 56-bits synchronisatieveld in tegenstelling tot een 128-bits dat bij lange preambules wordt gebruikt).

S

Korte slottijd. Geeft aan dat het 802.11g-netwerk een korte slottijd gebruikt omdat er geen verouderde (802.11b) stations aanwezig zijn.

Het is ook mogelijk om de huidige lijst van bekende netwerken weer te geven met:

```
# ifconfig scan0 list scan
```

Deze informatie kan automatisch bijgewerkt worden door de adapter of handmatig met een `scan` verzoek. Oude gegevens worden automatisch uit de cache verwijderd, dus kan deze lijst na verloop van tijd korter worden tenzij er meer scanverzoeken gedaan worden.

31.3.3.1.2. Basisinstellingen

Deze sectie geeft een eenvoudig voorbeeld hoe de draadloze netwerkadapter in FreeBSD zonder encryptie aan de praat te krijgen. Nadat deze concepten bekend zijn, wordt het sterk aangeraden om WPA te gebruiken om de draadloze netwerken op te zetten.

Er zijn drie basisstappen om een draadloos netwerk in te stellen: een toegangspunt kiezen, het station authenticeren, en een IP-adres instellen. De volgende secties behandelen elk een stap.

31.3.3.1.2.1. Een toegangspunt kiezen

In de meeste gevallen is het voldoende om het systeem een toegangspunt gebaseerd op de ingebouwde heuristieken te laten kiezen. Dit is het standaardgedrag wanneer een interface als up wordt gemarkeerd of als een interface wordt ingesteld door het te noemen in `/etc/rc.conf`, bijvoorbeeld:

```
wlans_ath0="wlan0"
ifconfig_wlan0="DHCP"
```

Opmerking: Zoals eerder vermeld, is voor FreeBSD 7.X alleen een regel nodig voor de apparaat-adapter:

```
ifconfig_ath0="DHCP"
```

Indien er meerdere toegangspunten zijn en het gewenst is om een specifieke te kiezen, kan dit met het SSID:

```
wlans_ath0="wlan0"
ifconfig_wlan0="ssid uw_ssid_hier DHCP"
```

In een omgeving waar meerdere toegangspunten hetzelfde SSID hebben (vaak gedaan om roamen eenvoudiger te maken) kan het nodig zijn om met één specifiek apparaat te associëren. In dit geval kan ook het BSSID van het toegangspunt gespecificeerd worden (het SSID kan ook weggelaten worden):

```
wlans_ath0="wlan0"
```

```
ifconfig_wlan0="ssid uw_ssid_hier bssid xx:xx:xx:xx:xx:xx DHCP"
```

Er zijn andere manieren om de keuze van een toegangspunt te beperken zoals het beperken van het aantal frequenties waarop het systeem scant. Dit kan handig zijn bij multi-band-netwerkkaarten aangezien het scannen van alle mogelijke kanalen tijdrovend kan zijn. Om de werking tot een specifieke band te beperken kan de parameter `mode` gebruikt worden; bijvoorbeeld:

```
wlans_ath0="wlan0"
ifconfig_wlan0="mode 11g ssid uw_ssid_hier DHCP"
```

zal de kaart forceren om te werken in 802.11g welke alleen voor 2,4GHz frequenties is gedefinieerd dus de 5GHz kanalen blijven buiten beschouwing. Andere manieren om dit te doen zijn de parameter `channel`, om bewerkingen op één specifieke frequentie vast te zetten, en de parameter `chanlist`, om een lijst van te scannen kanalen te specificeren. Meer informatie over deze parameters kan in de hulppagina `ifconfig(8)` gevonden worden.

31.3.3.1.2.2. Authenticatie

Nadat er een toegangspunt is gekozen moet het station zich authenticeren voordat het gegevens kan versturen. Authenticatie kan op verschillende manieren gebeuren. Het meest gebruikte schema wordt open authenticatie genoemd en staat doe dat elk station aan het netwerk deelneemt en communiceert. Deze manier van authenticatie dient gebruikt te worden voor testdoeleinden tijdens het voor de eerste keer opzetten van een draadloos netwerk. Andere schema's vereisen dat cryptografische overeenkomsten voltooid worden voordat gegevensverkeer kan stromen; ofwel door vooraf gedeelde sleutels of geheimen te gebruiken, of door complexere schema's te gebruiken welke achterliggende diensten zoals RADIUS betrekken. De meeste gebruikers zullen open authenticatie gebruiken welke de standaardinstelling is. De dan meest voorkomende opstelling is WPA-PSK, ook bekend als WPA Personal, welke hieronder beschreven is.

Opmerking: Indien er een Apple AirPort® Extreme basisstation als toegangspunt wordt gebruikt kan het nodig zijn om gedeelde-sleutel-authenticatie samen met een WEP-sleutel in te stellen. Dit kan gedaan worden in het bestand `/etc/rc.conf` of door het programma `wpa_supplicant(8)` te gebruiken. Indien er een enkel AirPort basisstation wordt gebruikt kan de toegang met zoiets als het volgende worden ingesteld:

```
wlans_ath0="wlan0"
ifconfig_wlan0="authmode shared wepmode on weptxkey 1 wepkey 01234567 DHCP"
```

Over het algemeen dient authenticatie via gedeelde sleutels worden voorkomen omdat het het materiaal van de WEP-sleutel op een zeer afgedwongen manier gebruikt wat het zelfs gemakkelijker maakt om de sleutel te kraken. Indien WEP gebruikt moet worden (bijvoorbeeld voor compatibiliteit met verouderde apparaten) is het beter om WEP met open authenticatie te gebruiken. Meer informatie met betrekking tot WEP kan gevonden worden in Paragraaf 31.3.3.1.4.

31.3.3.1.2.3. Een IP-adres verkrijgen met DHCP

Nadat het toegangspunt is gekozen en de parameters voor de authenticatie zijn ingesteld, dient er een IP-adres ter communicatie verkregen worden. In de meeste gevallen wordt het draadloze IP-adres verkregen via DHCP. Om dat te bereiken, dient `/etc/rc.conf` bewerkt te worden en DHCP aan de instellingen voor het apparaat toegevoegd te worden zoals in de verschillende bovenstaande voorbeelden is laten zien:

```
wlans_ath0="wlan0"
ifconfig_wlan0="DHCP"
```

Op dit moment kan de draadloze interface geactiveerd worden:

```
# /etc/rc.d/netif start
```

Wanneer de interface draait, kan `ifconfig` gebruikt worden om de status van de interface `ath0` te zien:

```
# ifconfig wlan0
wlan0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    ether 00:11:95:d5:43:62
    inet 192.168.1.00 netmask 0xffffffff broadcast 192.168.1.255
    media: IEEE 802.11 Wireless Ethernet OFDM/54Mbps mode 11g
    status: associated
    ssid dlinkap channel 11 (2462 Mhz 11g) bssid 00:13:46:49:41:76
    country US ecm authmode OPEN privacy OFF txpower 21.5 bmiss 7
    scanvalid 60 bgscan bgscanintvl 300 bgscanidle 250 roam:rssi 7
    roam:rate 5 protmode CTS wme burst
```

Het status: `associated` betekent dat er verbinding is met een draadloos netwerk (in dit geval met het netwerk `dlinkap`). Het gedeelte `bssid 00:13:46:49:41:76` is het MAC-adres van het toegangspunt; de gedeelte met `authmode` vertelt dat de communicatie niet versleuteld is.

31.3.3.1.2.4. Statisch IP-adres

In het geval dat het niet mogelijk is om een IP-adres van een DHCP-server te krijgen, kan er een vast IP-adres worden ingesteld. Vervang het sleutelwoord `DHCP` van hierboven met de adresinformatie. Zorg ervoor dat de andere parameters voor het selecteren van een toegangspunt behouden blijven:

```
wlans_ath0="wlan0"
ifconfig_wlan0="inet 192.168.1.100 netmask 255.255.255.0 ssid uw_ssid_hier"
```

31.3.3.1.3. WPA

WPA (Wi-Fi Protected Access) is een beveiligingsprotocol dat samen met 802.11-netwerken wordt gebruikt om het gebrek aan degelijke authenticatie en de zwakte van WEP te benadrukken. WPA verbetert het 802.1X-authenticatieprotocol en gebruikt een sleutel gekozen uit meerdere in plaats van WEP voor gegevensintegriteit. De enige sleutel welke WPA vereist is TKIP (Temporary Key Integrity Protocol), een sleutel dat de basis-RC4-sleutel welke door WEP wordt gebruikt uitbreidt door integriteitscontroles, knoeidetectie, en maatregelen om op elke gedetecteerde inbraak te reageren toe te voegen. TKIP is ontworpen om op verouderde hardware met enkel wijzigingen in software te draaien; het representeert een compromis dat de veiligheid verbetert maar nog steeds niet geheel immuun is tegen aanvallen. WPA specificeert ook de sleutel AES-CCMP als een alternatief voor TKIP welke te verkiezen is indien mogelijk; voor deze specificatie wordt gewoonlijk de term WPA2 (of RSN) gebruikt.

WPA definieert protocollen voor authenticatie en versleuteling. Authenticatie gebeurt het meeste door één van deze twee technieken te gebruiken: door 802.1X en een achterliggende authenticatiedienst zoals RADIUS, of door een minimale overeenkomst tussen het station en het toegangspunt door een van te voren gedeeld geheim te gebruiken.

Het eerste wordt vaak WPA Enterprise genoemd en het laatste staat bekend als WPA Personal. Aangezien de meeste mensen geen achterliggende RADIUS-server voor een draadloos netwerk zullen opzetten, is WPA-PSK veruit de meest gebruikte configuratie voor WPA.

Het beheer van de draadloze verbinding en de authenticatie (sleutelonderhandeling of authenticatie met een server) gebeurt met het gereedschap `wpa_supplicant(8)`. Dit programma vereist dat er een instellingenbestand, `/etc/wpa_supplicant.conf`, draait. Meer informatie over dit bestand kan in de hulppagina `wpa_supplicant.conf(5)` worden gevonden.

31.3.3.1.3.1. WPA-PSK

WPA-PSK, ook bekend als WPA-Personal, is gebaseerd op een vooraf gedeelde sleutel (PSK) gegenereerd vanuit een gegeven wachtwoord die gebruikt zal worden als de hoofdsleutel in het draadloze netwerk. Dit betekent dat alle draadloze gebruikers dezelfde sleutel zullen delen. WPA-PSK is bedoeld voor kleine netwerken waar het gebruik van een authenticatieserver niet mogelijk of gewenst is.

Waarschuwing Gebruik altijd sterke wachtwoorden welke voldoende lang zijn en opgebouwd zijn uit een grote tekenverzameling zodat ze niet gemakkelijk worden geraden of aangevallen.

De eerste stap is het instellen van het bestand `/etc/wpa_supplicant.conf` met het SSID en de vooraf gedeelde sleutel van het netwerk:

```
network={
    ssid="freebsdap"
    psk="freebsdmail"
}
```

Daarna zal in `/etc/rc.conf` worden aangegeven dat de draadloze configuratie met WPA zal gebeuren en dat het IP-adres met DHCP zal worden verkregen:

```
wlans_ath0="wlan0"
ifconfig_wlan0="WPA DHCP"
```

Hierna kan de interface geactiveerd worden:

```
# /etc/rc.d/netif start
Starting wpa_supplicant.
DHCPDISCOVER on wlan0 to 255.255.255.255 port 67 interval 5
DHCPDISCOVER on wlan0 to 255.255.255.255 port 67 interval 6
DHCPOFFER from 192.168.0.1
DHCPREQUEST on wlan0 to 255.255.255.255 port 67
DHCPACK from 192.168.0.1
bound to 192.168.0.254 -- renewal in 300 seconds.
wlan0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    ether 00:11:95:d5:43:62
    inet 192.168.0.254 netmask 0xffffffff broadcast 192.168.0.255
    media: IEEE 802.11 Wireless Ethernet OFDM/36Mbps mode 11g
    status: associated
    ssid freebsdap channel 1 (2412 Mhz 11g) bssid 00:11:95:c3:0d:ac
    country US ecm authmode WPA2/802.11i privacy ON deftxkey UNDEF
    AES-CCM 3:128-bit txpower 21.5 bmiss 7 scanvalid 450 bgscan
```

```
bgscanintvl 300 bgscanidle 250 roam:rssi 7 roam:rate 5 protmode CTS
wme burst roaming MANUAL
```

Ook kan gepoogd worden dit handmatig in te stellen door hetzelfde `/etc/wpa_supplicant.conf` als hierboven te gebruiken, en dit te draaien:

```
# wpa_supplicant -i wlan0 -c /etc/wpa_supplicant.conf
Trying to associate with 00:11:95:c3:0d:ac (SSID='freebsdap' freq=2412 MHz)
Associated with 00:11:95:c3:0d:ac
WPA: Key negotiation completed with 00:11:95:c3:0d:ac [PTK=CCMP GTK=CCMP]
CTRL-EVENT-CONNECTED - Connection to 00:11:95:c3:0d:ac completed (auth) [id=0 idstr=]
```

De volgende stap is het lanceren van het commando `dhclient` om een IP-adres van de DHCP-server te krijgen:

```
# dhclient wlan0
DHCPREQUEST on wlan0 to 255.255.255.255 port 67
DHCPACK from 192.168.0.1
bound to 192.168.0.254 -- renewal in 300 seconds.
# ifconfig wlan0
wlan0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    ether 00:11:95:d5:43:62
    inet 192.168.0.254 netmask 0xffffffff broadcast 192.168.0.255
    media: IEEE 802.11 Wireless Ethernet OFDM/36Mbps mode 11g
    status: associated
    ssid freebsdap channel 1 (2412 Mhz 11g) bssid 00:11:95:c3:0d:ac
    country US ecm authmode WPA2/802.11i privacy ON defxkey UNDEF
    AES-CCM 3:128-bit txpower 21.5 bmiss 7 scanvalid 450 bgscan
    bgscanintvl 300 bgscanidle 250 roam:rssi 7 roam:rate 5 protmode CTS
    wme burst roaming MANUAL
```

Opmerking: Indien `/etc/rc.conf` is ingesteld met de regel `ifconfig_wlan0="DHCP"` is het niet nodig om het commando `dhclient` handmatig te draaien, `dhclient` zal dan gedraaid worden nadat `wpa_supplicant` de sleutels heeft onderzocht.

In het geval dat het niet mogelijk is om DHCP te gebruiken, kan een statisch IP-adres worden ingesteld nadat `wpa_supplicant` het station heeft geauthenticeerd:

```
# ifconfig wlan0 inet 192.168.0.100 netmask 255.255.255.0
# ifconfig wlan0
wlan0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    ether 00:11:95:d5:43:62
    inet 192.168.0.100 netmask 0xffffffff broadcast 192.168.0.255
    media: IEEE 802.11 Wireless Ethernet OFDM/36Mbps mode 11g
    status: associated
    ssid freebsdap channel 1 (2412 Mhz 11g) bssid 00:11:95:c3:0d:ac
    country US ecm authmode WPA2/802.11i privacy ON deftxkey UNDEF
    AES-CCM 3:128-bit txpower 21.5 bmiss 7 scanvalid 450 bgscan
    bgscanintvl 300 bgscanidle 250 roam:rssi 7 roam:rate 5 protmode CTS
    wme burst roaming MANUAL
```

Indien DHCP niet wordt gebruikt, dienen ook de standaard gateway en de naamserver handmatig ingesteld te worden:

```
# route add default uw_standaard_router
# echo "nameserver uw_DNS_server" >> /etc/resolv.conf
```

31.3.3.1.3.2. WPA met EAP-TLS

De tweede manier om WPA te gebruiken is met een achterliggende 802.1X-authenticatieserver, in dit geval wordt WPA WPA-Enterprise genoemd om het verschil met het minder veilige WPA-Personal met de vooraf gedeelde sleutel aan te duiden. De authenticatie in WPA-Enterprise is gebaseerd op EAP (Extensible Authentication Protocol).

EAP wordt niet met een encryptiemethode geleverd, het was besloten om EAP in een versleutelde tunnel te omsluiten. Er zijn vele soorten van EAP-authenticatiemethodes ontworpen, de meest voorkomende methodes zijn EAP-TLS, EAP-TTLS, en EAP-PEAP.

EAP-TLS (EAP met Transport Layer Security) is een zeer goed ondersteund authenticatieprotocol in de draadloze wereld aangezien het de eerste EAP-methode was die gecertificeerd werd door de Wi-Fi alliantie (<http://www.wi-fi.org>). EAP-TLS vereist dat er drie certificaten draaien: het CA-certificaat (geïnstalleerd op alle machines), het servercertificaat voor de authenticatieserver, en een cliëntcertificaat voor elke draadloze cliënt. Bij deze EAP-methode authenticeren zowel de authenticatieserver als de draadloze cliënt elkaar door hun respectievelijke certificaten te laten zien, en ze controleren dat deze certificaten zijn getekend door de certificatenauthoriteit (CA) van de organisatie.

Zoals voorheen gebeurt het instellen via `/etc/wpa_supplicant.conf`:

```
network={
    ssid="freebsdap" ❶
    proto=RSN ❷
    key_mgmt=WPA-EAP ❸
    eap=TLS ❹
    identity="loader" ❺
    ca_cert="/etc/certs/cacert.pem" ❻
    client_cert="/etc/certs/clientcert.pem" ❼
    private_key="/etc/certs/clientkey.pem" ❽
    private_key_passwd="freebsdmailclient" ❾
}
```

- ❶ Dit veld geeft de naam van het netwerk (SSID) aan.
- ❷ Hier wordt het RSN (IEEE 802.11i) protocol gebruikt, ofwel WPA2.
- ❸ De regel `key_mgmt` verwijst naar het gebruikte sleutelbeheerprotocol. In dit geval is het WPA dat EAP-authenticatie gebruikt: `WPA-EAP`.
- ❹ In dit veld wordt de EAP-methode voor de verbinding genoemd.
- ❺ Het veld `identity` bevat de identiteitsstring voor EAP.
- ❻ Het veld `ca_cert` geeft de padnaam van het CA-certificaatbestand aan. Dit bestand is nodig om het servercertificaat te controleren.
- ❼ De regel `client_cert` geeft de padnaam van het cliëntcertificaatbestand aan. Dit certificaat is uniek voor elke draadloze cliënt van het netwerk.

- ⑧ Het veld `private_key` is de padnaam naar het bestand dat de privésleutel van het cliëntcertificaat bevat.
- ⑨ Het veld `private_key_passwd` bevat het wachtwoord voor de privésleutel.

Voeg vervolgens de volgende regels toe aan `/etc/rc.conf`:

```
wlans_ath0="wlan0"
ifconfig_wlan0="WPA DHCP"
```

De volgende stap is het activeren van de interface met behulp van de faciliteit `rc.c`:

```
# /etc/rc.d/netif start
Starting wpa_supplicant.
DHCPREQUEST on wlan0 to 255.255.255.255 port 67
DHCPREQUEST on wlan0 to 255.255.255.255 port 67
DHCPACK from 192.168.0.20
bound to 192.168.0.254 -- renewal in 300 seconds.
wlan0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    ether 00:11:95:d5:43:62
    inet 192.168.0.254 netmask 0xffffffff broadcast 192.168.0.255
    media: IEEE 802.11 Wireless Ethernet DS/11Mbps mode 11g
    status: associated
    ssid freebsdap channel 1 (2412 Mhz 11g) bssid 00:11:95:c3:0d:ac
    country US ecm authmode WPA/802.11i privacy ON deftxkey UNDEF
    AES-CCM 3:128-bit txpower 21.5 bmiss 7 scanvalid 450 bgscan
    bgscanintvl 300 bgscanidle 250 roam:rssi 7 roam:rate 5 protmode CTS
    wme burst roaming MANUAL
```

Zoals eerder is laten zien, is het ook mogelijk om de interface handmatig te activeren met zowel de commando's `wpa_supplicant` en `ifconfig`.

31.3.3.1.3.3. WPA met EAP-TTLS

Bij EAP-TLS hebben zowel de authenticatieserver als de cliënt een certificaat nodig, met EAP-TTLS (EAP-Tunneled Transport Layer Security) is een cliëntcertificaat optioneel. Deze methode komt in de buurt van wat sommige beveiligde websites doen, waar de webserver een veilige SSL-tunnel kan aanmaken zelfs als de bezoekers geen certificaten aan de cliëntkant hebben. EAP-TTLS zal de versleutelde TLS-tunnel gebruiken voor het veilig transporteren van de authenticatiegegevens.

De instellingen worden gedaan via het bestand `/etc/wpa_supplicant.conf`:

```
network={
    ssid="freebsdap"
    proto=RSN
    key_mgmt=WPA-EAP
    eap=TTLS ❶
    identity="test" ❷
    password="test" ❸
    ca_cert="/etc/certs/cacert.pem" ❹
    phase2="auth=MD5" ❺
}
```

- ❶ Dit veld noemt de EAP-methode voor de verbinding.

- ② Het veld `identity` bevat de identiteitsstring voor EAP-authenticatie binnen de versleutelde TLS-tunnel.
- ③ Het veld `password` bevat het wachtwoord voor de EAP-authenticatie.
- ④ Het veld `ca_cert` wijst naar de padnaam van het CA-certificaatbestand. Dit bestand is nodig om het servercertificaat te controleren.
- ⑤ Dit veld noemt de gebruikte authenticatiemethode in de versleutelde TLS-tunnel. In dit geval is EAP met MD5-Challenge gebruikt. De “binnenste authenticatie”-fase wordt vaak “phase2” genoemd.

Ook dienen de volgende regels toegevoegd te worden aan `/etc/rc.conf`:

```
wlans_ath0="wlan0"
ifconfig_ath0="WPA DHCP"
```

De volgende stap is het activeren van de interface:

```
# /etc/rc.d/netif start
Starting wpa_supplicant.
DHCPREQUEST on wlan0 to 255.255.255.255 port 67 interval 7
DHCPREQUEST on wlan0 to 255.255.255.255 port 67 interval 15
DHCPREQUEST on wlan0 to 255.255.255.255 port 67 interval 21
DHCPACK from 192.168.0.20
bound to 192.168.0.254 -- renewal in 300 seconds.
wlan0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    ether 00:11:95:d5:43:62
    inet 192.168.0.254 netmask 0xfffff00 broadcast 192.168.0.255
    media: IEEE 802.11 Wireless Ethernet autoselect DS/11Mbps mode 11g
    status: associated
    ssid freebsdap channel 1 (2412 Mhz) bssid 00:11:95:c3:0d:ac
    country US ecm authmode WPA2/802.11i privacy ON deftxkey UNDEF
    AES-CCM 3:128-bit txpower 21.5 bmiss 7 scanvalid 450 bgscan
    bgscanintvl 300 bgscanidle 250 roam:rssi 7 roam:rate 5 protmode CTS
    wme burst roaming MANUAL
```

31.3.3.1.3.4. WPA met EAP-PEAP

PEAP (Beveiligd EAP) is ontworpen als een alternatief voor EAP-TTLS. Er zijn twee soorten PEAP-methodes, de meest voorkomende is PEAPv0/EAP-MSCHAPv2. In de rest van dit document wordt de term PEAP gebruikt om te verwijzen naar die EAP-methode. PEAP is de meest gebruikte EAP-standaard na EAP-TLS, in andere woorden, indien er een netwerk met verschillende besturingssystemen is, zou PEAP de best ondersteunde standaard na EAP-TLS moeten zijn.

PEAP is soortgelijk aan EAP-TTLS: het gebruikt een server-side certificaat om de cliënten te authenticeren door een beveiligde TLS-tunnel tussen de cliënt en de authenticatieserver aan te maken, welke de uitwisseling van de authenticatie-informatie beschermt. Vanuit een beveiligingsoogpunt gezien is het verschil tussen EAP-TTLS en PEAP dat PEAP-authenticatie de gebruikersnaam onversleuteld uitzendt, alleen het wachtwoord wordt in de beveiligde TLS-tunnel verzonden. EAP-TTLS gebruikt de TLS-tunnel voor zowel de gebruikersnaam als het wachtwoord.

Het bestand `/etc/wpa_supplicant.conf` dient gewijzigd te worden om de EAP-PEAP-gerelateerde instellingen toe te voegen:

```
network={
```

```

ssid="freebsdap"
proto=RSN
key_mgmt=WPA-EAP
eap=PEAP ❶
identity="test" ❷
password="test" ❸
ca_cert="/etc/certs/cacert.pem" ❹
phase1="peaplabel=0" ❺
phase2="auth=MSCHAPV2" ❻
}

```

- ❶ Dit veld noemt de EAP-methode voor de verbinding.
- ❷ Het veld `identity` bevat de identiteitsstring voor EAP-authenticatie binnen de versleutelde TLS-tunnel.
- ❸ Het veld `password` bevat het wachtwoord voor de EAP-authenticatie.
- ❹ Het veld `ca_cert` wijst naar de padnaam van het CA-certificaatbestand. Dit bestand is nodig om het servercertificaat te controleren.
- ❺ Dit veld bevat de parameters voor de eerste fase van de authenticatie (de TLS-tunnel). Afhankelijk van de gebruikte authenticatieserver moet er een specifiek label voor de authenticatie worden opgegeven. In de meeste gevallen zal het label “client EAP encryption” zijn welke ingesteld is door `peaplabel=0` te gebruiken. Meer informatie kan in de hulppagina `wpa_supplicant.conf(5)` gevonden worden.
- ❻ Dit veld noemt het authenticatieprotocol dat in de versleutelde TLS-tunnel gebruikt wordt. In het geval van PEAP is dit `auth=MSCHAPV2`.

Het volgende dient te worden toegevoegd aan `/etc/rc.conf`:

```

wlans_ath0="wlan0"
ifconfig_wlan0="WPA DHCP"

```

Hierna kan de interface worden geactiveerd:

```

# /etc/rc.d/netif start
Starting wpa_supplicant.
DHCPREQUEST on wlan0 to 255.255.255.255 port 67 interval 7
DHCPREQUEST on wlan0 to 255.255.255.255 port 67 interval 15
DHCPREQUEST on wlan0 to 255.255.255.255 port 67 interval 21
DHCPACK from 192.168.0.20
bound to 192.168.0.254 -- renewal in 300 seconds.
wlan0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    ether 00:11:95:d5:43:62
    inet 192.168.0.254 netmask 0xffffffff broadcast 192.168.0.255
    media: IEEE 802.11 Wireless Ethernet autoselect DS/11Mbps mode 11g
    status: associated
    ssid freebsdap channel 1 (2412 Mhz) bssid 00:11:95:c3:0d:ac
    country US ecm authmode WPA2/802.11i privacy ON deftxkey UNDEF
    AES-CCM 3:128-bit txpower 21.5 bmiss 7 scanvalid 450 bgscan
    bgscanintvl 300 bgscanidle 250 roam:rssi 7 roam:rate 5 protmode CTS
    wme burst roaming MANUAL

```

31.3.3.1.4. WEP

WEP (Wired Equivalent Privacy) maakt deel uit van de oorspronkelijke 802.11 standaard. Er is geen authenticatiemechanisme, slechts een zwakke vorm van toegangscontrole, en het is gemakkelijk te kraken.

WEP kan worden opgezet met `ifconfig`:

```
# ifconfig wlan0 create wlandev ath0
# ifconfig wlan0 inet 192.168.1.100 netmask 255.255.255.0 \
    ssid mijn_net wepmode on weptxkey 3 wepkey 3:0x3456789012
```

- De `weptxkey` geeft aan welke WEP-sleutel zal worden gebruikt tijdens het verzenden. Hier wordt de derde sleutel gebruikt. Dit dient overeen te komen met de instelling in het toegangspunt. Indien onbekend is welke sleutel door het toegangspunt wordt gebruikt, dient geprobeerd te worden om 1 (i.e. de eerste sleutel) voor deze waarde te gebruiken.
- De `wepkey` stelt de geselecteerde WEP-sleutel in. Het dient in het formaat `index:sleutel` te zijn, als de sleutel niet is gegeven, wordt sleutel 1 ingesteld. Dat wil zeggen dat de index opgegeven dient te worden indien er een andere sleutel dan de eerste wordt gebruikt.

Opmerking: De `0x3456789012` dient vervangen te worden door de sleutel die ingesteld is voor gebruik met het toegangspunt.

Het wordt aangeraden om de hulppagina `ifconfig(8)` te lezen voor verdere informatie.

De faciliteit `wpa_supplicant` kan ook gebruikt worden om de draadloze interface in te stellen voor WEP. Het bovenstaande voorbeeld kan worden ingesteld door de volgende regels toe te voegen aan `/etc/wpa_supplicant.conf`:

```
network={
    ssid="mijn_net"
    key_mgmt=NONE
    wep_key3=3456789012
    wep_tx_keyidx=3
}
```

Daarna:

```
# wpa_supplicant -i wlan0 -c /etc/wpa_supplicant.conf
Trying to associate with 00:13:46:49:41:76 (SSID='dlinkap' freq=2437 MHz)
Associated with 00:13:46:49:41:76
```

31.3.4. Ad-hoc-modus

IBSS-modus, ook ad-hoc-modus genoemd, is ontworpen voor point-to-point-verbindingen. Om bijvoorbeeld een ad-hoc-netwerk tussen de machine A en de machine B op te zetten, is het slechts nodig om twee IP-adressen en een SSID te kiezen.

Op machine A:

```
# ifconfig wlan0 create wlandev ath0 wlanmode adhoc
# ifconfig wlan0 inet 192.168.0.1 netmask 255.255.255.0 ssid
freebsdap
wlan0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
ether 00:11:95:c3:0d:ac
inet 192.168.0.1 netmask 0xffffffff broadcast 192.168.0.255
media: IEEE 802.11 Wireless Ethernet autoselect mode 11g <adhoc>
status: running
ssid freebsdap channel 2 (2417 Mhz 11g) bssid 02:11:95:c3:0d:ac
country US ecm authmode OPEN privacy OFF txpower 21.5 scanvalid 60
protmode CTS wme burst
```

De parameter `adhoc` geeft aan dat de interface in de IBSS-modus draait.

Op B zal het mogelijk moeten zijn om A te detecteren:

```
# ifconfig wlan0 create wlandev ath0 wlanmode adhoc
# ifconfig wlan0 up scan
SSID/MESH ID      BSSID              CHAN RATE   S:N      INT CAPS
reebsdap          02:11:95:c3:0d:ac   2   54M  -64:-96  100 IS    WME
```

De `I` in de uitvoer bevestigt dat machine A in ad-hoc-modus verkeert. Het is slechts nodig om B met een ander IP-adres in te stellen:

```
# ifconfig wlan0 inet 192.168.0.2 netmask 255.255.255.0 ssid freebsdap
# ifconfig wlan0 ssid freebsdap mediaopt adhoc inet 192.168.0.2 netmask 255.255.255.0
# ifconfig wlan0
wlan0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
ether 00:11:95:d5:43:62
inet 192.168.0.2 netmask 0xffffffff broadcast 192.168.0.255
media: IEEE 802.11 Wireless Ethernet autoselect mode 11g <adhoc>
status: running
ssid freebsdap channel 2 (2417 Mhz 11g) bssid 02:11:95:c3:0d:ac
country US ecm authmode OPEN privacy OFF txpower 21.5 scanvalid 60
protmode CTS wme burst
```

Zowel A als B zijn nu klaar om informatie uit te wisselen.

31.3.5. FreeBSD Host Toegangspunten

FreeBSD kan als toegangspunt (AP) functioneren wat de noodzaak om een hardwarematig AP te kopen of een ad-hoc-netwerk te draaien wegneemt. Dit kan bijzonder nuttig zijn indien de FreeBSD-machine als gateway naar een ander netwerk (bijvoorbeeld het Internet) functioneert.

31.3.5.1. Basisinstellingen

Voordat de FreeBSD-machine als een AP wordt ingesteld, dient de kernel te worden ingesteld met de juiste ondersteuning voor draadloos netwerken voor de draadloze kaart. Ook dient er ondersteuning voor de te gebruiken beveiligingsprotocollen te worden toegevoegd. Meer details staan in Paragraaf 31.3.2.

Opmerking: Momenteel staan de NDIS-stuurprogrammawrapper en de stuurprogramma's van Windows het werken als AP niet toe. Alleen originele draadloze FreeBSD-stuurprogramma's ondersteunen AP-modus.

Wanneer de ondersteuning voor draadloos netwerken is geladen, kan gecontroleerd worden of het draadloze apparaat de hostgebaseerde toegangspuntmodus ondersteunt (ook bekend als hostap-modus):

```
# ifconfig wlan0 create wlandev ath0
# ifconfig wlan0 list caps
drivercaps=6f85edc1<STA,FF,TURBOP,IBSS,HOSTAP,AHDEMO,TXPMGT,SHSLOT,SHPREAMBLE,MONITOR,MBSS,WPA1,W
cryptocaps=1f<WEP,TKIP,AES,AES_CCM,TKIPMIC>
```

Deze uitvoer geeft de mogelijkheden van de kaart weer, het woord `HOSTAP` bevestigt dat deze draadloze kaart als toegangspunt kan functioneren. Ook worden verschillende ondersteunde versleutelmethoden genoemd: WEP, TKIP, AES, enz., deze informatie is belangrijk om te weten welke beveiligingsprotocollen ingesteld kunnen worden op het toegangspunt.

Het draadloze apparaat kan enkel in hostap-modus worden gezet tijdens het creëren van het netwerk pseudo-device dus een vooraf aangemaakt apparaat moet eerst verwijderd worden:

```
# ifconfig wlan0 destroy
```

waarna deze opnieuw aangemaakt kan worden met de juiste parameters:

```
# ifconfig wlan0 create wlandev ath0 wlanmode hostap
# ifconfig wlan0 inet 192.168.0.1 netmask 255.255.255.0 ssid freebsdap mode 11g channel 1
```

Gebruik weer `ifconfig` om de status van de interface `wlan0` te zien:

```
# ifconfig wlan0
wlan0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
ether 00:11:95:c3:0d:ac
inet 192.168.0.1 netmask 0xfffff00 broadcast 192.168.0.255
status: running
ssid freebsdap channel 1 (2412 Mhz 11g) bssid 00:11:95:c3:0d:ac
country US ecm authmode OPEN privacy OFF txpower 21.5 scanvalid 60
protmode CTS wme burst dtimperiod 1 -dfs
```

De parameter `hostap` geeft aan dat de interface in hostgebaseerde toegangspuntmodus draait.

Het instellen van de interface kan automatisch tijdens het opstarten gedaan worden door de volgende regels aan `/etc/rc.conf` toe te voegen:

```
wlans_ath0="wlan0"
create_args_wlan0="wlanmode hostap"
ifconfig_wlan0="inet 192.168.0.1 netmask 255.255.255.0 ssid freebsdap mode 11g channel 1"
```

31.3.5.2. Hostgebaseerde toegangspunt zonder authenticatie of versleuteling

Hoewel het niet aangeraden wordt om een AP zonder enige vorm van authenticatie of encryptie te draaien, is dit een eenvoudige manier om te controleren of het AP werkt. Deze configuratie is ook belangrijk voor het debuggen van problemen met cliënten.

Nadat het AP is ingesteld als eerder is laten zien, is het mogelijk om van een andere draadloze machine een scan te beginnen om het AP te vinden:

```
# ifconfig wlan0 create wlandev ath0
# ifconfig wlan0 up scan
SSID/MESH ID      BSSID                CHAN RATE   S:N      INT CAPS
freebsdap         00:11:95:c3:0d:ac    1   54M -66:-96  100 ES   WME
```

De cliëntmachine heeft het AP gevonden en kan ermee geassocieerd worden:

```
# ifconfig ath0 ssid freebsdap inet 192.168.0.2 netmask 255.255.255.0
ifconfig wlan0
wlan0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
ether 00:11:95:d5:43:62
inet 192.168.0.2 netmask 0xffffffff broadcast 192.168.0.255
media: IEEE 802.11 Wireless Ethernet OFDM/54Mbps mode 11g
status: associated
ssid freebsdap channel 1 (2412 Mhz 11g) bssid 00:11:95:c3:0d:ac
country US ecm authmode OPEN privacy OFF txpower 21.5 bmiss 7
scanvalid 60 bgscan bgscanintvl 300 bgscanidle 250 roam:rssi 7
roam:rate 5 protmode CTS wme burst
```

31.3.5.3. WPA hostgebaseerde toegangspunt

Deze sectie zal zich richten op opzetten van een FreeBSD toegangspunt dat het beveiligingsprotocol WPA gebruikt. Meer details over WPA en het instellen van op WPA gebaseerde draadloze cliënten kan gevonden worden in Paragraaf 31.3.3.1.3.

De daemon **hostapd** wordt gebruikt om cliëntauthenticatie en sleutelbeheer op het toegangspunt met WPA af te handelen.

In het volgende zullen alle instellingsbewerkingen worden uitgevoerd op de FreeBSD-machine die als AP dienst doet. Wanneer het AP correct werkt, zou **hostapd** automatisch tijdens het opstarten aangezet moeten worden met de volgende regel in `/etc/rc.conf`:

```
hostapd_enable="YES"
```

Zorg ervoor dat voordat geprobeerd wordt om **hostapd** in te stellen, de basisinstellingen die in Paragraaf 31.3.5.1 zijn geïntroduceerd zijn uitgevoerd.

31.3.5.3.1. WPA-PSK

WPA-PSK is bedoeld voor kleine netwerken waar het gebruik van een achterliggende authenticatieserver niet mogelijk of gewenst is.

Het instellen wordt gedaan in het bestand `/etc/hostapd.conf`:

```

interface=wlan0 ❶
debug=1 ❷
ctrl_interface=/var/run/hostapd ❸
ctrl_interface_group=wheel ❹
ssid=freebsdap ❺
wpa=1 ❻
wpa_passphrase=freebsdmail ❼
wpa_key_mgmt=WPA-PSK ❸
wpa_pairwise=CCMP TKIP ❹

```

- ❶ Dit veld geeft aan welke draadloze interface voor het toegangspunt wordt gebruikt.
- ❷ Dit veld stelt het verbositeitsniveau in dat tijdens het draaien van **hostapd** wordt gebruikt. Een waarde van 1 vertegenwoordigt het minimale niveau.
- ❸ Het veld `ctrl_interface` geeft de padnaam van de door **hostapd** gebruikte map om de domeinsocketbestanden voor communicatie met externe programma's zoals `hostapd_cli(8)` in op te slaan. Hier wordt de standaardwaarde gebruikt.
- ❹ De regel `ctrl_interface_group` stelt de groep in (hier is het de groep `wheel`) die toegang heeft tot de controle interfacebestanden.
- ❺ Het veld `wpa` maakt WPA mogelijk en specificeert welk WPA-authenticatieprotocol nodig zal zijn. De waarde 1 stelt het AP in op WPA-PSK.
- ❼ Het veld `wpa_passphrase` bevat het ASCII-wachtwoord voor de WPA-authenticatie.

Waarschuwing Gebruik altijd sterke wachtwoorden welke voldoende lang zijn en opgebouwd zijn uit een grote tekenverzameling zodat ze niet gemakkelijk worden geraden of aangevallen.

- ❸ De regel `wpa_key_mgmt` verwijst naar het gebruikte sleutelbeheerprotocol. In dit geval is dat WPA-PSK.
- ❹ Het veld `wpa_pairwise` geeft aan welke versleutelingsalgoritmes door het toegangspunt worden geaccepteerd. Hier worden zowel de versleuteling TKIP (WPA) en CCMP (WPA2) geaccepteerd. De versleuteling CCMP is een alternatief voor TKIP en wordt sterk aangeraden indien mogelijk; TKIP dient alleen gebruikt te worden voor stations die geen CCMP aankunnen.

De volgende stap is het starten van **hostapd**:

```

# /etc/rc.d/hostapd forcestart

# ifconfig wlan0
wlan0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 2290
inet 192.168.0.1 netmask 0xfffff00 broadcast 192.168.0.255dddd
inet6 fe80::211:95ff:fec3:dac%ath0 prefixlen 64 scopeid 0x4
ether 00:11:95:c3:0d:ac
media: IEEE 802.11 Wireless Ethernet autoselect mode llg <hostap>
status: associated
ssid freebsdap channel 1 bssid 00:11:95:c3:0d:ac
authmode WPA2/802.11i privacy MIXED deftxkey 2 TKIP 2:128-bit txpowmax 36 protmode CTS dtimper

```

Het toegangspunt draait nu, de cliënten kunnen er nu mee worden geassocieerd, zie Paragraaf 31.3.3.1.3 voor meer details. Het is mogelijk om de stations die met het AP geassocieerd zijn te zien door het commando `ifconfig wlan0 list` te gebruiken.

31.3.5.4. WEP hostgebaseerd toegangspunt

Het wordt niet aangeraden om WEP te gebruiken om een toegangspunt op te zetten aangezien er geen authenticatiemechanisme is en het gemakkelijk is te kraken. Sommige verouderde draadloze kaarten ondersteunen alleen WEP als een beveiligingsprotocol, met deze kaarten is het alleen mogelijk om een AP zonder authenticatie of encryptie of een AP dat het WEP-protocol gebruikt op te zetten.

Het draadloze apparaat kan nu in hostap-modus worden gezet en ingesteld worden met het juiste SSID en IP-adres:

```
# ifconfig wlan0 create wlandev ath0 wlanmode hostap
# ifconfig wlan0 inet 192.168.0.1 netmask 255.255.255.0 \
  ssid freebsdap wepmode on weptxkey 3 wepkey 3:0x3456789012 mode 11g
```

- Het `weptxkey` geeft aan welke WEP-sleutel tijdens het zenden zal worden gebruikt. Hier wordt de derde sleutel gebruikt (merk op dat de nummering van de sleutels bij 1 begint). Deze parameter moet gespecificeerd worden om de gegevens daadwerkelijk te versleutelen.
- Het `wepkey` geeft aan dat de geselecteerde WEP-sleutel wordt ingesteld. Het dient in het formaat `index:key` te zijn, indien de index niet is gegeven, wordt sleutel 1 gebruikt. Dus indien een andere sleutel dan de eerste wordt gebruikt dient de index te worden ingesteld.

Weer wordt `ifconfig` gebruikt om de status van de interface `wlan0` te zien:

```
# ifconfig wlan0
wlan0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
  ether 00:11:95:c3:0d:ac
  inet 192.168.0.1 netmask 0xfffff00 broadcast 192.168.0.255
  media: IEEE 802.11 Wireless Ethernet autoselect mode 11g <hostap>
  status: running
  ssid freebsdap channel 4 (2427 Mhz 11g) bssid 00:11:95:c3:0d:ac
  country US ecm authmode OPEN privacy ON deftxkey 3 wepkey 3:40-bit
  txpower 21.5 scanvalid 60 protmode CTS wme burst dtimperiod 1 -dfs
```

Vanaf een andere draadloze machine is het mogelijk om een scan te beginnen om het AP te vinden:

```
# ifconfig wlan0 create wlandev ath0
# ifconfig wlan0 up scan
```

SSID	BSSID	CHAN	RATE	S:N	INT	CAPS
freebsdap	00:11:95:c3:0d:ac	1	54M	22:1	100	EPS

De cliëntmachine heeft het toegangspunt gevonden en kan ermee geassocieerd worden door de juiste parameters (sleutel, enz.) te gebruiken, zie Paragraaf 31.3.3.1.4 voor meer details.

31.3.6. Zowel de bekabelde als de draadloze verbinding gebruiken

Een bekabelde verbinding biedt betere prestaties en betrouwbaarheid, terwijl een draadloze verbinding meer flexibiliteit en mobiliteit biedt; laptop-gebruikers zullen dit willen combineren en naadloos tussen de twee overschakelen.

In FreeBSD is het mogelijk om twee of meer netwerkinterfaces te combineren in een “failover”-opstelling, dit houdt in dat de meest geprefereerde en best beschikbare verbinding van een groep van netwerkinterfaces wordt gebruikt, en het besturingssysteem automatisch te laten overschakelen wanneer de status van de verbinding verandert.

Link-aggregatie en failover worden behandeld in Paragraaf 31.6, een voorbeeld voor het gebruik van zowel een bekabelde als een draadloze verbinding wordt gegeven in Voorbeeld 31-3.

31.3.7. Problemen verhelpen

Indien er problemen met het draadloos netwerk zijn, zijn er een aantal stappen die genomen kunnen worden om het probleem te helpen verhelpen.

- Indien het toegangspunt niet vermeld wordt tijdens het scannen, controleer dan of het draadloze apparaat niet is ingesteld op een beperkt aantal kanalen.
- Indien het niet mogelijk is om met een toegangspunt te associëren, controleer dan of de instellingen van het station overeenkomen met die van het toegangspunt. Dit omvat het authenticatieschema en de beveiligingsprotocollen. Versimpel de configuratie zoveel mogelijk. Indien een beveiligingsprotocol als WPA of WEP wordt gebruikt, stel het toegangspunt dan in voor open authenticatie en geen beveiliging en kijk of er verkeer door kan.
- Wanneer er met het toegangspunt geassocieerd kan worden, stel dan een diagnose over alle beveiligingsinstellingen met eenvoudige gereedschappen zoals ping(8).

wpa_supplicant biedt veel ondersteuning voor debuggen; probeer het handmatig te draaien met de optie -dd en controleer de systeemlogs.

- Er zijn ook veel debug-gereedschappen op lagere niveaus. Het is mogelijk om debugberichten in de laag die het 802.11 protocol ondersteunt aan te zetten door het programma wlandebug te gebruiken dat gevonden wordt in /usr/src/tools/tools/net80211. Bijvoorbeeld:

```
# wlandebug -i ath0 +scan+auth+debug+assoc
net.wlan.0.debug: 0 => 0xc80000<assoc,auth,scan>
```

kan worden gebruikt om consoleberichten aan te zetten die te maken hebben met het scannen van toegangspunten en het uitvoeren van 802.11 handshakes die nodig zijn om communicatie te regelen.

Er worden ook veel nuttige statistieken door de 802.11 laag bijgehouden; het gereedschap wlanstats geeft deze informatie weer. Deze statistieken zouden alle fouten die door de 802.11 laag zijn geïdentificeerd moeten identificeren. Let erop dat sommige fouten worden geïdentificeerd in de apparaatstuurprogramma's die onder de 802.11 laag liggen zodat ze niet verschijnen. Voor het diagnosticeren van apparaatspecifieke problemen dient de documentatie van het stuurprogramma geraadpleegd te worden.

Indien de bovenstaande informatie niet helpt om het probleem te verhelderen, stuur dan een probleemrapport op inclusief de uitvoer van de bovenstaande gereedschappen.

31.4. Bluetooth

31.4.1. Introductie

Bluetooth is een draadloze technologie om persoonlijke netwerken aan te maken die in de vrije 2,4GHz-band werken binnen een straal van 10 meter. Deze netwerken worden gewoonlijk ad-hoc gevormd en bestaan uit draagbare apparaten zoals mobiele telefoons, handhelds en laptops. In tegenstelling tot die andere populaire draadloze techniek, Wi-Fi, biedt Bluetooth een hoger niveau van serviceprofielen, zoals FTP-achtige bestandsservers, pushing van bestanden, stemtransport, emulatie van seriële lijnen, en meer.

De Bluetooth stack is in FreeBSD geïmplementeerd door gebruik te maken van het Netgraph-raamwerk (zie `netgraph(4)`). Veel van de Bluetooth USB-dongles worden ondersteund door het stuurprogramma `ng_ubt(4)`. Apparaten gebaseerd op de Broadcom BCM2033 chip worden ondersteund door de stuurprogramma's `ubtbcmfw(4)` en `ng_ubt(4)`. De 3Com Bluetooth PC Card 3CRWB60-A wordt ondersteund door het stuurprogramma `ng_bt3c(4)`. Seriële en op UART gebaseerde Bluetooth-apparaten worden ondersteund via `sio(4)`, `ng_h4(4)`, en `hcseriald(8)`. Deze sectie beschrijft het gebruik van de USB Bluetooth-dongle.

31.4.2. Het apparaat inpriken

Standaard zijn stuurprogramma's voor Bluetooth-apparaten beschikbaar als kernelmodules. Voordat een apparaat wordt aangekoppeld, dient het stuurprogramma in de kernel geladen te worden:

```
# kldload ng_ubt
```

Indien het Bluetooth-apparaat tijdens het opstarten van het systeem in het systeem aanwezig is, kan de module vanuit `/boot/loader.conf` geladen worden:

```
ng_ubt_load="YES"
```

Prik de USB-dongle in. Uitvoer vergelijkbaar aan de onderstaande zal op de console (of in syslog) verschijnen:

```
ubt0: vendor 0x0a12 product 0x0001, rev 1.10/5.25, addr 2
ubt0: Interface 0 endpoints: interrupt=0x81, bulk-in=0x82, bulk-out=0x2
ubt0: Interface 1 (alt.config 5) endpoints: isoc-in=0x83, isoc-out=0x3,
      wMaxPacketSize=49, nframes=6, buffer size=294
```

Het script `/etc/rc.d/bluetooth` wordt gebruikt om de Bluetooth-stack te starten en te stoppen. Het is een goed idee om de stack te stoppen voordat het apparaat wordt losgekoppeld, maar het is (gewoonlijk) niet fataal. Tijdens het starten van de stack verschijnt er uitvoer vergelijkbaar met de onderstaande:

```
# /etc/rc.d/bluetooth start ubt0
BD_ADDR: 00:02:72:00:d4:1a
Features: 0xff 0xff 0xf 00 00 00 00 00
<3-Slot> <5-Slot> <Encryption> <Slot offset>
<Timing accuracy> <Switch> <Hold mode> <Sniff mode>
<Park mode> <RSSI> <Channel quality> <SCO link>
<HV2 packets> <HV3 packets> <u-law log> <A-law log> <CVSD>
<Paging scheme> <Power control> <Transparent SCO data>
Max. ACL packet size: 192 bytes
Number of ACL packets: 8
Max. SCO packet size: 64 bytes
```

Number of SCO packets: 8

31.4.3. Host Controller Interface (HCI)

Het Host Controller Interface (HCI) biedt een opdrachtinterface naar de controller van de basisband en de verbindingsbeheerder, en toegang tot hardwarestatus en controleregisters. Deze interface biedt een uniforme manier om de mogelijkheden van de basisband van Bluetooth te benaderen. De HCI-laag op de gastheer wisselt gegevens en opdrachten uit met de HCI-firmware in de Bluetooth-hardware. Het stuurprogramma voor de Host Controller Transport Layer (i.e. de fysieke bus) biedt aan beide HCI-lagen de mogelijkheid om informatie met elkaar uit te wisselen.

Voor een enkel Bluetooth-apparaat wordt een enkele Netgraph knoop van het type *hci* aangemaakt. De HCI-knoop is normaliter verbonden met de knoop van het Bluetooth-apparaatstuurprogramma (naar beneden toe) en de L2CAP-knoop (naar boven toe). Alle HCI-bewerkingen dienen te worden uitgevoerd op de HCI-knoop en niet op de knoop van het apparaatstuurprogramma. De standaardnaam voor de HCI-knoop is “devicehci”. Kijk voor meer details in de hulppagina `ng_hci(4)`.

Eén van de meest voorkomende taken is het ontdekken van Bluetooth-apparaten binnen radiobereik. Deze bewerking wordt *ondervragen* genoemd. Ondervragen en andere HCI-gerelateerde bewerkingen worden uitgevoerd met het programma `hccontrol(8)`. Het onderstaande voorbeeld laat zien hoe kan worden uitgezocht welke Bluetooth-apparaten zich binnen het bereik bevinden. De lijst met apparaten zou binnen enkele seconden moeten binnenkomen. Bedenk dat een apparaat op afstand alleen antwoord op de ondervraging zal geven indien het in *ontdekbare* modus staat.

```
% hccontrol -n ubt0hci inquiry
Inquiry result, num_responses=1
Inquiry result #0
    BD_ADDR: 00:80:37:29:19:a4
    Page Scan Rep. Mode: 0x1
    Page Scan Period Mode: 00
    Page Scan Mode: 00
    Class: 52:02:04
    Clock offset: 0x78ef
Inquiry complete. Status: No error [00]
```

BD_ADDR is een uniek adres van een Bluetooth-apparaat, vergelijkbaar met een MAC-adres van een netwerkkaart. Dit adres is nodig voor verdere communicatie met een apparaat. Het is mogelijk om een menselijk leesbare naam aan een BD_ADDR toe te kennen. Het bestand `/etc/bluetooth/hosts` bevat informatie over de bekende Bluetooth-gastheren. Het volgende voorbeeld laat zien hoe de menselijk leesbare naam dat aan het apparaat op afstand was toegekend te verkrijgen is:

```
% hccontrol -n ubt0hci remote_name_request 00:80:37:29:19:a4
BD_ADDR: 00:80:37:29:19:a4
Name: Pav's T39
```

Tijdens het uitvoeren van een ondervraging op een Bluetooth-apparaat op afstand zal het de computer als “uw.gastheer.naam (ubt0)” vinden. De naam die aan het lokale apparaat is toegekend, kan altijd gewijzigd worden.

Het Bluetooth-systeem biedt een punt-naar-punt-verbinding (slechts twee Bluetooth-eenheden betrokken), of een punt-naar-veelpunt-verbinding. Bij een punt-naar-veelpunt-verbinding wordt de verbinding met meerdere

Bluetooth-apparaten gedeeld. Het volgende voorbeeld laat zien hoe de lijst met actieve basisbandverbindingen voor het lokale apparaat te verkrijgen is:

```
% hccontrol -n ubt0hci read_connection_list
Remote BD_ADDR      Handle Type Mode Role Encrypt Pending Queue State
00:80:37:29:19:a4    41  ACL   0  MAST  NONE      0      0  OPEN
```

Een *verbindingshandvat* is nuttig indien het beëindigen van de basisbandverbinding noodzakelijk is. Normaalgesproken is het niet nodig om dit handmatig te doen. De stack zal automatisch niet-actieve basisbandverbindingen beëindigen.

```
# hccontrol -n ubt0hci disconnect 41
Connection handle: 41
Reason: Connection terminated by local host [0x16]
```

Raadpleeg `hccontrol help` voor een volledige lijst van beschikbare HCI-opdrachten. Voor de meeste HCI-opdrachten zijn geen beheerdersrechten nodig.

31.4.4. Logical Link Control and Adaptation Protocol (L2CAP)

Het Logical Link Control and Adaptation Protocol (L2CAP) biedt verbindingsgewijze en verbindingloze gegevensdiensten met mogelijkheden om protocollen te multiplexen en mogelijkheden voor segmentatie/herassemblage voor protocollen in hogere lagen. L2CAP staat toe dat protocollen en toepassingen in hogere lagen L2CAP-gegevenspakketten met een maximale lengte van 64 kB te verzenden en ontvangen.

L2CAP is op het concept van *kanalen* gebaseerd. Een kanaal is een logische verbinding bovenop een basisbandverbinding. Elk kanaal is op een veel-op-één manier aan een enkel protocol gebonden. Aan hetzelfde protocol kunnen meerdere kanalen worden gebonden, maar één kanaal kan niet aan meerdere protocollen worden gebonden. Elk L2CAP-pakket dat op een kanaal wordt ontvangen, wordt naar het juiste hogere protocol doorgestuurd. Meerdere kanalen kunnen dezelfde basisbandverbinding delen.

Voor elk Bluetooth-apparaat wordt een enkele Netgraph-knoop van het soort *l2cap* aangemaakt. De L2CAP-knoop is normaalgesproken verbonden met de Bluetooth HCI-knoop (naar beneden toe) en de knopen van de stopcontacten voor Bluetooth (naar boven toe). De standaardnaam voor de L2CAP-knoop is “device12cap”. Zie voor meer details de hulppagina `ng_l2cap(4)`.

Een nuttig commando is `l2ping(8)`, dat gebruikt kan worden om andere apparaten te pingen. Sommige Bluetooth-implementaties geven niet alle verzonden gegevens terug, dus is 0 bytes normaal in het volgende voorbeeld.

```
# l2ping -a 00:80:37:29:19:a4
0 bytes from 0:80:37:29:19:a4 seq_no=0 time=48.633 ms result=0
0 bytes from 0:80:37:29:19:a4 seq_no=1 time=37.551 ms result=0
0 bytes from 0:80:37:29:19:a4 seq_no=2 time=28.324 ms result=0
0 bytes from 0:80:37:29:19:a4 seq_no=3 time=46.150 ms result=0
```

Met het programma `l2control(8)` kunnen verschillende bewerkingen op L2CAP-knopen worden uitgevoerd. Dit voorbeeld laat zien hoe de lijst met logische verbindingen (kanalen) en de lijst met basisbandverbindingen voor het lokale apparaat verkregen kunnen worden:

```
% l2control -a 00:02:72:00:d4:1a read_channel_list
L2CAP channels:
```

```

Remote BD_ADDR      SCID/ DCID   PSM   IMTU/ OMTU State
00:07:e0:00:0b:ca   66/    64     3    132/  672 OPEN
% l2control -a 00:02:72:00:d4:1a read_connection_list
L2CAP connections:
Remote BD_ADDR      Handle Flags Pending State
00:07:e0:00:0b:ca   41 0           0 OPEN

```

Een ander diagnostisch programma is `btsockstat(1)`. Het heeft ongeveer hetzelfde doel als `netstat(1)`, maar dan voor Bluetooth-netwerkgerelateerde gegevensstructuren. Het onderstaande voorbeeld laat dezelfde logische verbinding zien als die van `l2control(8)` hierboven.

```

% btsockstat
Active L2CAP sockets
PCB      Recv-Q Send-Q Local address/PSM      Foreign address  CID   State
c2afe900  0          0 00:02:72:00:d4:1a/3    00:07:e0:00:0b:ca 66    OPEN
Active RFCOMM sessions
L2PCB    PCB      Flag MTU    Out-Q DLCs State
c2afe900 c2b53380 1    127     0    Yes  OPEN
Active RFCOMM sockets
PCB      Recv-Q Send-Q Local address      Foreign address  Chan DLCI State
c2e8bc80  0      250 00:02:72:00:d4:1a 00:07:e0:00:0b:ca 3     6    OPEN

```

31.4.5. Het RFCOMM-protocol

Het RFCOMM-protocol biedt emulatie van seriële poorten over het L2CAP-protocol. Het protocol is gebaseerd op de ETSI-standaard TS 07.10. RFCOMM is een eenvoudig transportprotocol, met aanvullende voorzieningen om de 9 circuits van RS-232- (EIA/TIA-232-E-) seriële poorten te emuleren. Het RFCOMM-protocol ondersteunt tot 60 gelijktijdige verbindingen (RFCOMM-kanalen) tussen twee Bluetooth-apparaten.

Het is de bedoeling van RFCOMM dat in een volledig communicatiepad twee toepassingen op verschillende apparaten draaien (de eindpunten van de communicatie) met daartussen een communicatiesegment. RFCOMM is bedoeld om de toepassingen te beheren die gebruik maken van de seriële poorten van de apparaten waarop ze zijn geïnstalleerd. Het communicatiesegment is een directe Bluetooth-verbinding van het ene apparaat naar het andere.

RFCOMM houdt zich alleen bezig met de verbinding tussen twee apparaten bij directe verbindingen, of tussen het apparaat en een modem in het geval van een netwerk. RFCOMM kan andere opstellingen ondersteunen, zoals modules die via draadloze Bluetooth-technologie communiceren aan de ene kant, en een draadinterface aanbieden aan de andere kant.

In FreeBSD is het RFCOMM-protocol in de laag van de Bluetooth-stopcontacten geïmplementeerd.

31.4.6. Het paren van apparaten

Standaard is Bluetooth-communicatie niet geauthenticeerd en kan elk apparaat met elk ander apparaat praten. Een Bluetooth-apparaat (bijvoorbeeld een mobiele telefoon) kan ervoor kiezen dat voor bepaalde diensten authenticatie nodig is (bijvoorbeeld voor de inbedienst). Bluetooth-authenticatie geschied normaalgesproken met *PIN-codes*. Een PIN-code is een ASCII-reeks van maximaal 16 tekens lang. De gebruiker dient dezelfde PIN-code op beide apparaten in te voeren. Nadat de gebruiker de PIN-code heeft ingevoerd, zullen beide apparaten een *verbindingssleutel* aanmaken. Hierna kan de verbindingssleutel óf wel in de apparaten zelf, óf wel in een permanente opslag worden opgeslagen. De volgende keer zullen beide apparaten de van tevoren aangemaakte verbindingssleutel gebruiken.

Bovenstaande procedure wordt *paren* genoemd. Merk op dat indien een apparaat de verbindingssleutel verliest, het *paren* moet worden herhaald.

De daemon `hcsecd(8)` is verantwoordelijk voor het behandelen van alle verzoeken voor Bluetooth-authenticatie. Het standaard instellingenbestand is `/etc/bluetooth/hcsecd.conf`. Een voorbeeldsectie voor een mobiele telefoon waarvan de PIN-code willekeurig op “1234” is hieronder beschreven:

```
device {
    bdaddr 00:80:37:29:19:a4;
    name "Pav's T39";
    key nokey;
    pin "1234";
}
```

Er is geen limiet voor PIN-codes (behalve de lengte). Voor sommige apparaten (bijvoorbeeld Bluetooth-headsets) kan de PIN-code vast zijn ingebouwd. De schakelaar `-d` dwingt de daemon `hcsecd(8)` om op de voorgrond te blijven, zodat het gemakkelijk is om te zien wat er gebeurt. Stel het andere apparaat in om paarverzoeken te ontvangen en initialiseer de Bluetooth-verbinding naar het andere apparaat. Het apparaat moet zeggen dat het paarverzoek geaccepteerd is en om de PIN-code vragen. Geef dezelfde PIN-code op als in `hcsecd.conf`. Nu zijn de PC en het andere apparaat gepaard. Als alternatief kan *paren* op het andere apparaat worden geïnitieerd.

De volgende regel kan aan het bestand `/etc/rc.conf` worden toegevoegd om **hcsecd** automatisch met het systeem op te starten:

```
hcsecd_enable="YES"
```

Het volgende is een voorbeeld van de uitvoer van de daemon **hcsecd**:

```
hcsecd[16484]: Got Link_Key_Request event from 'ubt0hci', remote bdaddr 0:80:37:29:19:a4
hcsecd[16484]: Found matching entry, remote bdaddr 0:80:37:29:19:a4, name 'Pav's T39', link key d
hcsecd[16484]: Sending Link_Key_Negative_Reply to 'ubt0hci' for remote bdaddr 0:80:37:29:19:a4
hcsecd[16484]: Got PIN_Code_Request event from 'ubt0hci', remote bdaddr 0:80:37:29:19:a4
hcsecd[16484]: Found matching entry, remote bdaddr 0:80:37:29:19:a4, name 'Pav's T39', PIN code e
hcsecd[16484]: Sending PIN_Code_Reply to 'ubt0hci' for remote bdaddr 0:80:37:29:19:a4
```

31.4.7. Service Discovery Protocol (SDP)

Het Service Discovery Protocol (SDP) biedt voor cliënttoepassingen de mogelijkheid om diensten te ontdekken die door servertoepassingen worden aangeboden alsook de kenmerken van deze diensten. De kenmerken van een dienst omvatten de soort of klasse van de aangeboden dienst en de informatie over het mechanisme of protocol dat nodig is om de dienst te gebruiken.

SDP omvat communicatie tussen een SDP-server en een SDP-cliënt. De server houdt een lijst van dienstenregistraties bij die de eigenschappen van de diensten beschrijven die met de server geassocieerd zijn. Elke dienstregistratie bevat informatie over een enkele dienst. Een cliënt kan informatie over een dienstregistratie opvragen die door de SDP-server wordt bijgehouden door een SDP-verzoek in te dienen. Indien de cliënt, of een toepassing die met de cliënt geassocieerd is, besluit om de dienst te gebruiken, moet het een aparte verbinding naar de aanbieder van de dienst openen om de dienst te gebruiken. SDP biedt een mechanisme om diensten en hun attributen te ontdekken, maar het biedt geen mechanisme om die diensten te gebruiken.

Normaalgesproken zoekt een SDP-cliënt naar diensten naar aanleiding van enkele gewenste eigenschappen van die diensten. Soms is het echter wenselijk om te ontdekken welke soorten diensten door de dienstregistraties van een

SDP-server worden beschreven zonder enige voorkennis van deze diensten. Dit kijken naar alle aangeboden diensten wordt *browse* genoemd.

De Bluetooth SDP-server `sdpd(8)` en de opdrachtregelcliënt `sdpcontrol(8)` zitten in de standaard FreeBSD-installatie. Het volgende voorbeeld laat zien hoe een SDP-browse query uit te voeren.

```
% sdpcontrol -a 00:01:03:fc:6e:ec browse
Record Handle: 00000000
Service Class ID List:
    Service Discovery Server (0x1000)
Protocol Descriptor List:
    L2CAP (0x0100)
        Protocol specific parameter #1: u/int/uuid16 1
        Protocol specific parameter #2: u/int/uuid16 1

Record Handle: 0x00000001
Service Class ID List:
    Browse Group Descriptor (0x1001)

Record Handle: 0x00000002
Service Class ID List:
    LAN Access Using PPP (0x1102)
Protocol Descriptor List:
    L2CAP (0x0100)
    RFCOMM (0x0003)
        Protocol specific parameter #1: u/int8/bool 1
Bluetooth Profile Descriptor List:
    LAN Access Using PPP (0x1102) ver. 1.0
```

... enzovoorts. Merk op dat elke dienst een lijst met attributen heeft (bijvoorbeeld een RFCOMM-kanaal). Afhankelijk van de dienst kan het nodig zijn om een aantekening van sommige attributen te maken. Sommige Bluetooth-implementaties ondersteunen dienst-browse niet en zullen een lege lijst teruggeven. In dit geval is het mogelijk om naar de specifieke dienst te zoeken. Het onderstaande voorbeeld laat zien hoe naar de dienst OBEX Object Push (OPUSH) gezocht kan worden:

```
% sdpcontrol -a 00:01:03:fc:6e:ec search OPUSH
```

Het aanbieden van diensten op FreeBSD aan Bluetooth-cliënten wordt gedaan met de server `sdpd(8)`. De volgende regel kan aan het bestand `/etc/rc.conf` worden toegevoegd:

```
sdpd_enable="YES"
```

Het daemon **sdpd** kan worden gestart met:

```
# /etc/rc.d/sdpd start
```

De plaatselijke servertoepassing die Bluetooth-diensten wil aanbieden aan verre cliënten zal de dienst registreren bij de plaatselijke SDP-daemon. Een voorbeeld van zo'n toepassing is `rfcomm_pppd(8)`. Nadat het gestart is zal het de Bluetooth LAN-dienst bij de plaatselijke SDP-daemon registreren.

De lijst met diensten die bij de plaatselijke SDP-server zijn geregistreerd kan worden opgevraagd door te SDP-browse via het plaatselijke controlekanaal:

```
# sdpcontrol -l browse
```


31.4.8. Dial-Up Networking (DUN) en netwerktoegang met PPP (LAN) profielen

Het inbelnetwerk (DUN) profiel wordt het meeste gebruikt met modems en mobiele telefoons. De volgende scenario's worden in dit profiel behandeld:

- het gebruik van een mobiele telefoon of modem door een computer als een draadloze modem voor het verbinden met een inbelserver voor Internet-toegang, of voor andere inbeldiensten;
- het gebruik van een mobiele telefoon of modem door een computer om gegevensoproepen te ontvangen.

Het profiel voor netwerktoegang met PPP (LAN) kan in de volgende situaties gebruikt worden:

- LAN-toegang voor een enkel Bluetooth-apparaat;
- LAN-toegang voor meerdere Bluetooth-apparaten;
- PC naar PC (door PPP-netwerken over een seriële kabel te emuleren).

Op FreeBSD zijn beide profielen geïmplementeerd met `ppp(8)` en `rfcomm_pppd(8)` - een wrapper die een RFCOMM Bluetooth-verbinding omzet in iets waar PPP mee overweg kan. Voordat een profiel gebruikt kan worden, dient een nieuw PPP-label in het bestand `/etc/ppp/ppp.conf` te worden aangemaakt. Raadpleeg de hulppagina `rfcomm_pppd(8)` voor voorbeelden.

In het volgende voorbeeld zal `rfcomm_pppd(8)` gebruikt worden om RFCOMM-verbinding met een verre apparaat met BD_ADDR 00:80:37:29:19:a4 op een DUN RFCOMM-kanaal te maken. Het eigenlijke RFCOMM-kanaalnummer wordt via SDP van het verre apparaat verkregen. Het is mogelijk om het RFCOMM-kanaal handmatig op te geven, en in dat geval zal `rfcomm_pppd(8)` het SDP-verzoek niet uitvoeren. Gebruik `sdpcntrl(8)` om het RFCOMM-kanaal op het verre apparaat te achterhalen.

```
# rfcomm_pppd -a 00:80:37:29:19:a4 -c -C dun -l rfcomm-dialup
```

Om netwerktoegang met PPP (LAN) aan te bieden moet de server `sdpd(8)` draaien. Er dient een nieuwe regel voor LAN-cliënten in het bestand `/etc/ppp/ppp.conf` aangemaakt te worden. Raadpleeg de hulppagina `rfcomm_pppd(8)` voor voorbeelden. Tenslotte dient de RFCOMM PPP-server op een geldig RFCOMM-kanaal gestart te worden. De RFCOMM PPP-server zal automatisch de Bluetooth LAN-dienst bij de plaatselijke SDP-daemon registreren. Het volgende voorbeeld laat zien hoe een RFCOMM PPP-server te starten:

```
# rfcomm_pppd -s -C 7 -l rfcomm-server
```

31.4.9. Het OBEX Object Push (OPUSH) profiel

OBEX is een veelgebruikt protocol voor eenvoudige bestandsoverdrachten tussen mobiele apparaten. Het primaire gebruik is infraroodcommunicatie, waar het wordt gebruikt voor generieke bestandsoverdrachten tussen notebooks of PDA's, en om visitekaarten en kalenderregels tussen mobiele telefoons en andere apparaten met PIM-toepassingen over te dragen.

De OBEX-server en cliënt zijn geïmplementeerd als een pakket van derde partij, **obexapp**, dat beschikbaar is als de port `comms/obexapp`.

De OBEX-cliënt wordt gebruikt om objecten naar en/of van de OBEX-server te duwen/trekken. Een object kan bijvoorbeeld een visitekaart of een afspraak zijn. De OBEX-cliënt kan het RFCOMM-kanaalnummer van het verre apparaat via SDP opvragen. Dit kan gedaan worden door de dienstnaam in plaats van het RFCOMM-kanaalnummer op te geven. De ondersteunde dienstnamen zijn: IrMC, FTRN, en OPUSH. Het is mogelijk om het RFCOMM-kanaal

als een nummer op te geven. Het onderstaande is een voorbeeld van een OBEX-sessie, waar een apparaatinformatie-object van de mobiele telefoon wordt getrokken, en een nieuw object (een visitekaart) in de gids van de telefoon wordt geduwd:

```
% obexapp -a 00:80:37:29:19:a4 -C IrMC
obex> get telecom/devinfo.txt devinfo-t39.txt
Success, response: OK, Success (0x20)
obex> put new.vcf
Success, response: OK, Success (0x20)
obex> di
Success, response: OK, Success (0x20)
```

Om de dienst OBEX Object Push aan te bieden, moet de server `sdpd(8)` draaien. Er moet een hoofdmap worden aangemaakt waarin alle binnenkomende objecten worden opgeslagen. Het standaardpad naar de hoofdmap is `/var/spool/obex`. Tenslotte moet de OBEX-server op een geldig RFCOMM-kanaal worden gestart. De OBEX-server zal automatisch de dienst OBEX Object Push bij de plaatselijke SDP-daemon registreren. Het onderstaande voorbeeld laat zien hoe de OBEX-server gestart wordt:

```
# obexapp -s -C 10
```

31.4.10. Serial Port Profile (SPP)

Het Seriële Poort Profiel (SPP) zorgt ervoor dat Bluetooth-apparaten RS232 (of gelijkwaardige) seriële kabels kunnen emuleren. Het scenario dat dit profiel behandelt zorgt ervoor dat oude toepassingen Bluetooth kunnen gebruiken als vervanging van kabels, door gebruik te maken van een virtuele seriële poort.

Het programma `rfcomm_sppd(1)` implementeert het Seriële Poort profiel. Een pseudo-tty wordt gebruikt als abstractie voor een virtuele seriële poort. Onderstaand voorbeeld laat zien hoe met een Seriële Poortdienst voor verre apparaten te verbinden. Merk op dat het niet nodig is om een RFCOMM-kanaal te kiezen - `rfcomm_sppd(1)` kan het via SDP van het verre apparaat verkrijgen. Dit kan worden overruled door een RFCOMM-kanaal op de opdrachtregel te specificeren.

```
# rfcomm_sppd -a 00:07:E0:00:0B:CA -t /dev/tty6
rfcomm_sppd[94692]: Starting on /dev/tty6...
```

Als er een verbinding is, kan de pseudo-tty als seriële poort worden gebruikt:

```
# cu -l tty6
```

31.4.11. Problemen oplossen

31.4.11.1. Een apparaat op afstand kan geen verbinding maken

Sommige oudere Bluetooth-apparaten ondersteunen het wisselen van rol niet. Standaard probeert FreeBSD, wanneer het een nieuwe verbinding accepteert, een rolwisseling uit te voeren en meester te worden. Apparaten die dit niet ondersteunen zullen niet kunnen verbinden. Merk op dat van rol wordt gewisseld wanneer een nieuwe verbinding wordt gemaakt, dus het is niet mogelijk om het verre apparaat te vragen of het rolwisseling ondersteunt. Er is een HCI-optie om rolwisselen aan de plaatselijke kant uit te zetten:

```
# hccontrol -n ubt0hci write_node_role_switch 0
```

31.4.11.2. Er gaat iets mis, kan ik precies zien wat er gebeurt?

Ja, dit is mogelijk. Gebruik het pakket **hcidump**, dat beschikbaar is als de port `comms/hcidump`. Het gereedschap **hcidump** is vergelijkbaar met `tcpdump(1)`. Het kan gebruikt worden om de inhoud van Bluetooth-pakketten op de terminal te laten zien en om de Bluetooth-pakketten naar een bestand te schrijven.

31.5. Bridging

31.5.1. Introductie

Soms is het handig om één fysiek netwerk (zoals een Ethernet-segment) in twee gescheiden netwerksegmenten te verdelen zonder de noodzaak om een IP-subnet aan te maken en een router te gebruiken om de segmenten met elkaar te verbinden. Een apparaat dat twee netwerken op deze manier met elkaar verbindt wordt een “bridge (brug)” genoemd. Een FreeBSD-systeem met twee netwerkkaarten kan als bridge dienen.

De bridge werkt door de adressen van de MAC-laag (Ethernetadressen) van de apparaten op elke netwerkinterface te leren. Het stuurt alleen verkeer tussen twee netwerken door indien de bron en het doel zich op verschillende netwerken bevinden.

In vele opzichten is een bridge als een Ethernet-switch met erg weinig poorten.

31.5.2. Situaties waarin bridging juist is

Er zijn vandaag de dag veel situaties waarin een bridge gebruikt wordt.

31.5.2.1. Netwerken verbinden

Het basisgebruik van een bridge is het met elkaar verbinden van twee of meer netwerksegmenten. Er zijn vele redenen om een hostgebaseerde bridge te gebruiken in plaats van simpele netwerkapparaten zoals kabelbeperkingen, firewalling of het verbinden van pseudonetwerken zoals een interface van een virtuele machine. Een bridge kan ook een draadloze interface die in hostap-modus draait met een bedraad netwerk verbinden en als een toegangspunt dienen.

31.5.2.2. Filtering/Bandbreedtebeheersende firewall

Een gebruikelijke situatie dient zich voor wanneer de functionaliteit van een firewall nodig is zonder routing of network address translation (NAT).

Een voorbeeld is een klein bedrijf dat via DSL of ISDN met hun internetprovider verbonden is. Dit bedrijf heeft 13 wereldwijd bereikbare IP-adressen van de internetprovider en 10 PC's op hun netwerk. In deze situatie is een firewall die op een router gebaseerd is lastig wegens subnet-problemen.

Een firewall die op een bridge gebaseerd is kan ingesteld en net na de DSL- of ISDN-router geplaatst worden zonder dat er problemen met IP-nummers optreden.

31.5.2.3. Netwerktap

Een bridge kan twee netwerksegmenten verbinden en kan gebruikt worden om alle Ethernetframes die tussen dezen voorbijkomen te inspecteren. Dit kan òfwel vanuit het gebruik van `bpf(4)/tcpdump(1)` op de bridge-interface òfwel door een kopie van alle frames naar een extra interface (overspanpoort) te versturen.

31.5.2.4. Laag 2 VPN

Twee Ethernetnetwerken kunnen over een IP-verbinding verbonden worden door de netwerken naar een EtherIP-tunnel te bridgen of met een oplossing gebaseerd op `tap(4)` zoals OpenVPN.

31.5.2.5. Laag 2 Redundancy

Een netwerk kan met meerdere verbindingen verbonden worden en het Spanning Tree Protocol gebruiken om overbodige paden te blokkeren. Een Ethernetnetwerk kan alleen juist functioneren indien er slechts één actief pad bestaat tussen twee apparaten, Spanning Tree zal lussen detecteren en de overbodige verbindingen in een geblokkeerde toestand zetten. Indien een van de actieve verbindingen faalt zal het protocol een andere boom berekenen en een van de geblokkeerde paden weer activeren om de verbindingen naar alle punten in het netwerk te herstellen.

31.5.3. De kernel instellen

Deze sectie behandelt de bridges geïmplementeerd met `if_bridge(4)`, een stuurprogramma dat bridges met `netgraph` implementeert is ook beschikbaar, zie voor meer informatie de hulppagina `ng_bridge(4)`.

Het bridge-stuurprogramma is een kernelmodule en zal automatisch door `ifconfig(8)` worden geladen wanneer er een bridge-interface wordt aangemaakt. Het is mogelijk om de bridge in de kernel te compileren door `device if_bridge` aan het kernelinstellingenbestand toe te voegen.

Pakketfiltering kan met elk firewall-pakket worden gebruikt dat via het raamwerk `pfil(9)` aankoppelt. De firewall kan als een module worden geladen of in de kernel worden gecompileerd.

De bridge kan als met `altq(4)` of `dummynet(4)` als een verkeersregelaar worden gebruikt.

31.5.4. De bridge inschakelen

De bridge wordt aangemaakt door interfaces te klonen. Om een bridge aan te maken wordt `ifconfig(8)` gebruikt, indien het bridge-stuurprogramma niet in de kernel aanwezig is zal het automatisch worden geladen.

```
# ifconfig bridge create
# ifconfig bridge0
bridge0: flags=8802<BROADCAST,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
        ether 96:3d:4b:f1:79:7a
        id 00:00:00:00:00:00 priority 32768 hellotime 2 fwddelay 15
        maxage 20 holdcnt 6 proto rstp maxaddr 100 timeout 1200
        root id 00:00:00:00:00:00 priority 0 ifcost 0 port 0
```

Een bridge-interface is aangemaakt en er is automatisch een random gegenereerd Ethernetadres aan toegekend. De parameters `maxaddr` en `timeout` bepalen hoeveel MAC-adressen de bridge in de doorstuurtabel houdt en hoeveel

seconden voordat elke regel wordt verwijderd nadat het voor het laatst gezien is. De andere parameters bepalen hoe Spanning Tree werkt.

Voeg de netwerkinterfaces die lid zijn aan de bridge toe. Om de bridge pakketten te laten doorsturen dienen alle lidinterfaces en de bridge actief te zijn:

```
# ifconfig bridge0 addm fxp0 addm fxp1 up
# ifconfig fxp0 up
# ifconfig fxp1 up
```

De bridge stuurt nu Ethernet-frames door tussen fxp0 en fxp1. De overeenkomstige configuratie in `/etc/rc.conf` zodat de bridge tijdens het opstarten wordt aangemaakt is:

```
cloned_interfaces="bridge0"
ifconfig_bridge0="addm fxp0 addm fxp1 up"
ifconfig_fxp0="up"
ifconfig_fxp1="up"
```

Indien de bridge-gastheer een IP-adres nodig heeft dan is de juiste plaats om dit in te stellen op de bridge-interface zelf in plaats van op een van de lidinterfaces. Dit kan statisch of via DHCP worden ingesteld:

```
# ifconfig bridge0 inet 192.168.0.1/24
```

Het is ook mogelijk om een IPv6-adres aan een bridge-interface toe te kennen.

31.5.5. Firewalls gebruiken

Wanneer pakketten worden gefilterd, zullen gebridgete pakketten het filter inbound op de vertrekkende interface passeren, op de bridge-interface en outbound op de bestemde interface. Elke stap kan uitgezet worden. Wanneer de richting van het pakketverkeer belangrijk is, kan de firewall het beste op de lidinterfaces draaien en niet op de bridge zelf.

De bridge heeft verschillende aanpasbare instellingen voor het doorlaten van non-IP- en ARP-pakketten, en een laag 2 firewall met IPFW. Zie `if_bridge(4)` voor meer informatie.

31.5.6. Opspannende boom

Het bridge-stuurprogramma implementeert het Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP of 802.1w) met terugwaartse compatibiliteit met het verouderde Spanning Tree Protocol (STP). Spanning Tree wordt gebruikt om lussen in een netwerktopologie te detecteren en verwijderen. RSTP biedt snellere convergentie naar een opspannende boom dan het verouderde STP, het protocol wisselt informatie met naburige switches uit om snel naar forwarding over te gaan zonder lussen te creëren. FreeBSD ondersteunt RSTP en STP als opties, waarbij RSTP de standaard is.

Spanning Tree kan op lidinterfaces worden geactiveerd met het commando `stp`. Voor een bridge met fxp0 en fxp1 alle huidige interfaces, wordt STP met het volgende geactiveerd:

```
# ifconfig bridge0 stp fxp0 stp fxp1
bridge0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
ether d6:cf:d5:a0:94:6d
id 00:01:02:4b:d4:50 priority 32768 hellotime 2 fwddelay 15
maxage 20 holdcnt 6 proto rstp maxaddr 100 timeout 1200
```

```

root id 00:01:02:4b:d4:50 priority 32768 ifcost 0 port 0
member: fxp0 flags=1c7<LEARNING,DISCOVER,STP,AUTOEDGE,PTP,AUTOPTP>
        port 3 priority 128 path cost 200000 proto rstp
        role designated state forwarding
member: fxp1 flags=1c7<LEARNING,DISCOVER,STP,AUTOEDGE,PTP,AUTOPTP>
        port 4 priority 128 path cost 200000 proto rstp
        role designated state forwarding

```

De bridge heeft spanning tree ID 00:01:02:4b:d4:50 en prioriteit 32768. Aangezien het root id hetzelfde is geeft dit aan dat dit de hoofdbridge voor de boom is.

Een andere bridge in het netwerk heeft spanning tree ook geactiveerd:

```

bridge0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
        ether 96:3d:4b:f1:79:7a
        id 00:13:d4:9a:06:7a priority 32768 hellotime 2 fwddelay 15
        maxage 20 holdcnt 6 proto rstp maxaddr 100 timeout 1200
        root id 00:01:02:4b:d4:50 priority 32768 ifcost 400000 port 4
        member: fxp0 flags=1c7<LEARNING,DISCOVER,STP,AUTOEDGE,PTP,AUTOPTP>
                port 4 priority 128 path cost 200000 proto rstp
                role root state forwarding
        member: fxp1 flags=1c7<LEARNING,DISCOVER,STP,AUTOEDGE,PTP,AUTOPTP>
                port 5 priority 128 path cost 200000 proto rstp
                role designated state forwarding

```

De regel `root id 00:01:02:4b:d4:50 priority 32768 ifcost 400000 port 4` geeft aan dat de hoofdbridge 00:01:02:4b:d4:50 is zoals boven en dat de padkosten 400000 zijn vanaf deze bridge, het pad naar de hoofdbridge gaat via port 4 welke fxp0 is.

31.5.7. Geavanceerd bridgen

31.5.7.1. Verkeersstromen reconstrueren

De bridge ondersteunt `monitormodus`, waarin de pakketten worden verwijderd nadat ze door `bpf(4)` zijn verwerkt, en ze niet verder verwerkt of doorgestuurd worden. Dit kan worden gebruikt om de invoer van twee of meer interfaces naar een enkele `bpf(4)`-stroom te multiplexen. Dit is nuttig voor het reconstrueren van het verkeer voor netwerk taps welke de RX/TX-signalen over twee verschillende interfaces uitzenden.

Om de invoer van vier netwerkinterfaces als één stroom te lezen:

```

# ifconfig bridge0 addm fxp0 addmfxp1 addm fxp2 addm fxp3 monitor up
# tcpdump -i bridge0

```

31.5.7.2. SPAN poorten

Van elk Ethernet-frame dat door de bridge wordt ontvangen wordt er een kopie naar de aangewezen SPAN-poort verstuurd. Het aantal geconfigureerde SPAN-poorten op een bridge is onbeperkt, indien een interface aangewezen is als SPAN-poort kan het niet ook als gewone bridgepoort gebruikt worden. Dit is het nuttigste voor het passief af luisteren van een gebridged netwerk op een andere host die met een van de SPAN-poorten van de bridge verbonden is.

Om een kopie van alle frames naar het interface `fxp4` te versturen:

```
# ifconfig bridge0 span fxp4
```

31.5.7.3. Privé-interfaces

Een privé-interface stuurt geen verkeer door naar poorten die niet ook een privé-interface zijn. Het verkeer wordt onvoorwaardelijk geblokkeerd, dus worden er geen Ethernetframes doorgestuurd, inclusief ARP. Indien verkeer selectief dient te worden geblokkeerd dient er in plaats hiervan een firewall gebruikt te worden.

31.5.7.4. Klevende interfaces

Indien een lidinterface van een bridge als klevend is gemarkeerd worden dynamisch geleerde adresregels als statisch behandeld wanneer ze in de doorstuurcache komen. Klevende interfaces vallen nooit uit de cache en worden nooit vervangen, zelfs niet als het adres op een andere interface wordt gezien. Dit biedt het voordeel van statische adresregels zonder dat de doorstuurtabel van te voren gevuld hoeft te worden, cliënten die geleerd zijn op een bepaald segment van de bridge kunnen niet roamen naar een ander segment.

Een ander voorbeeld voor het gebruik van klevende adressen zou het combineren van de bridge met VLANs zijn om een router te creëren waar klantnetwerken geïsoleerd zijn zonder dat IP-adresruimte verspild wordt. Neem aan dat `KlantA` op `vlan100` zit en `KlantB` op `vlan101`. De bridge heeft het adres `192.168.0.1` en is tevens een internet-router.

```
# ifconfig bridge0 addm vlan100 sticky vlan100 addm vlan101 sticky vlan101
# ifconfig bridge0 inet 192.168.0.1/24
```

Beide cliënten zien `192.168.0.1` als hun standaard gateway en aangezien de bridge-cache kleverig is kunnen ze niet het MAC-adres van de andere klant spoofen om hun verkeer op te vangen.

Alle communicatie tussen de VLANs kan geblokkeerd worden door het gebruik van privé-interfaces (of een firewall):

```
# ifconfig bridge0 private vlan100 private vlan101
```

De klanten zijn compleet geïsoleerd van elkaar, het volledige /24 adresruimte kan zonder subnetten toegewezen worden.

31.5.7.5. Adresbeperkingen

Het aantal unieke bron-MAC-adressen achter een interface kan beperkt zijn. Wanneer de limiet bereikt is worden pakketten met een onbekend bronadres gedropt totdat een bestaande ingang in de host-cache vervalt of wordt verwijderd.

Het volgende voorbeeld stelt het maximum aantal Ethernetapparaten voor `KlantA` op `vlan100` in op 10.

```
# ifconfig bridge0 ifmaxaddr vlan100 10
```

31.5.7.6. SNMP-monitoring

De bridge-interface en STP-parameters kunnen gemonitord worden via het SNMP-daemon dat met het basis FreeBSD-systeem wordt meegeleverd. De geëxporteerde bridge-MIBs houden zich aan de standaarden van de IETF zodat elke SNMP-cliënt of monitorpakket kan worden gebruikt om de gegevens te verzamelen.

Op de bridge-machine dient de regel `begemotSnmpdModulePath."bridge" = "/usr/lib/snmp_bridge.so"` van `/etc/snmp.config` geactiveerd te worden en het daemon **bsnmpd** gestart te worden. Andere instellingen zoals gemeenschapsnamen en toegangslijsten dienen eventueel aangepast te worden. Zie `bsnmpd(1)` en `snmp_bridge(3)` voor meer informatie.

Het volgende voorbeeld gebruikt de software **Net-SNMP** (`net-mgmt/net-snmp` om een bridge te ondervragen, de port `net-mgmt/bsnmptools` kan ook worden gebruikt. Voeg de volgende regels toe aan `$HOME/.snmp/snmp.conf` op de SNMP-cliënt-host om de MIB-definities van de bridge in **Net-SNMP** te importeren:

```
mibdirs +/usr/share/snmp/mibs
mibs +BRIDGE-MIB:RSTP-MIB:BEGEMOT-MIB:BEGEMOT-BRIDGE-MIB
```

Om een enkele bridge via de IETF BRIDGE-MIB (RFC4188) te monitoren:

```
% snmpwalk -v 2c -c public bridge1.example.com mib-2.dot1dBridge
BRIDGE-MIB::dot1dBaseBridgeAddress.0 = STRING: 66:fb:9b:6e:5c:44
BRIDGE-MIB::dot1dBaseNumPorts.0 = INTEGER: 1 ports
BRIDGE-MIB::dot1dStpTimeSinceTopologyChange.0 = Timeticks: (189959) 0:31:39.59 centi-seconds
BRIDGE-MIB::dot1dStpTopChanges.0 = Counter32: 2
BRIDGE-MIB::dot1dStpDesignatedRoot.0 = Hex-STRING: 80 00 00 01 02 4B D4 50
...
BRIDGE-MIB::dot1dStpPortState.3 = INTEGER: forwarding(5)
BRIDGE-MIB::dot1dStpPortEnable.3 = INTEGER: enabled(1)
BRIDGE-MIB::dot1dStpPortPathCost.3 = INTEGER: 200000
BRIDGE-MIB::dot1dStpPortDesignatedRoot.3 = Hex-STRING: 80 00 00 01 02 4B D4 50
BRIDGE-MIB::dot1dStpPortDesignatedCost.3 = INTEGER: 0
BRIDGE-MIB::dot1dStpPortDesignatedBridge.3 = Hex-STRING: 80 00 00 01 02 4B D4 50
BRIDGE-MIB::dot1dStpPortDesignatedPort.3 = Hex-STRING: 03 80
BRIDGE-MIB::dot1dStpPortForwardTransitions.3 = Counter32: 1
RSTP-MIB::dot1dStpVersion.0 = INTEGER: rstp(2)
```

De waarde `dot1dStpTopChanges.0` is twee wat betekent dat de topologie van de STP-bridge twee maal veranderd is, een topologieverandering houdt in dat één of meerdere links in het netwerk zijn veranderd of hebben gefaald en dat er een nieuwe boom is berekend. De waarde `dot1dStpTimeSinceTopologyChange.0` laat zien wanneer dit gebeurde.

Om meerdere bridge-interfaces te monitoren kan men het privé BEGEMOT-BRIDGE-MIB gebruiken:

```
% snmpwalk -v 2c -c public bridge1.example.com
enterprises.fokus.begemot.begemotBridge
BEGEMOT-BRIDGE-MIB::begemotBridgeBaseName."bridge0" = STRING: bridge0
BEGEMOT-BRIDGE-MIB::begemotBridgeBaseName."bridge2" = STRING: bridge2
BEGEMOT-BRIDGE-MIB::begemotBridgeBaseAddress."bridge0" = STRING: e:ce:3b:5a:9e:13
BEGEMOT-BRIDGE-MIB::begemotBridgeBaseAddress."bridge2" = STRING: 12:5e:4d:74:d:fc
BEGEMOT-BRIDGE-MIB::begemotBridgeBaseNumPorts."bridge0" = INTEGER: 1
BEGEMOT-BRIDGE-MIB::begemotBridgeBaseNumPorts."bridge2" = INTEGER: 1
...
```

```

BEGEMOT-BRIDGE-MIB::begemotBridgeStpTimeSinceTopologyChange."bridge0" = Timeticks: (116927) 0:19:
BEGEMOT-BRIDGE-MIB::begemotBridgeStpTimeSinceTopologyChange."bridge2" = Timeticks: (82773) 0:13:4
BEGEMOT-BRIDGE-MIB::begemotBridgeStpTopChanges."bridge0" = Counter32: 1
BEGEMOT-BRIDGE-MIB::begemotBridgeStpTopChanges."bridge2" = Counter32: 1
BEGEMOT-BRIDGE-MIB::begemotBridgeStpDesignatedRoot."bridge0" = Hex-STRING: 80 00 00 40 95 30 5E 3
BEGEMOT-BRIDGE-MIB::begemotBridgeStpDesignatedRoot."bridge2" = Hex-STRING: 80 00 00 50 8B B8 C6 A

```

Om de bridge-interface die via de subboom `mib-2.dot1dBridge` wordt gemonitord te veranderen:

```

% snmpset -v 2c -c private bridge1.example.com
BEGEMOT-BRIDGE-MIB::begemotBridgeDefaultBridgeIf.0 s bridge2

```

31.6. Verbindingsaggregatie en failover

31.6.1. Introductie

De interface `lagg(4)` maakt het mogelijk om meerdere netwerkinterfaces te aggregeren in één virtueel interface voor het bieden van fout-tolerante en zeer snelle verbindingen.

31.6.2. Werkmodi

Failover

Zendt en ontvangt verkeer alleen door de meesterpoort. Wanneer de meesterpoort niet beschikbaar is, wordt de volgende actieve poort gebruikt. De eerste toegevoegde interface is de meesterpoort; alle interfaces die hierna zijn toegevoegd worden gebruikt als failover-apparaten.

Cisco® Fast EtherChannel®

Cisco Fast EtherChannel (FEC), is een statische installatie en onderhandelt niet over aggregatie met de peer noch wisselt het frames uit om de verbinding te monitoren. Indien de switch LACP ondersteunt dient dat gebruikt te worden.

FEC balanceert uitgaand verkeer over de actieve poorten gebaseerd op gehashde informatie over protocolheaders en accepteert inkomend verkeer van elke actieve poort. De hash bevat het Ethernet bron- en doeladres, en indien beschikbaar, de VLAN-tag, en de IPv4/IPv6 bron- en doeladressen.

LACP

Het IEEE 802.3ad Link Aggregation Control Protocol (LACP) en het Marker Protocol. LACP onderhandelt met de peer over een verzameling aggregereerbare verbindingen in één of meerdere Link Aggregated Groups (LAG). Elke LAG is opgebouwd uit poorten die dezelfde snelheid hebben, ingesteld op full-duplex werking. Het verkeer zal over de poorten in de LAG gebalanceerd worden met de hoogste totaalsnelheid, in de meeste gevallen zal er slechts één LAG zijn die alle poorten bevat. Wanneer er fysieke verbindingen veranderen, zal Link Aggregation snel naar een nieuwe opstelling convergeren.

LACP balanceert uitgaand verkeer over de actieve poorten gebaseerd op gehashte informatie over protocolheaders en accepteert inkomend verkeer van elke actieve poort. De hash bevat het Ethernet bron- en doeladres, en indien beschikbaar, de VLAN-tag, en de IPv4/IPv6 bron- en doeladressen.

Loadbalance

Dit is een alias van de *FEC* modus.

Round-Robin

Distribueert uitgaand verkeer door middel van een round-robin scheduler over alle actieve poorten en accepteert inkomend verkeer van elke actieve poort. Deze modus schendt Ethernet frame-ordering en dient met zorg gebruikt te worden.

31.6.3. Voorbeelden

Voorbeeld 31-1. LACP-aggregatie met een Cisco® switch

Dit voorbeeld verbindt twee interfaces op een FreeBSD-machine met de switch als een enkele loadgebalanceerde en fout-tolerante verbinding. Er kunnen meer interfaces worden toegevoegd om de doorvoer en fouttolerantie te verhogen. Aangezien frame-ordering verplicht is op Ethernetverbindingen stroomt al het verkeer tussen twee stations altijd over dezelfde fysieke verbinding zodat de maximum snelheid beperkt wordt tot die van één interface. Het verzendalgoritme probeert zoveel mogelijk informatie te gebruiken voor het onderscheiden van verschillende verkeersstromen en deze over de beschikbare interfaces te balanceren.

Voeg op de Cisco switch de interfaces *FastEthernet0/1* en *FastEthernet0/2* aan de kanaalgroep 1 toe:

```
interface FastEthernet0/1
  channel-group 1 mode active
  channel-protocol lacp
!
interface FastEthernet0/2
  channel-group 1 mode active
  channel-protocol lacp
```

Maak op de FreeBSD-machine de lagg(4)-interface aan door *fxp0* en *fxp1* te gebruiken:

```
# ifconfig lagg0 create
# ifconfig lagg0 up laggproto lacp laggport fxp0 laggport fxp1
```

Bekijk de interfacestatus van ifconfig:

```
# ifconfig lagg0
```

Poorten die als *ACTIVE* zijn gemarkeerd zijn lid van de actieve aggregatiegroep waarover onderhandeld is met de verre switch en waarover verkeer zal worden verzonden en ontvangen. Gebruik de uitgebreide uitvoer van ifconfig(8) om de LAG-identifiers te bekijken.

```
lagg0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
  options=8<VLAN_MTU>
  ether 00:05:5d:71:8d:b8
  media: Ethernet autoselect
  status: active
  laggproto lacp
  laggport: fxp1 flags=1c<ACTIVE,COLLECTING,DISTRIBUTING>
```

```
laggport: fxp0 flags=1c<ACTIVE, COLLECTING, DISTRIBUTING>
```

Gebruik, om de toestand van de poorten op de switch te bekijken, **show lacp neighbor**.

```
switch# show lacp neighbor
Flags:  S - Device is requesting Slow LACPDUs
        F - Device is requesting Fast LACPDUs
        A - Device is in Active mode          P - Device is in Passive mode
```

```
Channel group 1 neighbors
```

```
Partner's information:
```

Port	Flags	LACP port Priority	Dev ID	Age	Oper Key	Port Number	Port State
Fa0/1	SA	32768	0005.5d71.8db8	29s	0x146	0x3	0x3D
Fa0/2	SA	32768	0005.5d71.8db8	29s	0x146	0x4	0x3D

Gebruik voor meer detail het commando **show lacp neighbor detail**.

Voorbeeld 31-2. Failover-modus

Failover-modus kan worden gebruikt om op een secundaire interface over te schakelen wanneer de verbinding op de meesterinterface verloren is. Creëer en configureer de interface *lagg0*, met *fxp0* als de meesterinterface en *fxp1* als de secundaire interface:

```
# ifconfig lagg0 create
# ifconfig lagg0 up laggproto failover laggport fxp0 laggport fxp1
```

De interface zal er ongeveer als volgt uitzien, de grote verschillen zullen het MAC-adres en de apparaatnamen zijn:

```
# ifconfig lagg0
lagg0: flags=8843<UP, BROADCAST, RUNNING, SIMPLEX, MULTICAST> metric 0 mtu 1500
        options=8<VLAN_MTU>
        ether 00:05:5d:71:8d:b8
        media: Ethernet autoselect
        status: active
        laggproto failover
        laggport: fxp1 flags=0<>
        laggport: fxp0 flags=5<MASTER, ACTIVE>
```

Het verkeer zal worden verzonden en ontvangen op *fxp0*. Indien de verbinding op *fxp0* verloren is, zal *fxp1* de actieve verbinding worden. Indien de verbinding op de meesterinterface hersteld is, zal het weer de actieve verbinding worden.

Voorbeeld 31-3. Failover-modus tussen bekabelde en draadloze interfaces

Voor laptop-gebruikers is het normaliter wenselijk om het draadloze interface als secundair interface te gebruiken indien het bekabelde interface niet beschikbaar is. Met *lagg(4)* is het mogelijk om één IP-adres te gebruiken en het bekabelde interface voor zowel prestatie als veiligheid te prefereren terwijl de mogelijkheid behouden blijft om de draadloze verbinding te gebruiken.

In deze opstelling dient het MAC-adres van het onderliggende draadloze interface overschreven te worden om met dat van `lagg(4)` overeen te komen, welke afkomstig is van het primaire interface dat wordt gebruikt, het bekabelde interface.

In deze opstelling wordt het bekabelde interface, `bge0` als meester gebruikt, en het draadloze interface, `wlan0`, als het failover-interface. `wlan0` was aangemaakt vanuit `iwn0` voor welke het MAC-adres van de bekabelde verbinding zal worden gebruikt. De eerste stap is om het MAC-adres van het bekabelde interface te verkrijgen:

```
# ifconfig bge0
bge0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
    options=19b<RXCSUM, TXCSUM, VLAN_MTU, VLAN_HWTAGGING, VLAN_HWCSUM, TSO4>
    ether 00:21:70:da:ae:37
    inet6 fe80::221:70ff:feda:ae37%bge0 prefixlen 64 scopeid 0x2
    nd6 options=29<PERFORMNUD,IFDISABLED,AUTO_LINKLOCAL>
    media: Ethernet autoselect (1000baseT <full-duplex>)
    status: active
```

`bge0` kan vervangen worden door het eigenlijke interface, er zal een andere regel met `ether` verschijnen, dit is het MAC-adres van het bekabelde interface. Om het onderliggende draadloze interface, `iwn0` te wijzigen:

```
# ifconfig iwn0 ether 00:21:70:da:ae:37
```

Activeer het draadloze interface maar geef er nog geen IP-adres aan:

```
# ifconfig wlan0 create wlandev iwn0 ssid mijn_router up
```

Maak het `lagg(4)`-interface aan met `bge0` als meester, en met failover naar `wlan0` indien nodig:

```
# ifconfig lagg0 create
# ifconfig lagg0 up laggproto failover laggport bge0 laggport wlan0
```

Het interface zal er ongeveer als volgt uitzien, de grootste verschillen zullen het MAC-adres en de apparaatnamen zijn:

```
# ifconfig lagg0
lagg0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
    options=8<VLAN_MTU>
    ether 00:21:70:da:ae:37
    media: Ethernet autoselect
    status: active
    laggproto failover
    laggport: wlan0 flags=0<>
    laggport: bge0 flags=5<MASTER,ACTIVE>
```

Om dit niet telkens bij het opstarten te hoeven doen, kan zoiets als het volgende aan `/etc/rc.conf` worden toegevoegd:

```
ifconfig_bge0="up"
ifconfig_iwn0="ether 00:21:70:da:ae:37"
wlans_iwn0="wlan0"
ifconfig_wlan0="WPA"
cloned_interfaces="lagg0"
ifconfig_lagg0="laggproto failover laggport bge0 laggport wlan0 DHCP"
```

31.7. Schijfloos werken

Een FreeBSD-machine kan over het netwerk opstarten en zonder een plaatselijke schijf werken, door gebruik te maken van bestandssystemen die van een NFS-server aangekoppeld worden. Er zijn geen systeemwijzigingen nodig anders dan de standaard instellingenbestanden. Dit soort systemen is relatief eenvoudig op te zetten omdat alle noodzakelijke elementen al aanwezig zijn:

- Er zijn minstens twee manieren om de kernel over het netwerk te laden:
 - PXE: De Intel Preboot eXecution Environment is een vorm een smart boot ROM dat in sommige netwerkkaarten en moederborden is ingebouwd. Bekijk de hulppagina pxeboot(8) voor meer informatie.
 - De poort **Etherboot** (`net/etherboot`) maakt code aan dat naar een ROM geschreven kan worden en dat kernels over het netwerk opstart. De code kan òfwel naar een opstart-PROM op een netwerkkaart geflashed worden, òfwel van een floppy (of harde) schijf geladen worden, òfwel van een draaiend MS-DOS systeem geladen worden. Vele netwerkkaarten worden ondersteund.
- Een voorbeeldscript (`/usr/share/examples/diskless/clone_root`) vergemakkelijkt het aanmaken en beheren van het root bestandssysteem van het werkstation op de server. Het kan nodig zijn dat het script wat aangepast moet worden, maar het zorgt voor een snelle start.
- Er bestaan standaardbestanden voor het opstarten van het systeem in `/etc` om een systeemstart zonder schijf te detecteren en te ondersteunen.
- Het gebruik van een wisselbestand, indien nodig, kan worden gedaan naar òfwel een NFS bestand òfwel naar een plaatselijke schijf.

Er zijn vele manieren om een schijfloos werkstation op te zetten. Hierbij zijn veel elementen betrokken, en vele kunnen aan de eigen smaak worden aangepast. Het volgende beschrijft variaties met betrekking tot het installeren van een compleet systeem, waarbij de nadruk ligt op de eenvoud en de compatibiliteit met de standaard opstartscripts van FreeBSD. Het beschreven systeem heeft de volgende eigenschappen:

- De schijfloze werkstations gebruiken een gedeeld bestandssysteem voor `/`, dat alleen gelezen kan worden, en een gedeeld bestandssysteem voor `/usr`, dat eveneens alleen gelezen kan worden.

Het root-bestandssysteem is een kopie van een standaard root-bestandssysteem voor FreeBSD (typisch van een server), waarbij enkele instellingenbestanden zijn overschreven door versies die specifiek zijn voor een schijfloos systeem of, mogelijk, door het werkstation horen waar ze bij horen.

De delen van het root-bestandssysteem die beschrijfbaar moeten zijn, zijn overdekt met `md(4)` bestandssystemen. Alle veranderingen gaan verloren indien het systeem opnieuw wordt opgestart.

- De kernel is overgedragen en òfwel met **Etherboot** òfwel met PXE geladen, aangezien sommige situaties het gebruik van één van de methodes kan eisen.

Let op Het systeem zoals hierboven beschreven is onveilig. Het dient in een beschermd gebied van een netwerk te functioneren, en niet vertrouwd te worden door andere hosts.

Alle informatie in deze sectie is getest met FreeBSD 5.2.1-RELEASE.

31.7.1. Achtergrondinformatie

Het installeren van schijfloze werkstations is zowel vrij rechttoe-rechtaan als foutgevoelig. Deze fouten zijn soms moeilijk vast te stellen wegens een aantal redenen. Bijvoorbeeld:

- Opties die tijdens het compileren zijn opgegeven kunnen verschillend gedrag tonen tijdens het draaien.
- Foutmeldingen zijn vaak cryptisch of geheel afwezig.

Op dit gebied is het bezit van wat achtergrondkennis over de gebruikte mechanismen zeer nuttig om mogelijke problemen op te lossen.

Voor een succesvol opstarten dienen verschillende handelingen uitgevoerd te worden:

- De machine moet een aantal initiële parameters zoals het IP-adres, de bestandsnaam van de executable, de naam van de server, en het root-pad verkrijgen. Dit wordt gedaan door gebruik te maken van de DHCP of BOOTP protocollen. DHCP is een compatible uitbreiding van BOOTP, het gebruikt dezelfde poorten en het pakketformaat heeft dezelfde basis.

Het is mogelijk om een systeem in te stellen zodat het alleen BOOTP gebruikt. Het serverprogramma `bootpd(8)` wordt met het basissysteem van FreeBSD meegeleverd.

DHCP biedt echter een aantal voordelen boven BOOTP (fijnere instellingenbestanden, mogelijkheid om PXE te gebruiken, en vele anderen die niet direct verband houden met schijfloos werken), er zal hoofdzakelijk een opstelling met DHCP worden beschreven, met analoge voorbeelden voor `bootpd(8)` indien mogelijk. De voorbeeldopstelling zal het softwarepakket van **ISC DHCP** gebruiken (versie 3.0.1.r12 was geïnstalleerd op de testserver).

- De machine moet één of meerdere programma's naar het plaatselijke geheugen versturen. Eén van TFTP of NFS wordt gebruikt. De keuze tussen TFTP en NFS is op verschillende plaatsen een optie tijdens het compileren. Een veelgemaakte fout is het opgeven van bestandsnamen voor het verkeerde protocol: TFTP verstuurd typisch alle bestanden vanuit één map op de server, en verwacht dat alle bestandsnamen relatief aan deze map zijn; NFS verwacht absolute bestandspaden.
- De mogelijke tussentijdse opstartprogramma's en de kernel dienen geïnitieerd en uitgevoerd te worden. Er zijn enkele belangrijke variaties op dit gebied:
 - PXE zal `pxeboot(8)` laden, wat een aangepaste versie is van de lader voor stage drie van FreeBSD. `loader(8)` zal de meeste parameters verkrijgen die noodzakelijk zijn om het systeem op te starten, en zal ze in de kernelomgeving laten staan voordat het de controle overdraagt. Het is in dit geval mogelijk om een `GENERIC` kernel te gebruiken.
 - **Etherboot** zal met minder voorbereiding direct de kernel laden. Hiervoor is het noodzakelijk om een kernel met specifieke opties te bouwen.

PXE en **Etherboot** werken beide even goed; echter, omdat kernels normaalgesproken meer werk overlaten aan `loader(8)`, is PXE de te verkiezen methode.

Indien het BIOS en de netwerkkaarten PXE ondersteunen, dient dat waarschijnlijk gebruikt te worden.

- Tenslotte: de machine heeft toegang tot de bestandssystemen nodig. NFS wordt in alle gevallen gebruikt.

Zie ook de hulppagina `diskless(8)`.

31.7.2. Installatie-instructies

31.7.2.1. Instellen met behulp van ISC DHCP

De **ISC DHCP** server kan zowel verzoeken voor BOOTP als DHCP beantwoorden.

ISC DHCP 3.1 maakt geen deel uit van het basissysteem. Eerst dient de poort `net/isc-dhcp31-server` of het corresponderende pakket geïnstalleerd te worden.

Wanneer **ISC DHCP** is geïnstalleerd, heeft het een instellingenbestand nodig om te draaien (normaliter `/usr/local/etc/dhcpd.conf` genoemd). Hieronder volgt een voorbeeld met commentaar, waarbij host `margaux` gebruik maakt van **Etherboot** en `corbieres` gebruik maakt van PXE:

```
default-lease-time 600;
max-lease-time 7200;
authoritative;

option domain-name "example.com";
option domain-name-servers 192.168.4.1;
option routers 192.168.4.1;

subnet 192.168.4.0 netmask 255.255.255.0 {
    use-host-decl-names on; ❶
    option subnet-mask 255.255.255.0;
    option broadcast-address 192.168.4.255;

    host margaux {
        hardware ethernet 01:23:45:67:89:ab;
        fixed-address margaux.example.com;
        next-server 192.168.4.4; ❷
        filename "/data/misc/kernel.diskless"; ❸
        option root-path "192.168.4.4:/data/misc/diskless"; ❹
    }
    host corbieres {
        hardware ethernet 00:02:b3:27:62:df;
        fixed-address corbieres.example.com;
        next-server 192.168.4.4;
        filename "pxeboot";
        option root-path "192.168.4.4:/data/misc/diskless";
    }
}
```

- ❶ Deze optie vertelt **dhcpd** om de waarde die in de verklaringen voor `host` staan te versturen als de hostnaam voor de schijfloze host. Een andere mogelijkheid is om `option host-name margaux` binnen de verklaringen voor `host` op te nemen.
- ❷ De aanwijzing `next-server` bepaalt de TFTP of NFS server die gebruikt moet worden voor het laden van het lader- of kernelbestand (standaard wordt dezelfde host als voor de DHCP-server gebruikt).
- ❸ De aanwijzing `filename` bepaalt het bestand dat **Etherboot** of PXE gebruikt voor de volgende uitvoerstap. Het dient gespecificeerd te worden volgens de gebruikte verzendmethode. Voor **Etherboot** kan tijdens het compileren worden opgegeven of het NFS of TFTP moet gebruiken. De FreeBSD-poort stelt standaard NFS in.

PXE gebruikt TFTP, vandaar dat hier een relatieve bestandsnaam wordt gebruikt (dit kan afhangen van de instellingen van de TFTP-server, maar het is de gewoonte). Verder geldt dat PXE `pxeboot` en niet de kernel laadt. Er zijn andere interessante mogelijkheden, zoals het laden van `pxeboot` vanuit de map `/boot` van een FreeBSD CD-ROM (aangezien `pxeboot(8)` de `GENERIC` kernel kan laden, bestaat de mogelijkheid om PXE te gebruiken om van een CDROM op afstand op te starten.

- ④ De optie `root-path` definieert het pad naar het root-bestandssysteem, in de gebruikelijke notatie van NFS. Indien PXE gebruikt wordt, is het mogelijk om het IP-adres van de host weg te laten zolang de kerneloptie `BOOTP` niet geactiveerd is. De NFS-server is dan dezelfde als die van TFTP.

31.7.2.2. Configuratie door gebruik van BOOTP

Hieronder staan de equivalente instellingen voor **bootpd** (gereduceerd tot één cliënt). Dit staat in `/etc/bootptab`.

Merk op dat **Etherboot** gecompileerd dient te worden met de afwijkende optie `NO_DHCP_SUPPORT` om BOOTP te gebruiken, en dat PXE DHCP *nodig heeft*. Het enige duidelijke voordeel van **bootpd** is dat het in het basissysteem zit.

```
.def100:\
:hn:ht=1:sa=192.168.4.4:vm=rfc1048:\
:sm=255.255.255.0:\
:ds=192.168.4.1:\
:gw=192.168.4.1:\
:hd="/tftpboot":\
:bf="/kernel.diskless":\
:rp="192.168.4.4:/data/misc/diskless":
```

```
margaux:ha=0123456789ab:tc=.def100
```

31.7.2.3. Een opstartprogramma voorbereiden met Etherboot

De website van Etherboot (<http://etherboot.sourceforge.net>) bevat uitgebreide documentatie (<http://etherboot.sourceforge.net/doc/html/userman/t1.html>) die over het algemeen is bedoeld voor Linux-systemen, maar die desalniettemin bruikbare informatie bevat. Het volgende geeft een samenvatting over hoe **Etherboot** op een FreeBSD-systeem te gebruiken.

Ten eerste dient het pakket of de poort `net/etherboot` geïnstalleerd te worden.

De instellingen van **Etherboot** (i.e. om TFTP in plaats van NFS te gebruiken) kunnen gewijzigd worden door het bestand `Config` in de bronmap van **Etherboot** te bewerken.

Hieronder zal een opstartdiskette gebruikt worden. Raadpleeg voor andere methoden (PROM, of een MS-DOS-programma) de documentatie van **Etherboot**.

Om een opstartdiskette te maken, dient er een diskette in het diskteststation van de machine aanwezig te zijn waarop **Etherboot** is geïnstalleerd, daarna dient er naar de map `src` in de mapboom van **Etherboot** gegaan te worden, en het volgende ingetypt te worden:

```
# gmake bin32/apparaatsoort.fd0
```

apparaatsoort hangt af van het soort Ethernetkaart dat in het schijfloze werkstation aanwezig is. Raadpleeg het bestand *NIC* in dezelfde map om het juiste *apparaatsoort* te bepalen.

31.7.2.4. Opstarten met PXE

Standaard laadt de lader *pxeboot(8)* de kernel via NFS. Het kan zodanig gecompileerd worden dat het TFTP gebruikt door de optie *LOADER_TFTP_SUPPORT* in */etc/make.conf* te specificeren. Raadpleeg het commentaar in */usr/share/examples/etc/make.conf* voor instructies.

Er zijn nog twee andere opties voor *make.conf* die nuttig kunnen zijn bij het opzetten van een schijfloze machine die als seriële console gebruikt wordt: *BOOT_PXELDR_PROBE_KEYBOARD*, en *BOOT_PXELDR_ALWAYS_SERIAL*.

Om PXE bij het opstarten van de machine te gebruiken, is het gewoonlijk nodig om de optie *Boot from network* in het BIOS te selecteren, of om een functietoets tijdens de initialisatie van de PC in te typen.

31.7.2.5. De TFTP en NFS servers instellen

Indien PXE of Etherboot gebruikt wordt, welke is ingesteld om TFTP te gebruiken, is het nodig om om **tftpd** op de bestandsserver aan te zetten:

1. Maak een map aan van waaruit **tftpd** de bestanden serveert, bijvoorbeeld */tftpboot*.
2. Voeg deze regel toe aan */etc/inetd.conf*:

```
tftp dgram udp wait root /usr/libexec/tftpd tftpd -l -s /tftpboot
```

Opmerking: Het schijnt dat sommige versies van PXE de TCP-versie van TFTP vereisen. In dit geval dient een tweede regel toegevoegd te worden, waarbij *dgram udp* door *stream tcp* vervangen wordt.

3. **inetd** dient de instellingenbestanden opnieuw te lezen. De regel *inetd_enable="YES"* dient in het bestand */etc/rc.conf* aanwezig te zijn voor de juiste werking van deze opdracht:

```
# /etc/rc.d/inetd restart
```

De map *tftpboot* kan overal op de server geplaatst worden. De plaats dient zowel in *inetd.conf* als in *dhcpd.conf* ingesteld te worden.

In alle gevallen dient er ook voor gezorgd te worden dat NFS aanstaat en dat het juiste bestandssysteem op de NFS-server geëxporteerd wordt.

1. Voeg het volgende toe aan */etc/rc.conf*:

```
nfs_server_enable="YES"
```
2. Exporteer het bestandssysteem waar de schijfloze root-map zich bevindt door het volgende aan */etc/exports* toe te voegen (pas het aankoppelpunt van het volume aan en vervang *margaux corbieres* door de namen van de schijfloze werkstations):

```
/data/misc -alldirs -ro margaux corbieres
```
3. **mountd** dient het instellingenbestand opnieuw te lezen. Indien het nodig was om NFS in */etc/rc.conf* tijdens de eerste stap aan te zetten, is het waarschijnlijk gewenst om in plaats hiervan opnieuw op te starten.


```
# /etc/rc.d/mountd restart
```

31.7.2.6. Een schijfloze kernel bouwen

Indien **Etherboot** gebruikt wordt, is het nodig om een kernelinstellingenbestand voor de schijfloze cliënt met de volgende opties (naast de gebruikelijke) aan te maken:

```
options BOOTP      # Gebruik BOOTP om het IP-adres en de hostnaam te verkrijgen
options BOOTP_NFSROOT # NFS-mount het root-bestandssysteem door gebruik te maken van de informatie
```

Het kan ook gewenst zijn om `BOOTP_NFSV3`, `BOOT_COMPAT`, en `BOOTP_WIRED_TO` te gebruiken (raadpleeg hiervoor `NOTES`).

De namen van deze opties zijn historisch en enigszins misleidend aangezien ze eigenlijk onverschillig gebruik van DHCP en BOOTP in de kernel mogelijk maken (het is ook mogelijk om strikt gebruik van BOOTP of DHCP te forceren).

De kernel dient gebouwd te worden (zie Hoofdstuk 8) en gekopieerd te worden naar de plaats die in `dhcpd.conf` is aangegeven.

Opmerking: Indien PXE gebruikt wordt, is het bouwen van een kernel met bovenstaande opties niet strikt noodzakelijk (maar wel aangeraden). Door deze opties aan te zetten zullen er meer verzoeken voor DHCP tijdens het opstarten van de kernel verstuurd worden, met in sommige speciale gevallen een klein risico op inconsistentie tussen de nieuwe waarden en degenen die door `pxeboot(8)` zijn ontvangen. Het voordeel van het gebruik van deze opties is dat de hostnaam als een bijverschijnsel wordt ingesteld. In de andere gevallen dient de hostnaam op een andere manier ingesteld te worden, bijvoorbeeld in een cliënt-specifiek bestand `rc.conf`.

Opmerking: Om laadbaar te zijn met **Etherboot**, dienen de apparaataanwijzingen in de kernel gecompileerd te worden. Normaalgesproken wordt hiervoor de volgende optie in het instellingenbestand gebruikt (zie het instellingencommentaarbestand `NOTES`):

```
hints "GENERIC.hints"
```

31.7.2.7. Het root-bestandssysteem voorbereiden

Er dient een root-bestandssysteem voor de schijfloze werkstations op de plaats die als `root-path` in `dhcpd.conf` staat aangegeven aangemaakt te worden.

31.7.2.7.1. *make world* gebruiken om het root-bestandssysteem te bevolken

Deze methode is snel en installeert een compleet maagdelijk systeem (niet alleen het root-bestandssysteem) in `DESTDIR`. Hiervoor dient slechts het volgende script uitgevoerd te worden:

```
#!/bin/sh
export DESTDIR=/data/misc/diskless
mkdir -p ${DESTDIR}
```

```
cd /usr/src; make buildworld && make buildkernel
make installworld && make installkernel
cd /usr/src/etc; make distribution
```

Nadat dit gedaan is, kunnen `/etc/rc.conf` en `/etc/fstab` die in `DESTDIR` geplaatst zijn naar behoefte worden aangepast.

31.7.2.8. Swapruimte instellen

Indien nodig kan een wisselbestand dat zich op de server bevindt via NFS worden benaderd.

31.7.2.8.1. Swapruimte via NFS

De kernel biedt geen ondersteuning om swapruimte via NFS tijdens het opstarten aan te zetten. De swapruimte moet door de opstartscripts worden aangezet, door een beschrijfbaar bestandssysteem aan te koppelen en een wisselbestand aan te maken en aan te zetten. De volgende opdracht maakt een wisselbestand van de juiste grootte aan:

```
# dd if=/dev/zero of=/pad/naar/wisselbestand bs=1k count=1 oseek=100000
```

Om het aan te zetten dient de volgende regel aan `/etc/rc.conf` te worden toegevoegd:

```
swapfile=/pad/naar/wisselbestand
```

31.7.2.9. Diverse problemen

31.7.2.9.1. Draaien met een alleen-lezen `/usr`

Indien het schijfloze werkstation is ingesteld om X te draaien, is het nodig om het instellingenbestand van **XDM** te wijzigen, dat standaard het foutenlogboek in `/usr` plaatst.

31.7.2.9.2. Gebruik maken van een niet-FreeBSD-server

Indien de server voor het root-bestandssysteem geen FreeBSD draait, is het nodig om het root-bestandssysteem op een FreeBSD-machine aan te maken, en het daarna naar de bestemming te kopiëren, door gebruik te maken van `tar` of `cpio`.

In deze situatie zijn er af en toe problemen met de speciale bestanden in `/dev`, vanwege verschillen in de groottes van grote/kleine integers. Een oplossing voor dit probleem is om een map van de niet-FreeBSD-server te exporteren, deze map op een FreeBSD-machine aan te koppelen, en `devfs(5)` te gebruiken om de apparaatknooppunten transparant voor de gebruiker toe te wijzen.

31.8. ISDN

Een goede bron voor informatie over de technologie van en hardware over ISDN is Dan Kegel's ISDN Page (<http://www.alumni.caltech.edu/~dank/isdn/>).

Hieronder staat een snelle eenvoudige handleiding voor ISDN:

- Indien u in Europa leeft is het raadzaam om de sectie over ISDN-kaarten te bestuderen.
- Indien het plan is om ISDN hoofdzakelijk te gebruiken om via een niet-toegewijde inbellijn een verbinding met het Internet te maken, zijn Terminal Adapters wellicht een optie. Dit biedt de meeste flexibiliteit, en de minste problemen bij het wisselen van providers.
- Indien twee LANs met elkaar verbonden worden, of indien er een toegewijde ISDN-verbinding wordt gebruikt om met het Internet te verbinden, is het gebruik van een zelfstandige router/bridge te overwegen.

Financiële kosten zijn een belangrijke factor in de uiteindelijke oplossing. De volgende opties zijn gesorteerd in volgorde van oplopende kosten.

31.8.1. ISDN-kaarten

De ISDN-implementatie in FreeBSD biedt alleen ondersteuning voor de DSS1/Q.931 (of Euro-ISDN) standaard indien passieve kaarten gebruikt worden. Sommige actieve kaarten worden ondersteund indien de firmware ook ondersteuning voor andere signaleringsprotocollen biedt; dit omvat ook de eerst ondersteunde Primary Rate (PRI) ISDN-kaart.

De **isdn4bsd**-software biedt de mogelijkheid om met andere ISDN-routers te verbinden door ofwel IP over rauwe HDLC ofwel synchrone PPP te gebruiken: ofwel via kernel-PPP met `isppp`, een aangepast stuurprogramma voor `sppp(4)`, ofwel via het gebruikersprogramma `ppp(8)`. Door het gebruikersprogramma `ppp(8)` te gebruiken, is het combineren van twee of meer ISDN B-kanalen mogelijk. Ook zijn een toepassing die de telefoon beantwoordt en vele gereedschappen zoals een 300 Baud-modem in software beschikbaar.

Een groeiend aantal ISDN-kaarten voor de PC wordt door FreeBSD ondersteund en volgens de rapportages wordt het succesvol in heel Europa en in vele andere delen van de wereld gebruikt.

De ondersteunde passieve ISDN-kaarten zijn meestal uitgerust met de Infineon (voormalig Siemens) ISAC/HSCX/IPAC ISDN-chipsets, maar ook worden ISDN-kaarten ondersteund met chips van Cologne Chip (alleen ISA-bus), PCI-kaarten met Winbond W6692-chips, enkele kaarten met combinaties van Tiger300/320/ISAC chipsets en enkele kaarten die gebaseerd zijn op fabrikantsspecifieke chipsets zoals de AVM Fritz!Card PCI V.1.0 en de AVM Fritz!Card PnP.

Momenteel zijn de actieve ISDN-kaarten die ondersteund worden de AVM B1 (ISA en PCI) BRI-kaarten en de AVM T1 PCI PRI-kaarten.

Kijk voor documentatie over **isdn4bsd** op de homepage van `isdn4bsd` (<http://www.freebsd-support.de/i4b/>), welke ook verwijzingen naar tips, errata, en veel meer documentatie zoals het `isdn4bsd` handboek (<http://people.FreeBSD.org/~hm/>) bevat.

Indien er interesse is om ondersteuning voor een ander ISDN-protocol, een momenteel niet-ondersteunde ISDN-kaart voor de PC, of een andere verbetering voor **isdn4bsd** toe te voegen, dient er contact opgenomen te worden met Hellmuth Michaelis <hm@FreeBSD.org>.

Voor vragen over het installeren, instellen, en problemen met **isdn4bsd** oplossen is er een mailinglijst, `freebsd-isdn` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-isdn>), beschikbaar.

31.8.2. ISDN Terminal Adapters

Terminal adapters (TA) zijn voor ISDN wat modems voor gewone telefoonlijnen zijn.

De meeste TA's gebruiken de standaard opdrachtenverzameling van de Hayes-modem, en kunnen direct als vervanging van een modem gebruikt worden.

Een TA zal als een gewoon modem werken behalve dat de verbindings- en doorvoersnelheden veel hoger zullen zijn dan van het oude modem. Het is noodzakelijk om PPP precies hetzelfde als voor het modem in te stellen. Zorg ervoor dat de seriële snelheid zo hoog mogelijk wordt ingesteld.

Het grootste voordeel van met een TA met een internetprovider te verbinden is de mogelijkheid tot dynamisch PPP. Aangezien IP-adresruimte steeds schaarser wordt, zijn de meeste providers niet meer bereid om een statisch IP te geven. De meeste zelfstandige routers zijn niet in staat tot dynamische IP-toewijzing.

TA's zijn geheel afhankelijk van het PPP-daemon dat gedraaid wordt voor hun mogelijkheden en stabiliteit van de verbinding. Dit maakt het mogelijk om gemakkelijk om op een FreeBSD-machine van een modem naar ISDN over te gaan, indien PPP reeds is ingesteld. Echter, dezelfde problemen die er waren met het PPP-programma zullen blijven voorkomen.

Indien maximale stabiliteit gewenst is, dient de kernel PPP-, niet de gebruikers-PPP-optie gebruikt te worden.

Van de volgende TA's is bekend dat ze met FreeBSD werken:

- Motorola BitSurfer en BitSurfer Pro
- Adtran

De meeste andere TA's zullen waarschijnlijk ook werken, TA-verkopers proberen er zeker van te zijn dat hun product het meeste van de AT-opdrachtverzameling van het standaardmodem accepteert.

Het echte probleem met externe TA's is dat, net zoals bij modems, een goede seriële kaart in de computer nodig is.

Voor een goed begrip van seriële apparaten dient de tutorial FreeBSD Serial Hardware (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/articles/serial-uart/index.html) en de verschillen tussen asynchrone en synchrone seriële poorten gelezen te worden.

Een TA die op een standaard seriële poort (asynchroon) van een PC draait beperkt de snelheid tot 115.2 Kbps, zelfs als er een 128 Kbps-verbinding beschikbaar is. Om de volledige 128 Kbps waartoe ISDN in staat is te gebruiken, dient de TA op een synchrone seriële kaart overgeplaatst te worden.

Het kopen van een interne TA voorkomt het probleem van synchroon/asynchroon niet. Interne TA's hebben simpelweg een seriële poortchip van een standaard PC ingebouwd. Dit ontlast de gebruiker alleen van het kopen van nog een seriële kabel en het vinden van nog een leeg elektronisch uitbreidingsslot.

Een synchrone kaart met een TA is minstens zo snel als een zelfstandige router, en wanneer het door een eenvoudige 386 met FreeBSD erop wordt aangestuurd, waarschijnlijk flexibeler.

De keuze tussen synchrone kaart/TA en zelfstandige router is grotendeels religieus. Hierover zijn wat discussies in de mailinglijsten gevoerd. Het wordt aangeraden om de archieven (<http://www.FreeBSD.org/search/index.html>) te doorzoeken voor de volledige discussie.

31.8.3. Zelfstandige ISDN bridges/routers

ISDN-bridges of -routers zijn in het geheel niet specifiek voor FreeBSD of enig ander besturingssysteem. Raadpleeg voor een vollediger beschrijving van de technologie van routing en bridging een referentieboek over netwerken.

In deze sectie zullen de termen router en bridge door elkaar worden gebruikt.

Aangezien de prijzen van eenvoudige ISDN-routers/-bridges zakken, zal dit waarschijnlijk een steeds populairdere keuze worden. Een ISDN-router is een kleine doos die direct in het plaatselijke Ethernetnetwerk geprikt wordt, en zijn eigen verbinding met de andere bridge/router beheert. Het heeft ingebouwde software om via PPP en andere populaire protocollen te communiceren.

Een router staat veel snellere doorvoer dan een standaard-TA toe, aangezien het een volledig synchrone ISDN-verbinding zal gebruiken.

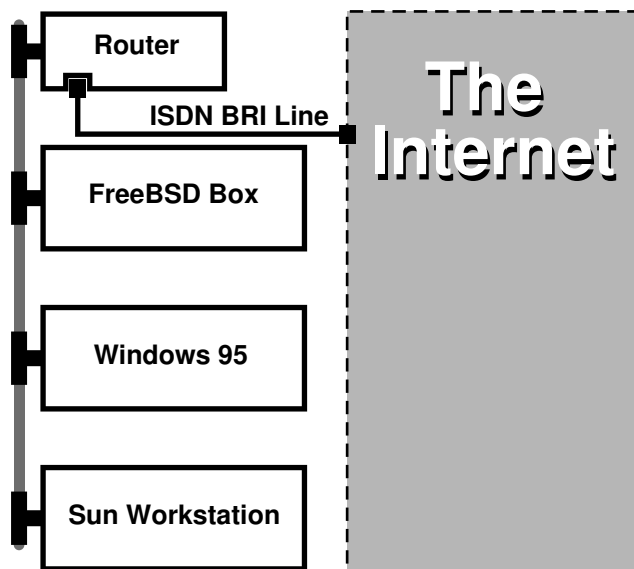
Het grootste probleem met ISDN-routers en -bridges is dat samenwerking tussen fabrikanten nog steeds een probleem kan zijn. Indien er plannen zijn om met een internetprovider te verbinden, is het raadzaam de wensen met hen te bespreken.

Indien er gepland is om twee LAN-segmenten met elkaar te verbinden, zoals het thuis-LAN en het kantoor-LAN, is dit de eenvoudigste en onderhoudarmste oplossing. Aangezien de apparatuur voor beide kanten van de verbinding wordt gekocht is het zeker dat de verbinding zal werken.

De volgende installatie kan worden gebruikt om bijvoorbeeld een thuiscomputer of een netwerk van een afdelingskantoor met een netwerk van het hoofdkantoor te verbinden:

Voorbeeld 31-4. Netwerk van afdelingskantoor of thuis

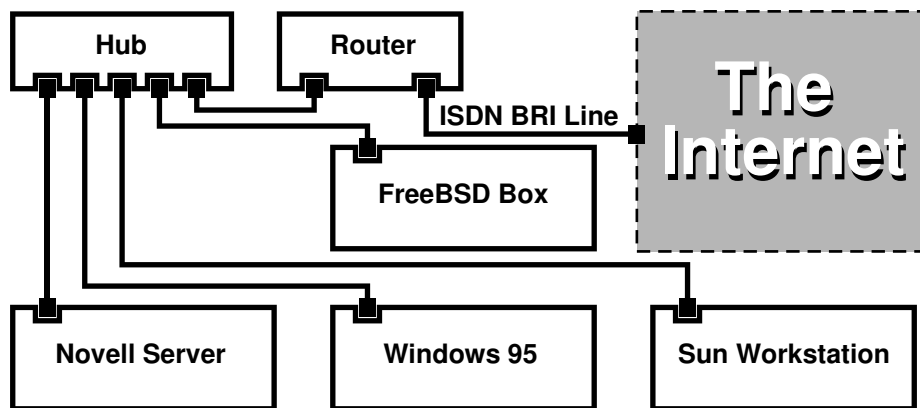
Het netwerk gebruikt een topologie gebaseerd op een bus met een 10 base 2 Ethernet ("thinnet"). Verbind indien nodig de router met de netwerkkabel met een AUI/10BT transceiver.



Wanneer het thuis-/afdelingskantoor netwerk uit slechts één computer bestaat kan een twisted-pair crossover-kabel gebruikt worden om direct met de zelfstandige router te verbinden.

Voorbeeld 31-5. Hoofdkantoor- of ander LAN

Het netwerk gebruikt een ster topologie met 10 base T Ethernet ("Twisted Pair").



Een groot voordeel van de meeste routers/bridges is dat ze *gelijktijdig 2 gescheiden onafhankelijke* PPP-verbindingen met 2 gescheiden sites toestaan. Dit wordt door de meeste TA's niet ondersteund, behalve voor specifieke (gewoonlijk dure) modellen die twee seriële poorten hebben. Dit dient niet met kanaalbinding, MPP, etc. verward te worden.

Dit kan een erg handige eigenschap zijn indien, bijvoorbeeld, er een toegewijde ISDN-verbinding op kantoor is en het gewenst is om deze af te tappen, maar een andere ISDN-lijn op het werk ongewenst is. Een router op kantoor kan een toegewijde B-kanaal verbinding (64 Kbps) met het Internet beheren en het andere B-kanaal voor een gescheiden gegevensverbinding gebruiken. Het tweede B-kanaal kan voor inbellen, uitbellen, of dynamisch binden (MPP, etc.) gebruikt worden met het eerste B-kanaal voor meer bandbreedte.

Een Ethernet-bridge staat ook toe om meer dan alleen IP-verkeer te verzenden. Het is ook mogelijk om IPX/SPX of enig ander protocol te gebruiken.

31.9. Network Address Translation

31.9.1. Overzicht

Het Network Address Translation daemon van FreeBSD, in het algemeen bekend als natd(8), is een daemon dat rauwe binnenkomende IP-pakketten accepteert, de bron naar die van de plaatselijke machine verandert en de pakketten terug in de uitgaande IP-pakketstroom injecteert. natd(8) doet dit door het IP-adres en de poort van de bron zo te veranderen dat wanneer de gegevens weer ontvangen worden, het in staat is om de originele plaats van de gegevens te achterhalen en ze door te sturen naar de originele aanvrager.

NAT wordt het meest gebruikt wat in het algemeen bekend is als het delen van een Internetverbinding.

31.9.2. Installatie

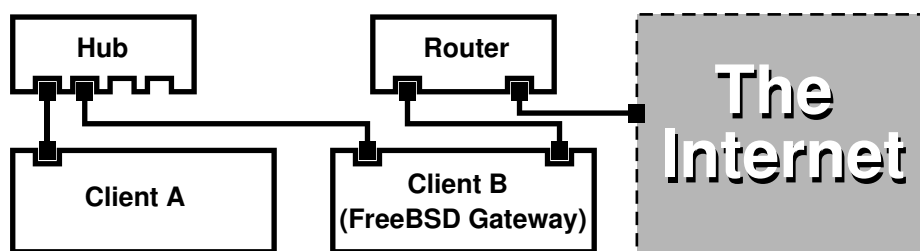
Wegens de krimpende IP-ruimte in IPv4, en het groeiend aantal gebruikers van consumentenlijnen op hoge snelheid zoals kabel of DSL, hebben steeds meer mensen een oplossing als het delen van een Internetverbinding nodig.

Vanwege de mogelijkheid om meerdere computers online te verbinden door één verbinding en IP-adres is natd(8) een redelijke keuze.

In de meeste gevallen heeft een gebruiker een machine verbonden met een kabel- of DSL-lijn met één IP-adres en is het gewenst om deze ene verbonden computer te gebruiken om Internettoegang aan meerdere computers over een LAN te geven.

Hiervoor dient de FreeBSD-machine op het Internet dienst doen als gateway. Deze gateway-machine heeft twee NICs nodig — één voor de verbinding met de Internetrouter, de andere voor de verbinding met het LAN. Alle machines op het LAN zijn verbonden door een hub of switch.

Opmerking: Er zijn vele manieren om een LAN via een FreeBSD-gateway met het Internet te verbinden. Dit voorbeeld behandelt slechts een gateway met tenminste twee NICs.



Dit soort installaties wordt in het algemeen gebruikt om een Internetverbinding te delen. Eén van de LAN-machines is verbonden met het Internet. De rest van de machines hebben internettoegang via die “gateway”-machine.

31.9.3. Bootloader-configuratie

De mogelijkheden van de kernel voor network address translation met natd(8) staan niet aan in GENERIC, maar ze kunnen worden voorgeladen tijdens het opstarten door enkele opties aan `/boot/loader.conf` toe te voegen:

```
ipfw_load="YES"
ipdivert_load="YES"
```

Ook moet de tunable `net.inet.ip.fw.default_to_accept` op 1 worden gezet:

```
net.inet.ip.fw.default_to_accept="1"
```

Opmerking: Het is een goed idee om deze optie aan te zetten tijdens de eerste pogingen om een firewall en NAT gateway te installeren. Op deze manier zal het standaardbeleid van ipfw(8) `allow ip from any to any` zijn in plaats van het minder vrije `deny ip from any to any`, en zal het iets moeilijker zijn om buitengesloten te worden net na het opnieuw opstarten van het systeem.

31.9.4. Kernelconfiguratie

Wanneer modules geen optie zijn of wanneer het gewenst is om alle benodigde mogelijkheden in de draaiende kernel te bouwen, dienen de volgende opties in het kernelinstellingenbestand aanwezig te zijn:

```
options IPFIREWALL
options IPDIVERT
```

De volgende opties kunnen ook van pas komen:

```
options IPFIREWALL_DEFAULT_TO_ACCEPT
options IPFIREWALL_VERBOSE
```

31.9.5. Systeeminstellingen voor het opstarten

Om de firewall en NAT tijdens het opstarten aan te zetten, moet het volgende in `/etc/rc.conf` staan:

```
gateway_enable="YES" ❶
firewall_enable="YES" ❷
firewall_type="OPEN" ❸
natd_enable="YES"
natd_interface="fxp0" ❹
natd_flags="" ❺
```

- ❶ Stelt de machine in om dienst te doen als gateway. Het draaien van `sysctl net.inet.ip.forwarding=1` heeft hetzelfde effect.
- ❷ Activeert de firewall-regels in `/etc/rc.firewall` tijdens het opstarten.
- ❸ Dit specificeert een vooraf gedefinieerde verzameling van firewall-regels die alles binnenlaat. Raadpleeg `/etc/rc.firewall` voor aanvullende types.
- ❹ Geeft aan welke interface te gebruiken om pakketten naar door te sturen (de interface die met het Internet verbonden is).
- ❺ Alle aanvullende instelopties die tijdens het opstarten aan `natd(8)` worden doorgegeven.

Het gedefinieerd hebben van de bovenstaande opties in `/etc/rc.conf` zal `natd -interface fxp0` draaien tijdens het opstarten. Dit kan ook handmatig worden gedraaid.

Opmerking: Het is ook mogelijk om een instellingenbestand voor `natd(8)` te gebruiken als er teveel opties zijn om door te geven. In dit geval dient het instellingenbestand te worden gedefinieerd door de volgende regel aan `/etc/rc.conf` toe te voegen:

```
natd_flags="-f /etc/natd.conf"
```

Het bestand `/etc/natd.conf` zal een lijst met instelopties bevatten, één per regel. Het geval in de volgende sectie bijvoorbeeld zal het volgende bestand gebruiken:

```
redirect_port tcp 192.168.0.2:6667 6667
redirect_port tcp 192.168.0.3:80 80
```

Raadpleeg voor meer informatie over het instellingenbestand het gedeelte over de optie `-f` van de hulppagina `natd(8)`.

Elke machine en interface achter het LAN dient een IP-adres in de privé-netwerkruimte toegewezen te krijgen zoals gedefinieerd in RFC 1918 (<ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc1918.txt>) en een standaard gateway van het interne IP-adres van de **natd**-machine hebben.

Bijvoorbeeld, cliënt A en B achter het LAN hebben IP-adressen 192.168.0.2 en 192.168.0.3, terwijl de LAN-interface van de natd-machine IP-adres 192.168.0.1 heeft. De standaard gateway van van cliënt A en B dient ingesteld te worden op die van de **natd**-machine, 192.168.0.1. Voor de externe, of Internet-interface van de **natd**-machine zijn geen speciale wijzigingen nodig om natd(8) te laten werken.

31.9.6. Poorten omleiden

Het nadeel van natd(8) is dat de LAN-clënten niet vanaf het Internet toegankelijk zijn. Clënten op het LAN kunnen uitgaande verbinden naar de wereld maken maar kunnen geen inkomende verbindingen ontvangen. Dit vormt een probleem wanneer geprobeerd wordt om Internetdiensten op een van de LAN-cléntmachines te draaien. Een eenvoudige om dit te omzeilen is om bepaalde Internetpoorten op de **natd**-machine om te leiden naar een LAN-clént.

Bijvoorbeeld, er draait een IRC-server op cliënt A, en er draait een webserver op cliënt B. Om dit goed te laten werken, dienen verbindingen die worden ontvangen op poorten 6667 (IRC) en 80 (web) te worden omgeleid naar de respectievelijke machines.

De optie `-redirect_port` dient aan natd(8) met de juiste opties te worden doorgegeven. De syntaxis is als volgt:

```
-redirect_port proto doelIP:doelPOORT[-doelPOORT]
                [aliasIP:]aliasPOORT[-aliasPOORT]
                [verIP[:verrePOORT[-verrePOORT]]]
```

In het bovenstaand voorbeeld dienen de argumenten te zijn:

```
-redirect_port tcp 192.168.0.2:6667 6667
-redirectport tcp 192.168.0.3:80 80
```

Dit zal de juiste *tcp*-poorten naar de LAN-clént-machines omleiden.

Het argument `-redirect_port` kan worden gebruikt om poortbereiken over individuele poorten aan te geven.

Bijvoorbeeld, `tcp 192.168.0.2:2000-3000 2000-3000` zal alle verbindingen die op poorten 2000 tot 3000 worden ontvangen omleiden naar poorten 2000 tot 3000 op cliënt A.

Deze opties kunnen worden gebruikt wanneer natd(8) direct wordt gedraaid, wanneer ze zijn geplaatst in de optie `natd_flags=""` van `/etc/rc.conf`, of wanneer ze via een instellingenbestand worden doorgegeven.

Raadpleeg voor meer instelopties natd(8).

31.9.7. Adressen omleiden

Adressen omleiden is handig wanneer er verschillende IP-adressen beschikbaar zijn, maar ze op één machine moeten zitten. Hiermee kan natd(8) aan elke LAN-clént een eigen extern IP-adres toewijzen. Vervolgens overschrijft natd(8) de uitgaande pakketten van de LAN-clënten met het juiste IP-adres en leidt het al het binnenkomende verkeer op dat ene IP-adres terug naar de specifieke LAN-clént. Dit staat ook bekend als statisch NAT. Bijvoorbeeld, de IP-adressen 128.1.1.1, 128.1.1.2, en 128.1.2.3 behoren toe aan de **natd** gateway-machine. 128.1.1.1 kan

gebruikt worden als het externe IP-adres van de **natd** gateway-machine, terwijl 128.1.1.2 en 128.1.1.3 terug worden gestuurd naar de LAN-cliënten A en B.

De syntaxis van `-redirect_address` is als volgt:

```
-redirect_address lokaalIP publiekIP
```

lokaalIP

Het interne IP-adres van de LAN-cliënt.

publiekIP

Het externe IP-adres overeenkomend met de LAN-cliënt.

In het voorbeeld zou dit argument zijn:

```
-redirect_address 192.168.0.2 128.1.1.2
-redirect_address 192.168.0.3 128.1.1.3
```

Net zoals `-redirect_port` worden ook deze argumenten geplaatst in de optie `natd_flags=""` van `/etc/rc.conf`, of doorgegeven via een instellingenbestand. Met adresomleiding is het omleiden van poorten niet nodig aangezien alle gegevens die op een bepaald IP-adres worden ontvangen worden omgeleidt.

Het externe IP-adres op de **natd** machine dient actief en naar een externe interface gealiases te zijn. In `rc.conf(5)` staat hoe dit te doen.

31.10. Parallel Line IP (PLIP)

PLIP maakt het mogelijk om TCP/IP tussen parallelle poorten te draaien. Het is nuttig op machines zonder netwerkkaarten, of om op laptops te installeren. In deze sectie wordt besproken:

- Het maken van een parallelle (laplink) kabel.
- Twee computers met PLIP verbinden.

31.10.1. Een parallelle kabel maken

Een parallelle is te koop in de meeste computerwinkels. Wanneer dit niet mogelijk is, of indien de het gewenst is om te weten hoe ze worden gemaakt, laat de volgende tabel zien hoe ze met een gewone parallelle printerkabel gemaakt kunnen worden.

Tabel 31-1. Een parallelle kabel voor netwerken bedraden

A-naam	A-einde	B-einde	Beschrijving	Post/Bit
DATA0 -ERROR	2 15	15 2	Gegevens	0/0x01 1/0x08
DATA1 +SLCT	3 13	13 3	Gegevens	0/0x02 1/0x10
DATA2 +PE	4 12	12 4	Gegevens	0/0x04 1/0x20
DATA3 -ACK	5 10	10 5	Strobe	0/0x08 1/0x40
DATA4 BUSY	6 11	11 6	Gegevens	0/0x10 1/0x80
GND	18-25	18-25	GND	-

31.10.2. PLIP opzetten

Als eerste dient er een laplink-kabel aanwezig te zijn. Controleer vervolgens dat beide computers een kernel hebben met ondersteuning voor het stuurprogramma lpt(4):

```
# grep lp /var/run/dmesg.boot
lpt0: <Printer> on ppbus0
lpt0: Interrupt-driven port
```

De parallelle poort dient een interrupt-gestuurde poort te zijn, regels zoals de volgende dienen in het bestand /boot/device.hints aanwezig te zijn:

```
hint.ppc0.at="isa"
hint.ppc0.irq="7"
```

Controleer vervolgens dat het kernelinstellingenbestand een regel device plip bevat of dat de kernelmodule plip.ko is geladen. In beide gevallen dienen de parallelle netwerkinterfaces te verschijnen wanneer het commando ifconfig(8) gebruikt wordt om het weer te geven:

```
# ifconfig plip0
plip0: flags=8810<POINTOPOINT,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
```

Steek de laplink-kabel in de parallelle interface op beide computers.

Stel als root op beide sites de parameters voor de netwerkinterface in. Bijvoorbeeld, indien het gewenst is om host host1 met een andere machine host2 te verbinden:

```
host1 <-----> host2
IP Address    10.0.0.1      10.0.0.2
```

Stel de interface op host1 in met:

```
# ifconfig plip0 10.0.0.1 10.0.0.2
```

Stel de interface op host2 in met:

```
# ifconfig plip0 10.0.0.2 10.0.0.1
```

Er dient nu een werkende verbinding te zijn. Lees voor meer details de hulppagina's lp(4) en lpt(4).

Ook dienen beide hosts aan /etc/hosts toegevoegd te worden:

```
127.0.0.1          localhost.mijn.domein localhost
10.0.0.1           host1.mijn.domein host1
10.0.0.2           host2.mijn.domein host2
```

Ga naar elke host en ping de andere om te bevestigen dat de verbinding werkt. Bijvoorbeeld, op host1:

```
# ifconfig plip0
plip0: flags=8851<UP,POINTOPOINT,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    inet 10.0.0.1 --> 10.0.0.2 netmask 0xff000000
# netstat -r
Routing tables

Internet:
```

```

Destination      Gateway          Flags          Refs          Use          Netif  Expire
host2             host1           UH             0             0           plip0

# ping -c 4 host2
PING host2 (10.0.0.2): 56 data bytes
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=0 ttl=255 time=2.774 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=1 ttl=255 time=2.530 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=2 ttl=255 time=2.556 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=3 ttl=255 time=2.714 ms

--- host2 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 2.530/2.643/2.774/0.103 ms

```

31.11. IPv6

IPv6 (ook bekend als IPng “IP next generation”) is de nieuwe versie van het welbekende IP-protocol (ook bekend als IPv4). Net zoals de andere huidige *BSD-systemen, bevat FreeBSD de referentie-implementatie van KAME IPv6. Het FreeBSD-systeem wordt dus geleverd met alles wat nodig is om met IPv6 te experimenteren. Deze sectie richt zich op het ingesteld en draaiend krijgen van IPv6.

In de vroege jaren 1990 werden mensen zich bewust van de snel krimpende adresruimte van IPv4. De uitbreidingssnelheid van het Internet baarde twee grote zorgen:

- Geen adresruimte meer. Tegenwoordig is dit niet zo’n probleem meer aangezien RFC1918 voor privé-adresruimte (10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12, en 192.168.0.0/16) en Network Address Translation (NAT) worden gebruikt.
- De regels in de routeertabellen werden te groot. Dit is tegenwoordig nog steeds een probleem.

IPv6 behandelt deze en vele andere zaken:

- 128-bits adresruimte. Met andere woorden, er zijn theoretisch 340.282.366.920.938.463.374.607.431.768.211.456 adressen beschikbaar. Dit betekent dat er ongeveer $6,67 \cdot 10^{27}$ IPv6-adressen per vierkante meter op onze planeet beschikbaar zijn.
- Routers zullen alleen netwerkaggregatie-adressen in hun routeertabellen opslaan en dus de gemiddelde ruimte van een routeertabel verkleinen tot 8192 regels.

IPv6 heeft ook vele andere nuttige eigenschappen zoals:

- Automatische adresconfiguratie (RFC2462 (<http://www.ietf.org/rfc/rfc2462.txt>))
- Anycast-adressen (“één-van-velen”)
- Verplichte multicast-adressen
- IPsec (IP security)
- Versimpelde structuur van de headers
- Mobiele IP
- Overgangsmechanismen voor IPv6 naar IPv4

Bekijk voor meer informatie:

- IPv6-overzicht op playground.sun.com (<http://playground.sun.com/pub/ipng/html/ipng-main.html>)
- KAME.net (<http://www.kame.net>)

31.11.1. Achtergrond over IPv6 adressen

Er zijn verschillende soorten IPv6-adressen: unicast, anycast, en multicast.

Unicast-adressen zijn de bekende adressen. Een pakket dat naar een unicast-adres wordt verzonden arriveert precies op de interface dat bij dat adres hoort.

Anycast-adressen zijn syntactisch niet van unicast-adressen te onderscheiden maar ze adresseren een groep interfaces. Een pakket dat bestemd is voor een anycast-adres zal bij de dichtstbijzijnde interface arriveren (in router-metrieken). Anycast-adressen mogen alleen door routers worden gebruikt.

Multicast-adressen identificeren een groep interfaces. Een pakket dat bestemd is voor een multicast-adres zal bij alle interfaces die bij de multicast-groep horen arriveren.

Opmerking: Het broadcast-adres van IPv4 (gewoonlijk `xxx.xxx.xxx.255`) wordt in IPv6 met multicast-adressen uitgedrukt.

Tabel 31-2. Gereserveerde IPv6-adressen

IPv6-adres	Prefixlengte (bits)	Beschrijving	Opmerkingen
::	128 bits	niet gespecificeerd	cf. 0.0.0.0 in IPv4
::1	128 bits	teruglusadres	cf. 127.0.0.1 in IPv4
::00:xx:xx:xx:xx	96 bits	ingebouwd IPv4	De laagste 32 bits zijn het IPv4-adres. Ook “IPv4 compatibel IPv6-adres” genoemd.
::ff:xx:xx:xx:xx	96 bits	IPv4-afgebeeld IPv6-adres	De laagste 32 bits zijn het IPv4-adres. Voor hosts die geen IPv6 ondersteunen.
fe80:: - feb::	10 bits	link-lokaal	cf. teruglusadres in IPv4
fec0:: - fef::	10 bits	site-lokaal	
ff::	8 bits	multicast	
001 (base 2)	3 bits	globale unicast	Alle globale unicast-adressen worden vanuit deze pool toegewezen. De eerste 3 bits zijn “001”.

31.11.2. IPv6-adressen lezen

De canonieke vorm wordt weergegeven als: `x:x:x:x:x:x:x:x`, waarbij elke “x” een 16-bits hexadecimale waarde is. Bijvoorbeeld `FEBC:A574:382B:23C1:AA49:4592:4EFE:9982`

Vaak bevat een adres lange deelstrings van allen nullen, daarom kan per adres één zo'n deelstring worden afgekort als "::". Ook kunnen maximaal drie voorlopende "0"'s per hexadecimaal viertal worden weggelaten. Bijvoorbeeld, `fe80::1` komt overeen met de canonieke vorm `fe80:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001`.

Een derde vorm is het schrijven van de laatste 32 bits in de bekende (decimale) IPv4-stijl met punten "." als scheidingstekens. Bijvoorbeeld, `2002::10.0.0.1` komt overeen met de (hexadecimale) canonieke representatie `2002:0000:0000:0000:0000:0000:0a00:0001` wat weer hetzelfde is als `2002::a00:1`.

Op dit punt dient de lezer het volgende te begrijpen:

```
# ifconfig
```

```
rl0: flags=8943<UP,BROADCAST,RUNNING,PROMISC,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    inet 10.0.0.10 netmask 0xffffffff broadcast 10.0.0.255
    inet6 fe80::200:21ff:fe03:8e1%rl0 prefixlen 64 scopeid 0x1
    ether 00:00:21:03:08:e1
    media: Ethernet autoselect (100baseTX )
    status: active
```

`fe80::200:21ff:fe03:8e1%rl0` is een automatisch ingesteld link-lokaal adres. Het is als deel van de automatische instelling vanuit het MAC-adres aangemaakt.

Kijk voor verdere informatie over de structuur van IPv6-adressen op RFC3513 (<http://www.ietf.org/rfc/rfc3513.txt>).

31.11.3. Verbinding krijgen

Er zijn momenteel vier manieren om met andere IPv6-hosts en -netwerken te verbinden:

- Neem contact op met de Internetprovider om te zien of ze al IPv6 aanbieden.
- SixXS (<http://www.sixxs.net>) biedt wereldwijd tunnels met eindpunten aan.
- Tunnelen via 6-naar-4 (RFC3068 (<http://www.ietf.org/rfc/rfc3608.txt>))
- Gebruik de poort `net/freenet6` indien er een inbelverbinding wordt gebruikt.

31.11.4. DNS in de IPv6-wereld

Er waren twee soorten DNS-records voor IPv6. De IETF heeft A6-records overbodig verklaard. AAAA-records zijn nu de standaard.

AAAA-records gebruiken gaat rechttoe-rechtaan. Wijs de hostnaam toe aan het nieuwe IPv6-adres dat net ontvangen is door het volgende aan de DNS-bestand voor primaire zones toe te voegen:

```
MIJNHOSTNAAM          AAAA      MIJNIPv6ADRES
```

Vraag het aan de DNS-provider indien de DNS-zones niet zelf worden gereserveerd. De huidige versies van **bind** (versie 8.3 en 9) en **dns/djbdns** (met de IPv6-patch) ondersteunen AAAA-records.

31.11.5. De benodigde wijzigingen doorvoeren in `/etc/rc.conf`

31.11.5.1. IPv6-cliëntinstellingen

Deze instellingen helpen bij het configureren van een machine in het LAN die als cliënt in plaats van router dienst zal doen. Om `rtsol(8)` automatisch de interface tijdens het opstarten te laten configureren dient het volgende toegevoegd te worden:

```
ipv6_enable="YES"
```

Voeg het volgende toe om statisch een IP-adres zoals `2001:471:1f11:251:290:27ff:fee0:2093` aan de interface `fxp0` toe te voegen:

```
ipv6_ifconfig_fxp0="2001:471:1f11:251:290:27ff:fee0:2093"
```

Voeg het volgende aan `/etc/rc.conf` toe om een standaardrouter `2001:471:1f11:251::1` toe te wijzen:

```
ipv6_defaultrouter="2001:471:1f11:251::1"
```

31.11.5.2. IPv6 router/gateway instellingen

Deze paragraaf helpt bij het opvolgen van de aanwijzingen die de tunnelprovider heeft gegeven en ze om te zetten in instellingen die blijven na een herstart. Om de tunnel tijdens het opstarten te herstellen kan het volgende in `/etc/rc.conf` gebruikt worden:

Noem de generieke tunnelinterfaces die zullen worden ingesteld, bijvoorbeeld `gif0`:

```
gif_interfaces="gif0"
```

Om de interface met een lokaal eindpunt `MIJN_IPv4_ADRES` in te stellen naar een ver eindpunt `VER_IPv4_ADRES`:

```
gifconfig_gif0="MIJN_IPv4_ADRES VER_IPv4_ADRES"
```

Voeg het volgende toe om het IPv6-adres dat is toegewezen als het eindpunt van de IPv6-tunnel te gebruiken:

```
ipv6_ifconfig_gif0="MIJN_TOEGEWEZEN_IPv6_TUNNEL_EINDPUNT_ADRES"
```

Nu hoeft alleen de standaardroute voor IPv6 ingesteld te worden. Dit is de andere kant van de IPv6-tunnel:

```
ipv6_defaultrouter="MIJN_IPv6_VER_TUNNEL_EINDPUNT_ADRES"
```

31.11.5.3. IPv6-tunnelinstellingen

Indien de server gebruikt wordt om IPv6 tussen de rest van het netwerk en de wereld te routen, is ook de volgende instelling in `/etc/rc.conf` nodig:

```
ipv6_gateway_enable="YES"
```

31.11.6. Routeradvertentie en automatische hostconfiguratie

Deze sectie helpt bij het instellen van `rtadvd(8)` om de standaard IPv6-route te adverteren.

Het volgende is nodig in `/etc/rc.conf` om `rtadvd(8)` aan te zetten:

```
rtadvd_enable="YES"
```

Het is belangrijk om de interface te specificeren waarop het IPv6-routerverzoek plaatsvindt. Om bijvoorbeeld `rtadvd(8)` te vertellen om `fxp0` te gebruiken:

```
rtadvd_interfaces="fxp0"
```

Nu dient het instellingenbestand `/etc/rtadvd.conf` aangemaakt te worden. Hier is een voorbeeld:

```
fxp0:\n:addr#1:addr="2001:471:1f11:246::":prefixlen#64:tc=ether:
```

Vervang `fxp0` door de interface die gebruikt gaat worden.

Vervang vervolgens `2001:471:1f11:246::` met de prefix van uw toewijzing.

Indien een /64 subnet is toegewezen, hoeft er verder niets veranderd te worden. In andere gevallen dient de juiste waarde voor `prefixlen#` gebruikt te worden.

31.12. Asynchronous Transfer Mode (ATM)

31.12.1. Klassiek IP configureren over ATM (PVCs)

Klassiek IP over ATM (CLIP) is de eenvoudigste methode om Asynchronous Transfer Mode (ATM) met IP te gebruiken. Het kan met geswitchte verbindingen (SVCs) en met permanente verbindingen (PVCs) gebruikt worden. Deze sectie beschrijft hoe een netwerk gebaseerd op PVCs op te zetten.

31.12.1.1. Volledig geschakelde configuraties

De eerste methode om een CLIP met PVCs op te zetten is om elke machine met elke andere machine in het netwerk te verbinden via een toegewijde PVC. Hoewel dit eenvoudig te configureren is, wordt het onpraktisch voor een groter aantal machines. Dit netwerk gaat ervan uit dat er vier machines in het netwerk zijn, allen verbonden met het ATM netwerk met een ATM adapterkaart. De eerste stap is het plannen van de IP-adressen en de ATM verbindingen tussen de machines. Het volgende wordt gebruikt:

Host	IP-adres
hostA	192.168.173.1
hostB	192.168.173.2
hostC	192.168.173.3
hostD	192.168.173.4

Om een volledig geschakeld net te bouwen is er een ATM-verbinding nodig tussen elk paar machines:

Machines	VPI.VCI koppel
hostA - hostB	0.100
hostA - hostC	0.101
hostA - hostD	0.102
hostB - hostC	0.103
hostB - hostD	0.104
hostC - hostD	0.105

De VPI- en VCI-waarde kunnen aan beide kanten van de verbinding verschillen, maar voor de eenvoud wordt aangenomen dat ze hetzelfde zijn. Vervolgens dienen de ATM-interfaces op elke host geconfigureerd te worden:

```
hostA# ifconfig hatm0 192.168.173.1 up
hostB# ifconfig hatm0 192.168.173.2 up
hostC# ifconfig hatm0 192.168.173.3 up
hostD# ifconfig hatm0 192.168.173.4 up
```

aannemende dat de ATM-interface op alle hosts `hatm0` is. Nu dienen de PVCs op `hostA` geconfigureerd te worden (er wordt aangenomen dat ze reeds op de ATM-switches zijn geconfigureerd, raadpleeg de handleiding van de switch hoe dit te doen).

```
hostA# atmconfig natm add 192.168.173.2 hatm0 0 100 llc/snap ubr
hostA# atmconfig natm add 192.168.173.3 hatm0 0 101 llc/snap ubr
hostA# atmconfig natm add 192.168.173.4 hatm0 0 102 llc/snap ubr

hostB# atmconfig natm add 192.168.173.1 hatm0 0 100 llc/snap ubr
hostB# atmconfig natm add 192.168.173.3 hatm0 0 103 llc/snap ubr
hostB# atmconfig natm add 192.168.173.4 hatm0 0 104 llc/snap ubr

hostC# atmconfig natm add 192.168.173.1 hatm0 0 101 llc/snap ubr
hostC# atmconfig natm add 192.168.173.2 hatm0 0 103 llc/snap ubr
hostC# atmconfig natm add 192.168.173.4 hatm0 0 105 llc/snap ubr

hostD# atmconfig natm add 192.168.173.1 hatm0 0 102 llc/snap ubr
hostD# atmconfig natm add 192.168.173.2 hatm0 0 104 llc/snap ubr
hostD# atmconfig natm add 192.168.173.3 hatm0 0 105 llc/snap ubr
```

Uiteraard kunnen ook andere verkeerscontracten dan UBR worden gebruikt indien de ATM-adapter die ondersteunt. In dit geval wordt de naam van het verkeerscontract gevolgd door de parameters van het verkeer. Hulp voor het gereedschap `atmconfig(8)` kan verkregen worden met:

```
# atmconfig help natm add
```

of in de hulppagina `atmconfig(8)`.

Dezelfde configuratie kan ook bereikt worden via `/etc/rc.conf`. Voor `hostA` wordt dit:

```
network_interfaces="lo0 hatm0"
ifconfig_hatm0="inet 192.168.173.1 up"
natm_static_routes="hostB hostC hostD"
route_hostB="192.168.173.2 hatm0 0 100 llc/snap ubr"
route_hostC="192.168.173.3 hatm0 0 101 llc/snap ubr"
route_hostD="192.168.173.4 hatm0 0 102 llc/snap ubr"
```

De huidige toestand van alle CLIP routes kan worden verkregen met:

```
hostA# atmconfig natm show
```

31.13. Common Address Redundancy Protocol (CARP)

Het Common Address Redundancy Protocol, of CARP, staat toe dat meerdere hosts hetzelfde IP-adres gebruiken. In sommige opstellingen wordt dit gebruikt voor beschikbaarheid of loadbalancing. Hosts kunnen ook gescheiden IP-adressen gebruiken, zoals in het voorbeeld dat hier is gegeven.

Om ondersteuning voor CARP aan te zetten, dient de FreeBSD-kernel herbouwd zoals beschreven in Hoofdstuk 8 met de volgende optie:

```
device carp
```

Als alternatief kan de `if_carp.ko` module geladen worden tijdens het opstarten. Voeg de volgende regel toe aan `/boot/loader.conf`:

```
if_carp_load="YES"
```

De functionaliteit van CARP zou nu beschikbaar moeten zijn en kan met verschillende `sysctl`-OIDs worden bijgesteld:

OID	Beschrijving
<code>net.inet.carp.allow</code>	Accepteer inkomende CARP pakketten. Staat standaard aan.
<code>net.inet.carp.preempt</code>	Deze optie zet alle CARP interfaces down op de host wanneer er een down gaat. Staat standaard uit.
<code>net.inet.carp.log</code>	De waarde 0 zet alle logging uit. De waarde 1 zet het loggen van slechte CARP-pakketten aan. Waardes hoger dan 1 zet het loggen van toestandsveranderingen van de CARP interfaces aan. De standaardwaarde is 1.
<code>net.inet.carp.arpbalance</code>	Balanceer lokaal netwerkverkeer met ARP. Staat standaard uit.
<code>net.inet.carp.suppress_preempt</code>	Een alleen-lezen OID die de toestand van preëmtie-onderdrukking weergeeft. Preëmtie kan worden onderdrukt wanneer de verbinding op een interface afwezig is. De waarde 0 betekent dat preëmtie niet onderdrukt is. Elk probleem verhoogt deze OID.

De CARP-apparaten zelf kunnen met het commando `ifconfig` worden aangemaakt:

```
# ifconfig carp0 create
```

In een echte omgeving hebben deze interfaces unieke identificatienummers, bekend als een VHID, nodig. Dit VHID of Virtual Host Identification zal worden gebruikt om de hosts op het netwerk te onderscheiden.

31.13.1. CARP gebruiken voor serverbeschikbaarheid

Eén gebruik van CARP, zoals boven aangegeven, is serverbeschikbaarheid. Dit voorbeeld geeft failover-ondersteuning voor drie hosts, met allemaal een uniek IP-adres en dezelfde webinhoud. Deze machines zullen samen met een Round Robin DNS configuratie dienst doen. De failover-machine zal twee aanvullende CARP-interfaces hebben, één voor elk van de IP's van de contentserver. Wanneer er een storing optreedt, zou de failover-server het IP-adres van de falende machine moeten oppikken. Dit betekent dat de storing geheel onmerkbaar zou moeten zijn voor de gebruiker. De failover-server heeft dezelfde inhoud en diensten nodig als de andere contentserver waarvoor het moet invallen.

De twee machines dienen identiek geconfigureerd te worden op de gegeven hostnamen en VHIDs na. Dit voorbeeld noemt deze machines respectievelijk `hosta.example.org` en `hostb.example.org`. Ten eerste dienen de benodigde regels voor een CARP-configuratie aan `rc.conf` te worden toegevoegd. Voor `hosta.example.org` dient het bestand `rc.conf` de volgende regels te bevatten:

```
hostname="hosta.example.org"
ifconfig_fxp0="inet 192.168.1.3 netmask 255.255.255.0"
cloned_interfaces="carp0"
ifconfig_carp0="vhid 1 pass testpass 192.168.1.50/24"
```

Op `hostb.example.org` dienen de volgende regels in `rc.conf` te staan:

```
hostname="hostb.example.org"
ifconfig_fxp0="inet 192.168.1.4 netmask 255.255.255.0"
cloned_interfaces="carp0"
ifconfig_carp0="vhid 2 pass testpass 192.168.1.51/24"
```

Opmerking: Het is erg belangrijk dat de wachtwoorden die met de optie `pass` aan `ifconfig` gegeven zijn, identiek zijn. De `carp` apparaten zullen alleen luisteren naar en advertenties accepteren van machines met het juiste wachtwoord. Het VHID dient ook verschillend te zijn voor elke machine.

De derde machine, `provider.example.org`, dient voorbereidt te worden op het afhandelen van failover van beide hosts. Deze machine heeft twee `carp` apparaten nodig, één om elke host af te handelen. De juiste instelregels voor `rc.conf` zullen ongeveer gelijk zijn aan de volgende:

```
hostname="provider.example.org"
ifconfig_fxp0="inet 192.168.1.5 netmask 255.255.255.0"
cloned_interfaces="carp0 carp1"
ifconfig_carp0="vhid 1 advskew 100 pass testpass 192.168.1.50/24"
ifconfig_carp1="vhid 2 advskew 100 pass testpass 192.168.1.51/24"
```

Met twee `carp` apparaten is `provider.example.org` in staat om het IP-adres van de andere machine op te pikken wanneer de ene niet meer antwoordt.

Opmerking: De standaard FreeBSD-kernel *kan* preëemptie geactiveerd hebben. In dat geval hoeft `provider.example.org` het IP-adres niet terug te geven aan de originele contentserver. In dit geval kan het nodig zijn dat een beheerder handmatig het IP terug aan de meester moet geven. Het volgende commando dient op `provider.example.org` gegeven te worden:

```
# ifconfig carp0 down && ifconfig carp0 up
```

Dit dient gedaan te worden op de `carp` interface die met de juiste host overeenkomt.

Op dit moment dient CARP volledig actief en beschikbaar voor testen te zijn. Voor het testen dienen òfwel het netwerken herstart te worden, òf de machines dienen opnieuw opgestart te worden.

Meer informatie is altijd beschikbaar in de hulppagina `carp(4)`

V. Appendix

Bijlage A.

FreeBSD verkrijgen

A.1. CD-ROM en DVD uitgevers

A.1.1. Winkelproducten in doos

FreeBSD is beschikbaar in een doos (FreeBSD CD-ROMs, additionele software en gedrukte documentatie) bij verschillende verkopers:

- CompUSA
WWW: <http://www.compusa.com/>
- Frys Electronics
WWW: <http://www.frys.com/>

A.1.2. CD-ROMs en DVD's

FreeBSD CD-ROMs en DVD's zijn te koop bij veel online winkels:

- FreeBSD Mall, Inc.
700 Harvest Park Ste F
Brentwood, CA 94513
Verenigde Staten
Telefoon: +1 925 240-6652
Fax: +1 925 674-0821
E-mail: info@freebsdmall.com
WWW: <http://www.freebsdmall.com/>
- Dr. Hinner EDV
St. Augustinus-Str. 10
D-81825 München
Duitsland
Telefoon: (089) 428 419
WWW: <http://www.hinner.de/linux/freebsd.html>
- Ikarios
22-24 rue Voltaire
92000 Nanterre
Frankrijk
WWW: <http://ikarios.com/form/#freebsd>
- JMC Software

Ierland
Telefoon: 353 1 6291282
WWW: <http://www.thelinuxmall.com>

- The Linux Emporium
Hilliard House, Lester Way
Wallingford
OX10 9TA
Verenigd Koninkrijk
Telefoon: +44 1491 837010
Fax: +44 1491 837016
WWW: <http://www.linuxemporium.co.uk/products/bsd/>
- Linux+ DVD Magazine
Lewartowskiego 6
Warsaw
00-190
Polen
Telefoon: +48 22 860 18 18
E-mail: editors@lpmagazine.org
WWW: <http://www.lpmagazine.org/>
- Linux System Labs Australia
21 Ray Drive
Balwyn North
VIC - 3104
Australië
Telefoon: +61 3 9857 5918
Fax: +61 3 9857 8974
WWW: <http://www.lsl.com.au>
- LinuxCenter.Ru
Galernaya Street, 55
Saint-Petersburg
190000
Rusland
Telefoon: +7-812-3125208
E-mail: info@linuxcenter.ru
WWW: <http://linuxcenter.ru/shop/freebsd>

A.1.3. Distributeurs

Wederverkopers die FreeBSD CD-ROM producten willen verkopen kunnen contact opnemen met een distributeur:

- Cylogistics
809B Cuesta Dr., #2149
Mountain View, CA 94040
Verenigde Staten
Telefoon: +1 650 694-4949

Fax: +1 650 694-4953
E-mail: <sales@cylogistics.com>
WWW: <http://www.cylogistics.com/>

- Ingram Micro
1600 E. St. Andrew Place
Santa Ana, CA
92705-4926 Verenigde Staten
Telefoon: 1 (800) 456-8000
WWW: <http://www.ingrammicro.com/>
- Kudzu, LLC
7375 Washington Ave. S.
Edina, MN 55439
Verenigde Staten
Telefoon: +1 952 947-0822
Fax: +1 952 947-0876
E-mail: <sales@kudzuenterprises.com>
- LinuxCenter.Kz
Ust-Kamenogorsk
Kazachstan
Telefoon: +7-705-501-6001
Email: <info@linuxcenter.kz>
WWW: <http://linuxcenter.kz/page.php?page=fr>
- LinuxCenter.Ru
Galernaya Street, 55
Sint-Petersburg
190000
Rusland
Telefoon: +7-812-3125208
E-mail: <info@linuxcenter.ru>
WWW: <http://linuxcenter.ru/freebsd>
- Navarre Corp
7400 49th Ave South
New Hope, MN 55428
Verenigde Staten
Telefoon: +1 763 535-8333
Fax: +1 763 535-0341
WWW: <http://www.navarre.com/>

A.2. FTP sites

De officiële broncode voor FreeBSD is beschikbaar via anoniem toegankelijke FTP in de hele wereld via vele mirrorsites. De site <ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> heeft een goede verbinding en staat veel verbindings toe, maar het is waarschijnlijk beter om een mirrorsite te zoeken die “dichterbij” is (zeker als het doel is ook een soort mirrorsite op te zetten).

FreeBSD is beschikbaar via de onderstaande anonieme FTP mirror sites. Bij het kiezen van anonieme FTP voor het verkrijgen van FreeBSD wordt aangeraden een site die dichtbij ligt te kiezen. De mirrorsites die in de lijst staan als “Primaire Mirrorsites” hebben meestal het complete FreeBSD archief (alle beschikbare versies voor alle architecturen) maar downloads zijn waarschijnlijk sneller van een site die in het land of de regio van de gebruiker staat. De regionale sites hebben de meeste recente versies voor de meest populaire architecturen, maar hebben wellicht niet het complete archief. Alle sites geven toegang via anonieme FTP, maar een aantal sites hebben ook andere toegangsmogelijkheden. De toegangsmogelijkheden voor iedere site staan tussen haakjes achter de hostnaam.

Centrale servers, Primaire spiegelsites, Argentinië, Armenië, Australië, Brazilië, Bulgarije, Canada, China, Denemarken, Duitsland, Estland, Finland, Frankrijk, Griekenland, Hong Kong, Hongarije, Ierland, IJsland, Israël, Italië, Japan, Korea, Letland, Litouwen, Nederland, Noorwegen, Oekraïne, Oostenrijk, Polen, Portugal, Roemenië, Rusland, Saudi-Arabië, Singapore, Slovenië, Slowakije, Spanje, Taiwan, Tsjechië, Turkije, Verenigd Koninkrijk, Verenigde Staten van Amerika, Zuid-Afrika, Zweden, Zwitserland.

(bijgewerkt op: 2011/09/11 11:28:10 UTC)

Centrale servers

- <ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / ftpv6 / http (<http://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / httpv6 (<http://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))

Primaire spiegelsites

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <mirror-admin@FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp1.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp2.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp3.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp4.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / ftpv6 / http (<http://ftp4.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / httpv6 (<http://ftp4.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))
- <ftp://ftp5.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp6.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp7.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp8.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp9.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp10.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / ftpv6 / http (<http://ftp10.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / httpv6 (<http://ftp10.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))
- <ftp://ftp11.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp12.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp13.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp14.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp14.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))

Argentinië

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@ar.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.ar.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Armenië

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@am.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp1.am.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp1.am.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / rsync)

Australië

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@au.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.au.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp2.au.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp3.au.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Brazilië

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@br.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.br.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp.br.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))
- <ftp://ftp2.br.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp2.br.FreeBSD.org/>))
- <ftp://ftp3.br.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / rsync)
- <ftp://ftp4.br.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- ftp://ftp5.br.FreeBSD.org
- <ftp://ftp6.br.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp7.br.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Bulgarije

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@bg.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.bg.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / rsync)
- <ftp://ftp2.bg.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / rsync)

Canada

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@ca.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.ca.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp2.ca.FreeBSD.org/> (ftp)

- <ftp://ftp3.ca.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

China

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@cn.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.cn.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Denemarken

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@dk.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.dk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / ftpv6 / http (<http://ftp.dk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / httpv6 (<http://ftp.dk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))

Duitsland

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <de-bsd-hubs@de.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.de.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp1.de.FreeBSD.org/freebsd/> (ftp / http (<http://www1.de.FreeBSD.org/freebsd/>) / rsync (<rsync://rsync3.de.FreeBSD.org/freebsd/>))
- <ftp://ftp2.de.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp2.de.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / rsync)
- <ftp://ftp3.de.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp4.de.FreeBSD.org/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp4.de.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / rsync)
- <ftp://ftp5.de.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp6.de.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp7.de.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp7.de.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))
- <ftp://ftp8.de.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Estland

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@ee.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.ee.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Finland

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@fi.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.fi.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Frankrijk

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@fr.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.fr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp1.fr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp1.fr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / rsync)
- <ftp://ftp2.fr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp3.fr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp4.fr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp4.fr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))
- <ftp://ftp5.fr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp6.fr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp7.fr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp8.fr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Griekenland

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@gr.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.gr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp2.gr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Hong Kong

- <ftp://ftp.hk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Hongarije

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@hu.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.hu.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp.hu.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / rsync)
- <ftp://ftp2.hu.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Ierland

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@ie.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.ie.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp2.ie.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp2.ie.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / rsync)
- <ftp://ftp3.ie.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp3.ie.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / rsync)

IJsland

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@is.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.is.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / rsync)

Israël

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@il.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.il.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / ftpv6)

Italië

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@it.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.it.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Japan

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@jp.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.jp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp2.jp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp3.jp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp4.jp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp5.jp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp6.jp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp7.jp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp8.jp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp9.jp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Korea

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@kr.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.kr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / rsync)
- <ftp://ftp2.kr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp2.kr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))

Letland

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@lv.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.lv.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp.lv.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))
- <ftp://ftp2.lv.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Litouwen

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@lt.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.lt.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp.lt.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))

Nederland

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@nl.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.nl.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp.nl.FreeBSD.org/os/FreeBSD/>) / rsync)
- <ftp://ftp2.nl.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Noorwegen

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@no.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.no.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / rsync)
- <ftp://ftp3.no.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Oekraïne

- <ftp://ftp.ua.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp.ua.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))
- <ftp://ftp2.ua.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp2.ua.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))
- <ftp://ftp7.ua.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp8.ua.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp8.ua.FreeBSD.org/FreeBSD/>))
- <ftp://ftp11.ua.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Oostenrijk

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@at.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.at.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / ftpv6 / http (<http://ftp.at.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / httpv6 (<http://ftp.at.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))

Polen

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@pl.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.pl.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp2.pl.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / ftpv6 (<http://ftp2.pl.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / http (<http://ftp2.pl.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / httpv6 (<http://ftp2.pl.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / rsync / rsyncv6)

Portugal

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@pt.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.pt.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp2.pt.FreeBSD.org/pub/freebsd/> (ftp)
- <ftp://ftp4.pt.FreeBSD.org/pub/ISO/FreeBSD/> (ftp)

Roemenië

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@ro.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.ro.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp1.ro.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / ftpv6 / http (<http://ftp1.ro.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / [httpv6 \(http://ftp1.ro.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/\)](http://ftp1.ro.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/))

Rusland

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@ru.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.ru.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp.ru.FreeBSD.org/FreeBSD/>) / rsync)
- <ftp://ftp2.ru.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp2.ru.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / rsync)
- <ftp://ftp3.ru.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp4.ru.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp5.ru.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp5.ru.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / rsync)
- <ftp://ftp6.ru.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Saudi-Arabië

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <ftpadmin@isu.net.sa> van dit domein.

- <ftp://ftp.isu.net.sa/pub/ftp.freebsd.org/> (ftp)

Singapore

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@sg.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.sg.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp.sg.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / rsync)

Slovenië

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@si.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.si.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

- <ftp://ftp2.si.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Slowakije

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@sk.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.sk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / [ftpv6 \(ftp://ftp.sk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/\) / http \(http://ftp.sk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/\) / httpsv6 \(http://ftp.sk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/\) / rsync / rsyncv6\)](ftp://ftp.sk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/))
- <ftp://ftp2.sk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / [ftpv6 \(ftp://ftp2.sk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/\) / http \(http://ftp2.sk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/\) / httpsv6 \(http://ftp2.sk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/\)](ftp://ftp2.sk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/))

Spanje

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@es.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.es.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / [http \(http://ftp.es.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/\)](http://ftp.es.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/))
- <ftp://ftp2.es.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp3.es.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Taiwan

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@tw.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / [ftpv6 \(ftp://ftp.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/\) / rsync / rsyncv6\)](ftp://ftp.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/))
- <ftp://ftp2.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / [ftpv6 \(ftp://ftp2.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/\) / http \(http://ftp2.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/\) / httpsv6 \(http://ftp2.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/\) / rsync / rsyncv6\)](ftp://ftp2.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/))
- <ftp://ftp3.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp4.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp5.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp6.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / [http \(http://ftp6.tw.FreeBSD.org/\) / rsync](http://ftp6.tw.FreeBSD.org/))
- <ftp://ftp7.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp8.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp9.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp10.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp11.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / [http \(http://ftp11.tw.FreeBSD.org/FreeBSD/\)](http://ftp11.tw.FreeBSD.org/FreeBSD/))
- <ftp://ftp12.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp13.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp14.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

- <ftp://ftp15.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Tsjechië

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@cz.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.cz.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / ftpv6 (<ftp://ftp.cz.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / [http](http://ftp.cz.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/) (<http://ftp.cz.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / [httpv6](http://ftp.cz.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/) (<http://ftp.cz.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / rsync / rsyncv6)
- <ftp://ftp2.cz.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / [http](http://ftp2.cz.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/) (<http://ftp2.cz.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))

Turkije

- <ftp://ftp.tr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / [http](http://ftp.tr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/) (<http://ftp.tr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / rsync)
- <ftp://ftp2.tr.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / rsync)

Verenigd Koninkrijk

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@uk.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.uk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp2.uk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / [http](http://ftp2.uk.FreeBSD.org/) (<http://ftp2.uk.FreeBSD.org/>) / rsync)
- <ftp://ftp3.uk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp4.uk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp5.uk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp6.uk.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Verenigde Staten van Amerika

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@us.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp1.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp2.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp3.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp4.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / ftpv6 / [http](http://ftp4.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/) (<http://ftp4.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / [httpv6](http://ftp4.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/) (<http://ftp4.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))
- <ftp://ftp5.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / rsync)
- <ftp://ftp6.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp7.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / [http](http://ftp7.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/) (<http://ftp7.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / rsync)
- <ftp://ftp8.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

- <ftp://ftp9.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp9.us.FreeBSD.org/pub/os/FreeBSD/>))
- <ftp://ftp10.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp11.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp12.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / rsync)
- <ftp://ftp13.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp13.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / rsync)
- <ftp://ftp14.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp14.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))
- <ftp://ftp15.us.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Zuid-Afrika

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@za.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.za.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp2.za.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp3.za.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp4.za.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)

Zweden

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@se.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.se.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp2.se.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp3.se.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp)
- <ftp://ftp4.se.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / ftpv6 (<ftp://ftp4.se.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / http (<http://ftp4.se.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / httpv6 (<http://ftp4.se.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>) / rsync (rsync://ftp4.se.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/) / rsyncv6 (rsync://ftp4.se.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/))
- <ftp://ftp5.se.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp5.se.FreeBSD.org/>) / rsync)

Zwitserland

Begeeft u zich bij problemen alstublieft naar de beheerder <hostmaster@ch.FreeBSD.org> van dit domein.

- <ftp://ftp.ch.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/> (ftp / http (<http://ftp.ch.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/>))
- <ftp://ftp2.ch.FreeBSD.org/mirror/FreeBSD/> (ftp / ftpv6 (<ftp://ftp2.ch.FreeBSD.org/mirror/FreeBSD/>) / http (<http://ftp2.ch.FreeBSD.org/ftp/mirror/FreeBSD/>) / httpv6 (<http://ftp2.ch.FreeBSD.org/ftp/mirror/FreeBSD/>))

A.3. BitTorrent

De ISO-afbeeldingen voor de basis-CD's van de uitgaven zijn beschikbaar via BitTorrent. Een verzameling torrent-bestanden om de afbeeldingen binnen te halen is beschikbaar op <http://torrents.freebsd.org:8080> (<http://torrents.freebsd.org:8080/>)

De software voor de BitTorrent-cliënt is beschikbaar via de port `net-p2p/py-bittorrent`, of als voorgecompileerd pakket.

Nadat de ISO-afbeelding met BitTorrent is gedownload, kan het op CD of DVD gebrand worden zoals beschreven in Paragraaf 18.6.3.

A.4. Anonieme CVS

A.4.1. Inleiding

Anonieme CVS (of ook wel bekend als *anoncvs*) is een functie die beschikbaar is met de hulpprogramma's die bij FreeBSD zitten om te synchroniseren met een elders aanwezig CVS depot. Het staat gebruikers van FreeBSD onder andere toe om zonder bijzondere rechten alleen-lezen operaties uit te voeren op een van de officiële anoncvs servers van het FreeBSD project. Om het te kunnen gebruiken dient de omgevingsvariabele `CVSROOT` zo ingesteld te worden dat hij wijst naar de gewenste anoncvs server, dient het bekende wachtwoord "anoncvs" bij het commando `cvs login` opgegeven te worden en kan daarna `cvs(1)` gebruikt worden om het te benaderen als ieder lokaal aanwezig depot.

Opmerking: Het commando `cvs login` slaat de wachtwoorden die voor aanmelden bij de CVS server op in een bestand met de naam `.cvspass` in de map `HOME`. Als dit bestand niet bestaat, is het mogelijk dat er een foutmelding wordt gegeven als `cvs login` de eerste keer wordt gebruikt. Dat kan opgelost worden door een leeg bestand `.cvspass` te maken en dan opnieuw aan te melden.

Hoewel de diensten **CVSup** en *anoncvs* beiden vrijwel dezelfde functie invullen, zijn er redenen die de keuze voor de synchronisatiemethode beïnvloeden. In een notendop is **CVSup** veel efficiënter in het gebruik van netwerkbronnen en is het de meest geavanceerde van de twee, maar daar staat iets tegenover. Voor het gebruik van **CVSup** moet eerst een speciale client geïnstalleerd en ingesteld worden voordat er bits kunnen gaan stromen en dat kan dan alleen in de redelijk grote brokken die in **CVSup** *collections* heten.

Anoncvs kan daarentegen gebruikt worden om alles te bekijken van een individueel bestand tot aan een specifiek programma (als `ls` of `grep`) door aan de naam van de CVS module te refereren. Ook **anoncvs** is alleen geschikt voor alleen-lezen operaties op het CVS depot, dus als het de bedoeling is om lokaal ontwikkelwerk en hetzelfde depot met delen uit het FreeBSD project te combineren, dan biedt alleen **CVSup** daar een oplossing voor.

A.4.2. Anonieme CVS gebruiken

Het instellen van `cvs(1)` om gebruik te maken van een Anoniem CVS depot is een kwestie van het instellen van de omgevingsvariabele `CVSROOT` op een van de *anoncvs* servers van het FreeBSD project. Op het moment van schrijven zijn de volgende servers beschikbaar:

- *Frankrijk*: `:pserver:anoncvs@anoncvs.fr.FreeBSD.org:/home/ncvs` (Gebruik `cvs login` voor `pserver`-modus en voer het wachtwoord “anoncvs” in wanneer het gevraagd wordt. Voor `ssh` is geen wachtwoord nodig.)
- *Taiwan*: `:pserver:anoncvs@anoncvs.tw.FreeBSD.org:/home/ncvs` (Gebruik `cvs login` voor `pserver`-modus en voer elk willekeurig wachtwoord in wanneer het gevraagd wordt. Voor `ssh` is geen wachtwoord nodig.)
 SSH2 HostKey: 1024 02:ed:1b:17:d6:97:2b:58:5e:5c:e2:da:3b:89:88:26 /etc/ssh/ssh_host_rsa_key.pub
 SSH2 HostKey: 1024 e8:3b:29:7b:ca:9f:ac:e9:45:cb:c8:17:ae:9b:eb:55 /etc/ssh/ssh_host_dsa_key.pub
- *VS*: `anoncvs@anoncvs1.FreeBSD.org:/home/ncvs` (Gebruik `ssh` versie 2 voor `ssh`, een wachtwoord is niet nodig.)
 SSH2 HostKey: 2048 4d:59:19:7b:ea:9b:76:0b:ca:ee:da:26:e2:3a:83:b8 ssh_host_dsa_key.pub

Omdat met CVS vrijwel iedere versie die ooit beschikbaar is geweest “uitgecheckt” kan worden, is het van belang op de hoogte te zijn van de `cvs(1)` vlag voor revisie (`-r`) en welke waarden zie zoal kan aannemen in het FreeBSD Project depot.

Er zijn twee soorten labels (tags): revisielabels en taklabels (branch). Een revisielabel refereert aan een specifieke revisie. De betekenis blijft van dag tot dag gelijk. Aan de andere kant refereert een taklabel aan de laatste revisie in een bepaalde ontwikkellijn op een bepaald moment. Omdat een taklabel niet refereert aan een specifieke revisie, kan die morgen anders zijn dan vandaag.

Paragraaf A.7 bevat revisielabels waar gebruikers in geïnteresseerd kunnen zijn. Nogmaals: deze zijn allemaal niet geldig voor de Portscollectie omdat de Portscollectie geen meerdere ontwikkel takken kent.

Als een specifiek taklabel wordt aangegeven, worden als alles goed gaat, de laatste revisies uit een bepaalde ontwikkellijn ontvangen. Als er een oudere versie opgehaald moet worden, kan dat door met de vlag `-D` datum een datum aan te geven. In `cvs(1)` staan meer details.

A.4.3. Voorbeelden

Hoewel het sterk wordt aangeraden eerst de hulppagina's voor `cvs(1)` grondig door te lezen, volgen hier een aantal snelle voorbeelden die feitelijk aangeven hoe Anonieme CVS gebruikt kan worden.

Voorbeeld A-1. SSH gebruiken om de `src/` tree uit te checken:

```
% cvs -d anoncvs@anoncvs1.FreeBSD.org:/home/ncvs co src
The authenticity of host 'anoncvs1.freebsd.org (216.87.78.137)' can't be established.
DSA key fingerprint is 53:1f:15:a3:72:5c:43:f6:44:0e:6a:e9:bb:f8:01:62.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Warning: Permanently added 'anoncvs1.freebsd.org' (DSA) to the list of known hosts.
```

Voorbeeld A-2. Iets uitschakelen uit -CURRENT (`ls(1)`):

```
% setenv CVSROOT :pserver:anoncvs@anoncvs.tw.FreeBSD.org:/home/ncvs
% cvs login
Op de prompt, voer een willekeurig wachtwoord in "wachtwoord".
% cvs co ls
```

Voorbeeld A-3. SSH gebruiken om de `src/` structuur uit te checken:

```
% cvs -d freebsdanoncvs@anoncvs.FreeBSD.org:/home/ncvs co src
The authenticity of host 'anoncvs.freebsd.org (128.46.156.46)' can't be established.
```

```
DSA key fingerprint is 52:02:38:1a:2f:a8:71:d3:f5:83:93:8d:aa:00:6f:65.  
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes  
Warning: Permanently added 'anoncvs.freebsd.org' (DSA) to the list of known hosts.
```

Voorbeeld A-4. De versie van ls(1) in de 8-STABLE tak uitchecken:

```
% setenv CVSROOT :pserver:anoncvs@anoncvs.tw.FreeBSD.org:/home/ncvs  
% cvs login  
Op de prompt, voer een willekeurig wachtwoord in "wachtwoord".  
% cvs co -rRELENG_8 ls
```

Voorbeeld A-5. Een lijst wijzigingen maken (als unified diffs) voor ls(1)

```
% setenv CVSROOT :pserver:anoncvs@anoncvs.tw.FreeBSD.org:/home/ncvs  
% cvs login  
Op de prompt, voer een willekeurig wachtwoord in "wachtwoord".  
% cvs rdiff -u -rRELENG_8_0_0_RELEASE -rRELENG_8_1_0_RELEASE ls
```

Voorbeeld A-6. Uitzoeken welke modulenames gebruikt kunnen worden:

```
% setenv CVSROOT :pserver:anoncvs@anoncvs.tw.FreeBSD.org:/home/ncvs  
% cvs login  
Op de prompt, voer een willekeurig wachtwoord in "wachtwoord".  
% cvs co modules  
% more modules/modules
```

A.4.4. Andere bronnen

De volgende bronnen kunnen bijdragen aan een beter begrip van CVS:

- CVS Tutorial (<http://users.csc.calpoly.edu/~gfisher/classes/308/handouts/cvs-basics.html>) van California Polytechnic State University.
- CVS Home (<http://ximbiot.com/cvs/wiki/>), de CVS gemeenschap voor ontwikkeling en ondersteuning.
- CVSweb (<http://www.FreeBSD.org/cgi/cvsweb.cgi>) is de FreeBSD Project webinterface voor CVS.

A.5. CTM gebruiken

CTM is een methode om een map elders gesynchroniseerd te houden met een centrale. Het is ontwikkeld voor gebruik met de FreeBSD broncode, hoewel sommigen het ook voor andere doeleinden handig vinden. Er bestaat op dit moment weinig tot geen documentatie over het proces van het maken van delta's. Voor informatie over het gebruik van **CTM** kan het beste contact gezocht worden met de ctm-users (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/ctm-users>) mailinglijst.

A.5.1. Waarom CTM gebruiken?

CTM geeft een lokale kopie van de FreeBSD broncode. Die is in een aantal “smaken” beschikbaar. Of het gaat om slechts één tak of de complete CVS structuur, **CTM** kan het bieden. **CTM** is gewoon gemaakt voor actieve ontwikkelaars die met FreeBSD werken, maar geen of een slechte Internetverbinding hebben of gewoon automatisch de laatste wijzigingen willen ontvangen. De meest actieve takken kennen op z’n hoogst drie delta’s per dag. Het is het overwegen waard om ze per automatische mail te laten sturen. De grootte van de updates wordt altijd zo klein mogelijk gehouden. Meestal kleiner dan 5 K en soms (in tien procent van de gevallen) is het 10–50 K. In uitzonderlijke gevallen komt het voor dat een mail van 100 K of meer wordt gestuurd.

Het is wel van belang op de hoogte te zijn van de valkuilen die een rol spelen bij het direct werken met broncode in plaats van met een voorverpakte release. Dit geldt nog meer als wordt gewerkt met de “current” code. Het lezen van Bijblijven met FreeBSD wordt sterk aangeraden.

A.5.2. Wat is er nodig om CTM te gebruiken?

Voor het gebruik van **CTM** zijn twee dingen nodig: het **CTM** programma en de initiële delta’s om de applicatie te voeden en naar een “current” niveau te komen.

CTM is al onderdeel van FreeBSD sinds versie 2.0 is uitgebracht en is te vinden in `/usr/src/usr.sbin/ctm`, als de broncode aanwezig is.

De “delta’s” voor **CTM** kunnen op twee manieren komen: met FTP of per e-mail. De volgende FTP sites bieden ondersteuning voor **CTM**:

`ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/CTM/`

Er staan er nog meer in de paragraaf `mirrors`.

FTP de relevante map en download het bestand `README` vanaf daar.

Voor delta’s via e-mail:

Er dient een abonnement genomen te worden op een van de **CTM** distributielijsten. `ctm-cvs-cur` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/ctm-cvs-cur>) ondersteunt de complete CVS structuur. `ctm-src-cur` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/ctm-src-cur>) ondersteunt het hoofd van de ontwikkeltak. `ctm-src-7` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/ctm-src-7>) ondersteunt de 7.X release tak, enzovoort. Om te abonneren kan geklikt worden op de bovenstaande links of via <http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo> kan in een lijst geklikt worden op de lijst waarvoor waarvoor een abonnement gewenst is. De lijstpagina bevat instructies over hoe te abonneren.

Na het ontvangen van **CTM** updates per mail, kan `ctm_rmail` gebruikt worden voor het uitpakken en verwerken. `ctm_rmail` kan zelfs direct vanuit `/etc/aliases` gebruikt worden om het proces volledig automatisch te laten verlopen. In de hulppagina van `ctm_rmail` staan meer details.

Opmerking: Welke methode ook gebruikt wordt voor de **CTM** delta’s, het is belangrijk een abonnement te nemen op de `ctm-announce` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/ctm-announce>) mailinglijst. In de toekomst worden alleen op die lijst aankondigingen gedaan over het **CTM** systeem. Abonneren kan door op de link hierboven te klikken en de instructies te volgen.

A.5.3. CTM de eerste keer gebruiken

Voordat de **CTM** delta's gebruikt kunnen worden, moet er een startpunt voor bepaald worden.

Eerst moet bepaald worden wat er al is. Het is mogelijk te beginnen vanuit een "lege" map. Dan moet een initiële "Empty" delta gebruikt worden om een door **CTM** ondersteunde structuur te starten. Het is de bedoeling dat deze "start" delta's ooit voor het gemak op de CD-ROM komen te staan, maar dit is nog niet het geval.

Omdat de structuren tientallen megabytes groot zijn, heeft het de voorkeur om al met iets te beginnen. Als er een -RELEASE CD-ROM beschikbaar is, kan de initiële broncode gekopieerd of uitgepakt worden. Dit bespaart nogal wat dataverkeer.

De "start" delta's kunnen herkend worden aan de x die aan het nummer is toegevoegd (bijvoorbeeld `src-cur.3210XEmpty.gz`). De nummering achter de x komt overeen met de oorsprong van het initiële "zaad". Empty is een lege map. Er wordt in het algemeen iedere honderd delta's een basistransitie voor Empty gemaakt. Die zijn trouwens groot: 70 tot 80 Megabytes gzip data is normaal voor de XEmpty delta's.

Als er een delta als startpunt is gekozen, zijn ook alle delta's met hogere volgnummers nodig.

A.5.4. CTM in het dagelijks leven gebruiken

Om de delta's toe te passen:

```
# cd /where/ever/you/want/the/stuff
# ctm -v -v /where/you/store/your/deltas/src-xxx.*
```

CTM begrijpt delta's in gzip formaat, dus het niet nodig om eerst gunzip te gebruiken. Dat spaart diskruimte.

Tenzij het zeker is van de veiligheid van het proces, doet **CTM** niets met de structuur. Om een delta te verifiëren kan ook de vlag -c gebruikt worden en dan komt **CTM** ook niet aan een structuur. Dan wordt alleen de integriteit van de delta gecontroleerd en of die zonder problemen op de huidige structuur kan worden toegepast.

CTM kent nog meer opties die in de hulppagina's worden besproken.

Meer is er niet. Iedere keer dat er een delta wordt ontvangen, moet die door **CTM** gehaald worden om de broncode bijgewerkt te houden.

Delta's kunnen het beste niet verwijderd worden als het lastig is ze opnieuw te downloaden. Dan kunnen ze het beste bewaard worden voor het geval er eens iets gebeurt. Zelfs als er alleen floppy's beschikbaar zijn, is het wellicht verstandig die te gebruiken met `fdwrite`.

A.5.5. Lokale wijzigingen behouden

Een ontwikkelaar wil graag experimenteren met bestanden in de structuur en die bestanden veranderen. **CTM** ondersteunt lokale wijzigingen in beperkte mate: alvorens te kijken of bestand `f00` bestaat, zoekt het eerst naar `f00.ctm`. Als dat bestand bestaat, past **CTM** de wijzigingen daarop toe in plaats van op `f00`.

Dit gedrag biedt een eenvoudige mogelijkheid om lokale wijzigingen bij te houden. Dat kan dus door bestanden die gewijzigd gaan worden te kopiëren naar een bestand met dezelfde naam met de toevoeging `.ctm`. Dan kan er vrijelijk gespeeld worden met de code, terwijl **CTM** het bestand `.ctm` bijwerkt.

A.5.6. Andere interessante mogelijkheden van CTM

A.5.6.1. Uitvinden wat precies wordt veranderd met bijwerken

Het is mogelijk een lijst met wijzigingen te maken die **CTM** zou maken op het broncodedepot met de optie `-l`.

Dit is nuttig als het gewenst is om een logboek bij te houden van de wijzigingen, de te wijzigen bestanden voor- of na te bewerken op welke manier dan ook, of als de gebruiker gewoon een beetje paranoïde is.

A.5.6.2. Back-ups maken vóór bijwerken

Soms kan het wenselijk zijn om een back-up te maken van alle bestanden die gewijzigd gaan worden door een **CTM** update.

Met `-B` back-upbestand back-up **CTM** alle bestanden die gewijzigd gaan worden door een **CTM** delta naar back-upbestand.

A.5.6.3. Te wijzigen bestanden door bijwerken beperken

Soms is het wenselijk de reikwijdte voor een **CTM** update te beperken of kan het wenselijk zijn om maar een paar bestanden bij te werken uit een aantal delta's.

Een lijst met bestanden die **CTM** mag bewerken kan aangegeven worden met de opties `-e` en `-x` en het opgeven van regular expressions.

Om bijvoorbeeld een bijgewerkte kopie van `lib/libc/Makefile` te maken uit de verzameling met opgeslagen **CTM** delta's, kan het volgende commando uitgevoerd worden:

```
# cd /where/ever/you/want/to/extract/it/
# ctm -e '^lib/libc/Makefile' ~ctm/src-xxx.*
```

Voor ieder te wijzigen bestand in een **CTM** delta worden de opties `-e` en `-x` toegepast in de volgorde waarin ze op de commandoregel staan. Het bestand wordt alleen door **CTM** verwerkt als het passend is bevonden na het toepassen van alle parameters in `-e` en `-x`.

A.5.7. Toekomstige plannen voor CTM

Die zijn er:

- Een of andere vorm van authenticatie in het **CTM** systeem bouwen zodat vervalste **CTM** updates afgevangen kunnen worden;
- De opties voor **CTM** opruimen omdat ze verwarrend zijn geworden.

A.5.8. Nog meer

Er zijn ook delta's voor de `ports`collectie, maar daar is nog niet zo veel belangstelling voor.

A.5.9. CTM mirrors

CTM/FreeBSD is op de volgende mirrorsites via anonieme FTP beschikbaar. Als voor **CTM** anonieme FTP wordt gebruikt, heeft het de voorkeur een site die in geografische zin dichtbij is te gebruiken.

Bij problemen kan contact gezocht worden met de ctm-users (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/ctm-users>) mailinglijst.

Californië, Bay Area, officiële bron

- <ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/development/CTM/>

Zuid-Afrika, back-upserver voor oude delta's

- <ftp://ftp.za.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/CTM/>

Taiwan/R.O.C.

- <ftp://ctm.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/development/CTM/>
- <ftp://ctm2.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/development/CTM/>
- <ftp://ctm3.tw.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/development/CTM/>

Als er geen mirror dichtbij is of als die incompleet is, kan een zoekmachine als alltheweb (<http://www.alltheweb.com/>) gebruikt worden.

A.6. CVSup gebruiken

A.6.1. Inleiding

CVSup is een softwarepakket voor het verspreiden en bijwerken van broncodestructuren vanaf een master CVS depot op een andere server. De FreeBSD broncode wordt beheerd in een broncode depot op een centrale ontwikkelmachine in Californië. Met **CVSup** kunnen FreeBSD gebruikers op eenvoudige wijze hun broncode bijwerken.

CVSup gebruikt een zogenaamd *pull* model voor het bijwerken. In het pull-model vraagt iedere client de server om updates als die nodig zijn. De server wacht passief op een verzoek om updates van zijn clients. Alle updates worden dus op initiatief van de client gedaan. De server stuurt nooit ongevraagde updates. Gebruikers moeten de **CVSup** client handmatig draaien om te updaten of een `cron` taak instellen om op regelmatige basis bij te werken.

De term **CVSup**, op de gegeven wijze geschreven, doelt op het complete softwarepakket. De belangrijkste componenten zijn de client `cvsup`, die op de machine van een gebruiker draait, en de server `cvsupd`, die op alle FreeBSD mirrorsites draait.

In de FreeBSD documentatie en op de mailinglijsten zijn referenties aan **sup** te vinden. **Sup** was de voorloper van **CVSup** en diende hetzelfde doel. **CVSup** wordt op dezelfde manier gebruikt als `sup` en gebruikt zelfs bestanden met instellingen die ook te gebruiken zijn met `sup`. **Sup** wordt niet langer gebruikt in het FreeBSD project omdat **CVSup** sneller en flexibeler is.

Opmerking: De **csup** applicatie is een herschreven versie van **CVSup** in de C taal. Het grootste voordeel ervan is dat het sneller is en dat het niet afhankelijk is van de Modula-3 taal, dus dat hoeft niet geïnstalleerd te worden als afhankelijkheid. Sterker nog de applicatie wordt standaard meegeleverd. als ervoor gekozen is om **csup** te gebruiken, sla dan de installatie stappen voor **CVSup** over en vervang de referenties naar **CVSup** met **csup** terwijl de rest van het artikel gevolgd wordt.

A.6.2. Installatie

De meest eenvoudige wijze van installatie van **CVSup** is met het voorgecompileerde pakket `net/cvsup` uit de FreeBSD pakkettencollectie. Als het gewenst is, kan **CVSup** ook uit de broncode gebouwd worden in `net/cvsup`. De `net/cvsup` port is afhankelijk van het Modula-3 systeem en dat kan wel even duren en er is ook nogal wat schijfruimte voor nodig om het te downloaden en te bouwen.

Opmerking: Als **CVSup** gebruikt gaat worden op een machine waarop geen **Xorg** staat, zoals een server, dan dient de port waar geen **CVSup** GUI bij zit geïnstalleerd te worden: `net/cvsup-without-gui`.

A.6.3. CVSup instellingen

De werking van **CVSup** wordt gestuurd door een bestand met instellingen met de naam `supfile`. Er staan een aantal `supfiles` als voorbeeld in de map `/usr/share/examples/cvsup/`.

De informatie in een `supfile` beantwoordt de volgende vragen voor **CVSup**:

- Welke bestanden moeten ontvangen worden?
- Welke versies daarvan moeten ontvangen worden?
- Waar moeten ze vandaan komen?
- Waar moeten ze komen te staan?
- Waar moet `cvsup` zijn statusbestanden bijhouden?

In de volgende paragrafen wordt een `supfile` bestand opgebouwd door achtereenvolgens alle gestelde vragen te beantwoorden. Als eerste wordt de algemene structuur van een `supfile` beschreven.

Een `supfile` is een tekstbestand. Commentaar begint met een `#` en loopt tot het einde van de regel. Lege regels en regels die alleen commentaar bevatten worden genegeerd.

Iedere regel die overblijft slaat op een groep bestanden die ontvangen moet worden. De regel begint met de naam van een “collectie”, een logische groep bestanden op de server. De naam van de collectie geeft de server aan welke bestanden er gestuurd moeten worden. Na de naam van de collectie komen er geen of meer velden die gescheiden worden door witruimte. Die velden beantwoorden de hierboven gestelde vragen. Er zijn twee soorten velden: vlagvelden en waardevelen. Een vlagveld bestaat uit een alleenstaand sleutelwoord, bijvoorbeeld `delete` of `compress`. Een waardeveld begint ook met een sleutelwoord, maar het sleutelwoord wordt direct (zonder witruimte) gevolgd door = en een tweede woord. `release=cvs` is bijvoorbeeld een waardeveld.

In een `supfile` wordt meestal aangegeven dat er meerdere collecties ontvangen moeten worden. Het is mogelijk om een `supfile` te structureren door expliciet alle relevante velden aan te geven voor iedere collectie, maar dat maakt de regels in de `supfile` nogal lang en het is onhandig omdat de meeste velden hetzelfde zijn voor alle collecties in een `supfile`. **CVSup** biedt een systeem met standaardinstellingen om dit probleem te omzeilen. Regels die beginnen met de speciale pseudo-collectienaam `*default` kunnen gebruikt worden om standaarden in te stellen voor de collecties die er in de `supfile` achteraan komen. Een standaardwaarde kan voor individuele collecties overschreven worden door een andere waarde in de collectie zelf aan te geven. Standaarden kunnen ook middenin het bestand gewijzigd of aangevuld worden met extra `*default` regels.

Na deze achtergronden wordt er nu een `supfile` samengesteld voor het ontvangen en bijwerken van de hoofd broncodestructuur van FreeBSD-CURRENT.

- Welke bestanden moeten ontvangen worden?

De bestanden die via **CVSup** beschikbaar zijn, zijn beschikbaar in groepen die “collecties” heten. De beschikbare collecties staan beschreven in de volgende paragraaf. In dit voorbeeld is het de bedoeling dat de hele hoofd broncodestructuur voor FreeBSD wordt ontvangen. Daar is één grote collectie voor: `src-all`. De eerste stap in het maken van een `supfile` is het opsommen van de gewenste collecties, één per regel (in dit geval maar één regel):

```
src-all
```

- Welke versies daarvan moeten ontvangen worden?

Met **CVSup** kan vrijwel iedere versie van de broncode die ooit heeft bestaan opgehaald worden. Dat kan omdat de **cvsupd** server direct vanaf het CVS depot werkt, dat alle versies bevat. Er kan aangegeven welke ontvangen moeten worden met de waardevelen `tag=` en `date=`.

Waarschuwing Voorzichtigheid is geboden bij het correct aangeven van velden met `tag=`. Sommige labels zijn alleen geldig voor bepaalde collecties of bestanden. Als ze incorrect worden aangegeven of als er een spelfout wordt gemaakt in een label, verwijdt **CVSup** bestanden waarvan dat waarschijnlijk niet de bedoeling is. Het label `tag=.` dient eigenlijk *alleen* gebruikt te worden voor de `ports-*` collecties.

Het veld `tag=` benoemt een symbolisch label in het depot. Er zijn twee soorten labels: revisielabels en taklabels. Een revisielabel refereert aan een specifieke revisie. De betekenis blijft altijd hetzelfde. Een taklabel refereert echter aan de laatste revisie van een gegeven ontwikkellijn op een gegeven moment. Omdat een taklabel niet refereert aan een specifieke revisie, kan het morgen iets anders betekenen dan vandaag.

Paragraaf A.7 beschrijft de meest interessante taklabels. Als er in het instellingenbestand van **CVSup** een label wordt aangegeven, moet dat vooraf gegaan worden door `tag=` (`RELENG_8` zal `tag=RELENG_8` worden). Voor de Portscollectie is alleen `tag=.` relevant.

Waarschuwing Labels dienen exact zo ingegeven te worden als ze staan beschreven. **CVSup** kan geen onderscheid maken tussen geldige en ongeldige labels. Als er een spelfout in een label wordt gemaakt, doet **CVSup** alsof er een geldig label is ingegeven dat aan geen enkel bestand refereert. Dan zal **CVSup** de bestaande broncode wissen.

Bij het aangeven van een taklabel wordt meestal de laatste versie van de bestanden voor een bepaalde ontwikkellijn ontvangen. Om een oudere versie te ontvangen kan in het veld `date=` een datum opgegeven worden. In `cvsup(1)` staat hoe dat werkt.

Om bijvoorbeeld FreeBSD-CURRENT te ontvangen dient het volgende aan het begin van `supfile` toegevoegd te worden:

```
*default tag=.
```

Er ontstaat een belangrijk speciaal geval als er geen velden met `tag=` of `date=` worden aangegeven. In dat geval worden de eigenlijke RCS bestanden direct uit het CVS depot van de server ontvangen in plaats van dat een bepaalde versie wordt ontvangen. Ontwikkelaars geven in het algemeen de voorkeur aan deze optie. Door zelf een kopie van de broncode op hun systeem te hebben, krijgen ze de mogelijkheid om zelf door eerdere versies van bestanden te bladeren en de geschiedenis ervan te bekijken. Dit voordeel kost wel veel schijfruimte.

- Waar moeten ze vandaan komen?

Het veld `host=` wordt gebruikt om `cvsup` aan te geven waar de updates vandaan moeten komen. Dat kan van elke **CVSup** mirrorsite, hoewel er wordt aangeraden een site die geografisch dichtbij ligt te kiezen. In dit voorbeeld wordt een fictieve FreeBSD distributiesite gebruikt, `cvsup99.FreeBSD.org`:

```
*default host=cvsup99.FreeBSD.org
```

In een werkelijke situatie dient de hostnaam gewijzigd te worden in een host die echt bestaat voordat **CVSup** gaat draaien. Iedere keer dat `cvsup` wordt gestart, kan er een andere host op de commandoregel opgegeven worden met de optie `-h hostname`.

- Waar moeten ze komen te staan?

Het veld `prefix=` geeft `cvsup` aan waar de ontvangen bestanden terecht moeten komen. In dit voorbeeld worden de bestanden direct in de hoofd broncodestructuur `/usr/src` geplaatst. De map `src` is al impliciet in de gekozen collecties, vandaar dat het onderstaande de juiste instelling is:

```
*default prefix=/usr
```

- Waar moet `cvsup` zijn statusbestanden bijhouden?

De **CVSup** client houdt statusbestanden bij in een map die “base” wordt genoemd. Die bestanden helpen **CVSup** efficiënter te werken door bij te houden welke updates al eerder zijn ontvangen. Hier wordt de standaard basemap gebruikt, `/var/db`:

```
*default base=/var/db
```

De bovenstaande instelling wordt standaard gebruikt als die niet wordt aangegeven in de `supfile`, dus hij is eigenlijk niet nodig.

Als de basemap niet al bestaat, moet die gemaakt worden. De `cvsup` client weigert te draaien als de basemap niet bestaat.

- Allerlei `supfile` instellingen:

Er is nog een regel die in een `supfile` moet staan:

```
*default release=cvs delete use-rel-suffix compress
```

`release=cvs` geeft de server aan dat de informatie uit het FreeBSD hoofd CVS depot moet komen. Dat is eigenlijk altijd het geval, maar er zijn mogelijkheden die buiten het bereik van dit handboek vallen.

`delete` geeft **CVSup** het recht om bestanden te verwijderen. Dit moet altijd aangegeven worden zodat **CVSup** de broncode altijd kan bijwerken. **CVSup** gaat voorzichtig om met het verwijderen van bestanden waar het verantwoordelijk voor is. Extra bestanden in de structuur worden met rust gelaten.

`use-rel-suffix` is nogal geheimzinnig. Voor de nieuwsgierigen staat er meer over in `cvsup(1)`. Anders kan het gewoon ingesteld worden zonder erover na te denken.

`compress` schakelt het gebruik van gzip compressie in voor het communicatiekanaal. Als de verbinding een E1 of sneller is, hoeft er geen compressie gebruikt te worden. Anders helpt het aanzienlijk.

- Alles combinerend:

Hieronder staat de hele `supfile` uit het voorbeeld:

```
*default tag=.
*default host=cvsup99.FreeBSD.org
*default prefix=/usr
*default base=/var/db
*default release=cvs delete use-rel-suffix compress

src-all
```

A.6.3.1. Het bestand `refuse`

Zoals hierboven al is aangegeven, gebruikt **CVSup** een *pull methode*. Dat betekent eigenlijk dat er een verbinding wordt gemaakt met de **CVSup** server en die zegt dan: “Dit kan er van mij gedownload worden...”, en dan antwoordt de client met: “Oké, ik wil dit en dat en zus en zo.” Met de standaardinstellingen haalt de **CVSup** client alle bestanden die bij een collectie en het label horen dat in het bestand met de instellingen is opgegeven. Maar dat is niet altijd wenselijk, in het bijzonder als de `doc`, `ports` of `www` structuren worden gesynchroniseerd. De meeste mensen kunnen geen vier of vijf talen lezen en die hebben de taalspecifieke bestanden dus niet nodig. Als de Portscollectie met **CVSup** wordt opgehaald, is het mogelijk om iedere collectie apart aan te geven (bijvoorbeeld *ports-astrology*, *ports-biology*, enzovoort, in plaats van eenvoudigweg *ports-all*). Maar omdat de `doc` en `www` structuren geen taalspecifieke collecties hebben, moet er gebruik gemaakt worden van een van de vele mooie mogelijkheden van **CVSup**: het bestand `refuse`.

Het bestand `refuse` geeft **CVSup** in feite aan dat niet ieder bestand uit een collectie opgehaald moet worden. Het geeft dus aan dat de client bepaalde bestanden van de server moet *weigeren*. Het bestand `refuse` staat in (of kan gemaakt worden in) `base/sup/`. `base` staat ingesteld in `supfile`. De standaardlocatie voor `base` is `/var/db`. De standaardplaats voor `refuse` is dus `/var/db/sup/refuse`.

Het bestand `refuse` heeft een erg eenvoudige opmaak. Het bevat de namen van de bestanden die niet gedownload mogen worden. Als een gebruiker bijvoorbeeld geen andere talen spreekt dan Engels en Nederlands, maar de Nederlandse vertaling van de documentatie hoeft niet binnengehaald te worden, dan kan het volgende in het bestand `refuse` gezet worden:

```
doc/bn_*
doc/da_*
doc/de_*
doc/el_*
doc/es_*
```

```
doc/fr_*
doc/hu_*
doc/it_*
doc/ja_*
doc/mn_*
doc/nl_*
doc/no_*
doc/pl_*
doc/pt_*
doc/ru_*
doc/sr_*
doc/tr_*
doc/zh_*
```

Dit gaat zo door voor de andere talen. De volledige lijst staat in het FreeBSD CVS depot (<http://www.FreeBSD.org/cgi/cvsweb.cgi/>).

Met deze handige eigenschap kunnen gebruikers met langzamere verbindingen of zij die per minuut voor hun Internetverbinding betalen waardevolle tijd besparen omdat er geen bestanden meer gedownload worden die nooit gebruikt worden. Meer informatie over `refuse` bestanden en andere leuke mogelijkheden van **CVSup** staat in de handleiding.

A.6.4. CVSup draaien

Nu kan het bijwerken beginnen. Het commando is best wel eenvoudig:

```
# cvsup supfile
```

De `supfile` is de naam van het `supfile` bestand dat gebruikt moet worden. Aangenomen dat er X11 draait op een machine, toont `cvsup` een GUI venster met wat knoppen om de bekende acties uit te voeren. Het proces start na het klikken op de knop `go`.

Omdat in dit voorbeeld de werkelijke structuur in `/usr/src` wordt bijgewerkt, moet het programma als `root` uitgevoerd worden, zodat `cvsup` de rechten heeft die het nodig heeft om de bestanden bij te werken. Het is voorstelbaar dat de benodigde rechten, het net gemaakte bestand met instellingen en het voor de eerste keer draaien van een programma zorgt voor wat onrust. Daarom is het mogelijk proef te draaien zonder dat er bestanden gewijzigd worden. Dat kan door ergens een lege map te maken en een extra argument mee te geven op de commandoregel:

```
# mkdir /var/tmp/dest
# cvsup supfile /var/tmp/dest
```

De opgegeven map is de bestemming voor alle bestandsupdates. **CVSup** bekijkt wel de bestanden in `/usr/src`, maar wijzigt ze niet. Alle updates belanden in `/var/tmp/dest/usr/src`. **CVSup** werkt ook de statusbestanden niet bij als het op deze wijze wordt uitgevoerd. De nieuwe versies van de bestanden worden naar de aangegeven map geschreven. Als er maar leestoeegang is tot `/usr/src`, hoeft een gebruiker zelfs geen `root` te zijn bij het uitvoeren van dit experiment.

Als er geen X11 draait of als het niet wenselijk is een GUI te gebruiken, dan kunnen daarvoor opties op de commandoregel meegegeven worden bij het draaien van `cvsup`:

```
# cvsup -g -L 2 supfile
```

De optie `-g` geeft **CVSup** aan dat de GUI niet gebruikt hoeft te worden. Dit gebeurt automatisch als X11 niet draait, maar anders moet het aangegeven worden.

De optie `-L 2` geeft **CVSup** aan dat details getoond moeten worden over alle bestanden die bijgewerkt worden. Er zijn drie niveaus van uitvoerigheid, van `-L 0` tot `-L 2`. Standaard is het 0, wat betekent dat er geen enkel bericht wordt getoond, met uitzondering van foutmeldingen.

Er zijn nog veel andere opties beschikbaar. Met `cvsup -H` wordt een lijst met korte uitleg getoond. Beschrijvingen met meer details staan in de handleiding.

Als het bijwerken op de gewenste manier loopt, kan het regulier draaien van **CVSup** met `cron(8)` ingesteld worden. Natuurlijk hoort **CVSup** zonder GUI te draaien als het programma vanuit de `cron(8)` draait.

A.6.5. CVSup bestandscollecties

De via **CVSup** beschikbare bestandscollecties zijn hiërarchisch georganiseerd. Er zijn een paar grote collecties en die zijn opgedeeld in kleinere subcollecties. Het ontvangen van een collectie is hetzelfde als het ontvangen van alle subcollecties. De hiërarchische relatie tussen de collecties wordt hieronder aangegeven door het niveau van inspringen.

De meest gebruikte collecties zijn `src-all` en `ports-all`. De andere collecties worden door kleine groepen mensen gebruikt voor bijzondere doeleinden en sommige mirrorsites hebben ze niet allemaal.

```
cvs-all release=cvs
```

Het FreeBSD CVS hoofddepot, inclusief de cryptografische code.

```
distrib release=cvs
```

Bestanden die betrekking hebben op het verspreiden en spiegelen van FreeBSD.

```
doc-all release=cvs
```

Broncode voor het FreeBSD Handboek en andere documentatie, zonder de bestanden voor de FreeBSD website.

```
ports-all release=cvs
```

De FreeBSD Portscollectie.

Belangrijk: Als `ports-all` (het complete portssysteem) niet bijgewerkt hoeft te worden, maar enkele van de onderstaande subcollecties, dan moet *altijd* ook de `ports-base` subcollectie bijgewerkt worden! Als er iets wijzigt in de infrastructuur van de ports waar `ports-base` voor staat, is het vrijwel zeker dat die wijzigingen heel snel door “echte” ports gebruikt gaan worden. Dus als alleen de “echte” ports bijgewerkt worden en als die gebruik maken van nieuwe mogelijkheden, dan is de kans groot dat het bouwen daarvan foutloopt met een vage foutmelding. Het *eerste* dat gedaan moeten worden is ervoor zorgen dat de `ports-base` subcollectie is bijgewerkt.

Belangrijk: Bij het zelf bouwen van een lokale kopie van `ports/INDEX` *moet* `ports-all` geaccepteerd worden (de hele port structuur). Het bouwen van `ports/INDEX` met een gedeeltelijke structuur wordt

niet ondersteund. Zie ook de FAQ
(http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/books/faq/applications.html#MAKE-INDEX).

`ports-accessibility release=cvs`

Software voor minder valide gebruikers.

`ports-arabic release=cvs`

Ondersteuning voor de Arabische taal.

`ports-archivers release=cvs`

Archiveringshulpmiddelen.

`ports-astro release=cvs`

Astronomie ports.

`ports-audio release=cvs`

Geluidsondersteuning.

`ports-base release=cvs`

De infrastructuur van de Portscollectie. Bestanden uit de mappen `Mk/` en `Tools/` van `/usr/ports`.

Opmerking: Zie ook de belangrijke waarschuwing hierboven: deze subcollectie dient *altijd* bijgewerkt te worden als er een onderdeel van de FreeBSD Portscollectie wordt bijgewerkt!

`ports-benchmarks release=cvs`

Benchmarks.

`ports-biology release=cvs`

Biologie.

`ports-cad release=cvs`

Computer aided design programma's.

`ports-chinese release=cvs`

Ondersteuning voor de Chinese taal.

`ports-comms release=cvs`

Communicatiesoftware.

`ports-converters release=cvs`

Karaktercode omzetters.

ports-databases release=cvs

Databases.

ports-deskutils release=cvs

Dingen die op een bureaublad stonden voordat computers waren uitgevonden.

ports-devel release=cvs

Ontwikkelhulpmiddelen.

ports-dns release=cvs

DNS gerelateerde software.

ports-editors release=cvs

Editors.

ports-emulators release=cvs

Emulatoren voor besturingssystemen.

ports-finance release=cvs

Monetaire, financiële en gerelateerde applicaties.

ports-ftp release=cvs

FTP client en server programma's.

ports-games release=cvs

Spelletjes.

ports-german release=cvs

Ondersteuning voor de Duitse taal.

ports-graphics release=cvs

Grafische programma's.

ports-hebrew release=cvs

Ondersteuning voor de Hebreeuwse taal.

ports-hungarian release=cvs

Ondersteuning voor de Hongaarse taal.

ports-irc release=cvs

Internet Relay Chat hulpprogramma's.

ports-japanese release=cvs

Ondersteuning voor de Japanse taal.

ports-java release=cvs

Java programma's.

ports-korean release=cvs

Ondersteuning voor de Koreaanse taal.

ports-lang release=cvs

Programmeertalen.

ports-mail release=cvs

Mailsoftware.

ports-math release=cvs

Numerieke rekensoftware.

ports-misc release=cvs

Verschillende programma's.

ports-multimedia release=cvs

Multimedia software.

ports-net release=cvs

Netwerksoftware.

ports-net-im release=cvs

Berichtenuitwisseling.

ports-net-mgmt release=cvs

Netwerkbeheerssoftware.

ports-net-p2p release=cvs

Peer to Peer Netwerken

ports-news release=cvs

USENET news software.

ports-palm release=cvs

Softwareondersteuning voor Palm™ apparatuur.

ports-polish release=cvs

Ondersteuning voor de Poolse taal.

ports-ports-mgmt release=cvs

Programma's om ports en pakketten te beheren.

ports-portuguese release=cvs

Ondersteuning voor de Portugese taal.

ports-print release=cvs

Printsoftware.

ports-russian release=cvs

Ondersteuning voor de Russische taal.

ports-science release=cvs

Wetenschappelijk.

ports-security release=cvs

Beveiligingsprogramma's.

ports-shells release=cvs

Commandoregelshells.

ports-sysutils release=cvs

Systeempprogramma's.

ports-textproc release=cvs

Tekstverwerkingsprogramma's (zonder desktop publishing).

ports-ukrainian release=cvs

Ondersteuning voor de Oekraïense taal.

ports-vietnamese release=cvs

Ondersteuning voor de Viëtnamese taal.

ports-www release=cvs

Software gerelateerd aan het Wereldwijde Web.

ports-x11 release=cvs

Ports voor het X windowsysteem.

ports-x11-clocks release=cvs

X11 klokken.

ports-x11-drivers release=cvs

X11-stuurprogramma's

ports-x11-fm release=cvs

X11 bestandsbeheerders.

`ports-x11-fonts release=cvs`

X11 lettertypen en lettertypeprogramma's.

`ports-x11-toolkits release=cvs`

X11 hulpprogramma's.

`ports-x11-servers release=cvs`

X11 servers.

`ports-x11-themes`

X11 thema's.

`ports-x11-wm release=cvs`

X11 vensterbeheerprogramma's.

`projects-all release=cvs`

Broncode's voor de FreeBSD projecten repository.

`src-all release=cvs`

De hoofdbroncode van FreeBSD, inclusief de cryptografische code.

`src-base release=cvs`

Verschillende bestanden bovenin de `/usr/src` structuur.

`src-bin release=cvs`

Gebruikersprogramma's die wellicht nodig zijn in single-user modus (`/usr/src/bin`).

`src-cddl release=cvs`

Programma's en bibliotheken die uitgegeven zijn onder de CDDL licentie (`/usr/src/cddl`).

`src-contrib release=cvs`

Programma's en bibliotheken van buiten het FreeBSD project die vrijwel ongewijzigd gebruikt worden (`/usr/src/contrib`).

`src-crypto release=cvs`

Cryptografische programma's en bibliotheken van buiten het FreeBSD project, die vrijwel ongewijzigd worden gebruikt (`/usr/src/crypto`).

`src-eBones release=cvs`

Kerberos en DES (`/usr/src/eBones`). Niet gebruikt in recente uitgaves van FreeBSD.

`src-etc release=cvs`

Bestanden met systeeminstellingen (`/usr/src/etc`).

`src-games release=cvs`

Spelletjes (`/usr/src/games`).

`src-gnu release=cvs`

Programma's die onder de GNU Public License vallen (`/usr/src/gnu`).

`src-include release=cvs`

Headerbestanden (`/usr/src/include`).

`src-kerberos5 release=cvs`

Kerberos5 beveiligingspakket (`/usr/src/kerberos5`).

`src-kerberosIV release=cvs`

KerberosIV beveiligingspakket (`/usr/src/kerberosIV`).

`src-lib release=cvs`

Bibliotheken (`/usr/src/lib`).

`src-libexec release=cvs`

Systeemprogramma's die meestal door andere programma's worden uitgevoerd (`/usr/src/libexec`).

`src-release release=cvs`

Bestanden die nodig zijn voor het maken van een FreeBSD release (`/usr/src/release`).

`src-release release=cvs`

Statisch gelinkte programma's voor nood onderhoud, zie `rescue(8)` (`/usr/src/rescue`).

`src-sbin release=cvs`

Systeemprogramma's voor single-user modus (`/usr/src/sbin`).

`src-secure release=cvs`

Cryptografische bibliotheken en commando's (`/usr/src/secure`).

`src-share release=cvs`

Bestanden die tussen meerdere systemen gedeeld kunnen worden (`/usr/src/share`).

`src-sys release=cvs`

De kernel (`/usr/src/sys`).

`src-sys-crypto release=cvs`

Cryptografische kernelcode (`/usr/src/sys/crypto`).

`src-tools release=cvs`

Verschillende hulpprogramma's voor het onderhoud van FreeBSD (`/usr/src/tools`).

```
src-usrbin release=cvs
```

Gebruikersprogramma's (/usr/src/usr.bin).

```
src-usrsbin release=cvs
```

Systeempprogramma's (/usr/src/usr.sbin).

```
www release=cvs
```

De broncode voor de FreeBSD website.

```
distrib release=self
```

De instellingenbestanden van de **CVSup** server zelf. Gebruikt door de **CVSup** mirrorsites.

```
gnats release=current
```

De GNATS bug-tracking database.

```
mail-archive release=current
```

FreeBSD mailinglijstarchief.

```
www release=current
```

De voorbewerkte FreeBSD websitebestanden (niet de broncode). Gebruikt door WWW mirrorsites.

A.6.6. Voor meer informatie

De **CVSup** FAQ en andere informatie over **CVSup** is te vinden op De CVSup Homepage (<http://www.cvsup.org/>).

De meeste FreeBSD-gerelateerde discussie over **CVSup** vindt plaats op de FreeBSD technische discussie mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-hackers>). Daar worden nieuwe versies van de software aangekondigd, net als op de FreeBSD aankondigingen mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-announce>).

Voor vragen en foutrapporten moet een kijkje genomen worden op de CVSup FAQ (<http://www.cvsup.org/faq.html#bugreports>)

A.6.7. CVSup sites

CVSup servers voor FreeBSD draaien op de onderstaande sites.

Centrale servers, Primaire spiegelsites, Argentinië, Armenië, Australië, Brazilië, Bulgarije, Canada, China, Costa Rica, Denemarken, Duitsland, Estland, Filipijnen, Finland, Frankrijk, Griekenland, Hongarije, Ierland, IJsland, Israël, Italië, Japan, Kirghizistan, Koeweit, Korea, Letland, Litouwen, Nederland, Nieuw-Zeeland, Noorwegen, Oekraïne, Oostenrijk, Polen, Portugal, Roemenië, Rusland, San Marino, Singapore, Slovenië, Slowakije, Spanje, Taiwan, Thailand, Tsjechië, Turkije, Verenigd Koninkrijk, Verenigde Staten van Amerika, Zuid-Afrika, Zweden, Zwitserland.

(bijgewerkt op: 2011/09/11 11:28:10 UTC)

Centrale servers

- cvsup.FreeBSD.org

Primaire spiegelsites

- cvsup1.FreeBSD.org
- cvsup2.FreeBSD.org
- cvsup3.FreeBSD.org
- cvsup4.FreeBSD.org
- cvsup5.FreeBSD.org
- cvsup6.FreeBSD.org
- cvsup7.FreeBSD.org
- cvsup8.FreeBSD.org
- cvsup9.FreeBSD.org
- cvsup10.FreeBSD.org
- cvsup11.FreeBSD.org
- cvsup12.FreeBSD.org
- cvsup13.FreeBSD.org
- cvsup14.FreeBSD.org
- cvsup15.FreeBSD.org
- cvsup16.FreeBSD.org
- cvsup18.FreeBSD.org

Argentinië

- cvsup.ar.FreeBSD.org

Armenië

- cvsup1.am.FreeBSD.org

Australië

- cvsup.au.FreeBSD.org

Brazilië

- cvsup.br.FreeBSD.org
- cvsup2.br.FreeBSD.org
- cvsup3.br.FreeBSD.org
- cvsup4.br.FreeBSD.org
- cvsup5.br.FreeBSD.org

Bulgarije

- cvsup.bg.FreeBSD.org

Canada

- cvsup1.ca.FreeBSD.org

China

- cvsup.cn.FreeBSD.org
- cvsup2.cn.FreeBSD.org

Costa Rica

- cvsup1.cr.FreeBSD.org

Denemarken

- cvsup.dk.FreeBSD.org
- cvsup2.dk.FreeBSD.org

Duitsland

- cvsup.de.FreeBSD.org
- cvsup2.de.FreeBSD.org
- cvsup3.de.FreeBSD.org
- cvsup4.de.FreeBSD.org
- cvsup5.de.FreeBSD.org
- cvsup6.de.FreeBSD.org
- cvsup7.de.FreeBSD.org
- cvsup8.de.FreeBSD.org

Estland

- cvsup.ee.FreeBSD.org

Filipijnen

- cvsup1.ph.FreeBSD.org

Finland

- cvsup.fi.FreeBSD.org
- cvsup2.fi.FreeBSD.org

Frankrijk

- cvsup.fr.FreeBSD.org
- cvsup1.fr.FreeBSD.org
- cvsup2.fr.FreeBSD.org
- cvsup3.fr.FreeBSD.org
- cvsup4.fr.FreeBSD.org
- cvsup5.fr.FreeBSD.org

- cvsup8.fr.FreeBSD.org

Griekenland

- cvsup.gr.FreeBSD.org
- cvsup2.gr.FreeBSD.org

Hongarije

- cvsup.hu.FreeBSD.org

Ierland

- cvsup.ie.FreeBSD.org
- cvsup2.ie.FreeBSD.org

IJsland

- cvsup.is.FreeBSD.org

Israël

- cvsup.il.FreeBSD.org

Italië

- cvsup.it.FreeBSD.org

Japan

- cvsup.jp.FreeBSD.org
- cvsup2.jp.FreeBSD.org
- cvsup3.jp.FreeBSD.org

- cvsup4.jp.FreeBSD.org
- cvsup5.jp.FreeBSD.org
- cvsup6.jp.FreeBSD.org

Kirghizistan

- cvsup.kg.FreeBSD.org

Koeweit

- cvsup1.kw.FreeBSD.org

Korea

- cvsup.kr.FreeBSD.org
- cvsup2.kr.FreeBSD.org
- cvsup3.kr.FreeBSD.org

Letland

- cvsup.lv.FreeBSD.org
- cvsup2.lv.FreeBSD.org

Litouwen

- cvsup.lt.FreeBSD.org
- cvsup2.lt.FreeBSD.org
- cvsup3.lt.FreeBSD.org

Nederland

- cvsup.nl.FreeBSD.org
- cvsup2.nl.FreeBSD.org

- cvsup3.nl.FreeBSD.org

Nieuw-Zeeland

- cvsup.nz.FreeBSD.org

Noorwegen

- cvsup.no.FreeBSD.org

Oekraïne

- cvsup2.ua.FreeBSD.org
- cvsup3.ua.FreeBSD.org
- cvsup5.ua.FreeBSD.org
- cvsup6.ua.FreeBSD.org
- cvsup7.ua.FreeBSD.org

Oostenrijk

- cvsup.at.FreeBSD.org

Polen

- cvsup.pl.FreeBSD.org
- cvsup2.pl.FreeBSD.org
- cvsup3.pl.FreeBSD.org

Portugal

- cvsup.pt.FreeBSD.org
- cvsup2.pt.FreeBSD.org
- cvsup3.pt.FreeBSD.org

Roemenië

- cvsup.ro.FreeBSD.org
- cvsup1.ro.FreeBSD.org
- cvsup2.ro.FreeBSD.org
- cvsup3.ro.FreeBSD.org

Rusland

- cvsup.ru.FreeBSD.org
- cvsup2.ru.FreeBSD.org
- cvsup3.ru.FreeBSD.org
- cvsup4.ru.FreeBSD.org
- cvsup5.ru.FreeBSD.org
- cvsup6.ru.FreeBSD.org
- cvsup7.ru.FreeBSD.org

San Marino

- cvsup.sm.FreeBSD.org

Singapore

- cvsup.sg.FreeBSD.org

Slovenië

- cvsup.si.FreeBSD.org
- cvsup2.si.FreeBSD.org

Slowakije

- cvsup.sk.FreeBSD.org

Spanje

- cvsup.es.FreeBSD.org
- cvsup2.es.FreeBSD.org
- cvsup3.es.FreeBSD.org

Taiwan

- cvsup.tw.FreeBSD.org
- cvsup3.tw.FreeBSD.org
- cvsup4.tw.FreeBSD.org
- cvsup5.tw.FreeBSD.org
- cvsup6.tw.FreeBSD.org
- cvsup7.tw.FreeBSD.org
- cvsup8.tw.FreeBSD.org
- cvsup9.tw.FreeBSD.org
- cvsup10.tw.FreeBSD.org
- cvsup11.tw.FreeBSD.org
- cvsup12.tw.FreeBSD.org
- cvsup13.tw.FreeBSD.org
- cvsup14.tw.FreeBSD.org

Thailand

- cvsup.th.FreeBSD.org

Tsjechië

- cvsup.cz.FreeBSD.org

Turkije

- cvsup.tr.FreeBSD.org
- cvsup2.tr.FreeBSD.org

Verenigd Koninkrijk

- cvsup.uk.FreeBSD.org
- cvsup2.uk.FreeBSD.org
- cvsup3.uk.FreeBSD.org
- cvsup4.uk.FreeBSD.org

Verenigde Staten van Amerika

- cvsup1.us.FreeBSD.org
- cvsup2.us.FreeBSD.org
- cvsup3.us.FreeBSD.org
- cvsup4.us.FreeBSD.org
- cvsup5.us.FreeBSD.org
- cvsup6.us.FreeBSD.org
- cvsup7.us.FreeBSD.org
- cvsup8.us.FreeBSD.org
- cvsup9.us.FreeBSD.org
- cvsup10.us.FreeBSD.org
- cvsup11.us.FreeBSD.org
- cvsup12.us.FreeBSD.org
- cvsup13.us.FreeBSD.org
- cvsup14.us.FreeBSD.org
- cvsup15.us.FreeBSD.org
- cvsup16.us.FreeBSD.org
- cvsup18.us.FreeBSD.org

Zuid-Afrika

- cvsup.za.FreeBSD.org
- cvsup2.za.FreeBSD.org

Zweden

- cvsup.se.FreeBSD.org
- cvsup2.se.FreeBSD.org

Zwitserland

- cvsup.ch.FreeBSD.org

A.7. CVS labels

Bij het ophalen of bijwerken van broncode met **cv**s of **CVSup** moet een revisielabel meegegeven worden. Een revisielabel refereert aan een specifieke lijn in de FreeBSD ontwikkeling of aan een specifiek moment in de tijd. Het eerste type heet “taklabel” (branch tag) en het tweede type heet “releaselabel” (release tag).

A.7.1. Taklabels

Deze zijn, met uitzondering van **HEAD** (dat altijd een geldig label is), alleen van toepassing op de `src/` structuur. De `ports/`, `doc/` en `www/` structuren kennen geen takken.

HEAD

Symbolische naam voor de hoofdlijn van FreeBSD-CURRENT. Ook de standaard als geen revisie is aangegeven.

In **CVSup** wordt dit label aangegeven met een `.` (dat is dus geen interpunctie, maar een echt `.` karakter).

Opmerking: In CVS is dit de standaard als er geen revisielabel is aangegeven. Het is meestal *geen* goed idee om een checkout of update van CURRENT broncode op een STABLE machine te doen, tenzij dat expliciet de bedoeling is.

RELENG_8

De ontwikkellijn voor FreeBSD-8.X, ook bekend als FreeBSD 8-STABLE.

RELENG_8_2

De uitgavetak voor FreeBSD-8.2, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_8_1

De uitgavetak voor FreeBSD-8.1, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_8_0

De uitgavetak voor FreeBSD-8.0, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_7

De ontwikkellijn voor FreeBSD-7.X, ook bekend als FreeBSD 7-STABLE.

RELENG_7_4

De uitgavetak voor FreeBSD-7.3, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_7_3

De uitgavetak voor FreeBSD-7.3, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_7_2

De uitgavetak voor FreeBSD-7.2, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_7_1

De uitgavetak voor FreeBSD-7.1, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_7_0

De uitgavetak voor FreeBSD-7.0, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_6

De ontwikkellijn voor FreeBSD-6.X, ook bekend als FreeBSD 6-STABLE.

RELENG_6_4

De uitgavetak voor FreeBSD-6.4, alleen gebruikt voor beveiligingsadviezen en andere kritieke reparaties.

RELENG_6_3

De uitgavetak voor FreeBSD-6.3, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_6_2

De releasetak voor FreeBSD-6.2, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_6_1

De releasetak voor FreeBSD-6.1, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_6_0

De releasetak voor FreeBSD-6.0, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_5

De ontwikkellijn voor FreeBSD-5.X, ook bekend als FreeBSD 5-STABLE.

RELENG_5_5

De releasetak voor FreeBSD-5.5, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_5_4

De releasetak voor FreeBSD-5.4, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_5_3

De releasetak voor FreeBSD-5.3, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_5_2

De releasetak voor FreeBSD-5.2 en FreeBSD-5.2.1, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_5_1

De releasetak voor FreeBSD-5.1, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_5_0

De releasetak voor FreeBSD-5.0, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_4

De ontwikkellijn voor FreeBSD-4.X, ook bekend als FreeBSD 4-STABLE.

RELENG_4_11

De releasetak voor FreeBSD-4.11, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_4_10

De releasetak voor FreeBSD-4.10, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_4_9

De releasetak voor FreeBSD-4.9, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_4_8

De releasetak voor FreeBSD-4.8, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_4_7

De releasetak voor FreeBSD-4.7, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_4_6

De releasetak voor FreeBSD-4.6 en FreeBSD-4.6.2, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_4_5

De releasetak voor FreeBSD-4.5, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_4_4

De releasetak voor FreeBSD-4.4, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_4_3

De releasetak voor FreeBSD-4.3, alleen gebruikt voor beveiligingswaarschuwingen en andere kritische aanpassingen.

RELENG_3

De ontwikkellijn voor FreeBSD-3.X, ook bekend als 3.X-STABLE.

RELENG_2_2

De ontwikkellijn voor FreeBSD-2.2.X, ook bekend als 2.2-STABLE. Deze tak is sterk verouderd.

A.7.2. Releaselabels

Deze labels refereren aan een specifiek moment in de tijd waarop een versie van FreeBSD is uitgegeven. Het proces om tot een release te komen is gedetailleerder beschreven in de Release Engineering Informatie

(<http://www.FreeBSD.org/releng/>) en Release Proces

(http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/articles/releng/release-proc.html) documenten. De `src` structuur gebruikt labelnamen die beginnen met `RELENG_` labels. De `ports` en `doc` structuren gebruiken labels waarvan de naam begint met het label `RELEASE`. De `www` tenslotte, is niet gemarkeerd met een bijzondere naam bij releases.

`RELENG_8_2_0_RELEASE`

FreeBSD 8.2

`RELENG_8_1_0_RELEASE`

FreeBSD 8.1

`RELENG_8_0_0_RELEASE`

FreeBSD 8.0

`RELENG_7_4_0_RELEASE`

FreeBSD 7.4

`RELENG_7_3_0_RELEASE`

FreeBSD 7.3

`RELENG_7_2_0_RELEASE`

FreeBSD 7.2

`RELENG_7_1_0_RELEASE`

FreeBSD 7.1

`RELENG_7_0_0_RELEASE`

FreeBSD 7.0

`RELENG_6_4_0_RELEASE`

FreeBSD 6.4

`RELENG_6_3_0_RELEASE`

FreeBSD 6.3

`RELENG_6_2_0_RELEASE`

FreeBSD 6.2

`RELENG_6_1_0_RELEASE`

FreeBSD 6.1

RELENG_6_0_0_RELEASE

FreeBSD 6.0

RELENG_5_5_0_RELEASE

FreeBSD 5.5

RELENG_5_4_0_RELEASE

FreeBSD 5.4

RELENG_4_11_0_RELEASE

FreeBSD 4.11

RELENG_5_3_0_RELEASE

FreeBSD 5.3

RELENG_4_10_0_RELEASE

FreeBSD 4.10

RELENG_5_2_1_RELEASE

FreeBSD 5.2.1

RELENG_5_2_0_RELEASE

FreeBSD 5.2

RELENG_4_9_0_RELEASE

FreeBSD 4.9

RELENG_5_1_0_RELEASE

FreeBSD 5.1

RELENG_4_8_0_RELEASE

FreeBSD 4.8

RELENG_5_0_0_RELEASE

FreeBSD 5.0

RELENG_4_7_0_RELEASE

FreeBSD 4.7

RELENG_4_6_2_RELEASE

FreeBSD 4.6.2

RELENG_4_6_1_RELEASE

FreeBSD 4.6.1

RELENG_4_6_0_RELEASE

FreeBSD 4.6

RELENG_4_5_0_RELEASE

FreeBSD 4.5

RELENG_4_4_0_RELEASE

FreeBSD 4.4

RELENG_4_3_0_RELEASE

FreeBSD 4.3

RELENG_4_2_0_RELEASE

FreeBSD 4.2

RELENG_4_1_1_RELEASE

FreeBSD 4.1.1

RELENG_4_1_0_RELEASE

FreeBSD 4.1

RELENG_4_0_0_RELEASE

FreeBSD 4.0

RELENG_3_5_0_RELEASE

FreeBSD-3.5

RELENG_3_4_0_RELEASE

FreeBSD-3.4

RELENG_3_3_0_RELEASE

FreeBSD-3.3

RELENG_3_2_0_RELEASE

FreeBSD-3.2

RELENG_3_1_0_RELEASE

FreeBSD-3.1

RELENG_3_0_0_RELEASE

FreeBSD-3.0

RELENG_2_2_8_RELEASE

FreeBSD-2.2.8

RELENG_2_2_7_RELEASE

FreeBSD-2.2.7

RELENG_2_2_6_RELEASE

FreeBSD-2.2.6

RELENG_2_2_5_RELEASE

FreeBSD-2.2.5

RELENG_2_2_2_RELEASE

FreeBSD-2.2.2

RELENG_2_2_1_RELEASE

FreeBSD-2.2.1

RELENG_2_2_0_RELEASE

FreeBSD-2.2.0

A.8. AFS sites

Er draaien AFS servers voor FreeBSD op de volgende sites:

Zweden

Het pad naar de bestanden is: `/afs/stacken.kth.se/ftp/pub/FreeBSD/`

<code>stacken.kth.se</code>	<code># Stacken Computer Club, KTH, Sweden</code>
<code>130.237.234.43</code>	<code>#hot.stacken.kth.se</code>
<code>130.237.237.230</code>	<code>#fishburger.stacken.kth.se</code>
<code>130.237.234.3</code>	<code>#milko.stacken.kth.se</code>

Beheerder: `<ftp@stacken.kth.se>`

A.9. rsync sites

De volgende sites bieden FreeBSD aan via het protocol rsync. Het programma **rsync** werkt vrijwel hetzelfde als rcp(1), maar kent meer mogelijkheden en gebruikt het rsync remote-update protocol, dat alleen verschillen tussen twee groepen bestanden overbrengt, waardoor het synchroniseren via een netwerk drastisch wordt versneld. Dit kan het beste gedaan worden als er een mirrorsite voor de FreeBSD FTP server of het FreeBSD CVS depot draait. De **rsync** suite is voor veel besturingssystemen beschikbaar. Voor FreeBSD kan het pakket of de port uit `net/rsync` geïnstalleerd worden.

Tsjechië

`rsync://ftp.cz.FreeBSD.org/`

Beschikbare collecties:

- ftp: een gedeeltelijke mirror van de FreeBSD FTP server.
- FreeBSD: een volledige mirror van de FreeBSD FTP server.

Nederland

rsync://ftp.nl.FreeBSD.org/

Beschikbare collecties:

- FreeBSD: een volledige mirror van de FreeBSD FTP server.

Rusland

rsync://ftp.mtu.ru/

Beschikbare collecties:

- FreeBSD: een volledige spiegel van de FTP-server van FreeBSD.
- FreeBSD-gnats: De GNATS bug-tracking database.
- FreeBSD-archief: spiegel van de FreeBSD Archive FTP-server.

Zweden

rsync://ftp4.se.freebsd.org/

Beschikbare verzamelingen:

- FreeBSD: een volledige spiegel van de FTP-server van FreeBSD.

Taiwan

rsync://ftp.tw.FreeBSD.org/

rsync://ftp2.tw.FreeBSD.org/

rsync://ftp6.tw.FreeBSD.org/

Beschikbare collecties:

- FreeBSD: een volledige mirror van de FreeBSD FTP server.

Verenigd Koninkrijk

rsync://rsync.mirrorservice.org/

Beschikbare collecties:

- sites/ftp.freebsd.org: een volledige mirror van de FreeBSD FTP server.

Verenigde Staten van Amerika

`rsync://ftp-master.FreeBSD.org/`

Deze server mag alleen gebruikt worden door FreeBSD primaire mirrorsites.

Beschikbare collecties:

- FreeBSD: het masterarchief van de FreeBSD FTP server.
- `acl`: de FreeBSD master ACL lijst.

`rsync://ftp13.FreeBSD.org/`

Beschikbare collecties:

- FreeBSD: een volledige mirror van de FreeBSD FTP server.

Bijlage B.

Bibliografie

Hoewel de handleiding de juiste referentie is voor individuele stukken van het FreeBSD besturingssysteem, staan ze erom bekend niet te illustreren hoe de stukken in elkaar vallen om het hele besturingssysteem soepel te laten draaien. Daarom wordt er gesteld dat er geen vervanger is voor een goed boek over UNIX systeembeheer en een goede gebruikershandleiding.

B.1. Boeken & tijdschriften over FreeBSD

Internationale boeken & Tijdschriften:

- Using FreeBSD (<http://jdli.tw.FreeBSD.org/publication/book/freebsd2/index.htm>) (Traditioneel Chinees), gepubliceerd door Drmaster (<http://www.drmaster.com.tw/>), 1997. ISBN 9-578-39435-7.
- FreeBSD Unleashed (Versimpelde Chinese vertaling), gepubliceerd door China Machine Press (<http://www.hzbook.com/>). ISBN 7-111-10201-0.
- FreeBSD From Scratch First Edition (Versimpeld Chinees), gepubliceerd door China Machine Press. ISBN 7-111-07482-3.
- FreeBSD From Scratch Second Edition (Versimpeld Chinees), gepubliceerd door China Machine Press. ISBN 7-111-10286-X.
- FreeBSD Handbook Second Edition (Versimpeld Chinese vertaling), gepubliceerd door Posts & Telecom Press (<http://www.ptpress.com.cn/>). ISBN 7-115-10541-3.
- FreeBSD 3.x Internet (Versimpeld Chinees), gepubliceerd door Tsinghua University Press (<http://www.tup.tsinghua.edu.cn/>). ISBN 7-900625-66-6.
- FreeBSD & Windows (Versimpeld Chinees), gepubliceerd door gepubliceerd door China Railway Publishing House (<http://www.tdpress.com/>). ISBN 7-113-03845-X
- FreeBSD Internet Services HOWTO (Versimpeld Chinees), gepubliceerd door China Railway Publishing House. ISBN 7-113-03423-3
- FreeBSD for PC 98'ers (Japans), gepubliceerd door SHUWA System Co, LTD. ISBN 4-87966-468-5 C3055 P2900E.
- FreeBSD (Japans), gepubliceerd door CUTT. ISBN 4-906391-22-2 C3055 P2400E.
- Complete Introduction to FreeBSD (<http://www.shoeisha.com/book/Detail.asp?bid=650>) (Japans), gepubliceerd door Shoeisha Co., Ltd (<http://www.shoeisha.co.jp/>). ISBN 4-88135-473-6 P3600E.
- Personal UNIX Starter Kit FreeBSD (<http://www.ascii.co.jp/pb/book1/shinkan/detail/1322785.html>) (Japans), gepubliceerd door ASCII (<http://www.ascii.co.jp/>). ISBN 4-7561-1733-3 P3000E.
- FreeBSD Handbook (Japanse vertaling), gepubliceerd door ASCII (<http://www.ascii.co.jp/>). ISBN 4-7561-1580-2 P3800E.

- FreeBSD mit Methode (Duits), gepubliceerd door Computer und Literatur Verlag (<http://www.cul.de/>)Vertrieb Hanser, 1998. ISBN 3-932311-31-0.
- FreeBSD 4 - Installieren, Konfigurieren, Administrieren (<http://www.cul.de/freebsd.html>) (Duits), gepubliceerd door Computer und Literatur Verlag (<http://www.cul.de/>), 2001. ISBN 3-932311-88-4.
- FreeBSD 5 - Installieren, Konfigurieren, Administrieren (<http://www.cul.de/freebsd.html>) (Duits), gepubliceerd door Computer und Literatur Verlag (<http://www.cul.de/>), 2003. ISBN 3-936546-06-1.
- FreeBSD de Luxe (<http://www.mitp.de/vmi/mitp/detail/pWert/1343/>) (Duits), gepubliceerd door Verlag Moderne Industrie (<http://www.mitp.de/>), 2003. ISBN 3-8266-1343-0.
- FreeBSD Install and Utilization Manual (<http://www.pc.mycom.co.jp/FreeBSD/install-manual.html>) (Japans), gepubliceerd door Mainichi Communications Inc. (<http://www.pc.mycom.co.jp/>).
- Onno W Purbo, Dodi Maryanto, Syahrial Hubbany, Widjil Widodo *Building Internet Server with FreeBSD* (<http://maxwell.itb.ac.id/>) (Indonesisch), published by Elex Media Komputindo (<http://www.elexmedia.co.id/>).
- Absolute BSD: The Ultimate Guide to FreeBSD (Traditioneel Chinese vertaling), gepubliceerd door GrandTech Press (<http://www.grandtech.com.tw/>), 2003. ISBN 986-7944-92-5.
- The FreeBSD 6.0 Book (<http://www.twbsd.org/cht/book/>) (Traditioneel Chinees), gepubliceerd door Drmaster, 2006. ISBN 9-575-27878-X.

Engelstalige boeken & Tijdschriften:

- Absolute FreeBSD, 2e editie: The Complete Guide to FreeBSD (<http://www.absoluteFreeBSD.com/>), gepubliceerd door No Starch Press (<http://www.nostarch.com/>), 2007. ISBN: 978-1-59327-151-0
- The Complete FreeBSD (<http://www.freebsdmail.com/cgi-bin/fm/bsdcomp>), gepubliceerd door O'Reilly (<http://www.oreilly.com/>), 2003. ISBN: 0596005164
- The FreeBSD Corporate Networker's Guide (<http://www.freebsd-corp-net-guide.com/>), gepubliceerd door Addison-Wesley (<http://www.awl.com/awl/>), 2000. ISBN: 0201704811
- FreeBSD: An Open-Source Operating System for Your Personal Computer (<http://andrsn.stanford.edu/FreeBSD/introbook/>), gepubliceerd door The Bit Tree Press, 2001. ISBN: 0971204500
- Teach Yourself FreeBSD in 24 Hours, gepubliceerd door Sams (<http://www.sampublishing.com/>), 2002. ISBN: 0672324245
- FreeBSD unleashed, gepubliceerd door Sams (<http://www.sampublishing.com/>), 2006. ISBN: 0672328755
- FreeBSD: The Complete Reference, gepubliceerd door McGrawHill (<http://books.mcgraw-hill.com/>), 2003. ISBN: 0072224096
- BSD Magazine (<http://www.bsdmag.org>), gepubliceerd door Software Press Sp. z.o.o. SK. ISSN 1898-9144

B.2. Voor gebruikers

- Computer Systems Research Group, UC Berkeley. *4.4BSD User's Reference Manual*. O'Reilly & Associates, Inc., 1994. ISBN 1-56592-075-9
- Computer Systems Research Group, UC Berkeley. *4.4BSD User's Supplementary Documents*. O'Reilly & Associates, Inc., 1994. ISBN 1-56592-076-7

- *UNIX in a Nutshell*. O'Reilly & Associates, Inc., 1990. ISBN 093717520X
- Mui, Linda. *What You Need To Know When You Can't Find Your UNIX System Administrator*. O'Reilly & Associates, Inc., 1995. ISBN 1-56592-104-6
- Ohio State University (<http://www.osu.edu/>) heeft een Unix Introductie cursus (http://8help.osu.edu/wks/unix_course/index.html) geschreven welke online in HTML beschikbaar is en in het PostScript formaat.
Een Italiaanse vertaling (http://www.FreeBSD.org/doc/it_IT.ISO8859-15/books/unix-introduction/index.html) van dit document is beschikbaar als onderdeel van het FreeBSD Italian Documentation Project.
- Jpman Project, Japan FreeBSD Users Group (<http://www.jp.FreeBSD.org/>). FreeBSD User's Reference Manual (<http://www.pc.mycom.co.jp/FreeBSD/urm.html>) (Japanse vertaling). Mainichi Communications Inc. (<http://www.pc.mycom.co.jp/>), 1998. ISBN4-8399-0088-4 P3800E.
- Edinburgh University (<http://www.ed.ac.uk/>) heeft een Online Guide (<http://unixhelp.ed.ac.uk/>) geschreven voor nieuwkomers in de UNIX omgeving.

B.3. Voor beheerders

- Albitz, Paul and Liu, Cricket. *DNS and BIND*, 4th Ed. O'Reilly & Associates, Inc., 2001. ISBN 1-59600-158-4
- Computer Systems Research Group, UC Berkeley. *4.4BSD System Manager's Manual*. O'Reilly & Associates, Inc., 1994. ISBN 1-56592-080-5
- Costales, Brian, et al. *Sendmail*, 2nd Ed. O'Reilly & Associates, Inc., 1997. ISBN 1-56592-222-0
- Frisch, Æleen. *Essential System Administration*, 2nd Ed. O'Reilly & Associates, Inc., 1995. ISBN 1-56592-127-5
- Hunt, Craig. *TCP/IP Network Administration*, 2nd Ed. O'Reilly & Associates, Inc., 1997. ISBN 1-56592-322-7
- Nemeth, Evi. *UNIX System Administration Handbook*. 3rd Ed. Prentice Hall, 2000. ISBN 0-13-020601-6
- Stern, Hal *Managing NFS and NIS* O'Reilly & Associates, Inc., 1991. ISBN 0-937175-75-7
- Jpman Project, Japan FreeBSD Users Group (<http://www.jp.FreeBSD.org/>). FreeBSD System Administrator's Manual (<http://www.pc.mycom.co.jp/FreeBSD/sam.html>) (Japanse vertaling). Mainichi Communications Inc. (<http://www.pc.mycom.co.jp/>), 1998. ISBN4-8399-0109-0 P3300E.
- Dreyfus, Emmanuel. *Cahiers de l'Admin: BSD* (<http://www.eyrolles.com/Informatique/Livre/9782212114638/>) 2nd Ed. (Frans), Eyrolles, 2004. ISBN 2-212-11463-X

B.4. Voor programmeurs

- Asente, Paul, Converse, Diana, and Swick, Ralph. *X Window System Toolkit*. Digital Press, 1998. ISBN 1-55558-178-1
- Computer Systems Research Group, UC Berkeley. *4.4BSD Programmer's Reference Manual*. O'Reilly & Associates, Inc., 1994. ISBN 1-56592-078-3
- Computer Systems Research Group, UC Berkeley. *4.4BSD Programmer's Supplementary Documents*. O'Reilly & Associates, Inc., 1994. ISBN 1-56592-079-1

- Harbison, Samuel P. and Steele, Guy L. Jr. *C: A Reference Manual*. 4th ed. Prentice Hall, 1995. ISBN 0-13-326224-3
- Kernighan, Brian and Dennis M. Ritchie. *The C Programming Language*. 2nd Ed. PTR Prentice Hall, 1988. ISBN 0-13-110362-8
- Lehey, Greg. *Porting UNIX Software*. O'Reilly & Associates, Inc., 1995. ISBN 1-56592-126-7
- Plauger, P. J. *The Standard C Library*. Prentice Hall, 1992. ISBN 0-13-131509-9
- Spinellis, Diomidis. *Code Reading: The Open Source Perspective* (<http://www.spinellis.gr/codereading/>). Addison-Wesley, 2003. ISBN 0-201-79940-5
- Marshall Kirk McKusick, George V. Neville-Neil. *The Design and Implementation of the FreeBSD UNIX Operating System*. Boston, Mass. : Addison-Wesley, 2004. ISBN 0-201-70245-2
- Spinellis, Diomidis. *Code Quality: The Open Source Perspective* (<http://www.spinellis.gr/codequality/>). Addison-Wesley, 2006. ISBN 0-321-16607-8
- Stevens, W. Richard. *Advanced Programming in the UNIX Environment*. Reading, Mass. : Addison-Wesley, 2005. ISBN 0-201-43307-9
- Stevens, W. Richard. *UNIX Network Programming*. 2nd Ed, PTR Prentice Hall, 1998. ISBN 0-13-490012-X
- Wells, Bill. "Writing Serial Drivers for UNIX". *Dr. Dobbs's Journal*. 19(15), December 1994. pp68-71, 97-99.

B.5. Dieper in het besturingssysteem

- Andleigh, Prabhat K. *UNIX System Architecture*. Prentice-Hall, Inc., 1990. ISBN 0-13-949843-5
 - Jolitz, William. "Porting UNIX to the 386". *Dr. Dobbs's Journal*. January 1991-July 1992.
 - Leffler, Samuel J., Marshall Kirk McKusick, Michael J Karels en John Quarterman *The Design and Implementation of the 4.3BSD UNIX Operating System*. Reading, Mass. : Addison-Wesley, 1989. ISBN 0-201-06196-1
 - Leffler, Samuel J., Marshall Kirk McKusick, *The Design and Implementation of the 4.3BSD UNIX Operating System: Answer Book*. Reading, Mass. : Addison-Wesley, 1991. ISBN 0-201-54629-9
 - McKusick, Marshall Kirk, Keith Bostic, Michael J Karels, and John Quarterman. *The Design and Implementation of the 4.4BSD Operating System*. Reading, Mass. : Addison-Wesley, 1996. ISBN 0-201-54979-4
- Hoofdstuk 2 is online (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/books/design-44bsd/book.html) beschikbaar als onderdeel van het FreeBSD Documentatie Project en hoofdstuk 9 hier (http://www.netapp.com/tech_library/nfsbook.html).
- Stevens, W. Richard. *TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols*. Reading, Mass. : Addison-Wesley, 1996. ISBN 0-201-63346-9
 - Schimmel, Curt. *Unix Systems for Modern Architectures*. Reading, Mass. : Addison-Wesley, 1994. ISBN 0-201-63338-8
 - Stevens, W. Richard. *TCP/IP Illustrated, Volume 3: TCP for Transactions, HTTP, NNTP and the UNIX Domain Protocols*. Reading, Mass. : Addison-Wesley, 1996. ISBN 0-201-63495-3
 - Vahalia, Uresh. *UNIX Internals -- The New Frontiers*. Prentice Hall, 1996. ISBN 0-13-101908-2

- Wright, Gary R. and W. Richard Stevens. *TCP/IP Illustrated, Volume 2: The Implementation*. Reading, Mass. : Addison-Wesley, 1995. ISBN 0-201-63354-X

B.6. Over beveiliging

- Cheswick, William R. and Steven M. Bellovin. *Firewalls and Internet Security: Repelling the Wily Hacker*. Reading, Mass. : Addison-Wesley, 1995. ISBN 0-201-63357-4
- Garfinkel, Simson and Gene Spafford. *Practical UNIX & Internet Security*. 2nd Ed. O'Reilly & Associates, Inc., 1996. ISBN 1-56592-148-8
- Garfinkel, Simson. *PGP Pretty Good Privacy* O'Reilly & Associates, Inc., 1995. ISBN 1-56592-098-8

B.7. Over hardware

- Anderson, Don and Tom Shanley. *Pentium Processor System Architecture*. 2nd Ed. Reading, Mass. : Addison-Wesley, 1995. ISBN 0-201-40992-5
- Ferraro, Richard F. *Programmer's Guide to the EGA, VGA, and Super VGA Cards*. 3rd ed. Reading, Mass. : Addison-Wesley, 1995. ISBN 0-201-62490-7
- Intel Corporation publiceert documentatie over haar CPU's, chipsets en standaarden op haar ontwikkelaars website (<http://developer.intel.com/>), gewoonlijk als PDF bestanden.
- Shanley, Tom. *80486 System Architecture*. 3rd ed. Reading, Mass. : Addison-Wesley, 1995. ISBN 0-201-40994-1
- Shanley, Tom. *ISA System Architecture*. 3rd ed. Reading, Mass. : Addison-Wesley, 1995. ISBN 0-201-40996-8
- Shanley, Tom. *PCI System Architecture*. 4th ed. Reading, Mass. : Addison-Wesley, 1999. ISBN 0-201-30974-2
- Van Gilluwe, Frank. *The Undocumented PC*, 2nd Ed. Reading, Mass: Addison-Wesley Pub. Co., 1996. ISBN 0-201-47950-8
- Messmer, Hans-Peter. *The Indispensable PC Hardware Book*, 4th Ed. Reading, Mass: Addison-Wesley Pub. Co., 2002. ISBN 0-201-59616-4

B.8. UNIX geschiedenis

- Lion, John *Lion's Commentary on UNIX, 6th Ed. With Source Code*. ITP Media Group, 1996. ISBN 1573980137
- Raymond, Eric S. *The New Hacker's Dictionary, 3rd edition*. MIT Press, 1996. ISBN 0-262-68092-0. Ook bekend als het Jargon Bestand (<http://www.catb.org/~esr/jargon/html/index.html>)
- Salus, Peter H. *A quarter century of UNIX*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1994. ISBN 0-201-54777-5
- Simon Garfinkel, Daniel Weise, Steven Strassmann. *The UNIX-HATERS Handbook*. IDG Books Worldwide, Inc., 1994. ISBN 1-56884-203-1. Het is niet meer te leveren, maar wel online (<http://www.simson.net/ref/ugh.pdf>) beschikbaar.

- Don Libes, Sandy Ressler *Life with UNIX* — special edition. Prentice-Hall, Inc., 1989. ISBN 0-13-536657-7
- *The BSD family tree*. <http://www.FreeBSD.org/cgi/cvsweb.cgi/src/share/misc/bsd-family-tree> of `/usr/share/misc/bsd-family-tree` (`/usr/share/misc/bsd-family-tree`) op een FreeBSD machine.
- *Networked Computer Science Technical Reports Library*. <http://www.ncstrl.org/>
- *Oude BSD releases van de Computer Systems Research group (CSRG)*. <http://www.mckusick.com/csrg/>: De set van 4 cd-roms bevat alle versies van BSD van 1BSD to 4.4BSD en 4.4BSD-Lite2 (maar helaas 2.11BSD niet). Op de laatste disk staan ook de laatste broncode en de SCCS bestanden.

B.9. Tijdschriften en periodieken

- *The C/C++ Users Journal*. R&D Publications Inc. ISSN 1075-2838
- *Sys Admin — The Journal for UNIX System Administrators* Miller Freeman, Inc., ISSN 1061-2688
- *freeX — Das Magazin für Linux - BSD - UNIX* (Duits) Computer- und Literaturverlag GmbH, ISSN 1436-7033

Bijlage C.

Bronnen op Internet

Door de snelle ontwikkeling van FreeBSD zijn gedrukte media niet zo praktisch om de laatste ontwikkelingen te volgen. Elektronische bronnen zijn de beste, en vaak de enige, om op de hoogte te blijven van de laatste ontwikkelingen. Omdat FreeBSD draait op de inzet van vrijwilligers, is de gebruikersgemeenschap vaak een soort “technische ondersteuningsgroep”, die heeft ontdekt dat email, webfora, en USENET de meeste effectieve manieren zijn om de gebruikersgemeenschap te bereiken.

Hieronder staan de meest belangrijke contactmogelijkheden met de FreeBSD gebruikersgemeenschap beschreven. Mochten er andere bronnen zijn die hier niet beschreven zijn, laat die dan weten aan de FreeBSD documentatieproject mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-doc>), zodat ze hier ook beschreven kunnen worden.

C.1. Mailinglijsten

De mailinglijsten zijn de meest directe manier om vragen te stellen aan of een technische discussie te beginnen met een geconcentreerd FreeBSD-publiek. Er is een grote verscheidenheid aan lijsten met betrekking tot verschillende FreeBSD-onderwerpen. Door uw vragen aan de meest geschikte mailinglijst te stellen bent u ongetwijfeld verzekerd van een sneller en accurater antwoord.

De doelstellingen van de verschillende lijsten staan onderaan dit document. *Lees alstublieft de doelstellingen alvorens lid te worden of mail te sturen.* De meeste leden ontvangen tegenwoordig vaak honderden FreeBSD-gerelateerde berichten per dag, en door de doelstellingen en gebruiksregels op te stellen wordt gestreefd om zo min mogelijk ruis op de lijn te krijgen. Door de voorgaande adviezen te negeren zouden de mailinglijsten op termijn falen als een effectief communicatiemedium over het project.

Opmerking: Als u wilt testen of u naar de FreeBSD lijsten email kunt versturen, stuur dan een bericht naar *freebsd-test* (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-test>). Stuur alstublieft geen testberichten naar andere lijsten.

Bij twijfel over naar welke lijst te posten, kan de pagina Hoe de beste resultaten uit de FreeBSD-vragen mailinglijst te halen (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/articles/freebsd-questions) wellicht helpen.

Alvorens naar enige lijst te posten, is het verstandig te leren hoe de mailinglijsten het beste gebruikt kunnen worden. Hoe bijvoorbeeld zich vaak herhalende discussies voorkomen kunnen worden door het document Veel Gestelde Mailinglijstvragen (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/articles/mailling-list-faq) (FAQ) te lezen.

Voor alle mailinglijsten worden archieven bijgehouden die doorzocht kunnen worden op de FreeBSD World Wide Web server (<http://www.FreeBSD.org/search/index.html>). De met sleutelwoorden te doorzoeken archieven bieden een voortreffelijke methode om antwoorden te vinden op vaak gestelde vragen en horen geraadpleegd te worden voordat er vragen op een lijst worden gesteld. Merk op dat dit ook betekent dat berichten die naar de mailinglijsten van FreeBSD worden verzonden tot in de oneindigheid worden gearchiveerd. Overweeg, wanneer het beschermen

van privacy belangrijk is, om een tweede emailadres dat weggegooid kan worden te gebruiken en om alleen publieke informatie te posten.

C.1.1. Lijstsamenvatting

Algemene lijsten: De volgende zijn algemene lijsten waarop vrijelijk (en aangemoedigd) geabonneerd kan worden:

Lijst	Doel
freebsd-advocacy (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-advocacy)	FreeBSD Evangelisatie
freebsd-announce (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-announce)	Belangrijke gebeurtenissen en projectdoelen
freebsd-arch (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-arch)	Architectuur en ontwerp discussies
freebsd-bugbusters (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-bugbusters)	Discussie over het onderhoud van de FreeBSD probleemrapportendatabase en aanverwante zaken
freebsd-bugs (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-bugs)	Bugbeschrijvingen
freebsd-chat (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-chat)	Niet-technische onderwerpen met betrekking tot de FreeBSD-gemeenschap
freebsd-chromium (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-chromium)	FreeBSD specifieke Chromium problemen
freebsd-current (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-current)	Discussie over het gebruik van FreeBSD-CURRENT
freebsd-isp (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-isp)	Zaken voor Internet Service Providers die FreeBSD gebruiken
freebsd-jobs (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-jobs)	Werk en mogelijkheden voor het geven van advies met betrekking tot FreeBSD
freebsd-policy (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-policy)	Beleidsbeslissingen van het FreeBSD Kernteam. Laag volume en alleen-lezen
freebsd-questions (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-questions)	Gebruikersvragen en technische ondersteuning

Lijst

freebsd-security-notifications
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-security-notifications>)

freebsd-stable
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-stable>)

freebsd-test
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-test>)

Doel

Beveiligingswaarschuwingen

Discussies over het gebruik van FreeBSD-STABLE

Hier kunnen testberichten heengestuurd worden in plaats van naar de eigenlijke lijsten

Technische lijsten: De volgende lijsten zijn voor technische discussie. Het is van belang de doelstellingen te lezen alvorens lid te worden of mail te sturen omdat de richtlijnen voor het gebruik en de inhoud erg strikt zijn.

Lijst

freebsd-acpi
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-acpi>)

freebsd-afs
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-afs>)

freebsd-aic7xxx
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/aic7xxx>)

freebsd-amd64
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-amd64>)

freebsd-apache
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-apache>)

freebsd-arm
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-arm>)

freebsd-atm
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-atm>)

freebsd-audit
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-audit>)

freebsd-binup
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-binup>)

freebsd-bluetooth
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-bluetooth>)

Doel

Ontwikkeling van ACPI en energiebeheer

Porten van AFS naar FreeBSD

Ontwikkeling van stuurprogramma's voor de Adaptec AIC 7xxx

Porten van FreeBSD naar AMD64-systemen

Discussie over ports met betrekking tot **Apache**

Porten van FreeBSD naar ARM®-processors

Het gebruik van ATM-netwerken met FreeBSD

Audit van broncode project

Ontwerp en ontwikkeling van het binaire updatesysteem

Bluetooth technologie gebruiken in FreeBSD

Lijst

freebsd-cluster
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-cluster>)

freebsd-cvsweb
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-cvsweb>)

freebsd-database
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-database>)

freebsd-doc
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-doc>)

freebsd-drivers
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-drivers>)

freebsd-eclipse
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-eclipse>)

freebsd-eol
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-eol>)

freebsd-embedded
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-embedded>)

freebsd-emulation
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-emulation>)

freebsd-firewire
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-firewire>)

freebsd-fs
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-fs>)

freebsd-gecko
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-gecko>)

Doel

FreeBSD gebruiken in een geclusterde omgeving

CVSweb onderhoud

Discussie over het gebruik en de ontwikkeling van databases met FreeBSD

Het maken van FreeBSD-gerelateerde documenten

Apparaatstuurprogramma's schrijven voor FreeBSD

Gebruikers van Eclipse IDE, hulpprogramma's, cliëntapplicaties en ports

Ondersteuning voor FreeBSD-gerelateerde software welke niet langer ondersteund worden door het FreeBSD-project.

FreeBSD gebruiken in embedded applicaties.

Emulatie van andere systemen zoals Linux, MS-DOS, en Windows

FreeBSD FireWire® (iLink, IEEE 1394) technische discussie

Bestandssystemen

Discussies over de **Gecko Rendering Engine**

Lijst

freebsd-geom
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-geom>)

freebsd-gnome
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-gnome>)

freebsd-hackers
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-hackers>)

freebsd-hardware
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-hardware>)

freebsd-i18n
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-i18n>)

freebsd-ia32
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-ia32>)

freebsd-ia64
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-ia64>)

freebsd-ipfw
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-ipfw>)

freebsd-isdn
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-isdn>)

freebsd-jail
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-jail>)

freebsd-java
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-java>)

freebsd-kde
(<https://mail.kde.org/mailman/listinfo/kde-freebsd>)

freebsd-lfs
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-lfs>)

freebsd-mips
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-mips>)

freebsd-mobile
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-mobile>)

Doel

GEOM-specifieke discussies en implementaties

Porten van **GNOME** en **GNOME** applicaties

Algemene technische discussies

Algemene discussies over hardware voor het draaien van FreeBSD

FreeBSD Internationalisatie

FreeBSD op het IA-32 (Intel x86) platform

Porten van FreeBSD naar Intel's IA64 systemen

Technische discussie over het herontwerp van de IP-firewallcode

ISDN-ontwikkelaars

Discussies over de jail(8)-faciliteiten.

Java ontwikkelaars en mensen die JDKs porten naar FreeBSD

Porten van **KDE** en **KDE** applicaties

Porten van LFS naar FreeBSD

Porten van FreeBSD naar MIPS®

Discussie over mobiel computeren

Lijst

freebsd-mono
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-mono>)

freebsd-mozilla
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-mozilla>)

freebsd-multimedia
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-multimedia>)

freebsd-new-bus
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-new-bus>)

freebsd-net
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-net>)

freebsd-office
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-office>)

freebsd-performance
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-performance>)

freebsd-perl
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-perl>)

freebsd-pf
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-pf>)

freebsd-platforms
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-platforms>)

freebsd-ports
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-ports>)

freebsd-ports-bugs
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-ports-bugs>)

freebsd-ppc
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-ppc>)

Doel

Mono en C# applicaties op FreeBSD

Porten van **Mozilla** naar FreeBSD

Multimedia-applicaties

Technische discussies over busarchitecturen

Discussies over netwerken en TCP/IP-broncode

Kantoortoepassingen op FreeBSD

Optimalisatie van prestaties voor installaties met hoge prestaties en/of load

Onderhoud van een aantal ports met betrekking tot Perl

Discussies en vragen voor het pakketfilter firewallstelsel

Ports naar niet Intel-architectuurplatformen

Discussie over de Portscollectie

Discussie over bugs in ports en PR's

Porten van FreeBSD naar de PowerPC®

Lijst

freebsd-proliant
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-proliant>)

freebsd-python
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-python>)

freebsd-realtime
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-realtime>)

freebsd-rc
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-rc>)
freebsd-ruby
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-ruby>)
freebsd-scsi
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-scsi>)
freebsd-security
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-security>)

freebsd-small
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-small>)

freebsd-sparc64
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-sparc64>)

freebsd-standards
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-standards>)

freebsd-sysinstall
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-sysinstall>)

freebsd-threads
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-threads>)

Doel

Technische discussie over FreeBSD op HP Proliant serverplatforms

FreeBSD-specifieke zaken over Python

Ontwikkeling van realtime-uitbreidingen voor FreeBSD

Discussie over het `rc.d`-systeem en de ontwikkeling daarvan

FreeBSD-specifieke discussies over Ruby

Het SCSI-subsysteem

Beveiligingsonderwerpen betreffende FreeBSD

FreeBSD gebruiken in embedded toepassingen, verouderd, gebruik in plaats hiervan `freebsd-embedded` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-embedded>)

Porten van FreeBSD naar op SPARC® gebaseerde systemen

Volgen van de C99- en de POSIX standaarden door FreeBSD

Ontwikkeling van `sysinstall(8)`

Threading in FreeBSD

Lijst

freebsd-testing
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-testing>)

freebsd-tilera
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-tilera>)

freebsd-tokenring
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-tokenring>)

freebsd-toolchain
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-toolchain>)

freebsd-usb
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-usb>)

freebsd-virtualization
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-virtualization>)

freebsd-vuxml
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-vuxml>)

freebsd-x11
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-x11>)

freebsd-xen
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-xen>)

freebsd-xfce
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-xfce>)

Doel

FreeBSD prestatie- en stabiliteitstesten

FreeBSD porteren naar de Tilera CPU-familie

Ondersteuning voor Token Ring in FreeBSD

Onderhoud van de ingebouwde toolchain van FreeBSD

Discussie over FreeBSD-ondersteuning voor USB

Discussies over verscheidene virtualisatietechnieken ondersteund door FreeBSD

Discussie over VuXML-infrastructuur

Onderhoud en ondersteuning voor X11 op FreeBSD

Discussies over het overbrengen van FreeBSD naar Xen™ — implementatie en gebruik

Overbrengen en onderhouden van **XFCE** voor FreeBSD

Beperkte lijsten: De volgende lijsten zijn voor meer gespecialiseerd publiek en algemene gebruikers hebben er waarschijnlijk niets aan. Het is verstandig om eerst naam te maken in de technische lijsten alvorens lid te worden van een van de onderstaande beperkte lijsten, zodat de gebruiken op die lijst bekend zijn.

Lijst

freebsd-hubs
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-hubs>)
freebsd-user-groups
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-user-groups>)

Doel

Mensen die mirrorsites draaien (infrastructurele ondersteuning)

Gebruikersgroepcoördinatie

Lijst

freebsd-vendors
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-vendors>)

freebsd-wip-status
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-wip-status>)

freebsd-wireless
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-wireless>)

freebsd-www
(<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-www>)

Doel

Coördinatie van vooruitgaven met wederverkopers

FreeBSD Werk-In-Uitvoering status

Discussies over de ontwikkeling van de 802.11-stack, gereedschappen en stuurprogramma's.

Beheerders van www.FreeBSD.org
(<http://www.FreeBSD.org/index.html>)

Verkorte versie van lijsten (digest): Alle hierboven beschreven lijsten zijn beschikbaar in verkorte vorm. Na het lid worden van een lijst zijn de digest opties te wijzigen bij de accountopties.

CVS- & SVN-lijsten: De volgende lijsten zijn voor mensen met interesse in het zien van logboekberichten voor wijzigingen in verschillende onderdelen van de broncodeboom. Het zijn *Alleen-lezen*-lijsten waar geen email heen gezonden hoort te worden.

Lijst	Broncodegebied	Broncodebeschrijving
cvsv-all (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/cvsv-all)	/usr/(CVSROOT doc ports)	Alle wijzigingen op welke plaats in de boom dan ook (som van alle andere CVS-commit-lijsten)
cvsv-doc (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/cvsv-doc)	/usr/(doc www)	Alle wijzigingen aan de doc- en www-structuren
cvsv-ports (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/cvsv-ports)	/usr/ports	Alle wijzigingen aan de ports-boom
cvsv-projects (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/cvsv-projects)	/usr/projects	Alle wijzigingen aan de projects-boom
cvsv-src (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/cvsv-src)	/usr/src	Alle wijzigingen aan de src-boom (gegenereerd door de commits van de svn-naar-cvs-importer)

Lijst	Broncodegebied	Broncodebeschrijving
svn-src-all (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-all)	/usr/src	Alle wijzigingen in het Subversion-repository (behalve user en projects)
svn-src-head (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-head)	/usr/src	Alle wijzigingen aan de “head”-tak van het Subversion-repository (de tak FreeBSD-CURRENT)
svn-src-projects (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-projects)	/usr/projects	Alle wijzigingen aan het gebied projects van het src-Subversion-repository
svn-src-release (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-release)	/usr/src	Alle veranderingen aan het gebied releases van het src-Subversion-repository
svn-src-releng (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-releng)	/usr/src	Alle veranderingen aan de takken releng van het src-Subversion-repository (de beveiligings- / uitgavetakken)
svn-src-stable (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-stable)	/usr/src	Alle veranderingen aan alle stable-takken van het src-Subversion-repository
svn-src-stable-6 (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-stable-6)	/usr/src	Alle veranderingen aan de stable/6-tak van het src-Subversion-repository
svn-src-stable-7 (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-stable-7)	/usr/src	Alle veranderingen aan de stable/7-tak van het src-Subversion-repository
svn-src-stable-8 (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-stable-8)	/usr/src	Alle veranderingen aan de stable/8-tak van het src-Subversion-repository
svn-src-stable-9 (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-stable-9)	/usr/src	Alle veranderingen aan de stable/9-tak van het src-Subversion-repository
svn-src-stable-other (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-stable-other)	/usr/src	Alle veranderingen aan de oudere stable-takken van het src-Subversion-repository

Lijst	Broncodegebied	Broncodebeschrijving
svn-src-svnadmin (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-svnadmin)	/usr/src	Alle veranderingen aan de administratieve scripts, haken, en andere configuratiegegevens van het src-Subversion-repository
svn-src-user (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-user)	/usr/src	Alle veranderingen aan het experimentele gebied <code>user</code> van het src-Subversion-repository
svn-src-vendor (http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/svn-src-vendor)	/usr/src	Alle wijzigingen aan het verkoperswerkgebied van het src-Subversion-repository

C.1.2. Hoe abonneren

Om te abonneren op een lijst kan geklikt worden op de naam van de lijst hierboven of kan op <http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo> geklikt worden op de lijst waarin interesse bestaat. De pagina waarop de lijsten staan beschreven bevat alle informatie die nodig is om te abonneren.

Om te posten op een lijst kan simpelweg een email gestuurd worden naar `<lijstnaam@FreeBSD.org>`. Daarna wordt die doorgestuurd aan leden van de lijst in de hele wereld.

Om het abonnement op een lijst op te zeggen kan op de URL die onderaan iedere email van een lijst staat geklikt worden. Het is ook mogelijk om een email te sturen naar `<lijstnaam-unsubscribe@FreeBSD.org>` om een abonnement op te zeggen.

Hierbij nogmaals het advies om discussies op de technische mailinglijsten technisch te houden. Als er alleen interesse bestaat in belangrijke mededelingen dan wordt aangeraden te abonneren op FreeBSD aankondigingen mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-announce>), waarop zelden verkeer voorkomt.

C.1.3. Lijstdoelstellingen

Alle FreeBSD-mailinglijsten hebben eigen regels waaraan voldaan dient te worden bij gebruik. Als daaraan niet wordt voldaan, resulteert dat in maximaal twee (2) schriftelijke waarschuwingen van de FreeBSD Postmaster `<postmaster@FreeBSD.org>`, waarna na de derde overtreding de poster verwijderd wordt van alle FreeBSD-mailinglijsten en alle toekomstige mail van het adres van de verzender wordt uitgefilterd. Helaas zijn deze regels nodig, omdat het Internet van vandaag de dag een onvriendelijke omgeving is en slechts weinigen zich bewust zijn van hoe fragiel sommige mechanismen zijn.

Standaardregels:

- Het onderwerp van iedere mail dient te voldoen aan de basisdoelstellingen van de lijst waarnaar wordt gepost. Als de lijst bijvoorbeeld over technische onderwerpen gaat, dan hoort een post ook over iets technisch te gaan. Ruis en flaming doen alleen af aan de waarde van een mailinglijst voor alle leden en dat wordt niet getolereerd. Voor vrije discussie dient de FreeBSD babbel mailinglijst (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-chat>) gebruikt te worden die daar speciaal voor is ingesteld.

- Bijdragen horen niet naar meer dan twee mailinglijsten verzonden te worden en alleen dan naar twee als het helder en duidelijk is dat daarvoor de noodzaak bestaat. Voor de meeste lijsten bestaat er al veel overlap in de leden en met uitzondering van de meer esoterische lijsten, zoals bijvoorbeeld “-stable & -scsi”, is er eigenlijk slechts zelden aanleiding om naar meer dan een lijst te posten. Als een bericht zo is verzonden dat er meerdere mailinglijsten op de regel Cc staan, dan hoort de regel Cc weer ingekort te worden in een eventueel antwoord. *De verzender is verantwoordelijk voor zijn eigen kruisposten, wie ook een eerdere zender was.*
- Persoonlijke aanvallen en profane taal (in de context van een geschil) zijn niet toegestaan. Dit geldt zowel voor gebruikers als ontwikkelaars. Grove schending van de netiquette, zoals kopiëren uit of het volledig doorsturen van persoonlijke email zonder dat daarvoor toestemming is gegeven, wordt niet op prijs gesteld. Er zijn hoe dan ook zeer weinig gevallen waarin zoiets dergelijks wel binnen de doelstelling van een lijst valt, waardoor dat soort emails op grond van de inhoud alleen al vaak reden zijn voor een waarschuwing (of ban).
- Adverteren voor niet-FreeBSD-gerelateerde producten is streng verboden en heeft direct een ban tot gevolg als helder is dat de overtreder adverteert door middel van spam.

Individuele lijstdoelstellingen:

freebsd-acpi (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-acpi>)

ACPI en energiebeheerontwikkeling

freebsd-afs (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-afs>)

Andrew Bestandssysteem (Andrew File System)

Deze lijst is voor onderwerpen over het porten en gebruik van AFS van CMU/Transarc

freebsd-announce (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-announce>)

Belangrijke gebeurtenissen en projectdoelen

Dit is de mailinglijst voor hen die alleen interesse hebben in gelegenhedsmededelingen of belangrijke FreeBSD-gebeurtenissen. Hieronder vallen aankondigingen over snapshots en andere uitgaven. De lijst omvat ook aankondigingen over nieuwe mogelijkheden binnen FreeBSD. Er kunnen ook oproepen gedaan worden voor vrijwilligers, enzovoort. Deze lijst kent een laag volume en is volledig gemodereerd.

freebsd-arch (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-arch>)

Discussie van architectuur en ontwerp

Deze lijst is bedoeld voor het bespreken van de FreeBSD-architectuur. Berichten zijn in het algemeen strikt technisch van aard. Voorbeelden van geschikte onderwerpen zijn:

- Hoe het buildsysteem bijgewerkt kan worden zodat meerdere aanpaste builds tegelijkertijd kunnen lopen.
- Wat moet er aan VPS aangepast worden om Heidemann-lagen te laten werken.
- Hoe kan de apparataatstuurprogramma interface aangepast worden zodat dezelfde stuurprogramma's netjes op vele bussen en architecturen gebruikt kunnen worden.
- Hoe een netwerkstuurprogramma geschreven kan worden.

freebsd-audit (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-audit>)

Broncode audit project

Dit is de mailinglijst voor het FreeBSD-broncode auditproject. Hoewel in eerst instantie bedoeld voor wijzigingen gerelateerd aan beveiliging, zijn de doelstellingen aangepast naar alle wijzigingen in de code.

Op deze lijst komen veel patches voor en hij is waarschijnlijk niet interessant voor de gemiddelde FreeBSD-gebruiker. Beveiligingsdiscussies die niet gerelateerd zijn aan een bepaalde broncodewijziging worden gehouden op `freebsd-security`. Omgekeerd worden alle ontwikkelaars aangemoedigd hun patches op deze lijst ter review aan te bieden, zeker als hun patch een deel van het systeem raakt waar een bug de integriteit van het systeem nadelig kan beïnvloeden.

`freebsd-binup` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-binup>)

FreeBSD Binaire Updates Project

Deze lijst bestaat om de mogelijkheid te bieden tot het bespreken van het binaire updatesysteem of **binup**. Onderwerpen met betrekking tot ontwerp, implementatiedetails, patches, bugreports, statusreportages, feature-verzoeken, commitlogs en alle andere dingen die met **binup** te maken hebben kunnen besproken worden.

`freebsd-bluetooth` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-bluetooth>)

Bluetooth in FreeBSD

Dit is het forum waar gebruikers van Bluetooth op FreeBSD samenkomen. Gespreksstof op het gebied van ontwerp, implementatiedetails, patches, probleemrapportages, statusrapportages, verzoeken voor nieuwe mogelijkheden en al het andere dat met Bluetooth te maken heeft is geschikt materiaal.

`freebsd-bugbusters` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-bugbusters>)

Coördinatie afhandeling Problem Reports

Het doel van deze lijst is een platform zijn voor de coördinatie en discussie voor de Bugmeister, zijn Bugbusters en anderen die interesse hebben in de PR-database. Deze lijst is niet bedoeld voor discussies over specifieke bugs, patches of PR's.

`freebsd-bugs` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-bugs>)

Bug reports

Dit is de mailinglijst voor het rapporteren van bugs in FreeBSD. Waar mogelijk dienen bugs ingezonden te worden via `send-pr(1)` of via de Webinterface (<http://www.FreeBSD.org/send-pr.html>) daarvan.

`freebsd-chat` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-chat>)

Niet-technische onderwerpen met betrekking tot de FreeBSD-gemeenschap

Deze lijst bevat alle onderwerpen waar op andere lijsten geen ruimte voor is wat betreft niet-technische en sociale informatie. Er wordt gesproken over de moord op Van Gogh, of er in onderkast of kapitalen geschreven dient te worden, wie er te veel koffie drinkt, waar het beste bier vandaan komt, enzovoort. Belangrijke gebeurtenissen (zoals feestjes, bruiloften, geboorten, nieuwe banen, enzovoort) kunnen op de technische lijsten aangekondigd worden, maar antwoorden dienen naar deze -chat lijst te gaan.

`freebsd-chromium` (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-chromium>)

FreeBSD specifieke Chromium problemen

Dit is een lijst voor het bespreken van Chromium ondersteuning voor FreeBSD. Dit is een technische lijst om de ontwikkelingen en installatie van Chromium te bespreken.

freebsd-core

FreeBSD Kernteam

Dit is een interne mailinglijst die wordt gebruikt door de kernleden. Er kunnen berichten naar gestuurd worden als een belangrijke FreeBSD-gerelateerde zaak arbitrage nodig heeft of een onderzoekende blik op hoog niveau nodig is.

freebsd-current (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-current>)

Discussie over het gebruik van FreeBSD-CURRENT

Dit is de mailinglijst voor gebruikers van FreeBSD-CURRENT. Er staan waarschuwingen op over nieuwe mogelijkheden in -CURRENT die impact hebben op gebruikers en instructies over de te nemen stappen om -CURRENT te blijven. Iedereen die “CURRENT” draait, zou zich moeten abonneren. Dit is een technische mailinglijst waarop strikt technische berichten worden verwacht.

freebsd-cvsweb (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-cvsweb>)

FreeBSD CVSweb Project

Technische discussie over het gebruik, de ontwikkeling en het beheer van FreeBSD-CVSweb.

freebsd-doc (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-doc>)

Documentatieproject

Dit is de mailinglijst voor het bespreken van onderwerpen en projecten die te maken hebben met het maken van documentatie voor FreeBSD. De leden van deze mailinglijst worden samen “The FreeBSD Documentation Project” genoemd. Het is een open lijst waarop zonder problemen een abonnement genomen kan worden en bijdragen zeer op prijs worden gesteld!

freebsd-drivers (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-drivers>)

Apparaatstuurprogramma's schrijven voor FreeBSD

Dit is een forum voor technische discussie met betrekking tot apparaatstuurprogramma's op FreeBSD. Het is vooral een plaats voor schrijvers van apparaatstuurprogramma's om vragen te stellen over hoe apparaatstuurprogramma's te schrijven met de API's in de kernel van FreeBSD.

freebsd-eclipse (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-eclipse>)

Gebruikers van Eclipse IDE, hulpprogramma's, cliëntapplicaties en ports

De doelstelling van deze lijst is wederzijdse ondersteuning bieden voor alles dat te maken heeft met het kiezen, installeren, gebruiken, ontwikkelen, en onderhouden van Eclipse IDE, hulpprogramma's en cliëntapplicaties op het FreeBSD-platform en te ondersteunen bij het porten van Eclipse IDE en plugins naar de FreeBSD-omgeving.

Het is ook de bedoeling om het uitwisselen van informatie tussen de Eclipse gemeenschap en de FreeBSD-gemeenschap te bevorderen zodat beiden ervan kunnen profiteren.

Hoewel deze lijst voornamelijk is gericht op de behoeften van gebruikers van Eclipse, wordt ook een forum geboden voor hen die FreeBSD-specifieke applicaties willen ontwikkelen met het Eclipse raamwerk.

freebsd-eol (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-eol>)

Ondersteuning van FreeBSD gerelateerde software welke niet meer ondersteund wordt door het FreeBSD-project.

Deze lijst is voor degenen die geïnteresseerd zijn in het leveren of gebruiken van ondersteuning voor FreeBSD-gerelateerde software voor welke het FreeBSD-project geen ondersteuning meer biedt (in de vorm van beveiligingsadviezen en patches).

freebsd-embedded (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-embedded>)

FreeBSD gebruiken in embedded applicaties

Deze lijst heeft tot doel om te discussieren over FreeBSD in embedded systemen. Dit is een technische mailinglijst waarbij men alleen technische inhoud verwacht. Voor het belang van deze lijst definiëren we embedded systemen als computersystemen die geen desktop-systemen zijn en meestal slechts één doel hebben ten opzichte van gewone systemen. Voorbeelden bevatten onder andere: diverse soorten telefoonsets, netwerkapparatuur zoals routers, switches en PBX'en, op afstand bestuurbare meetapparatuur, PDA's, Point of Sale systemen etc.

freebsd-emulation (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-emulation>)

Emulatie van andere systemen zoals Linux, MS-DOS en Windows

Dit is een forum voor technische discussie met betrekking tot het draaien van programma's op FreeBSD die zijn geschreven voor andere besturingssystemen.

freebsd-firewire (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-firewire>)

FireWire (iLink, IEEE 1394)

Dit is de mailinglijst voor het bespreken van het ontwerp en de implementatie van een FireWire (ook wel IEEE 1394 of iLink) subsysteem voor FreeBSD. Relevante onderwerpen omvatten de standaarden, busapparaten en hun protocollen, adapter boards/kaarten/chipsets en de architectuur en implementatie van code voor een juiste ondersteuning.

freebsd-fs (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-fs>)

Bestandssystemen

Discussie over FreeBSD-bestandssystemen. Dit is een technische mailinglijst waarop slechts strikt technische bijdragen worden verwacht.

freebsd-gecko (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-gecko>)

Gecko Rendering Engine

Dit is een forum over **Gecko** applicaties die FreeBSD gebruiken.

De discussie concentreert zich op toepassingen van Gecko Ports, hun installatie, hun ontwikkeling en hun ondersteuning binnen FreeBSD.

freebsd-geom (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-geom>)

GEOM

Discussie specifiek over GEOM en gerelateerde implementaties. Dit is een technische mailinglijst waarop slechts strikt technische bijdragen worden verwacht.

freebsd-gnome (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-gnome>)

GNOME

Discussie over de bureaubladomgeving **GNOME** voor FreeBSD. Dit is een technische mailinglijst waarop slechts strikt technische bijdragen worden verwacht.

freebsd-ipfw (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-ipfw>)

IP Firewall

Dit is het forum voor technische bespreking van het herontwerp van de IP-firewallcode in FreeBSD. Dit is een technische mailinglijst waarop slechts strikt technische bijdragen worden verwacht.

freebsd-ia64 (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-ia64>)

Porten van FreeBSD naar IA64

Dit is een technische mailinglijst voor individuen die actief werken aan het porten van FreeBSD naar het platform IA-64 van Intel, om problemen op tafel te leggen of alternatieve oplossingen te bespreken. Geïnteresseerden die alleen de technische bespreking willen volgen zijn ook welkom.

freebsd-isdn (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-isdn>)

ISDN-communicatie

Dit is de mailinglijst voor discussie over de ontwikkeling van ISDN-ondersteuning voor FreeBSD.

freebsd-java (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-java>)

Java Ontwikkeling

Dit is de mailinglijst voor het bespreken van de ontwikkeling van significante Java applicaties voor FreeBSD en het porten en het beheer van JDK's.

freebsd-jobs (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-jobs>)

Banen in de aanbidding en gezocht

Dit is een forum voor vacatures en CV's specifiek gerelateerd aan FreeBSD, bijvoorbeeld als er FreeBSD-gerelateerd werk wordt gezocht of in de aanbidding is. Dit is *geen* mailinglijst voor algemene werkonderwerpen omdat daarvoor al elders ruimte staat.

Ook deze lijst wordt net als alle andere `FreeBSD.org` mailinglijsten wereldwijd verspreid. Daarom dient duidelijk vermeld te worden om welke locatie het gaat en onder welke voorwaarden telewerken of bijdragen in huisvesting mogelijk zijn.

Email dient alleen open formaten te bevatten. Bij voorkeur platte tekst, maar standaard Portable Document Format (PDF), HTML, en een aantal andere, zijn acceptabel voor lezers. Gesloten formaten, zoals Microsoft Word (`.doc`), worden door de mailinglijstserver geweigerd.

freebsd-kde (<https://mail.kde.org/mailman/listinfo/kde-freebsd>)

KDE

Discussie over **KDE** op FreeBSD-systemen. Dit is een technische mailinglijst waarop slechts strikt technische bijdragen worden verwacht.

freebsd-hackers (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-hackers>)

Technische discussies

Dit is een forum voor technische discussie met betrekking tot FreeBSD. Dit is de leidende technische mailinglijst die is bestemd voor mensen die actief aan FreeBSD werken om problemen aan het voetlicht te brengen of alternatieve oplossingen te bespreken. Geïnteresseerden die alleen de technische bespreking willen volgen zijn ook welkom. Dit is een technische mailinglijst waarop slechts strikt technische bijdragen worden verwacht.

freebsd-hardware (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-hardware>)

Algemene discussie over FreeBSD-hardware

Algemene discussie over de typen hardware waar FreeBSD op draait en problemen en oplossingen over wat te kopen en wat vooral niet.

freebsd-hubs (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-hubs>)

Mirrorsites

Aankondigingen en discussie voor beheerders van FreeBSD-mirrorsites.

freebsd-isp (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-isp>)

Onderwerpen voor Internet Service Providers

Deze mailinglijst is voor het bespreken van relevante onderwerpen voor Internet Service Providers (ISP's) die FreeBSD gebruiken. Dit is een technische mailinglijst waarop slechts strikt technische bijdragen worden verwacht.

freebsd-mono (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-mono>)

Mono en C# applicaties op FreeBSD

Dit is een lijst voor discussies met betrekking tot het Mono-ontwikkelaarsraamwerk op FreeBSD. Dit is een technische mailinglijst. Het is bedoeld voor individuen die actief werken aan het overbrengen van Mono of C# applicaties naar FreeBSD, om problemen naar voren te brengen of alternatieve oplossingen te bespreken. Individuele die geïnteresseerd zijn in het volgen van de technische discussie zijn ook welkom.

freebsd-office (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-office>)

Kantoortoepassingen op FreeBSD

De discussie richt zich op kantoortoepassingen, hun installatie, hun ontwikkeling en hun ondersteuning binnen FreeBSD.

freebsd-performance (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-performance>)

Discussie over het optimaliseren of versnellen van FreeBSD

Deze mailinglijst is een platform voor hackers, beheerders en/of andere belanghebbenden om FreeBSD- en prestatiegerelateerde onderwerpen te bespreken. De onderwerpen die besproken kunnen worden omvatten FreeBSD-installaties met een hoge load, systemen met prestatieproblemen of systemen die tegen de limieten van FreeBSD aan zitten. Zij die willen meewerken om de prestaties van FreeBSD te verbeteren worden sterk aangemoedigd zich op deze lijst te abonneren. Deze lijst is bijzonder technisch en bijzonder geschikt voor ervaren FreeBSD-gebruikers, hackers en beheerders die FreeBSD snel, robuust, en schaalbaar willen houden.

Deze lijst is geen vraag-en-antwoord lijst die dient als vervanging voor het lezen van documentatie, maar hier worden bijdragen geleverd of vragen gesteld over nog niet eerder beschreven prestatiegerelateerde onderwerpen.

freebsd-pf (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-pf>)

Discussie en vragen over het pakketfilter firewallstelsel

Discussie over het pakketfilter (pf) firewallstelsel met betrekking tot FreeBSD. Technische discussie en gebruikersvragen zijn beiden welkom. Deze lijst is ook de plaats om het raamwerk ALTQ QoS te bespreken.

freebsd-platforms (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-platforms>)

Porten van niet-Intel platformen

Cross-platform FreeBSD-zaken, algemene discussie en voorstellen voor niet-Intel FreeBSD ports. Dit is een technische mailinglijst waarop slechts strikt technische bijdragen worden verwacht.

freebsd-policy (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-policy>)

Kernteam beleidsbeslissingen

Dit is een laag volume, alleen-lezen mailinglijst voor beleidsbeslissingen van het FreeBSD Kernteam.

freebsd-ports (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-ports>)

Discussie over "ports"

Discussie over de "Portcollectie" (`/usr/ports`) van FreeBSD, de Ports infrastructuur en algemene coördinatie aangaande ports. Dit is een technische mailinglijst waarop slechts strikt technische bijdragen worden verwacht.

freebsd-ports-bugs (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-ports-bugs>)

Discussie over "ports" bugs

Discussie over probleemrapportages voor de FreeBSD "Portcollectie" (`/usr/ports`), voorgestelde ports of aanpassingen aan ports. Dit is een technische mailinglijst waarop slechts strikt technische bijdragen worden verwacht.

freebsd-proliant (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-proliant>)

Technische discussie over FreeBSD op HP ProLiant serverplatformen

Deze mailinglijst wordt gebruikt voor technische discussie over het gebruik van FreeBSD op HP ProLiant servers, inclusief het bespreken van ProLiant-specifieke stuurprogramma's, beheerssoftware, gereedschappen voor instellingen en BIOS-updates. Dit is daarom ook de uitgesproken plaats voor het bespreken van de modules `hpsamd`, `hpsmcli`, en `hpacucli`.

freebsd-python (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-python>)

Python op FreeBSD

Dit is een lijst voor discussie gerelateerd aan het verbeteren van ondersteuning voor Python op FreeBSD. Dit is een technische mailinglijst voor mensen die aan het porten van Python, aanverwante modules en **Zope**-dingen naar FreeBSD werken.

freebsd-questions (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-questions>)

Gebruikersvragen

Dit is de mailinglijst voor vragen over FreeBSD. Er horen geen “how to” vragen op de technische mailinglijsten thuis, tenzij een vraag erg technisch van aard is.

freebsd-ruby (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-ruby>)

FreeBSD-specifieke discussies over Ruby

Dit is een lijst voor discussies gerelateerd aan de Ruby-ondersteuning op FreeBSD. Dit is een technische mailinglijst. Het is bedoeld voor individuen die aan Ruby-ports, bibliotheken van derde partijen, en raamwerken werken.

Individen die geïnteresseerd zijn in de technische discussie zijn ook welkom.

freebsd-scsi (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-scsi>)

SCSI-subsysteem

Dit is de mailinglijst voor mensen die aan het SCSI-subsysteem voor FreeBSD werken. Dit is een technische mailinglijst waarop slechts strikt technische bijdragen worden verwacht.

freebsd-security (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-security>)

Beveiligingsonderwerpen

FreeBSD-computerbeveiligingsonderwerpen (DES, Kerberos, bekende beveiligingsgaten, oplossingen, enzovoort). Dit is een technische mailinglijst waarop slechts strikt technische bijdragen worden verwacht. Dit is zeker geen vraag-en-antwoord lijst, maar bijdragen voor de FAQ (zowel *vraag* als *antwoord*) zijn welkom.

freebsd-security-notifications (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-security-notifications>)

Beveiligingswaarschuwingen

Waarschuwingen voor FreeBSD beveiligingsproblemen en oplossingen. Dit is geen discussielijst. De discussielijst is freebsd-security (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-security>).

freebsd-small (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-small>)

FreeBSD gebruiken in embedded toepassingen

Op deze lijst worden onderwerpen gerelateerd aan ongebruikelijk kleine en embedded FreeBSD-installaties besproken. Dit is een technische mailinglijst waarop slechts strikt technische bijdragen worden verwacht.

Deze lijst is vervangen door freebsd-embedded (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-embedded>)

freebsd-stable (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-stable>)

Discussie over het gebruik van FreeBSD-STABLE

Dit is de mailinglijst voor gebruikers van FreeBSD-STABLE. Er worden ook waarschuwingen op gepost over nieuwe opties in -STABLE die invloed op de systemen van gebruikers kunnen hebben en instructies over de te nemen stappen om -STABLE te blijven. Iedereen die “STABLE” draait hoort zich op deze lijst te abonneren. Dit is een technische mailinglijst waarop slechts strikt technische bijdragen worden verwacht.

freebsd-standards (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-standards>)

Conformeren C99 & POSIX

Dit is een forum voor technische bespreking gerelateerd aan het conformeren van FreeBSD aan de C99- en de POSIX-standaarden.

freebsd-toolchain (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-toolchain>)

Onderhoud van de ingebouwde toolchain van FreeBSD

Dit is de mailinglijst bedoeld voor discussies over het onderhoud van de toolchain die met FreeBSD wordt geleverd. Dit zou de toestand van Clang en GCC kunnen omvatten, maar ook software als assemblers, linkers en debuggers.

freebsd-usb (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-usb>)

Discussie over FreeBSD ondersteuning voor USB

Dit is de mailinglijst voor technische bespreking van onderwerpen gerelateerd aan FreeBSD ondersteuning voor USB.

freebsd-user-groups (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-user-groups>)

Gebruikersgroep Coördinatie Lijst

Dit is de mailinglijst voor coördinatoren voor alle lokale gebruikersgroepen, zodat ze met elkaar en een lid van het Kernteam zaken kunnen bespreken. Deze lijst hoort beperkt te blijven tot een overzicht van overleggen en de coördinatie van projecten waarbij meerdere gebruikersgroepen betrokken zijn.

freebsd-vendors (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-vendors>)

Verkopers

Coördinatie en discussie tussen het FreeBSD-project en verkopers van software en hardware voor FreeBSD.

freebsd-virtualization (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-virtualization>)

Discussies over verscheidene virtualisatietechnieken ondersteund door FreeBSD

Een lijst om de verscheidene virtualisatietechnieken die door FreeBSD worden ondersteund te bespreken. Aan de ene kant zal de nadruk liggen op de implementatie van de basale functionaliteit alsook op het toevoegen van nieuwe mogelijkheden. Aan de andere kant zullen gebruikers een forum hebben om om hulp te vragen bij problemen of om hun usecases te bespreken.

freebsd-wip-status (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-wip-status>)

FreeBSD Werk-In-Uitvoering status

Deze mailinglijst kan gebruikt worden om de schepping en voortgang van uw FreeBSD-gerelateerd werk aan te kondigen. Berichten zullen gemodereerd worden. Het wordt gesuggereerd om het bericht "Aan:" een FreeBSD-mailinglijst dat het onderwerp beter dekt te sturen en deze lijst alleen te "BCC:"-en. Op deze manier kan uw werk-in-uitvoering ook op de onderwerpslijst worden bediscussieerd, aangezien discussies op deze lijst niet zijn toegestaan.

Kijk in de archieven voor voorbeelden van geschikte berichten.

Een redactioneel overzicht van de berichten aan deze lijst kan om de paar maanden naar de FreeBSD-website gezonden worden als deel van de Status Reports ¹. Meer voorbeelden en oude rapportages zijn daar ook te vinden.

freebsd-wireless (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-wireless>)

Discussies over de 802.11-stack, de ontwikkeling van gereedschappen voor stuurprogramma's

De FreeBSD-wireless lijst richt zich op de 802.11-stack (sys/net80211) en de ontwikkeling van stuurprogramma's en gereedschappen. Dit omvat bugs, nieuwe eigenschappen en onderhoud.

freebsd-xen (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-xen>)

Discussies over het porteren van FreeBSD naar Xen — implementatie en gebruik

Een lijst die zich richt op de FreeBSD Xen port. De verwachte hoeveelheid verkeer is laag genoeg zodat het voor zowel technische discussies over de implementatie- en ontwerpdetails als voor zaken over administratief gebruik bedoeld is.

freebsd-xfce (<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-xfce>)

XFCE

Dit is een forum voor discussies gerelateerd aan de **XFCE**-omgeving voor FreeBSD. Dit is een technische mailinglijst. Het is bedoeld voor degenen die actief werken aan het porten van **XFCE** naar FreeBSD, om problemen naar voren te brengen of alternatieve oplossingen te bespreken. Personen die geïnteresseerd zijn in het volgen van de technische discussie zijn ook welkom.

C.1.4. Filters op de mailinglijsten

De FreeBSD-mailinglijsten worden op verschillende manieren gefilterd om het doorsturen van spam, virussen, en andere ongewenste email te beperken. De hieronder beschreven filteracties bevatten niet alle genomen acties voor de beveiliging van de mailinglijsten.

Er is een beperkt aantal typen bijlagen toegestaan op de mailinglijsten. Alle bijlagen met een MIME-inhoudtype dat niet in de onderstaande lijst staat worden verwijderd voordat de mail wordt doorgestuurd naar de mailinglijsten.

- application/octet-stream
- application/pdf
- application/pgp-signature
- application/x-pkcs7-signature
- message/rfc822
- multipart/alternative
- multipart/related
- multipart/signed
- text/html
- text/plain
- text/x-diff
- text/x-patch

Opmerking: Sommige mailinglijsten staan wellicht bijlagen toe met andere MIME-inhoudtypen, maar de bovenstaande lijst zal gelden voor de meeste mailinglijsten.

Als een email zowel een HTML- als een platte tekstversie bevat, dan wordt de HTML-versie verwijderd. Als een mail alleen een HTML-versie bevat, dan wordt die omgezet naar platte tekst.

C.2. Usenet-nieuwsgroepen

Naast de twee specifieke FreeBSD-nieuwsgroepen zijn er nog vele andere waarin FreeBSD wordt besproken of die anderszins relevant zijn voor FreeBSD-gebruikers. Er zijn sleutelwoord doorzoekbare archieven (http://minnie.tuhs.org/BSD-info/bsdnews_search.html) voor een aantal van die nieuwsgroepen, met dank aan Warren Toomey <wkt@cs.adfa.edu.au>.

C.2.1. Specifieke BSD nieuwsgroepen

- comp.unix.bsd.freebsd.announce (news:comp.unix.bsd.freebsd.announce)
- comp.unix.bsd.freebsd.misc (news:comp.unix.bsd.freebsd.misc)
- de.comp.os.unix.bsd (news:de.comp.os.unix.bsd) (Duits)
- fr.comp.os.bsd (news:fr.comp.os.bsd) (Frans)
- it.comp.os.freebsd (news:it.comp.os.freebsd) (Italiaans)
- tw.bbs.comp.386bsd (ews:tw.bbs.comp.386bsd) (Traditioneel Chinees)

C.2.2. Overige interessante UNIX-nieuwsgroepen

- comp.unix (news:comp.unix)
- comp.unix.questions (news:comp.unix.questions)
- comp.unix.admin (news:comp.unix.admin)
- comp.unix.programmer (news:comp.unix.programmer)
- comp.unix.shell (news:comp.unix.shell)
- comp.unix.user-friendly (news:comp.unix.user-friendly)
- comp.security.unix (news:comp.security.unix)
- comp.sources.unix (news:comp.sources.unix)
- comp.unix.advocacy (news:comp.unix.advocacy)
- comp.unix.misc (news:comp.unix.misc)
- comp.bugs.4bsd (news:comp.bugs.4bsd)
- comp.bugs.4bsd.ucb-fixes (news:comp.bugs.4bsd.ucb-fixes)
- comp.unix.bsd (news:comp.unix.bsd)

C.2.3. X Window systeem

- `comp.windows.x.i386unix` (`news:comp.windows.x.i386unix`)
- `comp.windows.x` (`news:comp.windows.x`)
- `comp.windows.x.apps` (`news:comp.windows.x.apps`)
- `comp.windows.x.announce` (`news:comp.windows.x.announce`)
- `comp.windows.x.intrinsics` (`news:comp.windows.x.intrinsics`)
- `comp.windows.x.motif` (`news:comp.windows.x.motif`)
- `comp.windows.x.pex` (`news:comp.windows.x.pex`)
- `comp.emulators.ms-windows.wine` (`news:comp.emulators.ms-windows.wine`)

C.3. World wide webserver

C.3.1. Fora, blogs, en sociale netwerken

- The FreeBSD Forums (<http://forums.freebsd.org/>) bieden een webgebaseerd discussieforum voor vragen en technische discussies over FreeBSD.
- Planet FreeBSD (<http://planet.freebsdish.org/>) biedt een samengestelde feed van tientallen blogs geschreven door FreeBSD-ontwikkelaars. Vele ontwikkelaars gebruiken dit om korte notities te posten over waaraan ze werken, nieuwe patches, en ander werk in uitvoering.
- Het BSDConferences YouTube Channel (<http://www.youtube.com/bsdconferences>) biedt een verzameling van video's van hoge kwaliteit van wereldwijde BSD-conferenties. Dit is een prima manier om presentaties van hoofdontwikkelaars over nieuw werk in FreeBSD te zien.

C.3.2. Officiële spiegels

Centrale servers, Argentinië, Armenië, Australië, België, Brazilië, Bulgarije, Canada, China, Costa Rica, Denemarken, Duitsland, Estland, Filipijnen, Finland, Frankrijk, Griekenland, Hong Kong, Hongarije, IJsland, Italië, Japan, Kirghizistan, Koeweit, Korea, Letland, Litouwen, Nederland, Noorwegen, Oekraïne, Oostenrijk, Portugal, Roemenië, Rusland, San Marino, Singapore, Slovenië, Slowakije, Spanje, Taiwan, Thailand, Tsjechië, Turkije, Verenigd Koninkrijk, Verenigde Staten van Amerika, Zuid-Afrika, Zweden, Zwitserland.

(bijgewerkt op: 2011/09/11 11:28:10 UTC)

- Centrale servers
 - <http://www.FreeBSD.org/>

Argentinië

- <http://www.ar.FreeBSD.org/>

•

Armenië

- <http://www1.am.FreeBSD.org/> (IPv6)

•

Australië

- <http://www.au.FreeBSD.org/>
- <http://www2.au.FreeBSD.org/>

•

België

- <http://freebsd.unixtech.be/>

•

Brazilië

- <http://www.br.FreeBSD.org/> (IPv6)
- <http://www2.br.FreeBSD.org/www.freebsd.org/>
- <http://www3.br.FreeBSD.org/>

•

Bulgarije

- <http://www.bg.FreeBSD.org/>
- <http://www2.bg.FreeBSD.org/>

•

Canada

- <http://www.ca.FreeBSD.org/>
- <http://www2.ca.FreeBSD.org/>

•

China

- <http://www.cn.FreeBSD.org/>

- Costa Rica
 - <http://www1.cr.FreeBSD.org/>
- Denemarken
 - <http://www.dk.FreeBSD.org/> (IPv6)
- Duitsland
 - <http://www.de.FreeBSD.org/>
- Estland
 - <http://www.ee.FreeBSD.org/>
- Filipijnen
 - <http://www.FreeBSD.org.ph/>
- Finland
 - <http://www.fi.FreeBSD.org/>
 - <http://www2.fi.FreeBSD.org/>
- Frankrijk
 - <http://www.fr.FreeBSD.org/>
 - <http://www1.fr.FreeBSD.org/>
- Griekenland
 - <http://www.gr.FreeBSD.org/>

- Hong Kong
 - <http://www.hk.FreeBSD.org/>
- Hongarije
 - <http://www.hu.FreeBSD.org/>
 - <http://www2.hu.FreeBSD.org/>
- IJsland
 - <http://www.is.FreeBSD.org/>
- Italië
 - <http://www.it.FreeBSD.org/>
 - <http://www.gufi.org/mirrors/www.freebsd.org/data/>
- Japan
 - <http://www.jp.FreeBSD.org/www.FreeBSD.org/> (IPv6)
- Kirghizistan
 - <http://www.kg.FreeBSD.org/>
- Koeweit
 - <http://www.kw.FreeBSD.org/>
- Korea
 - <http://www.kr.FreeBSD.org/>
 - <http://www2.kr.FreeBSD.org/>

•

Letland

- <http://www.lv.FreeBSD.org/>
- <http://www2.lv.FreeBSD.org/>

•

Litouwen

- <http://www.lt.FreeBSD.org/>

•

Nederland

- <http://www.nl.FreeBSD.org/>
- <http://www2.nl.FreeBSD.org/>

•

Noorwegen

- <http://www.no.FreeBSD.org/>

•

Oekraïne

- <http://www.ua.FreeBSD.org/>
- <http://www2.ua.FreeBSD.org/>
- <http://www5.ua.FreeBSD.org/>
- <http://www4.ua.FreeBSD.org/>

•

Oostenrijk

- <http://www.at.FreeBSD.org/> (IPv6)

•

Portugal

- <http://www.pt.FreeBSD.org/>
- <http://www1.pt.FreeBSD.org/>
- <http://www4.pt.FreeBSD.org/>
- <http://www5.pt.FreeBSD.org/>

•

Roemenië

- <http://www.ro.FreeBSD.org/>
- <http://www1.ro.FreeBSD.org/>
- <http://www2.ro.FreeBSD.org/>
- <http://www3.ro.FreeBSD.org/>

•

Rusland

- <http://www.ru.FreeBSD.org/>
- <http://www2.ru.FreeBSD.org/>
- <http://www3.ru.FreeBSD.org/>
- <http://www4.ru.FreeBSD.org/>
- <http://www5.ru.FreeBSD.org/>

•

San Marino

- <http://www.sm.FreeBSD.org/>

•

Singapore

- <http://www2.sg.FreeBSD.org/>

•

Slovenië

- <http://www.si.FreeBSD.org/>
- <http://www2.si.FreeBSD.org/>

•

Slowakije

- <http://www.sk.FreeBSD.org/>

•

Spanje

- <http://www.es.FreeBSD.org/>
- <http://www2.es.FreeBSD.org/>
- <http://www3.es.FreeBSD.org/>

•

Taiwan

- <http://www.tw.FreeBSD.org/> (IPv6)
- <http://www2.tw.FreeBSD.org/>
- <http://www3.tw.FreeBSD.org/>
- <http://www4.tw.FreeBSD.org/>
- <http://www5.tw.FreeBSD.org/> (IPv6)
- <http://www6.tw.FreeBSD.org/>
- <http://www7.tw.FreeBSD.org/>

•

Thailand

- <http://www.th.FreeBSD.org/>

•

Tsjechië

- <http://www.cz.FreeBSD.org/> (IPv6)

•

Turkije

- <http://www.tr.FreeBSD.org/>
- <http://www2.tr.FreeBSD.org/>
- <http://www3.tr.FreeBSD.org/> (IPv6)

•

Verenigd Koninkrijk

- <http://www1.uk.FreeBSD.org/>
- <http://www3.uk.FreeBSD.org/>

•

Verenigde Staten van Amerika

- <http://www2.us.FreeBSD.org/>
- <http://www5.us.FreeBSD.org/> (IPv6)

-

Zuid-Afrika

- <http://www.za.FreeBSD.org/>
- <http://www2.za.FreeBSD.org/>

-

Zweden

- <http://www.se.FreeBSD.org/>
- <http://www2.se.FreeBSD.org/>

-

Zwitserland

- <http://www.ch.FreeBSD.org/>
- <http://www2.ch.FreeBSD.org/>

C.4. Email-adressen

De onderstaande gebruikersgroepen bieden FreeBSD-gerelateerde email-adressen aan voor hun leden. De aangegeven beheerders behouden zich het recht voor om een account te verwijderen als die op enigerlei wijze wordt misbruikt.

Domein	Faciliteiten	Gebruikersgroep	Beheerder
ukug.uk.FreeBSD.org	Alleen forwarden	<ukfreebsd@uk.FreeBSD.org>	Lee Johnston <lee@uk.FreeBSD.org>

Noten

1. <http://www.freebsd.org/news/status/>

Bijlage D.

PGP sleutels

In het geval een handtekening van een van de beamtten of ontwikkelaars gecontroleerd moet worden of er een versleutelde e-mail aan ze gezonden moet worden, worden hier voor het gemak een aantal sleutels weergegeven. Een complete sleutelring van FreeBSD.org gebruikers kan op de volgende link gedownload worden:
<http://www.FreeBSD.org/doc/pgpkeyring.txt>.

D.1. Beamtten

D.1.1. Beveiligingsbeamtentteam <security-officer@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/CA6CDFB2 2002-08-27 FreeBSD Security Officer <security-officer@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = C374 0FC5 69A6 FBB1 4AED B131 15D6 8804 CA6C DFB2
sub 2048g/A3071809 2002-08-27
```

D.1.2. Secretaris van het Core Team <core-secretary@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/FF8AE305 2002-01-08 core-secretary@FreeBSD.org
   Key fingerprint = CE EF 8A 48 70 00 B5 A9 55 69 DE 87 E3 9A E1 CD
```

D.1.3. Secretaris van het Ports Beheerteam <portmgr-secretary@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/7414629C 2005-11-30
   Key fingerprint = D50C BA61 8DC6 C42E 4C05 BF9A 79F6 E071 7414 629C
uid FreeBSD portmgr secretary <portmgr-secretary@FreeBSD.org>
sub 2048g/80B696E6 2005-11-30
```

D.2. Leden Kernteam

D.2.1. John Baldwin <jhb@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/C10A874D 1999-01-13 John Baldwin <jbaldwin@weather.com>
   Key fingerprint = 43 33 1D 37 72 B1 EF 5B 9B 5F 39 F8 BD C1 7C B5
uid John Baldwin <john@baldwin.cx>
uid John Baldwin <jhb@FreeBSD.org>
uid John Baldwin <jobaldwi@vt.edu>
```

D.2.2. Konstantin Belousov <kib@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/DD4C6F88 2004-07-29
    Key fingerprint = 39DA E615 A45C 111D 777B 3AD0 0B7F 8C04 DD4C 6F88
uid      Konstantin Belousov <kib@freebsd.org>
uid      Konstantin Belousov <konstantin.belousov@zoral.com.ua>
uid      Kostik Belousov <kostikbel@ukr.net>
uid      Kostik Belousov <kostikbel@gmail.com>
sub 2048g/18488597 2004-07-29

```

D.2.3. Wilko Bulte <wilko@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/186B8DBD 2006-07-29
    Key fingerprint = 07C2 6CB3 9C18 D290 6C5F 8879 CF83 EC86 186B 8DBD
uid      Wilko Bulte (wilko@FreeBSD.org) <wilko@FreeBSD.org>
sub 2048g/1C4683F1 2006-07-29

```

D.2.4. Brooks Davis <brooks@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/F2381AD4 2001-02-10
    Key fingerprint = 655D 519C 26A7 82E7 2529 9BF0 5D8E 8BE9 F238 1AD4
uid      Brooks Davis (The Aerospace Corporation) <brooks@aero.org>
uid      Brooks Davis <brooks@one-eyed-alien.net>
uid      Brooks Davis <brooks@FreeBSD.org>
uid      Brooks Davis <brooks@aero.org>
sub 2048g/CFDACA7A 2003-01-25 [expires: 2016-04-30]
sub 1024g/42921194 2001-02-10 [expires: 2016-04-30]

```

D.2.5. Warner Losh <imp@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/1EF6D8A7 2006-08-15
    Key fingerprint = AEC9 99C1 3212 1A86 93A6 A96B DB9F 6F12 1EF6 D8A7
uid      M. Warner Losh <imp@bsdimp.com>
sub 4096g/34FC5B17 2006-08-15

```

D.2.6. Pav Lucistnik <pav@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/C14EB282 2003-08-25 Pav Lucistnik <pav@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 2622 B7E3 7DA5 5C53 2079 855B 9ED7 583F C14E B282
uid      Pav Lucistnik <pav@oook.cz>
sub 1024g/7287A947 2003-08-25

```

D.2.7. Colin Percival <cperciva@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/0C6A6A6E 2009-01-12
    Key fingerprint = EAF4 8BBA 7CC7 7A30 FEFC 0DA9 38CE CA69 0C6A 6A6E
uid Colin Percival <cperciva@tarsnap.com>
uid Colin Percival <cperciva@FreeBSD.org>
uid Colin Percival <cperciva@alumni.sfu.ca>
sub 2048g/DC606691 2009-01-12
```

D.2.8. Hiroki Sato <hrs@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/2793CF2D 2001-06-12
    Key fingerprint = BDB3 443F A5DD B3D0 A530 FFD7 4F2C D3D8 2793 CF2D
uid Hiroki Sato <hrs@allbsd.org>
uid Hiroki Sato <hrs@eos.ocn.ne.jp>
uid Hiroki Sato <hrs@ring.gr.jp>
uid Hiroki Sato <hrs@FreeBSD.org>
uid Hiroki Sato <hrs@jp.FreeBSD.org>
uid Hiroki Sato <hrs@vlsi.ee.noda.tus.ac.jp>
uid Hiroki Sato <hrs@jp.NetBSD.org>
uid Hiroki Sato <hrs@NetBSD.org>
sub 1024g/8CD251FF 2001-06-12
```

D.3. Ontwikkelaars**D.3.1. Ariff Abdullah <ariff@FreeBSD.org>**

```
pub 1024D/C5304CDA 2005-10-01
    Key fingerprint = 5C7C 6BF4 8293 DE76 27D9 FD57 96BF 9D78 C530 4CDA
uid Ariff Abdullah <skywizard@MyBSD.org.my>
uid Ariff Abdullah <ariff@MyBSD.org.my>
uid Ariff Abdullah <ariff@FreeBSD.org>
sub 2048g/8958C1D3 2005-10-01
```

D.3.2. Thomas Abthorpe <tabthorpe@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/A473C990 2010-05-28
    Key fingerprint = D883 2D7C EB78 944A 69FC 36A6 D937 1097 A473 C990
uid Thomas Abthorpe (FreeBSD Committer) <tabthorpe@FreeBSD.org>
uid Thomas Abthorpe <thomas@goodking.ca>
uid Thomas Abthorpe <tabthorpe@goodking.org>
sub 2048R/8CA60EE0 2010-05-28
```


D.3.3. Eitan Adler <eadler@FreeBSD.org>

```
pub 4096R/8FC8196C 2011-02-11
    Key fingerprint = 49C7 29DF E09C 0FC7 A1C4 6ECB A338 A6FC 8FC8 196C
uid          Eitan Adler <lists@eitanadler.com>
sub 4096R/18763D51 2011-02-11
sub 4096R/DAB9CF9B 2011-02-11
```

D.3.4. Shaun Amott <shaun@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/6B387A9A 2001-03-19
    Key fingerprint = B506 E6C7 74A1 CC11 9A23 5C13 9268 5D08 6B38 7A9A
uid          Shaun Amott <shaun@inerd.com>
uid          Shaun Amott <shaun@FreeBSD.org>
sub 2048g/26FA8703 2001-03-19
sub 2048R/7FFF5151 2005-11-06
sub 2048R/27C54137 2005-11-06
```

D.3.5. Henrik Brix Andersen <brix@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/54E278F8 2003-04-09
    Key fingerprint = 7B63 EF32 7831 A704 220D 7E61 BFE4 387E 54E2 78F8
uid          Henrik Brix Andersen <henrik@brixandersen.dk>
uid          Henrik Brix Andersen <brix@FreeBSD.org>
uid          Henrik Brix Andersen <hbn@terma.com>
uid          Henrik Brix Andersen <brix@osaa.dk>
sub 1024g/3B13C209 2003-04-09
```

D.3.6. Matthias Andree <mandree@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/052E7D95 2003-08-28
    Key fingerprint = FDD0 0C43 6E33 07E1 0758 C6A8 BE61 8339 052E 7D95
uid          Matthias Andree <mandree@freebsd.org>
uid          Matthias Andree <matthias.andree@gmx.de>
sub 1536g/E65A83DA 2003-08-28
```

D.3.7. Will Andrews <will@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/F81672C5 2000-05-22 Will Andrews (Key for official matters) <will@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 661F BBF7 9F5D 3D02 C862 5F6C 178E E274 F816 72C5
uid          Will Andrews <will@physics.purdue.edu>
uid          Will Andrews <will@puck.firepipe.net>
uid          Will Andrews <will@c-60.org>
uid          Will Andrews <will@csociety.org>
uid          Will Andrews <will@csociety.ecn.purdue.edu>
uid          Will Andrews <will@telperion.openpackages.org>
```

```
sub 1024g/55472804 2000-05-22
```

D.3.8. Dimitry Andric <dim@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/2E2096A3 1997-11-17
   Key fingerprint = 7AB4 62D2 CE35 FC6D 4239 4FCD B05E A30A 2E20 96A3
uid      Dimitry Andric <dimitry@andric.com>
uid      Dimitry Andric <dim@xs4all.nl>
uid      Dimitry Andric <dimitry.andric@tomtom.com>
uid      [jpeg image of size 5132]
uid      Dimitry Andric <dim@nah6.com>
uid      Dimitry Andric <dim@FreeBSD.org>
sub 4096g/6852A5C5 1997-11-17
```

D.3.9. Eric Anholt <anholt@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/6CF0EAF7 2003-09-08
   Key fingerprint = 76FE 2475 820B B75F DCA4 0F3E 1D47 6F60 6CF0 EAF7
uid      Eric Anholt <eta@lclark.edu>
uid      Eric Anholt <anholt@FreeBSD.org>
sub 1024g/80B404C1 2003-09-08
```

D.3.10. Marcus von Appen <mva@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/B267A647 2009-02-14
   Key fingerprint = C7CC 1853 D8C5 E580 7795 B654 8BAF 3F12 B267 A647
uid      Marcus von Appen <freebsd@sysfault.org>
uid      Marcus von Appen <mva@freebsd.org>
sub 2048g/D34A3BAF 2009-02-14
```

D.3.11. Marcelo Araujo <araujo@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/53E4CFA8 2007-04-27
   Key fingerprint = 9D6A 2339 925C 4F61 ED88 ED8B A2FC 4977 53E4 CFA8
uid      Marcelo Araujo (Ports Committer) <araujo@FreeBSD.org>
sub 2048g/63CC012D 2007-04-27
```

D.3.12. Mathieu Arnold <mat@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/FE6D850F 2005-04-25
   Key fingerprint = 2771 11F4 0A7E 73F9 ADDD A542 26A4 7C6A FE6D 850F
uid      Mathieu Arnold <mat@FreeBSD.org>
uid      Mathieu Arnold <mat@mat.cc>
uid      Mathieu Arnold <mat@cpan.org>
```

```
uid          Mathieu Arnold <m@absolight.fr>
uid          Mathieu Arnold <m@absolight.net>
uid          Mathieu Arnold <mat@club-internet.fr>
uid          Mathieu Arnold <marnold@april.org>
uid          Mathieu Arnold <paypal@mat.cc>
sub 2048g/EAD18BD9 2005-04-25
```

D.3.13. Satoshi Asami <asami@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/1E08D889 1997-07-23 Satoshi Asami <asami@cs.berkeley.edu>
Key fingerprint = EB 3C 68 9E FB 6C EB 3F DB 2E 0F 10 8F CE 79 CA
uid          Satoshi Asami <asami@FreeBSD.ORG>
```

D.3.14. Gavin Atkinson <gavin@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/A093262B 2005-02-18
Key fingerprint = 313A A79F 697D 3A5C 216A EDF5 935D EF44 A093 262B
uid          Gavin Atkinson <gavin@16squared.co.uk>
uid          Gavin Atkinson (FreeBSD key) <gavin@FreeBSD.org>
uid          Gavin Atkinson (Work e-mail) <ga9@york.ac.uk>
uid          Gavin Atkinson <gavin.atkinson@ury.york.ac.uk>
sub 2048g/58F40B3D 2005-02-18
```

D.3.15. Joseph S. Atkinson <jsa@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/21AA7B06 2010-07-14
Key fingerprint = 5B38 63B0 9CCA 12BE 3919 9412 CC9D FC84 21AA 7B06
uid          Joseph S. Atkinson <jsa@FreeBSD.org>
uid          Joseph S. Atkinson <jsa.bsd@gmail.com>
uid          Joseph S. Atkinson <jsa@wickedmachine.net>
sub 2048R/5601C3E3 2010-07-14
```

D.3.16. Philippe Audeoud <jadawin@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/C835D40E 2005-04-13
Key fingerprint = D090 8C96 3612 15C9 4E3E 7A4A E498 FC2B C835 D40E
uid          Philippe Audeoud <jadawin@tuxaco.net>
uid          Philippe Audeoud <philippe@tuxaco.net>
uid          Philippe Audeoud <philippe.audeoud@sitadelle.com>
uid          Philippe Audeoud <jadawin@freebsd.org>
sub 2048g/EF8EA329 2005-04-13
```

D.3.17. Timur I. Bakeyev <timur@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/60BA1F47 2002-04-27
    Key fingerprint = 84BF EAD1 607D 362F 210E  69B3 0BF0 6412 60BA 1F47
uid          Timur I. Bakeyev (BaT) <timur@bat.ru>
uid          Timur I. Bakeyev <timur@gnu.org>
uid          Timur I. Bakeyev (BaT) <bat@cpan.org>
uid          Timur I. Bakeyev (BaT) <timur@FreeBSD.org>
uid          Timur I. Bakeyev (BaT) <timur@gnome.org>
uid          Timur I. Bakeyev <timur@gnome.org>
sub 2048g/8A5B0042 2002-04-27

```

D.3.18. Glen Barber <gjb@FreeBSD.org>

```

pub 2048R/A0B946A3 2010-08-03
    Key fingerprint = 78B3 42BA 26C7 B2AC 681E  A7BE 524F 0C37 A0B9 46A3
uid          Glen Barber <glen.j.barber@gmail.com>
uid          Glen Barber <gjb35@drexel.edu>
uid          Glen Barber <gjb@glenbarber.us>
uid          Glen Barber <gjb@FreeBSD.org>
sub 2048R/6C0527E5 2010-08-03

```

D.3.19. Nick Barkas <snb@FreeBSD.org>

```

pub 2048R/DDADB9DC 2010-07-27
    Key fingerprint = B678 6ECB 303D F580 A050  098F BDFD 4F3D DDAD B9DC
uid          S. Nicholas Barkas <snb@freebsd.org>
sub 2048R/36E181FB 2010-07-27
sub 2048R/BDA4BED3 2010-07-29
sub 2048R/782A8737 2010-07-29

```

D.3.20. Simon Barner <barner@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/EBADA82A 2000-11-10
    Key fingerprint = 67D1 3562 9A2F 3177 E46A  35ED 0A49 FEFD EBAD A82A
uid          Simon Barner <barner@FreeBSD.org>
uid          Simon Barner <barner@in.tum.de>
uid          Simon Barner <barner@informatik.tu-muenchen.de>
uid          Simon Barner <barner@gmx.de>
sub 2048g/F63052DE 2000-11-10

```

D.3.21. Doug Barton <dougb@FreeBSD.org>

```

pub 2048R/1A1ABC84 2010-03-23
    Key fingerprint = E352 0E14 9D05 3533 C33A  67DB 5CC6 86F1 1A1A BC84
uid          Douglas Barton <dougb@dougbarton.us>

```

```
uid          Douglas Barton <dougb@FreeBSD.org>
uid          [jpeg image of size 6140]
sub 3072R/498795B4 2010-03-23
Key fingerprint = C0BE C1E3 8DC8 D7F4 8E6C 732B 0C14 D9CF 4987 95B4
```

D.3.22. Artem Belevich <art@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/9ED4C836 2011-03-28
Key fingerprint = 7400 D541 07ED 3DF3 3E97 F2D5 8BDF 101C 9ED4 C836
uid          Artem Belevich <artemb@gmail.com>
uid          Artem Belevich <art@freebsd.org>
sub 2048R/55B0E4EB 2011-03-28
```

D.3.23. Anton Berezin <tobez@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/7A7BA3C0 2000-05-25 Anton Berezin <tobez@catpipe.net>
Key fingerprint = CDD8 560C 174B D8E5 0323 83CE 22CA 584C 7A7B A3C0
uid          Anton Berezin <tobez@tobez.org>
uid          Anton Berezin <tobez@FreeBSD.org>
sub 1024g/ADC71E87 2000-05-25
```

D.3.24. Damien Bergamini <damien@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/D129F093 2005-03-02
Key fingerprint = D3AB 28C3 1A4A E219 3145 54FE 220A 7486 D129 F093
uid          Damien Bergamini <damien.bergamini@free.fr>
uid          Damien Bergamini <damien@FreeBSD.org>
sub 2048R/9FBA73A4 2005-03-02
```

D.3.25. Tim Bishop <tdb@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/5AE7D984 2000-10-07
Key fingerprint = 1453 086E 9376 1A50 ECF6 AE05 7DCE D659 5AE7 D984
uid          Tim Bishop <tim@bishnet.net>
uid          Tim Bishop <T.D.Bishop@kent.ac.uk>
uid          Tim Bishop <tdb@i-scream.org>
uid          Tim Bishop <tdb@FreeBSD.org>
sub 4096g/7F886031 2000-10-07
```

D.3.26. Martin Blapp <mbr@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/D300551E 2001-12-20 Martin Blapp <mb@imp.ch>
Key fingerprint = B434 53FC C87C FE7B 0A18 B84C 8686 EF22 D300 551E
sub 1024g/998281C8 2001-12-20
```

D.3.27. Warren Block <wblock@FreeBSD.org>

```

pub 2048R/A1F360A3 2011-09-14
    Key fingerprint = 3A44 4DEC B304 5191 8A41 C317 5117 4BB6 A1F3 60A3
uid                               Warren Block <wblock@FreeBSD.org>
uid                               Warren Block <wblock@wonkity.com>
sub 2048R/51F483F3 2011-09-14

```

D.3.28. Vitaly Bogdanov <bvs@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/B32017F7 2005-10-02 Vitaly Bogdanov <gad@gad.glazov.net>
    Key fingerprint = 402E B8E4 53CB 22FF BE62 AE35 A0BF B077 B320 17F7
uid                               Vitaly Bogdanov <bvs@freebsd.org>
sub 1024g/0E88C62E 2005-10-02

```

D.3.29. Roman Bogorodskiy <novel@FreeBSD.org>

```

pub 2048R/08C2226A 2010-12-03
    Key fingerprint = 8BA4 DF2A D14F 99B6 37E0 0070 C96D 5FFE 08C2 226A
uid                               Roman Bogorodskiy <bogorodskiy@gmail.com>
uid                               Roman Bogorodskiy <novel@FreeBSD.org>
uid                               Roman Bogorodskiy <rbogorodskiy@apache.org>
uid                               Roman Bogorodskiy <rbogorodskiy@griddynamics.com>
sub 2048R/EC4ED237 2010-12-03

```

D.3.30. Renato Botelho <garga@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/2244EDA9 2003-12-16 [expires: 2015-10-18]
    Key fingerprint = 4006 C844 BC51 AD75 CE60 6E24 E824 5B89 2244 EDA9
uid                               Renato Botelho <garga@FreeBSD.org>
uid                               Renato Botelho <rbgarga@gmail.com>
uid                               Renato Botelho <garga@freebsdbrasil.com.br>
uid                               Renato Botelho <renato@galle.com.br>
uid                               Renato Botelho <freebsd@galle.com.br>
uid                               Renato Botelho <garga@brainsoft.com.br>
uid                               Renato Botelho <garga.bsd@gmail.com>
sub 1024g/7B295760 2003-12-16

```

D.3.31. Alexander Botero-Lowry <alexbl@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/12A95A7B 2006-09-13
    Key fingerprint = D0C3 47F8 AE87 C829 0613 3586 24DF F52B 12A9 5A7B
uid                               Alexander Botero-Lowry <alexbl@FreeBSD.org>
sub 2048g/CA287923 2006-09-13

```

D.3.32. Sofian Brabez <sbz@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/2487E57E 2011-03-15 [expires: 2012-03-14]
    Key fingerprint = 05BA DC7E F628 DE3F B241 BFBB 7363 51F4 2487 E57E
uid      Sofian Brabez <sbrabez@gmail.com>
uid      Sofian Brabez <sbz@FreeBSD.org>
uid      Sofian Brabez <sbz@6dev.net>
sub 1024g/06D39CF7 2011-03-15 [expires: 2012-03-14]
```

D.3.33. Hartmut Brandt <harti@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/5920099F 2003-01-29 Hartmut Brandt <brandt@fokus.fraunhofer.de>
    Key fingerprint = F60D 09A0 76B7 31EE 794B BB91 082F 291D 5920 099F
uid      Hartmut Brandt <harti@freebsd.org>
sub 1024g/21D30205 2003-01-29
```

D.3.34. Oliver Braun <obraun@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/EF25B1BA 2001-05-06 Oliver Braun <obraun@unsane.org>
    Key fingerprint = 6A3B 042A 732E 17E4 B6E7 3EAF C0B1 6B7D EF25 B1BA
uid      Oliver Braun <obraun@obraun.net>
uid      Oliver Braun <obraun@freebsd.org>
uid      Oliver Braun <obraun@haskell.org>
sub 1024g/09D28582 2001-05-06
```

D.3.35. Max Brazhnikov <makc@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/ACB3CD12 2008-08-18
    Key fingerprint = 4BAA 200E 720A 0BD1 7BB0 9DFD FBD9 08C2 ACB3 CD12
uid      Max Brazhnikov <makc@FreeBSD.org>
uid      Max Brazhnikov <makc@issp.ac.ru>
sub 1024g/5FAA4088 2008-08-18
```

D.3.36. Jonathan M. Bresler <jmb@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/97E638DD 1996-06-05 Jonathan M. Bresler <jmb@Bresler.org>
    Key fingerprint = 31 57 41 56 06 C1 40 13 C5 1C E3 E5 DC 62 0E FB
uid      Jonathan M. Bresler <jmb@FreeBSD.ORG>
uid      Jonathan M. Bresler
uid      Jonathan M. Bresler <Jonathan.Bresler@USi.net>
uid      Jonathan M. Bresler <jmb@Frb.GOV>
```

D.3.37. Antoine Brodin <antoine@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/50CC2671 2008-02-03
    Key fingerprint = F3F7 72F0 9C4C 9E56 4BE9 44EA 1B80 31F3 50CC 2671
uid      Antoine Brodin <antoine@FreeBSD.org>
sub 2048g/6F4AFBE5 2008-02-03
```

D.3.38. Diane Bruce <db@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/E08F5B15 2007-01-18
    Key fingerprint = A5FB 296B 5771 C1CD 6183 0FAB 77FF DCBE E08F 5B15
uid      Diane Bruce <db@db.net>
uid      Diane Bruce <db@FreeBSD.org>
sub 2048g/73281702 2007-01-18
```

D.3.39. Christian Brueffer <brueffer@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/A0ED982D 2002-10-14 Christian Brueffer <chris@unixpages.org>
    Key fingerprint = A5C8 2099 19FF AACA F41B B29B 6C76 178C A0ED 982D
uid      Christian Brueffer <brueffer@hitnet.rwth-aachen.de>
uid      Christian Brueffer <brueffer@FreeBSD.org>
sub 4096g/1DCC100F 2002-10-14
```

D.3.40. Markus Brueffer <markus@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/78F8A8D4 2002-10-21
    Key fingerprint = 3F9B EBE8 F290 E5CC 1447 8760 D48D 1072 78F8 A8D4
uid      Markus Brueffer <markus@brueffer.de>
uid      Markus Brueffer <buff@hitnet.rwth-aachen.de>
uid      Markus Brueffer <mbrueffer@mi.rwth-aachen.de>
uid      Markus Brueffer <markus@FreeBSD.org>
sub 4096g/B7E5C7B6 2002-10-21
```

D.3.41. Oleg Bulyzhin <oleg@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/78CE105F 2004-02-06
    Key fingerprint = 98CC 3E66 26DE 50A8 DBC4 EB27 AF22 DCEF 78CE 105F
uid      Oleg Bulyzhin <oleg@FreeBSD.org>
uid      Oleg Bulyzhin <oleg@rinet.ru>
sub 1024g/F747C159 2004-02-06
```


D.3.42. Michael Bushkov <bushman@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/F694C6E4 2007-03-11 [expires: 2008-03-10]
    Key fingerprint = 4278 4392 BF6B 2864 C48E 0FA9 7216 C73C F694 C6E4
uid      Michael Bushkov <bushman@rsu.ru>
uid      Michael Bushkov <bushman@freebsd.org>
sub 2048g/5A783997 2007-03-11 [expires: 2008-03-10]
```

D.3.43. Jayachandran C. <jchandra@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/3316E465 2010-05-19
    Key fingerprint = 320B DB08 4FE3 BCFD 60AF E4DB F486 015F 3316 E465
uid      Jayachandran C. <jchandra@freebsd.org>
sub 2048g/1F7755F9 2010-05-19
```

D.3.44. Jesus R. Camou <jcamou@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/C2161947 2005-03-01
    Key fingerprint = 274C B265 48EC 42AE A2CA 47D9 7D98 588A C216 1947
uid      Jesus R. Camou <jcamou@FreeBSD.org>
sub 2048g/F8D2A8DF 2005-03-01
```

D.3.45. José Alonso Cárdenas Márquez <acm@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/9B21BC19 2006-07-18
    Key fingerprint = 4156 2EAC A11C 9651 713B 3FC1 195F D4A8 9B21 BC19
uid      Jose Alonso Cardenas Marquez <acm@FreeBSD.org>
sub 2048g/ADA16C52 2006-07-18
```

D.3.46. Pietro Cerutti <gahr@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/9571F78E 2006-05-17
    Key fingerprint = 1203 92B5 3919 AF84 9B97 28D6 C0C2 6A98 9571 F78E
uid      Pietro Cerutti <gahr@gahr.ch>
uid      Pietro Cerutti (The FreeBSD Project) <gahr@FreeBSD.org>
sub 2048g/F24227D5 2006-05-17 [expires: 2011-05-16]
```

D.3.47. Dmitry Chagin <dchagin@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/738EFCED 2009-02-27
    Key fingerprint = 3F3F 8B87 CE09 9E10 3606 6ACA D2DD 936F 738E FCED
uid      Dmitry Chagin <dchagin@freebsd.org>
uid      Dmitry Chagin (dchagin key) <chagin.dmitry@gmail.com>
sub 2048g/6A3FDFF9 2009-02-27
```

D.3.48. Hye-Shik Chang <perky@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/CFDB4BA4 1999-04-23 Hye-Shik Chang <perky@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = 09D9 57D6 58BA 44DD CAEC 71CD 0D65 2C59 CFDB 4BA4
uid                               Hye-Shik Chang <hyeshik@gmail.com>
sub 1024g/A94A8ED1 1999-04-23
```

D.3.49. Jonathan Chen <jon@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/2539468B 1999-10-11 Jonathan Chen <jon@spock.org>
   Key fingerprint = EE31 CDA1 A105 C8C9 5365 3DB5 C2FC 86AA 2539 468B
uid                               Jonathan Chen <jon@freebsd.org>
uid                               Jonathan Chen <chenj@rpi.edu>
uid                               Jonathan Chen <spock@acm.rpi.edu>
uid                               Jonathan Chen <jon@cs.rpi.edu>
sub 3072g/B81EF1DB 1999-10-11
```

D.3.50. Jonathan Anderson <jonathan@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/E3BBCA48 2006-06-17
   Key fingerprint = D7C6 9096 874F 707E 48F8 FAB7 22A6 6E53 E3BB CA48
uid                               Jonathan Anderson <jonathan@FreeBSD.org>
uid                               Jonathan Anderson <jonathan.anderson@ieee.org>
uid                               Jonathan Anderson <anderson@engr.mun.ca>
uid                               Jonathan Anderson <jonathan.anderson@mun.ca>
sub 2048g/A703650D 2006-06-17
```

D.3.51. Fukang Chen <loader@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/40AB1752 2007-08-01 [expires: 2010-07-31]
   Key fingerprint = 98C4 6E6B 1C21 15E4 5042 01FC C7B7 E152 40AB 1752
uid                               loader <loader@FreeBSD.org>
sub 4096g/9E53A5C7 2007-08-01 [expires: 2010-07-31]
```

D.3.52. Luoqi Chen <luoqi@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/2926F3BE 2002-02-22 Luoqi Chen <luoqi@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = B470 A815 5917 D9F4 37F3 CE2A 4D75 3BD1 2926 F3BE
uid                               Luoqi Chen <luoqi@bricore.com>
uid                               Luoqi Chen <lchen@onetta.com>
sub 1024g/5446EB72 2002-02-22
```

D.3.53. Andrey A. Chernov <ache@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/964474DD 2006-12-26
    Key fingerprint = 0F63 1B61 D76D AA23 1591 EA09 560E 582B 9644 74DD
uid      Andrey Chernov <ache@freebsd.org>
uid      [jpeg image of size 4092]
sub 2048g/08331894 2006-12-26
```

D.3.54. Alexander V. Chernikov <melifaro@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/2675AB69 2008-02-17
    Key fingerprint = 00D2 E063 2FB0 2990 C602 50FD C1C2 7889 2675 AB69
uid      Alexander V. Chernikov <melifaro@yandex-team.ru>
uid      Alexander V. Chernikov <melifaro@ipfw.ru>
uid      Alexander V. Chernikov <melifaro@freebsd.org>
sub 4096g/BC64F40C 2008-02-17
```

D.3.55. Sean Chittenden <seanc@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/EE278A28 2004-02-08 Sean Chittenden <sean@chittenden.org>
    Key fingerprint = E41F F441 7E91 6CBA 1844 65CF B939 3C78 EE27 8A28
sub 2048g/55321853 2004-02-08
```

D.3.56. Junho CHOI <cjh@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/E60260F5 2002-10-14 CHOI Junho (Work) <cjh@wdb.co.kr>
    Key fingerprint = 1369 7374 A45F F41A F3C0 07E3 4A01 C020 E602 60F5
uid      CHOI Junho (Personal) <cjh@kr.FreeBSD.org>
uid      CHOI Junho (FreeBSD) <cjh@FreeBSD.org>
sub 1024g/04A4FDD8 2002-10-14
```

D.3.57. Crist J. Clark <cjc@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/FE886AD3 2002-01-25 Crist J. Clark <cjclark@jhu.edu>
    Key fingerprint = F04E CCD7 3834 72C2 707F 0A8F 259F 8F4B FE88 6AD3
uid      Crist J. Clark <cjclark@alum.mit.edu>
uid      Crist J. Clark <cjc@freebsd.org>
sub 1024g/9B6BAB99 2002-01-25
```

D.3.58. Joe Marcus Clarke <marcus@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/FE14CF87 2002-03-04 Joe Marcus Clarke (FreeBSD committer address) <marcus@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = CC89 6407 73CC 0286 28E4 AFB9 6F68 8F8A FE14 CF87
uid      Joe Marcus Clarke <marcus@marcuscom.com>
```

```
sub 1024g/B9ACE4D2 2002-03-04
```

D.3.59. Nik Clayton <nik@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/2C37E375 2000-11-09 Nik Clayton <nik@freebsd.org>
   Key fingerprint = 15B8 3FFC DDB4 34B0 AA5F 94B7 93A8 0764 2C37 E375
uid                               Nik Clayton <nik@slashdot.org>
uid                               Nik Clayton <nik@crf-consulting.co.uk>
uid                               Nik Clayton <nik@ngo.org.uk>
uid                               Nik Clayton <nik@bsd.i.com>
sub 1024g/769E298A 2000-11-09
```

D.3.60. Benjamin Close <benjsc@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/4842B5B4 2002-04-10
   Key fingerprint = F00D C83D 5F7E 5561 DF91 B74D E602 CAA3 4842 B5B4
uid                               Benjamin Simon Close <Benjamin.Close@clearchain.com>
uid                               Benjamin Simon Close <benjsc@FreeBSD.org>
uid                               Benjamin Simon Close <benjsc@clearchain.com>
sub 2048g/3FA8A57E 2002-04-10
```

D.3.61. Tijl Coosemans <tijl@FreeBSD.org>

```
pub 2048D/20A0B62B 2010-07-13
   Key fingerprint = 39AA F580 6B44 5161 9F86 ED49 7E80 92D8 20A0 B62B
uid                               Tijl Coosemans <tijl@coosemans.org>
uid                               Tijl Coosemans <tijl@freebsd.org>
sub 2048g/7D71BA74 2010-07-13
```

D.3.62. Raphael Kubo da Costa <rakuco@FreeBSD.org>

```
pub 4096R/18DCEED6 2011-10-03
   Key fingerprint = 6911 54FE BA6E 6106 5789 7099 8DD0 7D21 18DC EED6
uid                               Raphael Kubo da Costa (Personal key) <rakuco@FreeBSD.org>
```

D.3.63. Bruce Cran <brucec@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/6AF6F99E 2010-01-29
   Key fingerprint = 9A3C AE57 2706 B0E3 4B8A 8374 5787 A72B 6AF6 F99E
uid                               Bruce Cran <brucec@FreeBSD.org>
uid                               Bruce Cran <bruce@cran.org.uk>
sub 2048R/1D665CEE 2010-01-29
```

D.3.64. Frederic Culot <culot@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/34876C5B 2006-08-26
    Key fingerprint = 50EE CE94 E43E BA85 CB67 262B B739 1A26 3487 6C5B
uid Frederic Culot <culot@FreeBSD.org>
uid Frederic Culot <frederic@culot.org>
sub 2048g/F1EF901F 2006-08-26
```

D.3.65. Aaron Dalton <aaron@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/8811D2A4 2006-06-21 [expires: 2011-06-20]
    Key fingerprint = 8DE0 3CBB 3692 992F 53EF ACC7 BE56 0A4D 8811 D2A4
uid Aaron Dalton <aaron@freebsd.org>
sub 2048g/304EE8E5 2006-06-21 [expires: 2011-06-20]
```

D.3.66. Baptiste Daroussin <bapt@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/49A4E84C 2008-11-19
    Key fingerprint = A14B A5FC B860 86DE 73E2 B24C F244 ED31 49A4 E84C
uid Baptiste Daroussin <bapt@etoilebsd.net>
uid Baptiste Daroussin <baptiste.daroussin@gmail.com>
uid Baptiste Daroussin <bapt@FreeBSD.org>
sub 2048g/54AB46B4 2008-11-19
```

D.3.67. Ceri Davies <ceri@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/34B7245F 2002-03-08
    Key fingerprint = 9C88 EB05 A908 1058 A4AE 9959 A1C7 DCC1 34B7 245F
uid Ceri Davies <ceri@submonkey.net>
uid Ceri Davies <ceri@FreeBSD.org>
uid Ceri Davies <ceri@opensolaris.org>
sub 1024g/0C482CBC 2002-03-08
```

D.3.68. Brad Davis <brd@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/ED0A754D 2005-05-14 [expires: 2014-02-21]
    Key fingerprint = 5DFD D1A6 BEEE A6D4 B3F5 4236 D362 3291 ED0A 754D
uid Brad Davis <sol4k@sol4k.com>
uid Brad Davis <brd@FreeBSD.org>
sub 2048g/1F29D404 2005-05-14 [expires: 2014-02-21]
```

D.3.69. Pawel Jakub Dawidek <pjd@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/B1293F34 2004-02-02 Pawel Jakub Dawidek <Pawel@Dawidek.net>
    Key fingerprint = A3A3 5B4D 9CF9 2312 0783 1B1D 168A EF5D B129 3F34
uid                               Pawel Jakub Dawidek <pjd@FreeBSD.org>
uid                               Pawel Jakub Dawidek <pjd@FreeBSD.pl>
sub 2048g/3EEC50A7 2004-02-02 [expires: 2006-02-01]
```

D.3.70. Brian S. Dean <bsd@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/723BDEE9 2002-01-23 Brian S. Dean <bsd@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = EF49 7ABE 47ED 91B3 FC3D 7EA5 4D90 2FF7 723B DEE9
sub 1024g/4B02F876 2002-01-23
```

D.3.71. Vasil Dimov <vd@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/F6C1A420 2004-12-08
    Key fingerprint = B1D5 04C6 26CC 0D20 9525 14B8 170E 923F F6C1 A420
uid                               Vasil Dimov <vd@FreeBSD.org>
uid                               Vasil Dimov <vd@datamax.bg>
sub 4096g/A0148C94 2004-12-08
```

D.3.72. Roman Divacky <rdivacky@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/3DC2044C 2006-11-15
    Key fingerprint = 6B61 25CA 49BC AAC5 21A9 FA7A 2D51 23E8 3DC2 044C
uid                               Roman Divacky <rdivacky@freebsd.org>
sub 2048g/39BDCE16 2006-11-15
```

D.3.73. Alexey Dokuchaev <danfe@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/3C060B44 2004-08-23 Alexey Dokuchaev <danfe@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = D970 08A4 922C 8D63 0C19 8D27 F421 76EE 3C06 0B44
sub 1024g/70BAE967 2004-08-23
```

D.3.74. Dima Dorfman <dd@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/69FAE582 2001-09-04
    Key fingerprint = B340 8338 7DA3 4D61 7632 098E 0730 055B 69FA E582
uid                               Dima Dorfman <dima@trit.org>
uid                               Dima Dorfman <dima@unixfreak.org>
uid                               Dima Dorfman <dd@freebsd.org>
sub 2048g/65AF3B89 2003-08-19 [expires: 2005-08-18]
sub 2048g/8DB0CF2C 2005-05-29 [expires: 2007-05-29]
```

D.3.75. Bruno Ducrot <bruno@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/7F463187 2000-12-29
    Key fingerprint = 7B79 E1D6 F5A1 6614 792F D906 899B 4D28 7F46 3187
uid          Ducrot Bruno (Poup Master) <ducrot@poupinou.org>
sub 1024g/40282874 2000-12-29
```

D.3.76. Alex Dupre <ale@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/CE5F554D 1999-06-27 Alex Dupre <sysadmin@alexdupre.com>
    Key fingerprint = DE23 02EA 5927 D5A9 D793 2BA2 8115 E9D8 CE5F 554D
uid          Alex Dupre <ale@FreeBSD.org>
uid          [jpeg image of size 5544]
uid          Alex Dupre <ICQ:5431856>
sub 2048g/FD5E2D21 1999-06-27
```

D.3.77. Peter Edwards <peadar@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/D80B4B3F 2004-03-01 Peter Edwards <peadar@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 7A8A 9756 903E BEF2 4D9E 3C94 EE52 52F7 D80B 4B3F
uid          Peter Edwards <pmedwards@eircom.net>
```

D.3.78. Josef El-Rayes <josef@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/A79DB53C 2004-01-04 Josef El-Rayes <josef@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 58EB F5B7 2AB9 37FE 33C8 716B 59C5 22D9 A79D B53C
uid          Josef El-Rayes <josef@daemon.li>
```

D.3.79. Lars Engels <lme@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/C0F769F8 2004-08-27
    Key fingerprint = 17FC 08E1 5E09 BD21 489E 2050 29CE 75DA C0F7 69F8
uid          Lars Engels <lars.engels@0x20.net>
sub 1024g/8AD5BF9D 2004-08-27
```

D.3.80. Udo Erdelhoff <ue@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/E74FA871 1994-07-19 Udo Erdelhoff <uer@de.uu.net>
    Key fingerprint = 8C B1 80 CA 2C 52 73 81 FB A7 B4 03 C5 32 C8 67
uid          Udo Erdelhoff <ue@nathan.ruhr.de>
uid          Udo Erdelhoff <ue@freebsd.org>
uid          Udo Erdelhoff <uerdelho@eu.uu.net>
uid          Udo Erdelhoff <uerdelho@uu.net>
```

D.3.81. Ruslan Ermilov <ru@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/996E145E 2004-06-02 Ruslan Ermilov (FreeBSD) <ru@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 274E D201 71ED 11F6 9CCB 0194 A917 E9CC 996E 145E
uid                                     Ruslan Ermilov (FreeBSD Ukraine) <ru@FreeBSD.org.ua>
uid                                     Ruslan Ermilov (IPNet) <ru@ip.net.ua>
sub 1024g/557E3390 2004-06-02 [expires: 2007-06-02]
```

D.3.82. Lukas Ertl <le@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/F10D06CB 2000-11-23 Lukas Ertl <le@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 20CD C5B3 3A1D 974E 065A B524 5588 79A9 F10D 06CB
uid                                     Lukas Ertl <a9404849@unet.univie.ac.at>
uid                                     Lukas Ertl <l.ertl@univie.ac.at>
uid                                     Lukas Ertl <le@univie.ac.at>
sub 1024g/5960CE8E 2000-11-23
```

D.3.83. Brendan Fabeny <bf@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/9806EBC1 2010-06-08 [expires: 2012-06-07]
    Key fingerprint = 2075 ADD3 7634 A4F9 5357 D934 08E7 06D9 9806 EBC1
uid                                     b. f. <bf@freebsd.org>
sub 2048R/1CD0AD79 2010-06-08 [expires: 2012-06-07]
```

D.3.84. Rong-En Fan <rafan@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/86FD8C68 2004-06-04
    Key fingerprint = DC9E 5B4D 2DDA D5C7 B6F8 6E69 D78E 1091 86FD 8C68
uid                                     Rong-En Fan <rafan@infor.org>
uid                                     Rong-En Fan <rafan@csie.org>
uid                                     Rong-En Fan <rafan@FreeBSD.org>
sub 2048g/42A8637E 2009-01-25 [expires: 2012-07-08]
```

D.3.85. Stefan Farfeleder <stefanf@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/8BEFD15F 2004-03-14 Stefan Farfeleder <stefan@fafoe.narf.at>
    Key fingerprint = 4220 FE60 A4A1 A490 5213 27A6 319F 8B28 8BEF D15F
uid                                     Stefan Farfeleder <stefanf@complang.tuwien.ac.at>
uid                                     Stefan Farfeleder <stefanf@FreeBSD.org>
uid                                     Stefan Farfeleder <stefanf@ten15.org>
sub 2048g/418753E9 2004-03-14 [expires: 2007-03-14]
```


D.3.86. Babak Farrokhi <farrokhi@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/7C810476 2005-12-22
    Key fingerprint = AABD 388F A207 58B4 2EE3 5DFD 4FC1 32C3 7C81 0476
uid          Babak Farrokhi <farrokhi@FreeBSD.org>
uid          Babak Farrokhi <babak@farrokhi.net>
sub 2048g/2A5F93C7 2005-12-22
```

D.3.87. Chris D. Faulhaber <jedgar@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/FE817A50 2000-12-20 Chris D. Faulhaber <jedgar@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = A47D A838 9216 F921 A456 54FF 39B6 86E0 FE81 7A50
uid          Chris D. Faulhaber <jedgar@fxp.org>
sub 2048g/93452698 2000-12-20
```

D.3.88. Brian F. Feldman <green@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/41C13DE3 2000-01-11 Brian Fundakowski Feldman <green@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 6A32 733A 1BF6 E07B 5B8D AE14 CC9D DCA2 41C1 3DE3
sub 1024g/A98B9FCC 2000-01-11 [expires: 2001-01-10]

pub 1024D/773905D6 2000-09-02 Brian Fundakowski Feldman <green@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = FE23 7481 91EA 5E58 45EA 6A01 B552 B043 7739 05D6
sub 2048g/D2009B98 2000-09-02
```

D.3.89. Mário Sérgio Fujikawa Ferreira <lioux@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/75A63712 2006-02-23 [expires: 2007-02-23]
    Key fingerprint = 42F2 2F74 8EF9 5296 898F C981 E9CF 463B 75A6 3712
uid          Mario Sergio Fujikawa Ferreira (lioux) <lioux@FreeBSD.org>
uid          Mario Sergio Fujikawa Ferreira <lioux@uol.com.br>
sub 4096g/BB7D80F2 2006-02-23 [expires: 2007-02-23]
```

D.3.90. Tony Finch <fanf@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/84C71B6E 2002-05-03 Tony Finch <dot@dotat.at>
    Key fingerprint = 199C F25B 2679 6D04 63C5 2159 FFC0 F14C 84C7 1B6E
uid          Tony Finch <fanf@FreeBSD.org>
uid          Tony Finch <fanf@apache.org>
uid          Tony Finch <fanf2@cam.ac.uk>
sub 2048g/FD101E8B 2002-05-03
```

D.3.91. Marc Fonvieille <blackend@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/4F8E74E8 2004-12-25 Marc Fonvieille <blackend@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = 55D3 4883 4A04 828A A139 A5CF CD0F 51C0 4F8E 74E8
uid                               Marc Fonvieille <marc@blackend.org>
uid                               Marc Fonvieille <marc@freebsd-fr.org>
sub 1024g/37AD4E7D 2004-12-25
```

D.3.92. Pete Fritchman <petef@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/74B91CFD 2001-01-30 Pete Fritchman <petef@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = 9A9F 8A13 DB0D 7777 8D8E 1CB2 C5C9 A08F 74B9 1CFD
uid                               Pete Fritchman <petef@databits.net>
uid                               Pete Fritchman <petef@csh.rit.edu>
sub 1024g/0C02AF0C 2001-01-30
```

D.3.93. Bernhard Fröhlich <decke@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/CF5840D4 2008-01-07 [expires: 2015-05-05]
   Key fingerprint = 47F6 BDF1 DF9E 81E2 2C54 8A06 E796 7A5A CF58 40D4
uid                               Bernhard Fröhlich <decke@FreeBSD.org>
uid                               Bernhard Fröhlich <decke@bluelife.at>
sub 2048g/4E51CE79 2008-01-07
```

D.3.94. Bill Fumerola <billf@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/7F868268 2000-12-07 Bill Fumerola (FreeBSD Developer) <billf@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = 5B2D 908E 4C2B F253 DAEB FC01 8436 B70B 7F86 8268
uid                               Bill Fumerola (Security Yahoo) <fumerola@yahoo-inc.com>
sub 1024g/43980DA9 2000-12-07
```

D.3.95. Andriy Gapon <avg@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/A651FE2F 2009-02-16
   Key fingerprint = F234 4D58 DEFF 5E3A 4E0F 13BC 74A5 2D27 A651 FE2F
uid                               Andriy Gapon (FreeBSD) <avg@FreeBSD.org>
uid                               Andriy Gapon (FreeBSD) <avg@freebsd.org>
uid                               Andriy Gapon (FreeBSD) <avg@icyb.net.ua>
sub 4096R/F9A4D312 2009-02-16
```

D.3.96. Beat Gätzi <beat@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/774249DB 2009-01-28 [expires: 2014-01-27]
    Key fingerprint = C410 3187 5B29 DD02 745F 0890 40C5 BCF7 7742 49DB
uid      Beat Gaetzi <beat@FreeBSD.org>
sub 2048g/173CFFCA 2009-01-28 [expires: 2014-01-27]
```

D.3.97. Daniel Geržo <danger@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/DA913352 2007-08-30 [expires: 2008-08-29]
    Key fingerprint = 7372 3F15 F839 AFF5 4052 CAC7 1ADA C204 DA91 3352
uid      Daniel Gerzo <gerzo@rulez.sk>
uid      Daniel Gerzo <danger@rulez.sk>
uid      Daniel Gerzo (The FreeBSD Project) <danger@FreeBSD.org>
uid      Daniel Gerzo (Micronet, a.s.) <gerzo@micronet.sk>
sub 2048g/C5D57BDC 2007-08-30 [expires: 2008-08-29]
```

D.3.98. Philip M. Gollucci <pgollucci@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/DB9B8C1C 2008-04-15
    Key fingerprint = B90B FBC3 A3A1 C71A 8E70 3F8C 75B8 8FFB DB9B 8C1C
uid      Philip M. Gollucci (FreeBSD Foundation) <pgollucci@freebsd.org>
uid      Philip M. Gollucci (Riderway Inc.) <pgollucci@riderway.com>
uid      Philip M. Gollucci <pgollucci@p6m7g8.com>
uid      Philip M. Gollucci (ASF) <pgollucci@apache.org>
sub 2048g/73943732 2008-04-15
```

D.3.99. Daichi GOTO <daichi@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/09EBADD6 2002-09-25 Daichi GOTO <daichi@freebsd.org>
    Key fingerprint = 620A 9A34 57FB 5E93 0828 28C7 C360 C6ED 09EB ADD6
sub 1024g/F0B1F1CA 2002-09-25
```

D.3.100. Marcus Alves Grando <mnag@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/CDCC273F 2005-09-15 [expires: 2010-09-14]
    Key fingerprint = 57F9 DEC1 5BBF 06DE 44A5 9A4A 8BEE 5F3A CDCC 273F
uid      Marcus Alves Grando <marcus@sbh.eng.br>
uid      Marcus Alves Grando <marcus@corp.grupos.com.br>
uid      Marcus Alves Grando <mnag@FreeBSD.org>
sub 2048g/698AC00C 2005-09-15 [expires: 2010-09-14]
```

D.3.101. Peter Grehan <grehan@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/EA45EA7D 2004-07-13 Peter Grehan <grehan@freebsd.org>
   Key fingerprint = 84AD 73DC 370E 15CA 7556 43C8 F5C8 4450 EA45 EA7D
sub 2048g/0E122D70 2004-07-13
```

D.3.102. Jamie Gritton <jamie@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/8832CB7F 2009-01-29
   Key fingerprint = 34F8 1E62 C7A5 7CB9 A91F 7864 8C5A F85E 8832 CB7F
uid          James Gritton <jamie@FreeBSD.org>
sub 2048g/94E3594D 2009-01-29
```

D.3.103. John-Mark Gurney <jmg@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/3F9951F5 1997-02-11 John-Mark Gurney <johnmark@gladstone.uoregon.edu>
   Key fingerprint = B7 EC EF F8 AE ED A7 31 96 7A 22 B3 D8 56 36 F4
uid          John-Mark Gurney <gurney_j@efn.org>
uid          John-Mark Gurney <jmg@cs.uoregon.edu>
uid          John-Mark Gurney <gurney_j@resnet.uoregon.edu>
```

D.3.104. Daniel Harris <dannyboy@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/84D0D7E7 2001-01-15 Daniel Harris <dannyboy@worksforfood.com>
   Key fingerprint = 3C61 B8A1 3F09 D194 3259 7173 6C63 DA04 84D0 D7E7
uid          Daniel Harris <dannyboy@freebsd.org>
uid          Daniel Harris <dh@askdh.com>
uid          Daniel Harris <dh@wordassault.com>
sub 1024g/9DF0231A 2001-01-15
```

D.3.105. Daniel Hartmeier <dhartmei@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/6A3A7409 1994-08-15 Daniel Hartmeier <dhartmei@freebsd.org>
   Key fingerprint = 13 7E 9A F3 36 82 09 FE FD 57 B8 5C 2B 81 7E 1F
```

D.3.106. Olli Hauer <ohauer@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/5D008F1A 2010-07-26
   Key fingerprint = E9EE C9A5 EB4C BD29 74D7 9178 E56E 06B3 5D00 8F1A
uid          olli hauer <ohauer@FreeBSD.org>
uid          olli hauer <ohauer@gmx.de>
sub 2048R/5E25776E 2010-07-26
```

D.3.107. Emanuel Haupt <ehaupt@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/C06D09BE 2010-09-24 [expires: 2011-09-24]
    Key fingerprint = CC88 5081 78D1 39C3 B467 865A 348E F6CC C06D 09BE
uid Emanuel Haupt <ehaupt@FreeBSD.org>
sub 2048R/F658659F 2010-09-24 [expires: 2011-09-24]
```

D.3.108. John Hay <jhay@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/A9275B93 2000-05-10 John Hay <jhay@icomtek.csir.co.za>
    Key fingerprint = E7 95 F4 B9 D4 A7 49 6A 83 B9 77 49 28 9E 37 70
uid John Hay <jhay@mikom.csir.co.za>
uid Thawte Freemail Member <jhay@mikom.csir.co.za>
uid John Hay <jhay@csir.co.za>
uid John Hay <jhay@FreeBSD.ORG>
```

D.3.109. Sheldon Hearn <sheldonh@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/74A06ACD 2002-06-20 Sheldon Hearn <sheldonh@starjuice.net>
    Key fingerprint = 01A3 EF91 9C5A 3633 4E01 8085 A462 57F1 74A0 6ACD
sub 1536g/C42F8AC8 2002-06-20
```

D.3.110. Mike Heffner <mikeh@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/CDECBF99 2001-02-02 Michael Heffner <mheffner@novacoxmail.com>
    Key fingerprint = AFAB CCEB 68C7 573F 5110 9285 1689 1942 CDEC BF99
uid Michael Heffner <mheffner@vt.edu>
uid Michael Heffner <mikeh@FreeBSD.org>
uid Michael Heffner <spock@techfour.net>
uid Michael Heffner (ACM sysadmin) <mheffner@acm.vt.edu>
sub 1024g/3FE83FB5 2001-02-02
```

D.3.111. Martin Heinen <mheinen@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/116C5C85 2002-06-17 Martin Heinen <mheinen@freebsd.org>
    Key fingerprint = C898 3FCD EEA0 17ED BEA9 564D E5A6 AFF2 116C 5C85
uid Martin Heinen <martin@sumuk.de>
sub 1024g/EA67506B 2002-06-17
```

D.3.112. Niels Heinen <niels@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/5FE39B80 2004-12-06 Niels Heinen <niels.heinen@ubizen.com>
    Key fingerprint = 75D8 4100 CF5B 3280 543F 930C 613E 71AA 5FE3 9B80
uid Niels Heinen <niels@defaced.be>
```

```
uid          Niels Heinen <niels@heinen.ws>
uid          Niels Heinen <niels@FreeBSD.org>
sub 2048g/057F4DA7 2004-12-06
```

D.3.113. Jaakko Heinonen <jh@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/53CCB781 2009-10-01 [expires: 2014-09-30]
    Key fingerprint = 3AED A2B6 B63D D771 1AFD 25FA DFDF 5B89 53CC B781
uid          Jaakko Heinonen (FreeBSD) <jh@FreeBSD.org>
sub 4096g/BB97397E 2009-10-01 [expires: 2014-09-30]
```

D.3.114. Guy Helmer <ghelmer@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/35F4ED2D 1997-01-26 Guy G. Helmer <ghelmer@freebsd.org>
    Key fingerprint = A2 59 4B 92 02 5B 9E B1 B9 4E 2E 03 29 D5 DC 3A
uid          Guy G. Helmer <ghelmer@cs.iastate.edu>
uid          Guy G. Helmer <ghelmer@palisadesys.com>
```

D.3.115. Maxime Henrion <mux@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/881D4806 2003-01-09 Maxime Henrion <mux@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 81F1 BE2D 12F1 184A 77E4 ACD0 5563 7614 881D 4806
sub 2048g/D0B510C0 2003-01-09
```

D.3.116. Dennis Herrmann <dhm@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/65181EA0 2008-09-07 [expires: 2009-03-06]
    Key fingerprint = D4DB A438 EB5E 1B26 C782 F969 820B 66B3 6518 1EA0
uid          Dennis Herrmann (Vi veri universum vivus vici) <adox@mcx2.org>
sub 4096g/C003C5DD 2008-09-07 [expires: 2009-03-06]
```

D.3.117. Peter Holm <pho@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/CF244E81 2008-11-17
    Key fingerprint = BE9B 32D8 89F1 F285 00E4 E4C5 EF3F B4B5 CF24 4E81
uid          Peter Holm <pho@FreeBSD.org>
sub 2048g/E20A409F 2008-11-17
```

D.3.118. Michael L. Hostbaek <mich@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/0F55F6BE 2001-08-07 Michael L. Hostbaek <mich@freebsdcluster.org>
   Key fingerprint = 4D62 9396 B19F 38D3 5C99 1663 7B0A 5212 0F55 F6BE
uid                               Michael L. Hostbaek <mich@freebsdcluster.dk>
uid                               Michael L. Hostbaek <mich@icommerce-france.com>
uid                               Micahel L. Hostbaek <mich@freebsd.dk>
uid                               Michael L. Hostbaek <mich@the-lab.org>
uid                               Michael L. Hostbaek <mich@freebsd.org>
sub 1024g/8BE4E30F 2001-08-07

```

D.3.119. Po-Chuan Hsieh <sunpoet@FreeBSD.org>

```

pub 4096R/CC57E36B 2010-09-21
   Key fingerprint = 8AD8 68F2 7D2B 0A10 7E9B 8CC0 DC44 247E CC57 E36B
uid                               Po-Chuan Hsieh (FreeBSD) <sunpoet@FreeBSD.org>
uid                               Po-Chuan Hsieh (sunpoet) <sunpoet@sunpoet.net>
sub 4096R/ADE9E203 2010-09-21

```

D.3.120. Li-Wen Hsu <lwhsu@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/2897B228 2005-01-16
   Key fingerprint = B6F7 170A 6DC6 5D1A BD4B D86A 416B 0E39 2897 B228
uid                               Li-wen Hsu <lwhsu@lwhsu.org>
uid                               Li-wen Hsu <lwhsu@lwhsu.ckefgisc.org>
uid                               Li-wen Hsu <lwhsu@lwhsu.csie.net>
uid                               Li-wen Hsu <lwhsu@ckefgisc.org>
uid                               Li-wen Hsu <lwhsu@csie.nctu.edu.tw>
uid                               Li-wen Hsu <lwhsu@ccca.nctu.edu.tw>
uid                               Li-wen Hsu <lwhsu@iis.sinica.edu.tw>
uid                               Li-wen Hsu <lwhsu@cs.nctu.edu.tw>
uid                               Li-Wen Hsu <lwhsu@FreeBSD.org>
sub 2048g/16F82238 2005-01-16

```

D.3.121. Howard F. Hu <foxfair@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/4E9BCA59 2003-09-01 Foxfair Hu <foxfair@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = 280C A846 CA1B CAC9 DDCF F4CB D553 4BD5 4E9B CA59
uid                               Foxfair Hu <foxfair@drago.fomokka.net>
uid                               Howard Hu <howardhu@yahoo-inc.com>
sub 1024g/3356D8C1 2003-09-01

```

D.3.122. Chin-San Huang <chinsan@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/350EECF8 2006-10-04
    Key fingerprint = 1C4D 0C9E 0E68 DB74 0688 CE43 D2A5 3F82 350E ECFA
uid Chin-San Huang (lab) <chinsan@chinsan2.twbbs.org>
uid Chin-San Huang (FreeBSD committer) <chinsan@FreeBSD.org>
uid Chin-San Huang (Gmail) <chinsan.tw@gmail.com>
sub 2048g/35F75A30 2006-10-04

```

D.3.123. Jordan K. Hubbard <jkh@FreeBSD.org>

```

pub 1024R/8E542D5D 1996-04-04 Jordan K. Hubbard <jkh@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 3C F2 27 7E 4A 6C 09 0A 4B C9 47 CD 4F 4D 0B 20

```

D.3.124. Konrad Jankowski <versus@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/A01C218A 2008-10-28
    Key fingerprint = A805 21DC 859F E941 D2EA 9986 2264 8E5D A01C 218A
uid Konrad Jankowski <versus@freebsd.org>
sub 2048g/56AE1959 2008-10-28

```

D.3.125. Weongyo Jeong <weongyo@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/22354D7A 2007-12-28
    Key fingerprint = 138E 7115 A86F AA40 B509 5883 B387 DCE9 2235 4D7A
uid Weongyo Jeong <weongyo.jeong@gmail.com>
uid Weongyo Jeong <weongyo@freebsd.org>
sub 2048g/9AE6DAEE 2007-12-28

```

D.3.126. Tatuya JINMEI <jinmei@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/ABA82228 2002-08-15
    Key fingerprint = BB70 3050 EE39 BE00 48BB A5F3 5892 F203 ABA8 2228
uid JINMEI Tatuya <jinmei@FreeBSD.org>
uid JINMEI Tatuya <jinmei@jinmei.org>
uid JINMEI Tatuya (the KAME project) <jinmei@isl.rdc.toshiba.co.jp>
sub 1024g/8B43CF66 2002-08-15

```

D.3.127. Michael Johnson <ahze@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/3C046FD6 2004-10-29 Michael Johnson (FreeBSD key) <ahze@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 363C 6ABA ED24 C23B 5F0C 3AB4 9F8B AA7D 3C04 6FD6
uid Michael Johnson (pgp key) <ahze@ahze.net>
sub 2048g/FA334AE3 2004-10-29

```


D.3.128. Trevor Johnson <trevor@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/3A3EA137 2000-04-20 Trevor Johnson <trevor@jppj.net>
   Key fingerprint = 7ED1 5A92 76C1 FFCB E5E3 A998 F037 5A0B 3A3E A137
sub 1024g/46C24F1E 2000-04-20
```

D.3.129. Poul-Henning Kamp <phk@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/0358FCBD 1995-08-01 Poul-Henning Kamp <phk@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = A3 F3 88 28 2F 9B 99 A2 49 F4 E2 FA 5A 78 8B 3E
```

D.3.130. Sergey Kandaurov <pluknet@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/10607419 2010-10-04
   Key fingerprint = 020B EC25 7E1F 8BC5 C42C 513B 3F4E 97BA 1060 7419
uid          Sergey Kandaurov (freebsd) <pluknet@freebsd.org>
uid          Sergey Kandaurov <pluknet@gmail.com>
sub 2048R/5711F73B 2010-10-04
```

D.3.131. Coleman Kane <cokane@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/C5DAB797 2007-07-22
   Key fingerprint = FC09 F326 4318 E714 DE45 6CB0 70C4 B141 C5DA B797
uid          Coleman Kane (Personal PGP Key) <cokane@cokane.org>
uid          Coleman Kane (Personal PGP Key) <cokane@FreeBSD.org>
sub 2048g/5C680129 2007-07-22
```

D.3.132. Josef Karthauser <joe@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/E6B15016 2000-10-19 Josef Karthauser <joe@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = 7266 8EAF 82C2 D439 5642 AC26 5D52 1C8C E6B1 5016
uid          Josef Karthauser <joe@tao.org.uk>
uid          Josef Karthauser <joe@uk.FreeBSD.org>
uid          [revoked] Josef Karthauser <josef@bsd.i.com>
uid          [revoked] Josef Karthauser <joe@pavilion.net>
sub 2048g/1178B692 2000-10-19
```

D.3.133. Vinod Kashyap <vkashyap@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/04FCCDD3 2004-02-19 Vinod Kashyap (gnupg key) <vkashyap@freebsd.org>
   Key fingerprint = 9B83 0B55 604F E491 B7D2 759D DF92 DAA0 04FC CDD3
```

D.3.134. Kris Kennaway <kris@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/68E840A5 2000-01-14 Kris Kennaway <kris@citusc.usc.edu>
    Key fingerprint = E65D 0E7D 7E16 B212 1BD6 39EE 5ABC B405 68E8 40A5
uid                                Kris Kennaway <kris@FreeBSD.org>
uid                                Kris Kennaway <kris@obsecurity.org>
sub 2048g/03A41C45 2000-01-14 [expires: 2006-01-14]

```

D.3.135. Giorgos Keramidas <keramida@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/318603B6 2001-09-21
    Key fingerprint = C1EB 0653 DB8B A557 3829 00F9 D60F 941A 3186 03B6
uid                                Giorgos Keramidas <keramida@FreeBSD.org>
uid                                Giorgos Keramidas <keramida@ceid.upatras.gr>
uid                                Giorgos Keramidas <keramida@hellug.gr>
uid                                Giorgos Keramidas <keramida@linux.gr>
uid                                Giorgos Keramidas <gkeramidas@gmail.com>
sub 1024g/50FDBAD1 2001-09-21

```

D.3.136. Max Khon <fjoe@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/6B87E212 2009-02-17
    Key fingerprint = 124D EC6C 6365 D41A 497A 9C3E FCF3 8708 6B87 E212
uid                                Max Khon <fjoe@FreeBSD.org>
uid                                Max Khon <fjoe@samodelkin.net>
sub 2048g/CB71491D 2009-02-17

```

D.3.137. Manolis Kiagias <manolis@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/6E0FB494 2006-08-22
    Key fingerprint = F820 5AAF 7112 2CDD 23D8 3BDF 67F3 311A 6E0F B494
uid                                Manolis Kiagias <manolis@FreeBSD.org>
uid                                Manolis Kiagias <sonicy@otenet.gr>
uid                                Manolis Kiagias (A.K.A. sonic, sonicy, sonic2000gr) <sonic@diktia.dyndns.org>
sub 2048g/EB94B411 2006-08-22

```

D.3.138. Jung-uk Kim <jkim@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/BF6A9D53 2004-04-07
    Key fingerprint = F841 0339 93EF D27D 32AD 3261 9A56 B2D5 BF6A 9D53
uid                                Jung-uk Kim <jkim@FreeBSD.org>
uid                                Jung-uk Kim <jkim@niksun.com>
sub 4096g/B01CA5A0 2004-04-07

```

D.3.139. Zack Kirsch <zack@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/1A725562 2010-11-05 Zack Kirsch <zack@freebsd.org>
   Key fingerprint = A8CC AA5E FB47 A386 E757 A2B8 BDD2 0684 1A72 5562
sub 1024g/6BFE2C06 2010-11-05
```

D.3.140. Jakub Klama <jceel@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/2AAEA67D 2011-09-27
   Key fingerprint = 40D6 097A 174F 511B 80EB F3A3 0946 4193 2AAE A67D
uid          Jakub Klama <jceel@FreeBSD.org>
sub 2048R/5291BC4D 2011-09-27
```

D.3.141. Andreas Klemm <andreas@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/6C6F6CBA 2001-01-06 Andreas Klemm <andreas.klemm@eu.didata.com>
   Key fingerprint = F028 D51A 0D42 DD67 4109 19A3 777A 3E94 6C6F 6CBA
uid          Andreas Klemm <andreas@klemm.gtn.com>
uid          Andreas Klemm <andreas@FreeBSD.org>
uid          Andreas Klemm <andreas@apsfilter.org>
sub 2048g/FE23F866 2001-01-06
```

D.3.142. Johann Kois <jkois@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/DD61C2D8 2004-06-27 Johann Kois <J.Kois@web.de>
   Key fingerprint = 8B70 03DB 3C45 E71D 0ED4 4825 FEB0 EBEF DD61 C2D8
uid          Johann Kois <jkois@freebsd.org>
sub 1024g/568307CB 2004-06-27
```

D.3.143. Sergei Kolobov <sergei@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/3BA53401 2003-10-10 Sergei Kolobov <sergei@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = A2F4 5F34 0586 CC9C 493A 347C 14EC 6E69 3BA5 3401
uid          Sergei Kolobov <sergei@kolobov.com>
sub 2048g/F8243671 2003-10-10
```

D.3.144. Maxim Konovalov <maxim@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/2C172083 2002-05-21 Maxim Konovalov <maxim@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = 6550 6C02 EFC2 50F1 B7A3 D694 ECF0 E90B 2C17 2083
uid          Maxim Konovalov <maxim@macomnet.ru>
sub 1024g/F305DDCA 2002-05-21
```

D.3.145. Taras Korenko <taras@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/8ACCC68B 2010-03-30
   Key fingerprint = 5128 2A8B 9BC1 A664 21E0 1E61 D838 54D3 8ACC C68B
uid Taras Korenko <taras@freebsd.org>
uid Taras Korenko <ds@ukrhub.net>
uid Taras Korenko <tarasishche@gmail.com>
sub 2048g/8D7CC0FA 2010-03-30 [expires: 2015-03-29]
```

D.3.146. Joseph Koshy <jkoshy@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/D93798B6 2001-12-21 Joseph Koshy (FreeBSD) <jkoshy@freebsd.org>
   Key fingerprint = 0DE3 62F3 EF24 939F 62AA 2E3D ABB8 6ED3 D937 98B6
sub 1024g/43FD68E9 2001-12-21
```

D.3.147. Wojciech A. Koszek <wkoszek@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/C9F25145 2006-02-15
   Key fingerprint = 6E56 C571 9D33 D23E 9A61 8E50 623C AD62 C9F2 5145
uid Wojciech A. Koszek <dunstan@FreeBSD.czyst.pl>
uid Wojciech A. Koszek <wkoszek@FreeBSD.org>
sub 4096g/3BBD20A5 2006-02-15
```

D.3.148. Steven Kreuzer <skreuzer@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/E0D6F907 2009-03-16 [expires: 2013-04-25]
   Key fingerprint = 8D8F 14D6 ED9F 6BD0 7756 7A46 66BA B4B6 E0D6 F907
uid Steven Kreuzer <skreuzer@exit2shell.com>
uid Steven Kreuzer <skreuzer@freebsd.org>
```

D.3.149. Gábor Kövesdán <gabor@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/2373A6B1 2006-12-05
   Key fingerprint = A42A 10D6 834B BEC0 26F0 29B1 902D D04F 2373 A6B1
uid Gabor Kovesdan <gabor@FreeBSD.org>
sub 2048g/92B0A104 2006-12-05
```

D.3.150. Ana Kukec <anchie@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/510D23BB 2010-04-18
   Key fingerprint = 0A9B 0ABB 0E1C B5A4 3408 398F 778A C3B4 510D 23BB
uid Ana Kukec <anchie@FreeBSD.org>
sub 2048R/699E4DDA 2010-04-18
```

D.3.151. Roman Kurakin <rik@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/C8550F4C 2005-12-16 [expires: 2008-12-15]
    Key fingerprint = 25BB 789A 6E07 E654 8E59 0FA9 42B1 937C C855 0F4C
uid      Roman Kurakin <rik@FreeBSD.org>
sub 2048g/D15F2AB6 2005-12-16 [expires: 2008-12-15]
```

D.3.152. Hideyuki KURASHINA <rushani@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/439ADC57 2002-03-22 Hideyuki KURASHINA <rushani@bl.mmtr.or.jp>
    Key fingerprint = A052 6F98 6146 6FE3 91E2 DA6B F2FA 2088 439A DC57
uid      Hideyuki KURASHINA <rushani@FreeBSD.org>
uid      Hideyuki KURASHINA <rushani@jp.FreeBSD.org>
sub 1024g/64764D16 2002-03-22
```

D.3.153. Jun Kuriyama <kuriyama@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/FE3B59CD 1998-11-23 Jun Kuriyama <kuriyama@imgsrc.co.jp>
    Key fingerprint = 5219 55CE AC84 C296 3A3B B076 EE3C 4DBB FE3B 59CD
uid      Jun Kuriyama <kuriyama@FreeBSD.org>
uid      Jun Kuriyama <kuriyama@jp.FreeBSD.org>
sub 2048g/1CF20D27 1998-11-23
```

D.3.154. René Ladan <rene@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/E5642BFC 2008-11-03
    Key fingerprint = ADBC ECCD EB5F A6B4 549F 600D 8C9E 647A E564 2BFC
uid      René Ladan <rene@freebsd.org>
sub 2048g/C54EA560 2008-11-03
```

D.3.155. Julien Laffaye <jlaffaye@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/6AEBE420 2011-06-06
    Key fingerprint = 031A B449 B383 5C3B B618 E2F4 BAD0 0F0E 6AEB E420
uid      Julien Laffaye <jlaffaye@FreeBSD.org>
sub 2048R/538B8D5B 2011-06-06
```

D.3.156. Clement Laforet <clement@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/0723BA1D 2003-12-13 Clement Laforet (FreeBSD committer address) <clement@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 3638 4B14 8463 A67B DC7E 641C B118 5F8F 0723 BA1D
uid      Clement Laforet <sheepkiller@cultdeadsheep.org>
uid      Clement Laforet <clement.laforet@cotds.org>
sub 2048g/23D57658 2003-12-13
```

D.3.157. Max Laier <mlaier@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/3EB6046D 2004-02-09
    Key fingerprint = 917E 7F25 E90F 77A4 F746 2E8D 5F2C 84A1 3EB6 046D
uid      Max Laier <max@love2party.net>
uid      Max Laier <max.laier@ira.uka.de>
uid      Max Laier <mlaier@freebsd.org>
uid      Max Laier <max.laier@tm.uka.de>
sub 4096g/EDD08B9B 2005-06-28

```

D.3.158. Erwin Lansing <erwin@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/15256990 1998-07-03
    Key fingerprint = FB58 9797 299A F18E 2D3E 73D6 AB2F 5A5B 1525 6990
uid      Erwin Lansing <erwin@lansing.dk>
uid      Erwin Lansing <erwin@FreeBSD.org>
uid      Erwin Lansing <erwin@droso.dk>
uid      Erwin Lansing <erwin@droso.org>
uid      Erwin Lansing <erwin@aauug.dk>
sub 2048g/7C64013D 1998-07-03

```

D.3.159. Ganael Laplanche <martymac@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/10B87391 2006-01-13
    Key fingerprint = D59D 984D 8988 7BB9 DA37 BA77 757E D5F0 10B8 7391
uid      Ganael LAPLANCHE <ganael.laplanche@martymac.org>
uid      Ganael LAPLANCHE <martymac@martymac.com>
uid      Ganael LAPLANCHE <ganael.laplanche@martymac.com>
uid      Ganael LAPLANCHE <martymac@martymac.org>
uid      Ganael LAPLANCHE <martymac@pasteur.fr>
uid      Ganael LAPLANCHE <ganael.laplanche@pasteur.fr>
uid      Ganael LAPLANCHE <martymac@FreeBSD.org>
sub 2048g/D65069D5 2006-01-13

```

D.3.160. Greg Larkin <glarkin@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/1C940290 2003-10-09
    Key fingerprint = 8A4A 80AA F26C 8C2C D01B 94C6 D2C4 68B8 1C94 0290
uid      Greg Larkin (The FreeBSD Project) <glarkin@FreeBSD.org>
uid      Gregory C. Larkin (SourceHosting.Net, LLC) <glarkin@sourcehosting.net>
uid      [jpeg image of size 6695]
sub 2048g/47674316 2003-10-09

```

D.3.161. Frank J. Laszlo <laszlof@FreeBSD.org>

```
pub 4096R/012360EC 2006-11-06 [expires: 2011-11-05]
    Key fingerprint = 3D93 21DB B5CC 1339 E4B4 1BC4 AD50 C17C 0123 60EC
uid      Frank J. Laszlo <laszlof@FreeBSD.org>
```

D.3.162. Sam Lawrance <lawrance@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/32708C59 2003-08-14
    Key fingerprint = 1056 2A02 5247 64D4 538D 6975 8851 7134 3270 8C59
uid      Sam Lawrance <lawrance@FreeBSD.org>
uid      Sam Lawrance <boris@brooknet.com.au>
sub 2048g/0F9CCF92 2003-08-14
```

D.3.163. Nate Lawson <njl@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/60E5AC11 2007-02-07
    Key fingerprint = 18E2 7E5A FD6A 199B B08B E9FB 73C8 DB67 60E5 AC11
uid      Nate Lawson <nate@root.org>
sub 2048g/CDBC7E1B 2007-02-07
```

D.3.164. Yen-Ming Lee <leeym@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/93FA8BD6 2007-05-21
    Key fingerprint = DEC4 6E7F 69C0 4AC3 21ED EE65 6C0E 9257 93FA 8BD6
uid      Yen-Ming Lee <leeym@leeym.com>
sub 2048g/899A3931 2007-05-21
```

D.3.165. Sam Leffler <sam@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/BD147743 2005-03-28
    Key fingerprint = F618 F2FC 176B D201 D91C 67C6 2E33 A957 BD14 7743
uid      Samuel J. Leffler <sam@freebsd.org>
sub 2048g/8BA91D05 2005-03-28
```

D.3.166. Jean-Yves Lefort <jylefort@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/A3B8006A 2002-09-07
    Key fingerprint = CC99 D1B0 8E44 293D 32F7 D92E CB30 FB51 A3B8 006A
uid      Jean-Yves Lefort <jylefort@FreeBSD.org>
uid      Jean-Yves Lefort <jylefort@brutele.be>
sub 4096g/C9271AFC 2002-09-07
```

D.3.167. Alexander Leidinger <netchild@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/72077137 2002-01-31
    Key fingerprint = AA3A 8F69 B214 6BBD 5E73 C9A0 C604 3C56 7207 7137
uid Alexander Leidinger <netchild@FreeBSD.org>
uid [jpeg image of size 19667]
sub 2048g/8C9828D3 2002-01-31
```

D.3.168. Andrey V. Elsukov <ae@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/10C8A17A 2010-05-29
    Key fingerprint = E659 1E1B 41DA 1516 F0C9 BC00 01C5 EA04 10C8 A17A
uid Andrey V. Elsukov <ae@freebsd.org>
uid Andrey V. Elsukov <bu7cher@yandex.ru>
sub 2048R/0F6D64C5 2010-05-29
```

D.3.169. Dejan Lesjak <lesi@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/96C5221F 2004-08-18 Dejan Lesjak <lesi@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 2C5C 02EA 1060 1D6D 9982 38C0 1DA7 DBC4 96C5 221F
uid Dejan Lesjak <dejan.lesjak@ijs.si>
sub 1024g/E0A69278 2004-08-18
```

D.3.170. Chuck Lever <cel@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/8FFC2B87 2006-02-13
    Key fingerprint = 6872 923F 5012 F88B 394C 2F69 37B4 8171 8FFC 2B87
uid Charles E. Lever <cel@freebsd.org>
sub 2048g/9BCE0459 2006-02-13
```

D.3.171. Greg Lewis <glewis@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/1BB6D9E0 2002-03-05 Greg Lewis (FreeBSD) <glewis@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 2410 DA6D 5A3C D801 65FE C8DB DEEA 9923 1BB6 D9E0
uid Greg Lewis <glewis@eyesbeyond.com>
sub 2048g/45E67D60 2002-03-05
```

D.3.172. Xin Li <delphij@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/CAEEB8C0 2004-01-28
    Key fingerprint = 43B8 B703 B8DD 0231 B333 DC28 39FB 93A0 CAEE B8C0
uid Xin LI <delphij@FreeBSD.org>
uid Xin LI <delphij@frontfree.net>
uid Xin LI <delphij@delphij.net>
```



```

uid          Xin LI <delphij@geekcn.org>

pub 1024D/42EA8A4B 2006-01-27 [expired: 2008-01-01]
    Key fingerprint = F19C 2616 FA97 9C13 2581 C6F3 85C5 1CCE 42EA 8A4B
uid          Xin LI <delphij@geekcn.org>
uid          Xin LI <delphij@FreeBSD.org>
uid          Xin LI <delphij@delphij.net>

pub 1024D/18EDEBA0 2008-01-02 [expired: 2010-01-02]
    Key fingerprint = 79A6 CF42 F917 DDCA F1C2 C926 8BEB DB04 18ED EBA0
uid          Xin LI <delphij@geekcn.org>
uid          Xin LI <delphij@FreeBSD.org>
uid          Xin LI <delphij@delphij.net>

pub 2048R/3FCA37C1 2010-01-10 [expires: 2012-01-10]
    Key fingerprint = 27EA 5D6C 9398 BA7F B205 8F70 04CE F812 3FCA 37C1
uid          Xin LI <delphij@geekcn.org>
uid          Xin LI <delphij@delphij.net>
uid          Xin LI <delphij@FreeBSD.org>
sub 2048R/F956339F 2010-01-10 [expires: 2012-01-10]

```

D.3.173. Tai-hwa Liang <avatar@FreeBSD.org>

```

pub 1024R/F4013AB1 1998-05-13 Tai-hwa Liang <avatar@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 5B 05 1D 37 7F 35 31 4E 5D 38 BD 07 10 32 B9 D0
uid          Tai-hwa Liang <avatar@mmlab.cse.yzu.edu.tw>

```

D.3.174. Ying-Chieh Liao <ijliao@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/11C02382 2001-01-09 Ying-Chieh Liao <ijliao@CCCA.NCTU.edu.tw>
    Key fingerprint = 4E98 55CC 2866 7A90 EFD7 9DA5 ACC6 0165 11C0 2382
uid          Ying-Chieh Liao <ijliao@FreeBSD.org>
uid          Ying-Chieh Liao <ijliao@csie.nctu.edu.tw>
uid          Ying-Chieh Liao <ijliao@dragon2.net>
uid          Ying-Chieh Liao <ijliao@tw.FreeBSD.org>
sub 4096g/C1E16E89 2001-01-09

```

D.3.175. Ulf Lilleengen <lulf@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/ADE1B837 2009-08-19 [expires: 2014-08-18]
    Key fingerprint = 3822 B4E6 6D1C 6F71 4AA8 7A27 ADDF C400 ADE1 B837
uid          Ulf Lilleengen <lulf.lilleengen@gmail.com>
uid          Ulf Lilleengen <lulf@pvv.ntnu.no>
uid          Ulf Lilleengen <lulf@stud.ntnu.no>
uid          Ulf Lilleengen <lulf@FreeBSD.org>
uid          Ulf Lilleengen <lulf@idi.ntnu.no>
sub 2048g/B5409122 2009-08-19 [expires: 2014-08-18]

```

D.3.176. Clive Lin <clive@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/A008C03E 2001-07-30 Clive Lin <clive@tongi.org>
    Key fingerprint = FA3F 20B6 A77A 6CEC 1856 09B0 7455 2805 A008 C03E
uid                               Clive Lin <clive@CirX.ORG>
uid                               Clive Lin <clive@FreeBSD.org>
sub 1024g/03C2DC87 2001-07-30 [expires: 2005-08-25]
```

D.3.177. Yi-Jheng Lin <yzlin@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/A34C6A8A 2009-07-20
    Key fingerprint = 7E3A E981 BB7C 5D73 9534 ED39 0222 04D3 A34C 6A8A
uid                               Yi-Jheng Lin (FreeBSD) <yzlin@FreeBSD.org>
sub 2048R/B4D776FE 2009-07-20
```

D.3.178. Mark Linimon <linimon@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/84C83473 2003-10-09
    Key fingerprint = 8D43 1B55 D127 0BFC 842E 1C96 803C 5A34 84C8 3473
uid                               Mark Linimon <linimon@FreeBSD.org>
uid                               Mark Linimon <linimon@lonesome.com>
sub 1024g/24BFF840 2003-10-09
```

D.3.179. Tilman Keskinöz <arved@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/807AC53A 2002-06-03 [expires: 2013-09-07]
    Key fingerprint = A92F 344F 31A8 B8DE DDFA 7FB4 7C22 C39F 807A C53A
uid                               Tilman Keskinöz <arved@arved.at>
uid                               Tilman Keskinöz <arved@FreeBSD.org>
sub 1024g/FA351986 2002-06-03 [expires: 2013-09-07]
```

D.3.180. Dryice Liu <dryice@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/77B67874 2005-01-28
    Key fingerprint = 8D7C F82D D28D 07E5 EF7F CD25 6B5B 78A8 77B6 7874
uid                               Dryice Dong Liu (Dryice) <dryice@FreeBSD.org>
uid                               Dryice Dong Liu (Dryice) <dryice@liu.com.cn>
uid                               Dryice Dong Liu (Dryice) <dryice@hotpop.com>
uid                               Dryice Dong Liu (Dryice) <dryiceliu@gmail.com>
uid                               Dryice Dong Liu (Dryice) <dryice@dryice.name>
sub 2048g/ECFA49E4 2005-01-28
```

D.3.181. Tong Liu <nemoliu@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/ECC7C907 2007-07-10
    Key fingerprint = B62E 3109 896B B283 E2FA 60FE A1BA F92E ECC7 C907
uid Tong LIU <nemoliu@FreeBSD.org>
sub 4096g/B6D7B15D 2007-07-10
```

D.3.182. Zachary Loafman <zml@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/4D65492D 2009-05-26
    Key fingerprint = E513 4AE9 5D6D 8BF9 1CD3 4389 4860 D79B 4D65 492D
uid Zachary Loafman <zml@FreeBSD.org>
sub 2048g/1AD659F0 2009-05-26
```

D.3.183. Juergen Lock <nox@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/1B6BFbfd 2006-12-22
    Key fingerprint = 33A7 7FAE 51AF 00BC F0D3 ECCE FAFD 34C1 1B6B FBFD
uid Juergen Lock <nox@FreeBSD.org>
sub 2048g/251229D1 2006-12-22
```

D.3.184. Remko Lodder <remko@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/6EB8C8C8 2010-05-28 [expires: 2012-05-27]
    Key fingerprint = D692 91F9 F4EF D363 7F3F 4D17 9C75 DF7B 6EB8 C8C8
uid Remko Lodder (Remko Lodder's Key) <remko@FreeBSD.org>
sub 2048R/011C6AA0 2010-05-28 [expires: 2012-05-27]
```

D.3.185. Alexander Logvinov <avl@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/1C47D5C0 2009-05-28
    Key fingerprint = 8B5F 880A 382B 075E E707 9DB2 E135 4176 1C47 D5C0
uid Alexander Logvinov <alexander@logvinov.com>
uid Alexander Logvinov (FreeBSD Ports Committer) <avl@FreeBSD.org>
uid Alexander Logvinov <ports@logvinov.com>
uid Alexander Logvinov <logvinov@gmail.com>
uid Alexander Logvinov <logvinov@yandex.ru>
sub 2048g/60BDD4BB 2009-05-28
```

D.3.186. Scott Long <scottl@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/017C5EBF 2003-01-18 Scott A. Long (This is my official FreeBSD key) <scottl@freebsd.org>
    Key fingerprint = 34EA BD06 44F7 F8C3 22BC B52C 1D3A F6D1 017C 5EBF
sub 1024g/F61C8F91 2003-01-18
```

D.3.187. Rick Macklem <rmacklem@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/7FB9C5F1 2009-04-05
    Key fingerprint = B9EA 767A F6F3 3786 E0C7 434A 05C6 70D6 7FB9 C5F1
uid Rick Macklem <rmacklem@freebsd.org>
sub 1024g/D0B20E8A 2009-04-05
```

D.3.188. Bruce A. Mah <bmah@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/5BA052C3 1997-12-08
    Key fingerprint = F829 B805 207D 14C7 7197 7832 D8CA 3171 5BA0 52C3
uid Bruce A. Mah <bmah@acm.org>
uid Bruce A. Mah <bmah@ca.sandia.gov>
uid Bruce A. Mah <bmah@ieee.org>
uid Bruce A. Mah <bmah@cisco.com>
uid Bruce A. Mah <bmah@employees.org>
uid Bruce A. Mah <bmah@freebsd.org>
uid Bruce A. Mah <bmah@packetdesign.com>
uid Bruce A. Mah <bmah@kitchenlab.org>
sub 2048g/B4E60EA1 1997-12-08
```

D.3.189. Mike Makonnen <mtm@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/7CD41F55 2004-02-06 Michael Telahun Makonnen <mtm@FreeBSD.Org>
    Key fingerprint = AC7B 5672 2D11 F4D0 EBF8 5279 5359 2B82 7CD4 1F55
uid Michael Telahun Makonnen <mtm@tmsa-inc.com>
uid Mike Makonnen <mtm@identd.net>
uid Michael Telahun Makonnen <mtm@acs-et.com>
sub 2048g/E7DC936B 2004-02-06
```

D.3.190. David Malone <dwmalone@FreeBSD.org>

```
pub 512/40378991 1994/04/21 David Malone <dwmalone@maths.tcd.ie>
    Key fingerprint = 86 A7 F4 86 39 2C 47 2C C1 C2 35 78 8E 2F B8 F5
```

D.3.191. Dmitry Marakasov <amdmi3@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/F9D2F77D 2008-06-15 [expires: 2010-06-15]
    Key fingerprint = 55B5 0596 FF1E 8D84 5F56 9510 D35A 80DD F9D2 F77D
uid Dmitry Marakasov <amdmi3@amdmi3.ru>
uid Dmitry Marakasov <amdmi3@FreeBSD.org>
sub 2048g/2042CDD8 2008-06-15
```

D.3.192. Koop Mast <kwm@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/F95426DA 2004-09-10 Koop Mast <kwm@rainbow-runner.nl>
    Key fingerprint = C66F 1835 0548 3440 8576 0FFE 6879 B7CD F954 26DA
uid                                Koop Mast <kwm@FreeBSD.org>
sub 1024g/A782EEDD 2004-09-10
```

D.3.193. Makoto Matsushita <matusita@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/20544576 1999-04-18
    Key fingerprint = 71B6 13BF B262 2DD8 2B7C 6CD0 EB2D 4147 2054 4576
uid                                Makoto Matsushita <matusita@matatabi.or.jp>
uid                                Makoto Matsushita <matusita@FreeBSD.org>
uid                                Makoto Matsushita <matusita@jp.FreeBSD.ORG>
uid                                Makoto Matsushita <matusita@ist.osaka-u.ac.jp>
sub 1024g/F1F3C94D 1999-04-18
```

D.3.194. Martin Matuska <mm@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/4261B0D1 2007-02-05
    Key fingerprint = 17C4 3F32 B3DE 3ED7 E84E 5592 A76B 8B03 4261 B0D1
uid                                Martin Matuska <martin@matuska.org>
uid                                Martin Matuska <mm@FreeBSD.org>
uid                                Martin Matuska <martin.matuska@wu-wien.ac.at>
sub 2048g/3AC9A5A6 2007-02-05
```

D.3.195. Sergey Matveychuk <sem@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/B71F605D 1999-10-13
    Key fingerprint = 4704 F374 DB28 BEC6 51C8 1322 4DC9 4BD8 B71F 605D
uid                                Sergey Matveychuk <sem@FreeBSD.org>
uid                                Sergey Matveychuk <sem@ciam.ru>
uid                                Sergey Matveychuk <sem@core.inec.ru>
sub 2048g/DEAF9D91 1999-10-13
```

D.3.196. Tom McLaughlin <tmclaugh@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/E2F7B3D8 2005-05-24
    Key fingerprint = 7692 B222 8D23 CF94 1993 0138 E339 E225 E2F7 B3D8
uid                                Tom McLaughlin (Personal email address) <tmclaugh@sdf.lonestar.org>
uid                                Tom McLaughlin (Work email address) <tmclaughlin@meditech.com>
uid                                Tom McLaughlin (FreeBSD email address) <tmclaugh@FreeBSD.org>
sub 2048g/16838F62 2005-05-24
```

D.3.197. Jean Milanez Melo <jmelo@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/AA5114BF 2006-03-03
    Key fingerprint = 826D C2AA 6CF2 E29A EBE7 4776 D38A AB83 AA51 14BF
uid          Jean Milanez Melo <jmelo@FreeBSD.org>
uid          Jean Milanez Melo <jmelo@freebsdbrasil.com.br>
sub 4096g/E9E1CBD9 2006-03-03
```

D.3.198. Kenneth D. Merry <ken@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/54C745B5 2000-05-15 Kenneth D. Merry <ken@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = D25E EBC5 F17A 9E52 84B4 BF14 9248 F0DA 54C7 45B5
uid          Kenneth D. Merry <ken@kdm.org>
sub 2048g/89D0F797 2000-05-15

pub 1024R/2FA0A505 1995-10-30 Kenneth D. Merry <ken@plutotech.com>
    Key fingerprint = FD FA 85 85 95 C4 8E E8 98 1A CA 18 56 F0 00 1F
```

D.3.199. Dirk Meyer <dinoex@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/331CDA5D 1995-06-04 Dirk Meyer <dinoex@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 44 16 EC 0A D3 3A 4F 28 8A 8A 47 93 F1 CF 2F 12
uid          Dirk Meyer <dirk.meyer@dinoex.sub.org>
uid          Dirk Meyer <dirk.meyer@guug.de>
```

D.3.200. Yoshiro Sanpei MIHIRA <sanpei@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/391C5D69 1996-11-21 sanpei@SEAPLE.ICC.NE.JP
    Key fingerprint = EC 04 30 24 B0 6C 1E 63 5F 5D 25 59 3E 83 64 51
uid          MIHIRA Yoshiro <sanpei@sanpei.org>
uid          Yoshiro MIHIRA <sanpei@FreeBSD.org>
uid          MIHIRA Yoshiro <sanpei@yy.cs.keio.ac.jp>
uid          MIHIRA Yoshiro <sanpei@cc.keio.ac.jp>
uid          MIHIRA Yoshiro <sanpei@educ.cc.keio.ac.jp>
uid          MIHIRA Yoshiro <sanpei@st.keio.ac.jp>
```

D.3.201. Robert Millan <rmh@FreeBSD.org>

```
pub 4096R/DEA2C38E 2009-08-14
    Key fingerprint = A537 F029 AAAE 0E9C 39A7 C22C BB9D 98D9 DEA2 C38E
uid          Robert Millan <rmh@debian.org>
uid          Robert Millan <rmh@freebsd.org>
uid          Robert Millan <rmh@gnu.org>
sub 4096R/65A0A9CE 2009-08-14
sub 4096R/41F37946 2009-08-14
```

D.3.202. Stephen Montgomery-Smith <stephen@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/9A92D807 2011-06-14
    Key fingerprint = 2B61 D82E 168E F08B 6E08 712E 2DF1 2BD1 9A92 D807
uid      Stephen Montgomery-Smith <stephen@freebsd.org>
sub 2048R/A4BA6560 2011-06-14
```

D.3.203. Marcel Moolenaar <marcel@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/61EE89F6 2002-02-09 Marcel Moolenaar <marcel@xc11nt.net>
    Key fingerprint = 68BB E2B7 49AA FF69 CA3A DF71 A605 A52D 61EE 89F6
sub 1024g/6EAAB456 2002-02-09
```

D.3.204. Kris Moore <kmoore@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/6294612C 2009-05-26
    Key fingerprint = 8B70 9876 346F 1F97 5687 6950 4C92 D789 6294 612C
uid      Kris Moore <kmoore@freebsd.org>
sub 2048g/A7FFE8FB 2009-05-26
```

D.3.205. Dmitry Morozovsky <marck@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/6B691B03 2001-07-20
    Key fingerprint = 39AC E336 F03D C0F8 5305 B725 85D4 5045 6B69 1B03
uid      Dmitry Morozovsky <marck@rinet.ru>
uid      Dmitry Morozovsky <marck@FreeBSD.org>
sub 2048g/44D656F8 2001-07-20
```

D.3.206. Alexander Motin <mav@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/0577BACA 2007-04-20 [expires: 2012-04-18]
    Key fingerprint = 0E84 B263 E97D 3E48 161B 98A2 D240 A09E 0577 BACA
uid      Alexander Motin <mav@freebsd.org>
uid      Alexander Motin <mav@mavhome.dp.ua>
uid      Alexander Motin <mav@alkar.net>
sub 2048g/4D59D1C2 2007-04-20 [expires: 2012-04-18]
```

D.3.207. Felipe de Meirelles Motta <lippe@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/F2CF7DAE 2008-09-02 [expires: 2010-09-02]
    Key fingerprint = 0532 A900 286D DAFD 099D 394D 231B AF20 F2CF 7DAE
uid      Felipe de Meirelles Motta (FreeBSD Ports Committer) <lippe@FreeBSD.org>
sub 2048g/38E8EEF3 2008-09-02 [expires: 2010-09-02]
```

D.3.208. Rich Murphey <rich@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/583443A9 1995-03-31 Rich Murphey <rich@lamprey.utmb.edu>
Key fingerprint = AF A0 60 C4 84 D6 0C 73 D1 EF C0 E9 9D 21 DB E4
```

D.3.209. Akinori MUSHASHA <knu@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/9FD9E1EE 2000-03-21 Akinori MUSHASHA <knu@and.or.jp>
Key fingerprint = 081D 099C 1705 861D 4B70 B04A 920B EFC7 9FD9 E1EE
uid Akinori MUSHASHA <knu@FreeBSD.org>
uid Akinori MUSHASHA <knu@idaemons.org>
uid Akinori MUSHASHA <knu@ruby-lang.org>
sub 1024g/71BA9D45 2000-03-21
```

D.3.210. Thomas Möstl <tmm@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/419C776C 2000-11-28 Thomas Moestl <tmm@FreeBSD.org>
Key fingerprint = 1C97 A604 2BD0 E492 51D0 9C0F 1FE6 4F1D 419C 776C
uid Thomas Moestl <tmoestl@gmx.net>
uid Thomas Moestl <t.moestl@tu-bs.de>
sub 2048g/ECE63CE6 2000-11-28
```

D.3.211. Masafumi NAKANE <max@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/CE356B59 2000-02-19 Masafumi NAKANE <max@wide.ad.jp>
Key fingerprint = EB40 BCAB 4CE5 0764 9942 378C 9596 159E CE35 6B59
uid Masafumi NAKANE <max@FreeBSD.org>
uid Masafumi NAKANE <max@accessibility.org>
uid Masafumi NAKANE <kd5pdi@qsl.net>
sub 1024g/FA9BD48B 2000-02-19
```

D.3.212. Maho Nakata <maho@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/F28B4069 2009-02-09
Key fingerprint = 3FE4 99A9 6F41 8161 4F5F 240C 8615 A60C F28B 4069
uid Maho NAKATA (NAKATA's FreeBSD.org alias) <maho@FreeBSD.org>
sub 2048g/6B49098E 2009-02-09
```

D.3.213. Yoichi NAKAYAMA <yoichi@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/E0788E46 2000-12-28 Yoichi NAKAYAMA <yoichi@assist.media.nagoya-u.ac.jp>
Key fingerprint = 1550 2662 46B3 096C 0460 BC03 800D 0C8A E078 8E46
uid Yoichi NAKAYAMA <yoichi@eken.phys.nagoya-u.ac.jp>
uid Yoichi NAKAYAMA <yoichi@FreeBSD.org>
```



```
sub 1024g/B987A394 2000-12-28
```

D.3.214. Edward Tomasz Napierala <trasz@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/8E53F00E 2007-04-13
   Key fingerprint = DD8F 91B0 12D9 6237 42D9  DBE1 AFC8 CDE9 8E53 F00E
uid      Edward Tomasz Napierala <trasz@FreeBSD.org>
sub 2048g/7C1F5D67 2007-04-13
```

D.3.215. Alexander Nedotsukov <bland@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/D004116C 2003-08-14 Alexander Nedotsukov <bland@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = 35E2 5020 55FC 2071 4ADD  1A4A 86B6 8A5D D004 116C
sub 1024g/1CCA8D46 2003-08-14
```

D.3.216. George V. Neville-Neil <gnn@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/440A33D2 2002-09-17
   Key fingerprint = AF66 410F CC8D 1FC9 17DB  6225 61D8 76C1 440A 33D2
uid      George V. Neville-Neil <gnn@freebsd.org>
uid      George V. Neville-Neil <gnn@neville-neil.com>
sub 2048g/95A74F6E 2002-09-17
```

D.3.217. Simon L. Nielsen <simon@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/FF7490AB 2007-01-14
   Key fingerprint = 4E92 BA8D E45E 85E2 0380  B264 049C 7480 FF74 90AB
uid      Simon L. Nielsen <simon@FreeBSD.org>
uid      Simon L. Nielsen <simon@nitro.dk>
sub 2048g/E3F5A76E 2007-01-14
```

D.3.218. Robert Noland <rnoland@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/8A9F44E3 2007-07-24
   Key fingerprint = 107A 0C87 E9D0 E581 677B  2A28 3384 EB43 8A9F 44E3
uid      Robert C. Noland III <rnoland@FreeBSD.org>
uid      Robert C. Noland III (Personal Key) <rnoland@2hip.net>
sub 2048g/76C3CF00 2007-07-24
```

D.3.219. Anders Nordby <anders@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/00835956 2000-08-13 Anders Nordby <anders@fix.no>
    Key fingerprint = 1E0F C53C D8DF 6A8F EAAD 19C5 D12A BC9F 0083 5956
uid                                Anders Nordby <anders@FreeBSD.org>
sub 2048g/4B160901 2000-08-13
```

D.3.220. Michael Nottebrock <lofi@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/6B2974B0 2002-06-06 Michael Nottebrock <michaelnottebrock@gmx.net>
    Key fingerprint = 1079 3C72 0726 F300 B8EC 60F9 5E17 3AF1 6B29 74B0
uid                                Michael Nottebrock <lofi@freebsd.org>
uid                                Michael Nottebrock <lofi@tigress.com>
uid                                Michael Nottebrock <lofi@lofi.dyndns.org>
uid                                Michael Nottebrock <michaelnottebrock@web.de>
uid                                Michael Nottebrock <michaelnottebrock@meitner.wh.uni-dortmund.de>
sub 1024g/EF652E04 2002-06-06 [expires: 2004-06-15]
```

D.3.221. David O'Brien <obrien@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/34F9F9D5 1995-04-23 David E. O'Brien <defunct - obrien@Sea.Legent.com>
    Key fingerprint = B7 4D 3E E9 11 39 5F A3 90 76 5D 69 58 D9 98 7A
uid                                David E. O'Brien <obrien@Nuxi.com>
uid                                deobrien@ucdavis.edu
uid                                David E. O'Brien <whois Do38>
uid                                David E. O'Brien <obrien@FreeBSD.org>
uid                                David E. O'Brien <dobrien@seas.gwu.edu>
uid                                David E. O'Brien <obrien@cs.ucdavis.edu>
uid                                David E. O'Brien <defunct - obrien@media.sra.com>
uid                                David E. O'Brien <obrien@elsewhere.roanoke.va.us>
uid                                David E. O'Brien <obrien@Nuxi.com>

pub 1024D/7F9A9BA2 1998-06-10 "David E. O'Brien" <obrien@cs.ucdavis.edu>
    Key fingerprint = 02FD 495F D03C 9AF2 5DB7 F496 6FC8 DABD 7F9A 9BA2
uid                                "David E. O'Brien" <obrien@Nuxi.com>
uid                                "David E. O'Brien" <obrien@FreeBSD.org>
sub 3072g/BA32C20D 1998-06-10
```

D.3.222. Philip Paeps <philip@FreeBSD.org>

```
pub 4096R/C5D34D05 2006-10-22
    Key fingerprint = 356B AE02 4763 F739 2FA2 E438 2649 E628 C5D3 4D05
uid                                Philip Paeps <philip@paeps.cx>
uid                                Philip Paeps <philip@nixsys.be>
uid                                Philip Paeps <philip@fosdem.org>
uid                                Philip Paeps <philip@freebsd.org>
uid                                Philip Paeps <philip@pub.telenet.be>
sub 1024D/035EFC58 2006-10-22 [expires: 2010-10-13]
```

```
sub 2048g/6E5FD7D6 2006-10-22 [expires: 2010-10-14]
```

D.3.223. Josh Paetzel <jpaetzel@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/27AFAECB 2007-05-11
   Key fingerprint = 8A48 EF36 5E9F 4EDA 5A8C 11B4 26F9 01F1 27AF AECEB
uid      Josh Paetzel (BSD UNIX) <josh@tcbug.org>
uid      Josh Paetzel <josh@rephunter.net>
uid      Josh Paetzel <josh@pcbsd.org>
uid      Josh Paetzel <jpaetzel@FreeBSD.org>
sub 2048g/E0F5996B 2007-05-11
```

D.3.224. Gábor Páli <pgj@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/9E3F9BE6 2008-04-17 [expires: 2013-04-16]
   Key fingerprint = DA0B 2143 0FC8 EE5F E211 D329 7D4B 6E18 9E3F 9BE6
uid      Gabor PALI <pgj@FreeBSD.org>
uid      PÁLI Gábor János <pali.gabor@gmail.com>
sub 2048g/A780C60B 2008-04-17 [expires: 2013-04-16]
```

D.3.225. Hiten Pandya <hmp@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/938CACA8 2004-02-13 Hiten Pandya (FreeBSD) <hmp@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = 84EB C75E C75A 50ED 304E E446 D974 7842 938C ACA8
uid      Hiten Pandya <hmp@backplane.com>
sub 2048g/783874B5 2004-02-13
```

D.3.226. Dima Panov <fluffy@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/93E3B018 2006-11-08
   Key fingerprint = C73E 2B72 1FFD 61BD E206 1234 A626 76ED 93E3 B018
uid      Dima Panov (FreeBSD.ORG Committer) <fluffy@FreeBSD.ORG>
uid      Dima Panov (at home) <Fluffy@Fluffy.Khv.RU>
uid      Dima Panov (at home) <fluffy.khv@gmail.com>
sub 2048g/89047419 2006-11-08

pub 4096R/D5398F29 2009-08-09
   Key fingerprint = 2D30 2CCB 9984 130C 6F87 BAFB FB8B A09D D539 8F29
uid      Dima Panov (FreeBSD.ORG Committer) <fluffy@FreeBSD.ORG>
uid      Dima Panov (at Home) <fluffy@Fluffy.Khv.RU>
uid      Dima Panov (at GMail) <fluffy.khv@gmail.com>
sub 4096R/915A7785 2009-08-09
```

D.3.227. Andrew Pantyukhin <sat@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/6F38A569 2006-05-06
    Key fingerprint = 4E94 994A C2EF CB86 C144 3B04 3381 67C0 6F38 A569
uid      Andrew Pantyukhin <infofarmer@gubkin.ru>
uid      Andrew Pantyukhin <sat@FreeBSD.org>
uid      Andrew Pantyukhin <infofarmer@gmail.com>
uid      Andrew Pantyukhin <infofarmer@mail.ru>
sub 2048g/5BD4D469 2006-05-06

```

D.3.228. Navdeep Parhar <np@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/ACAB8812 2009-06-08
    Key fingerprint = C897 7AFB AFC0 4DA9 7B76 D991 CAB2 2B93 ACAB 8812
uid      Navdeep Parhar <np@FreeBSD.org>
sub 2048g/AB61D2DC 2009-06-08

```

D.3.229. Rui Paulo <rpaulo@FreeBSD.org>

```

pub 4096R/39CB4153 2010-02-03
    Key fingerprint = ABE8 8465 DE8F F04D E9C8 3FF6 AF89 B2E6 39CB 4153
uid      Rui Paulo <rpaulo@FreeBSD.org>
uid      Rui Paulo <rpaulo@gmail.com>
sub 4096R/F87D2F34 2010-02-03

```

D.3.230. Mark Peek <mp@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/330D4D01 2002-01-27 Mark Peek <mp@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 510C 96EE B4FB 1B0A 2CF8 A0AF 74B0 0B0E 330D 4D01
sub 1024g/9C6CAC09 2002-01-27

```

D.3.231. Peter Pentchev <roam@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/16194553 2002-02-01
    Key fingerprint = FDBA FD79 C26F 3C51 C95E DF9E ED18 B68D 1619 4553
uid      Peter Pentchev <roam@ringlet.net>
uid      Peter Pentchev <roam@cnsys.bg>
uid      Peter Pentchev <roam@sbnd.net>
uid      Peter Pentchev <roam@online.bg>
uid      Peter Pentchev <roam@orbitel.bg>
uid      Peter Pentchev <roam@FreeBSD.org>
uid      Peter Pentchev <roam@techlab.officel.bg>
uid      Peter Pentchev <roam@hoster.bg>
uid      Peter Pentchev <roam@space.bg>
sub 1024g/7074473C 2002-02-01

```

```

pub 4096R/2527DF13 2009-10-16
Key fingerprint = 2EE7 A7A5 17FC 124C F115 C354 651E EFB0 2527 DF13
uid Peter Pentchev <roam@ringlet.net>
uid Peter Pentchev <roamer@users.sourceforge.net>
uid Peter Pentchev <roam@cpan.org>
uid Peter Pentchev <roam@cnsys.bg>
uid Peter Pentchev <roam@sbnd.net>
uid Peter Pentchev <roam@online.bg>
uid Peter Pentchev <roam@orbitel.bg>
uid Peter Pentchev <roam@FreeBSD.org>
uid Peter Pentchev <roam@techlab.officel.bg>
uid Peter Pentchev <roam@hoster.bg>
uid Peter Pentchev <roam@space.bg>
uid Peter Pentchev <roam-guest@alioth.debian.org>
uid Peter Pentchev <ppentchev@alumni.princeton.edu>
sub 4096R/D0B337AA 2009-10-16

```

D.3.232. Denis Peplin <den@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/485DDDF5 2003-09-11 Denis Peplin <den@FreeBSD.org>
Key fingerprint = 495D 158C 8EC9 C2C1 80F5 EA96 6F72 7C1C 485D DDF5
sub 1024g/E70BA158 2003-09-11

```

D.3.233. Christian S.J. Peron <csjp@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/033FA33C 2009-05-16
Key fingerprint = 74AA 6040 89A7 936E D970 DDC0 CC71 6954 033F A33C
uid Christian S.J. Peron <csjp@FreeBSD.ORG>
sub 2048g/856B194A 2009-05-16

```

D.3.234. Gerald Pfeifer <gerald@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/745C015A 1999-11-09 Gerald Pfeifer <gerald@pfeifer.com>
Key fingerprint = B215 C163 3BCA 0477 615F 1B35 A5B3 A004 745C 015A
uid Gerald Pfeifer <Gerald.Pfeifer@vibe.at>
uid Gerald Pfeifer <pfeifer@dbai.tuwien.ac.at>
uid Gerald Pfeifer <gerald@pfeifer.at>
uid Gerald Pfeifer <gerald@FreeBSD.org>
sub 1536g/F0156927 1999-11-09

```

D.3.235. Giuseppe Pilichi <jacula@FreeBSD.org>

```

pub 4096R/8B9F4B8B 2006-03-08
Key fingerprint = 31AD 73AE 0EC0 16E5 4108 8391 D942 5F20 8B9F 4B8B
uid Giuseppe Pilichi (Jacula Modyun) <jacula@FreeBSD.org>
uid Giuseppe Pilichi (Jacula Modyun) <jaculamodyun@gmail.com>

```

```
uid      Giuseppe Pilichi (Jacula Modyun) <gpilch@gmail.com>
uid      Giuseppe Pilichi (Jacula Modyun) <jacula@gmail.com>
sub      4096R/FB4D05A3 2006-03-08
```

D.3.236. John Polstra <jdp@FreeBSD.org>

```
pub      1024R/BFBCF449 1997-02-14 John D. Polstra <jdp@polstra.com>
Key fingerprint = 54 3A 90 59 6B A4 9D 61 BF 1D 03 09 35 8D F6 0D
```

D.3.237. Kirill Ponomarew <krion@FreeBSD.org>

```
pub      1024D/AEB426E5 2002-04-07
Key fingerprint = 58E7 B953 57A2 D9DD 4960 2A2D 402D 46E9 AEB4 26E5
uid      Kirill Ponomarew <krion@voodoo.bawue.com>
uid      Kirill Ponomarew <krion@guug.de>
uid      Kirill Ponomarew <krion@FreeBSD.org>
sub      1024D/05AC7CA0 2006-01-30 [expires: 2008-01-30]
sub      2048g/C3EE5537 2006-01-30 [expires: 2008-01-30]
```

D.3.238. Stephane E. Potvin <sepotvin@FreeBSD.org>

```
pub      1024D/3097FE7B 2002-08-06
Key fingerprint = 6B56 62FA ADE1 6F46 BB62 8B1C 99D3 97B5 3097 FE7B
uid      Stephane E. Potvin <sepotvin@videotron.ca>
uid      Stephane E. Potvin <stephane.potvin@telcobridges.com>
uid      Stephane E. Potvin <stephane_potvin@telcobridges.com>
uid      Stephane E. Potvin <sepotvin@FreeBSD.org>
sub      2048g/0C427BC9 2002-08-06
```

D.3.239. Mark Pulford <markp@FreeBSD.org>

```
pub      1024D/182C368F 2000-05-10 Mark Pulford <markp@FreeBSD.org>
Key fingerprint = 58C9 C9BF C758 D8D4 7022 8EF5 559F 7F7B 182C 368F
uid      Mark Pulford <mark@kyne.com.au>
sub      2048g/380573E8 2000-05-10
```

D.3.240. Alejandro Pulver <alepulver@FreeBSD.org>

```
pub      1024D/945C3F61 2005-11-13
Key fingerprint = 085F E8A2 4896 4B19 42A4 4179 895D 3912 945C 3F61
uid      Alejandro Pulver (Ale's GPG key pair) <alepulver@FreeBSD.org>
uid      Alejandro Pulver (Ale's GPG key pair) <alejandro@varnet.biz>
sub      2048g/6890C6CA 2005-11-13
```

D.3.241. Thomas Quinot <thomas@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/393D2469 1999-09-23 Thomas Quinot <thomas@cuivre.fr.eu.org>
   Empreinte de la clé = 4737 A0AD E596 6D30 4356 29B8 004D 54B8 393D 2469
uid                               Thomas Quinot <thomas@debian.org>
uid                               Thomas Quinot <thomas@FreeBSD.org>
sub 1024g/8DE13BB2 1999-09-23
```

D.3.242. Herve Quiroz <hq@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/85AC8A80 2004-07-22 Herve Quiroz <hq@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = 14F5 BC56 D736 102D 41AF A07B 1D97 CE6C 85AC 8A80
uid                               Herve Quiroz <herve.quiroz@esil.univ-mrs.fr>
sub 1024g/8ECCAFED 2004-07-22
```

D.3.243. Doug Rabson <dfr@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/59F57821 2004-02-07
   Key fingerprint = 9451 C4FE 1A7E 117B B95F 1F8F B123 456E 59F5 7821
uid                               Doug Rabson <dfr@nlsystems.com>
sub 1024g/6207AA32 2004-02-07
```

D.3.244. Lars Balker Rasmussen <lbr@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/9EF6F27F 2006-04-30
   Key fingerprint = F251 28B7 897C 293E 04F8 71EE 4697 F477 9EF6 F27F
uid                               Lars Balker Rasmussen <lbr@FreeBSD.org>
sub 2048g/A8C1CFD4 2006-04-30
```

D.3.245. Chris Rees <crees@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/E1EBCAC4 2011-06-11 [expires: 2012-06-10]
   Key fingerprint = 2066 B855 E4B1 226A 8B4C B6E6 B084 92D1 E1EB CAC4
uid                               Chris Rees <crees@freebsd.org>
sub 2048R/FA45D5D6 2011-06-11 [expires: 2012-06-10]
```

D.3.246. Jim Rees <rees@FreeBSD.org>

```
pub 512/B623C791 1995/02/21 Jim Rees <rees@umich.edu>
   Key fingerprint = 02 5F 1B 15 B4 6E F1 3E F1 C5 E0 1D EA CC 17 88
```

D.3.247. Benedict Reuschling <bcr@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/4A819348 2009-05-24
    Key fingerprint = 2D8C BDF9 30FA 75A5 A0DF D724 4D26 502E 4A81 9348
uid      Benedict Reuschling <bcr@FreeBSD.org>
sub 2048g/8DA16EDD 2009-05-24
```

D.3.248. Tom Rhodes <trhodes@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/FB7D88E1 2008-05-07
    Key fingerprint = 8279 3100 2DF2 F00E 7FDD AC2C 5776 23AB FB7D 88E1
uid      Tom Rhodes (trhodes) <trhodes@FreeBSD.org>
sub 4096g/7B0CD79F 2008-05-07
```

D.3.249. Benno Rice <benno@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/87C59909 2002-01-16 Benno Rice <benno@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = CE27 DADA 08E3 FAA3 88F1 5B31 5E34 705A 87C5 9909
uid      Benno Rice <benno@jeamland.net>
sub 1024g/4F7C2BAD 2002-01-16 [expires: 2007-01-15]
```

D.3.250. Beech Rintoul <beech@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/ECBFDC44 2011-08-29
    Key fingerprint = 6921 47CC 8B61 7C02 70EF 4D00 16B4 EAB7 ECBF DC44
uid      Beech Rintoul <beech@freebsd.org>
sub 1024g/F1FD1C3D 2011-08-29
```

D.3.251. Matteo Rionato <matteo@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/1EC56BEC 2003-01-05 [expires: 2009-09-07]
    Key fingerprint = F0F3 1B43 035D 65B1 08E9 4D66 D8CA 78A5 1EC5 6BEC
uid      Matteo Rionato (Rionda) <matteo@FreeBSD.ORG>
uid      Matteo Rionato (Rionda) <rionda@riondabsd.net>
uid      Matteo Rionato (Rionda) <rionda@gufi.org>
uid      Matteo Rionato (Rionda) <matteo@riondato.com>
uid      Matteo Rionato (Rionda) <rionda@riondato.com>
uid      Matteo Rionato (Rionda) <rionda@FreeSBIE.ORG>
uid      Matteo Rionato (Rionda) <rionda@autistici.org>
sub 2048g/87C44A55 2008-09-23 [expires: 2009-09-23]
```


D.3.252. Ollivier Robert <roberto@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/7DCAE9D3 1997-08-21
    Key fingerprint = 2945 61E7 D4E5 1D32 C100 DBEC A04F FB1B 7DCA E9D3
uid Ollivier Robert <roberto@keltia.freenix.fr>
uid Ollivier Robert <roberto@FreeBSD.org>
sub 2048g/C267084D 1997-08-21
```

D.3.253. Craig Rodrigues <rodrigc@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/3998479D 2005-05-20
    Key fingerprint = F01F EBE6 F5C8 6DC2 954F 098F D20A 8A2A 3998 479D
uid Craig Rodrigues <rodrigc@freebsd.org>
uid Craig Rodrigues <rodrigc@crodrigues.org>
sub 2048g/AA77E09B 2005-05-20
```

D.3.254. Guido van Rooij <guido@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/599F323D 1996-05-18 Guido van Rooij <guido@gvr.org>
    Key fingerprint = 16 79 09 F3 C0 E4 28 A7 32 62 FA F6 60 31 C0 ED
uid Guido van Rooij <guido@gvr.win.tue.nl>

pub 1024D/A95102C1 2000-10-25 Guido van Rooij <guido@madison-gurkha.nl>
    Key fingerprint = 5B3E 51B7 0E7A D170 0574 1E51 2471 117F A951 02C1
uid Guido van Rooij <guido@madison-gurkha.com>
sub 1024g/A5F20553 2000-10-25
```

D.3.255. Eygene Ryabinkin <rea@FreeBSD.org>

```
pub 3072D/8152ECFB 2010-10-27
    Key fingerprint = 82FE 06BC D497 C0DE 49EC 4FF0 16AF 9EAE 8152 ECFB
uid Eygene Ryabinkin <rea-fbsd@codelabs.ru>
uid Eygene Ryabinkin <rea@freebsd.org>
uid Eygene Ryabinkin <rea@codelabs.ru>
sub 3072g/5FC03749 2010-10-27
```

D.3.256. Aleksandr Rybalko <ray@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/4B7B7A4E 2011-05-24
    Key fingerprint = BB9F D01D 7327 0B33 B2F5 6C72 EC49 E6ED 4B7B 7A4E
uid Aleksandr Rybalko (Aleksandr Rybalko FreeBSD project identification) <ray@fr
sub 2048R/99F9F9EF 2011-05-24
```

D.3.257. Niklas Saers <niklas@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/C822A476 2004-03-09 Niklas Saers <niklas@saers.com>
   Key fingerprint = C41E F734 AF0E 3D21 7499 9EB1 9A31 2E7E C822 A476
sub 1024g/81E2FF36 2004-03-09
```

D.3.258. Boris Samorodov <bsam@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/ADFD5C9A 2006-06-21
   Key fingerprint = 81AA FED0 6050 208C 0303 4007 6C03 7263 ADFD 5C9A
uid          Boris Samorodov (FreeBSD) <bsam@freebsd.org>
sub 2048g/7753A3F1 2006-06-21
```

D.3.259. Mark Santcroos <marks@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/DBE7EB8E 2005-03-08
   Key fingerprint = C0F0 44F3 3F15 520F 6E32 186B BE0A BA42 DBE7 EB8E
uid          Mark Santcroos <marks@ripe.net>
uid          Mark Santcroos <mark@santcroos.net>
uid          Mark Santcroos <marks@freebsd.org>
sub 2048g/FFF80F85 2005-03-08
```

D.3.260. Bernhard Schmidt <bschmidt@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/5F754FBC 2009-06-15
   Key fingerprint = 6B87 C8A9 6BA5 6B18 11CF 8C38 A1B7 0731 5F75 4FBC
uid          Bernhard Schmidt <bschmidt@FreeBSD.org>
uid          Bernhard Schmidt <bschmidt@techwires.net>
sub 1024g/1945DC1D 2009-06-15
```

D.3.261. Wolfram Schneider <wosch@FreeBSD.org>

```
Type Bits/KeyID      Date      User ID
pub 1024/2B7181AD 1997/08/09 Wolfram Schneider <wosch@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = CA 16 91 D9 75 33 F1 07 1B F0 B4 9F 3E 95 B6 09
```

D.3.262. Ed Schouten <ed@FreeBSD.org>

```
pub 4096R/3491A2BB 2011-03-12 [expires: 2016-03-10]
   Key fingerprint = A110 5982 A887 74A2 F4B1 D70A 6E5E D8FE 3491 A2BB
uid          Ed Schouten (The FreeBSD Project) <ed@FreeBSD.org>
uid          Ed Schouten <ed@80386.nl>
sub 4096R/81BB41E6 2011-03-12 [expires: 2016-03-10]
```

D.3.263. David Schultz <das@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/BE848B57 2001-07-19 David Schultz <das@FreeBSD.ORG>
    Key fingerprint = 0C12 797B A9CB 19D9 FDAF 2A39 2D76 A2DB BE84 8B57
uid David Schultz <dschultz@uclink.Berkeley.EDU>
uid David Schultz <das@FreeBSD.ORG>
sub 2048g/69206E8E 2001-07-19
```

D.3.264. Jens Schweikhardt <schweikh@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/0FF231FD 2002-01-27 Jens Schweikhardt <schweikh@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 3F35 E705 F02F 35A1 A23E 330E 16FE EA33 0FF2 31FD
uid Jens Schweikhardt <schweikh@schweikhardt.net>
sub 1024g/6E93CACC 2002-01-27 [expires: 2005-01-26]
```

D.3.265. Stanislav Sedov <stas@FreeBSD.org>

```
pub 4096R/092FD9F0 2009-05-23
    Key fingerprint = B83A B15D 929A 364A D8BC B3F9 BF25 A231 092F D9F0
uid Stanislav Sedov <stas@FreeBSD.org>
uid Stanislav Sedov <stas@SpringDaemons.com>
uid Stanislav Sedov (Corporate email) <stas@deglitch.com>
uid Stanislav Sedov (Corporate email) <stas@ht-systems.ru>
uid Stanislav Sedov (Corporate email) <ssedov@3playnet.com>
uid Stanislav Sedov <ssedov@mbsd.msk.ru>
uid Stanislav Sedov (Corporate email) <ssedov@swifttest.com>
sub 4096R/6FD2025F 2009-05-23
```

D.3.266. Johan van Selst <johans@FreeBSD.org>

```
pub 4096R/D3AE8D3A 2009-09-01
    Key fingerprint = 31C8 D089 DDB6 96C6 F3C1 29C0 A9C8 6C8D D3AE 8D3A
uid Johan van Selst
uid Johan van Selst <johans@gletsjer.net>
uid Johan van Selst <johans@stack.nl>
uid Johan van Selst <johans@FreeBSD.org>
uid Johan van Selst (GSWoT:NL50) <johans@gswot.org>
sub 2048R/B002E38C 2009-09-01
sub 2048R/1EBCAECB 2009-09-01
sub 2048R/639A1446 2009-09-01
sub 3072D/6F2708F4 2009-09-01
sub 4096g/D6F89E83 2009-09-01
```

D.3.267. Bakul Shah <bakul@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/86AEE4CB 2006-04-20
    Key fingerprint = 0389 26E8 381C 6980 AEC0 10A5 E540 A157 86AE E4CB
uid      Bakul Shah <bakul@freebsd.org>
sub 2048g/5C3DCC24 2006-04-20
```

D.3.268. Gregory Neil Shapiro <gshapiro@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/4FBE2ADD 2000-10-13 Gregory Neil Shapiro <gshapiro@gshapiro.net>
    Key fingerprint = 56 D5 FF A7 A6 54 A6 B5 59 10 00 B9 5F 5F 20 09
uid      Gregory Neil Shapiro <gshapiro@FreeBSD.org>

pub 1024D/F76A9BF5 2001-11-14 Gregory Neil Shapiro <gshapiro@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 3B5E DAF1 4B04 97BA EE20 F841 21F9 C5BC F76A 9BF5
uid      Gregory Neil Shapiro <gshapiro@gshapiro.net>
sub 2048g/935657DC 2001-11-14

pub 1024D/FCE56561 2000-10-14 Gregory Neil Shapiro <gshapiro@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 42C4 A87A FD85 C34F E77F 5EA1 88E1 7B1D FCE5 6561
uid      Gregory Neil Shapiro <gshapiro@gshapiro.net>
sub 1024g/285DC8A0 2000-10-14 [expires: 2001-10-14]
```

D.3.269. Arun Sharma <arun@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/7D112181 2003-03-06 Arun Sharma <arun@sharma-home.net>
    Key fingerprint = A074 41D6 8537 C7D5 070E 0F78 0247 1AE2 7D11 2181
uid      Arun Sharma <arun@freebsd.org>
uid      Arun Sharma <arun.sharma@intel.com>
sub 1024g/ACAD98DA 2003-03-06 [expires: 2005-03-05]
```

D.3.270. Wesley Shields <wxs@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/17F0AA37 2007-12-27
    Key fingerprint = 96D1 2E6B F61C 2F3D 83EF 8F0B BE54 310C 17F0 AA37
uid      Wesley Shields <wxs@FreeBSD.org>
uid      Wesley Shields <wxs@atarininja.org>
sub 2048g/2EDA1BB8 2007-12-27
```

D.3.271. Norikatsu Shigemura <nork@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/7104EA4E 2005-02-14
    Key fingerprint = 9580 60A3 B58A 0864 79CB 779A 6FAE 229B 7104 EA4E
uid      Norikatsu Shigemura <nork@cityfujisawa.ne.jp>
uid      Norikatsu Shigemura <nork@ninth-nine.com>
uid      Norikatsu Shigemura <nork@FreeBSD.org>
```

sub 4096g/EF56997E 2005-02-14

D.3.272. Shteryana Shopova <syrinx@FreeBSD.org>

pub 1024D/1C139BC5 2006-10-07
 Key fingerprint = B83D 2451 27AB B767 504F CB85 4FB1 C88B 1C13 9BC5
 uid Shteryana Shopova (syrinx) <shteryana@FreeBSD.org>
 sub 2048g/6D2E9C98 2006-10-07

D.3.273. Vanilla I. Shu <vanilla@FreeBSD.org>

pub 1024D/ACE75853 2001-11-20 Vanilla I. Shu <vanilla@FreeBSD.org>
 Key fingerprint = 290F 9DB8 42A3 6257 5D9A 5585 B25A 909E ACE7 5853
 sub 1024g/CE695D0E 2001-11-20

D.3.274. Ashish SHUKLA <ashish@FreeBSD.org>

pub 4096R/E74FA4B0 2010-04-13
 Key fingerprint = F682 CDCC 39DC 0FEA E116 20B6 C746 CFA9 E74F A4B0
 uid Ashish SHUKLA <wahjava@gmail.com>
 uid Ashish SHUKLA <wahjava@googlemail.com>
 uid Ashish SHUKLA <wahjava.ml@gmail.com>
 uid Ashish SHUKLA <wahjava@members.fsf.org>
 uid Ashish SHUKLA <wahjava@perl.org.in>
 uid Ashish SHUKLA <wahjava@users.sourceforge.net>
 uid Ashish SHUKLA <wah.java@yahoo.com>
 uid Ashish SHUKLA <wah_java@hotmail.com>
 uid Ashish SHUKLA <ashish.shukla@airtelmail.in>
 uid Ashish SHUKLA <wahjava@member.fsf.org>
 uid [jpeg image of size 4655]
 uid Ashish SHUKLA (FreeBSD Committer Address) <ashish@FreeBSD.ORG>
 sub 4096R/F20D202D 2010-04-13

D.3.275. Bruce M. Simpson <bms@FreeBSD.org>

pub 1024D/860DB53B 2003-08-06 Bruce M Simpson <bms@freebsd.org>
 Key fingerprint = 0D5F 1571 44DF 51B7 8B12 041E B9E5 2901 860D B53B
 sub 2048g/A2A32D8B 2003-08-06 [expires: 2006-08-05]

D.3.276. Dmitry Sivachenko <demon@FreeBSD.org>

pub 1024D/13D5DF80 2002-03-18 Dmitry Sivachenko <mitya@cavia.pp.ru>
 Key fingerprint = 72A9 12C9 BB02 46D4 4B13 E5FE 1194 9963 13D5 DF80
 uid Dmitry S. Sivachenko <demon@FreeBSD.org>

sub 1024g/060F6DBD 2002-03-18

D.3.277. Jesper Skriver <jesper@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/F9561C31 2001-03-09 Jesper Skriver <jesper@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = 6B88 9CE8 66E9 E631 C9C5 5EB4 22AB F0EC F956 1C31
uid                               Jesper Skriver <jesper@skriver.dk>
uid                               Jesper Skriver <jesper@wheel.dk>
sub 1024g/777C378C 2001-03-09
```

D.3.278. Ville Skyttä <scop@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/BCD241CB 2002-04-07 Ville Skyttä <ville.skytta@iki.fi>
   Key fingerprint = 4E0D EBAB 3106 F1FA 3FA9 B875 D98C D635 BCD2 41CB
uid                               Ville Skyttä <ville.skytta@xemacs.org>
uid                               Ville Skyttä <scop@FreeBSD.org>
sub 2048g/9426F4D1 2002-04-07
```

D.3.279. Andrey Slusar <anray@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/AE7B5418 2005-12-12
   Key fingerprint = DE70 C24B 55A0 4A06 68A1 D425 3C59 9A9B AE7B 5418
uid                               Andrey Slusar <anray@ext.by>
uid                               Andrey Slusar <anrays@gmail.com>
uid                               Andrey Slusar <anray@FreeBSD.org>
sub 2048g/7D0EB77D 2005-12-12
```

D.3.280. Florian Smeets <flo@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/C942BF09 2008-10-24
   Key fingerprint = 54BB 157B 8DB2 9E46 4A3C 69AB 6A9A 3C3F C942 BF09
uid                               Florian Smeets <flo@smeets.im>
uid                               Florian Smeets <flo@kasimir.com>
uid                               Florian Smeets <flo@FreeBSD.org>
sub 2048g/4AAF040E 2008-10-24
```

D.3.281. Gleb Smirnoff <glebius@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/1949DC80 2003-08-25
   Key fingerprint = 872C E14A 2F03 A3E8 D882 026E 5DE4 D7FE 1949 DC80
uid                               Gleb Smirnoff <glebius@FreeBSD.org>
uid                               Gleb Smirnoff <glebius@cell.sick.ru>
uid                               Gleb Smirnoff <glebius@bestcom.ru>
uid                               Gleb Smirnoff <glebius@rambler-co.ru>
```

```
uid          Gleb Smirnoff <glebius@freebsd.org>
uid          Gleb Smirnoff <glebius@freebsd.int.ru>
sub 1024g/A05118BD 2003-08-25
```

D.3.282. Ken Smith <kensmith@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/29AEA7F6 2003-12-02 Ken Smith <kensmith@cse.buffalo.edu>
   Key fingerprint = 4AB7 D302 0753 8215 31E7 F1AD FC6D 7855 29AE A7F6
uid          Ken Smith <kensmith@freebsd.org>
sub 1024g/0D509C6C 2003-12-02
```

D.3.283. Ben Smithurst <ben@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/2CEF442C 2001-07-11 Ben Smithurst <ben@LSRfm.com>
   Key fingerprint = 355D 0FFF B83A 90A9 D648 E409 6CFC C9FB 2CEF 442C
uid          Ben Smithurst <ben@vinosystems.com>
uid          Ben Smithurst <ben@smithurst.org>
uid          Ben Smithurst <ben@FreeBSD.org>
uid          Ben Smithurst <csxbsc@comp.leeds.ac.uk>
uid          Ben Smithurst <ben@scientia.demon.co.uk>
sub 1024g/347071FF 2001-07-11
```

D.3.284. Dag-Erling C. Smørgrav <des@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/64EBE220 2006-11-11 [expires: 2011-05-31]
   Key fingerprint = 3A1C 8E68 952C 3305 6984 6486 30D4 3A6E 64EB E220
uid          Dag-Erling Smørgrav <des@des.no>
uid          Dag-Erling Smørgrav <des@freebsd.org>
uid          [jpeg image of size 3315]
sub 2048g/920C3313 2006-11-11 [expires: 2011-05-31]
```

D.3.285. Maxim Sobolev <sobomax@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/888205AF 2001-11-21 Maxim Sobolev <sobomax@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = 85C9 DCB0 6828 087C C977 3034 A0DB B9B7 8882 05AF
uid          Maxim Sobolev <sobomax@mail.ru>
uid          Maxim Sobolev <sobomax@altavista.net>
uid          Maxim Sobolev <vegacap@i.com.ua>

pub 1024D/468EE6D8 2003-03-21 Maxim Sobolev <sobomax@portaone.com>
   Key fingerprint = 711B D315 3360 A58F 9A0E 89DB 6D40 2558 468E E6D8
uid          Maxim Sobolev <sobomax@FreeBSD.org>
uid          Maxim Sobolev <sobomax@mail.ru>
uid          Maxim Sobolev <vegacap@i.com.ua>

pub 1024D/6BEC980A 2004-02-13 Maxim Sobolev <sobomax@portaone.com>
```

```
Key fingerprint = 09D5 47B4 8D23 626F B643 76EB DFEE 3794 6BEC 980A
uid Maxim Sobolev <sobomax@FreeBSD.org>
uid Maksym Sobolyev (It's how they call me in official documents. Pret
uid Maksym Sobolyev (It's how they call me in official documents. Pret
sub 2048g/16D049AB 2004-02-13 [expires: 2005-02-12]
```

D.3.286. Brian Somers <brian@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/666A7421 1997-04-30 Brian Somers <brian@freebsd-services.com>
Key fingerprint = 2D 91 BD C2 94 2C 46 8F 8F 09 C4 FC AD 12 3B 21
uid Brian Somers <brian@awfulhak.org>
uid Brian Somers <brian@FreeBSD.org>
uid Brian Somers <brian@OpenBSD.org>
uid Brian Somers <brian@uk.FreeBSD.org>
uid Brian Somers <brian@uk.OpenBSD.org>
```

D.3.287. Stacey Son <:sson@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/CE8319F3 2008-07-08
Key fingerprint = 64C7 8D92 C1DF B940 1171 5ED3 186A 758A CE83 19F3
uid Stacey Son <:sson@FreeBSD.org>
uid Stacey Son <stacey@son.org>
uid Stacey Son <:sson@byu.net>
uid Stacey Son <:sson@secure.net>
uid Stacey Son <:sson@dev-random.com>
sub 2048g/0F724E52 2008-07-08
```

D.3.288. Nicolas Souchu <nsouch@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/C744F18B 2002-02-13 Nicholas Souchu <nsouch@freebsd.org>
Key fingerprint = 992A 144F AC0F 40BA 55AE DE6D 752D 0A6C C744 F18B
sub 1024g/90BD3231 2002-02-13
```

D.3.289. Suleiman Souhlal <ssouhlal@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/2EA50469 2004-07-24 Suleiman Souhlal <ssouhlal@FreeBSD.org>
Key fingerprint = DACF 89DB 54C7 DA1D 37AF 9A94 EB55 E272 2EA5 0469
sub 2048g/0CDCC535 2004-07-24
```

D.3.290. Ulrich Spörlein <uqs@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/4AAF82CE 2010-01-27 [expires: 2015-01-26]
Key fingerprint = 08DF A6A0 B1EB 98A5 EDDA 9005 A3A6 9864 4AAF 82CE
uid Ulrich Spörlein <uqs@spoerlein.net>
```



```
uid          Ulrich Spoerlein <uspoerlein@gmail.com>
uid          Ulrich Spörlein (The FreeBSD Project) <uqs@FreeBSD.org>
uid          Ulrich Spörlein <ulrich.spoerlein@web.de>
sub 2048R/162E8BD2 2010-01-27 [expires: 2015-01-26]
```

D.3.291. Rink Springer <rink@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/ECEDBFFF 2003-09-19
   Key fingerprint = A8BE 9C82 9B81 4289 A905 418D 6F73 BAD2 ECED BFFF
uid          Rink Springer <rink@il.fontys.nl>
uid          Rink Springer (FreeBSD Project) <rink@FreeBSD.org>
uid          Rink Springer <rink@stack.nl>
sub 2048g/3BC3E67E 2003-09-19
```

D.3.292. Vsevolod Stakhov <vsevolod@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/213D0033 2005-03-14 [expires: 2008-03-13]
   Key fingerprint = B852 0010 761E 944A C76D D447 A25D C12C 213D 0033
uid          Vsevolod Stakhov <vsevolod@FreeBSD.org>
uid          Vsevolod Stakhov <cebka@jet.msk.su>
uid          Vsevolod Stakhov <vsevolod@highsecure.ru>
sub 2048g/786F2187 2005-03-14 [expires: 2008-03-13]
```

D.3.293. Ryan Steinmetz <zi@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/7AD7FAF2 2004-01-21
   Key fingerprint = EF36 D45A 5CA9 28B1 A550 18CD A43C D111 7AD7 FAF2
uid          Ryan Steinmetz <zi@FreeBSD.org>
uid          Ryan Steinmetz <rpsfa@rit.edu>
uid          Ryan Steinmetz <zi@zi0r.com>
sub 1024g/058BC057 2004-01-21
sub 4096g/0EB108D2 2006-02-27
sub 1024D/FEF36DD7 2006-02-27
```

D.3.294. Randall R. Stewart <rrs@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/0373B8B2 2006-09-01
   Key fingerprint = 74A6 810E 6DEA D69B 6496 5FA9 8AEF 4166 0373 B8B2
uid          Randall R Stewart <randall@lakerest.net>
uid          Randall R Stewart <rrs@cisco.com>
uid          Randall R Stewart <rrs@FreeBSD.org>
sub 2048g/88027C0B 2006-09-01
```

D.3.295. Murray Stokely <murray@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/0E451F7D 2001-02-12 Murray Stokely <murray@freebsd.org>
    Key fingerprint = E2CA 411D DD44 53FD BB4B 3CB5 B4D7 10A2 0E45 1F7D
sub 1024g/965A770C 2001-02-12
```

D.3.296. Volker Stolz <vs@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/3FD1B6B5 1998-06-16 Volker Stolz <vs@freebsd.org>
    Key fingerprint = 69 6F BD A0 2E FE 19 66 CF B9 68 6E 41 7D F9 B9
uid                               Volker Stolz <stolz@i2.informatik.rwth-aachen.de> (LSK)
uid                               Volker Stolz <vs@foldr.org>
```

D.3.297. Ryan Stone <rstone@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/3141B73A 2010-04-13
    Key fingerprint = 4A6D DC04 DDC5 0822 2687 A086 FD3F 16CB 3141 B73A
uid                               Ryan Stone (FreeBSD) <rstone@freebsd.org>
sub 2048g/A8500B5F 2010-04-13
```

D.3.298. Søren Straarup <xride@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/E683AD40 2006-09-28
    Key fingerprint = 8A0E 7E57 144B BC25 24A9 EC1A 0DBC 3408 E683 AD40
uid                               Soeren Straarup <xride@xride.dk>
uid                               Soeren Straarup <xride@FreeBSD.org>
uid                               Soeren Straarup <xride@x12.dk>
sub 2048g/2B18B3B8 2006-09-28
```

D.3.299. Marius Strobl <marius@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/E0AC6F8D 2004-04-16
    Key fingerprint = 3A6C 4FB1 8BB9 4F2E BDDC 4AB6 D035 799C E0AC 6F8D
uid                               Marius Strobl <marius@FreeBSD.org>
uid                               Marius Strobl <marius@alchemy.franken.de>
sub 1024g/08BBD875 2004-04-16
```

D.3.300. Carlo Strub <cs@FreeBSD.org>

```
pub 4096R/1ACAF57A 2011-06-29 [expires: 2012-06-28]
    Key fingerprint = 3019 F948 5F92 E45B 5B33 6EA2 22A3 B308 1ACA F57A
uid                               Carlo Strub <cs@carlostrub.ch>
uid                               Carlo Strub <cs@freebsd.org>
sub 4096R/648E9F32 2011-06-29 [expires: 2012-06-28]
```

D.3.301. Cheng-Lung Sung <clsung@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/956E8BC1 2003-09-12 Cheng-Lung Sung <clsung@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = E0BC 57F9 F44B 46C6 DB53 8462 F807 89F3 956E 8BC1
uid                               Cheng-Lung Sung (Software Engineer) <clsung@dragon2.net>
uid                               Cheng-Lung Sung (Alumnus of CSIE, NCTU, Taiwan) <clsung@sungsung.c
uid                               Cheng-Lung Sung (AlanSung) <clsung@tiger2.net>
uid                               Cheng-Lung Sung (FreeBSD@Taiwan) <clsung@freebsd.csie.nctu.edu.tw>
uid                               Cheng-Lung Sung (Ph.D. Student of NTU.EECS) <d92921016@ntu.edu.tw>
uid                               Cheng-Lung Sung (FreeBSD Freshman) <clsung@tw.freebsd.org>
uid                               Cheng-Lung Sung (ports committer) <clsung@FreeBSD.org>
sub 1024g/1FB800C2 2003-09-12

```

D.3.302. Gregory Sutter <gsutter@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/845DFEDD 2000-10-10 Gregory S. Sutter <gsutter@zer0.org>
    Key fingerprint = D161 E4EA 4BFA 2427 F3F9 5B1F 2015 31D5 845D FEDD
uid                               Gregory S. Sutter <gsutter@freebsd.org>
uid                               Gregory S. Sutter <gsutter@daemonnews.org>
uid                               Gregory S. Sutter <gsutter@pobox.com>
sub 2048g/0A37BBCE 2000-10-10

```

D.3.303. Koichi Suzuki <metal@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/AE562682 2004-05-23 SUZUKI Koichi <metal@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 92B9 A202 B5AB 8CB6 89FC 6DD1 5737 C702 AE56 2682
sub 4096g/730E604B 2004-05-23

```

D.3.304. Ryusuke SUZUKI <ryusuke@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/63D29724 2009-12-18
    Key fingerprint = B108 7109 2E62 BECB 0F78 FE65 1B9A D1BE 63D2 9724
uid                               Ryusuke SUZUKI <ryusuke@FreeBSD.org>
uid                               Ryusuke SUZUKI <ryusuke@jp.FreeBSD.org>
sub 1024g/5E4DD044 2009-12-18

```

D.3.305. Gary W. Swearingen <garys@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/FAA48AD5 2005-08-22 [expires: 2007-08-22]
    Key fingerprint = 8292 CC3E 81B5 E54F E3DD F987 FA52 E643 FAA4 8AD5
uid                               Gary W. Swearingen <garys@freebsd.org>
sub 2048g/E34C3CA0 2005-08-22 [expires: 2007-08-22]

```

D.3.306. Yoshihiro Takahashi <nyan@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/8394B81F 2001-10-15 Yoshihiro TAKAHASHI <nyan@jp.FreeBSD.org>
    Key fingerprint = D4FA D8CA 2AED FCF4 90A3 3569 8666 0500 8394 B81F
uid                      Yoshihiro TAKAHASHI <nyan@furiru.org>
uid                      Yoshihiro TAKAHASHI <nyan@FreeBSD.org>
sub 1024g/B796F020 2001-10-15
```

D.3.307. Sahil Tandon <sahil@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/C016D977 2010-04-08
    Key fingerprint = 6AD2 BA99 8E3A 8DA6 DFC1 53CF DBD0 6001 C016 D977
uid                      Sahil Tandon <sahil@tandon.net>
uid                      Sahil Tandon <sahil@FreeBSD.org>
sub 2048R/F7776FBC 2010-04-08
```

D.3.308. TAKATSU Tomonari <tota@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/67F58F29 2009-05-17
    Key fingerprint = 6940 B575 FC4A FA26 C094 279A 4B9B 6326 67F5 8F29
uid                      TAKATSU Tomonari <tota@FreeBSD.org>
sub 2048g/18B112CD 2009-05-17
```

D.3.309. Romain Tartière <romain@FreeBSD.org>

```
pub 3072R/5112336F 2010-04-09
    Key fingerprint = 8234 9A78 E7C0 B807 0B59 80FF BA4D 1D95 5112 336F
uid                      Romain Tartière <romain@blogreen.org>
uid                      Romain Tartière (FreeBSD) <romain@FreeBSD.org>
sub 3072R/C1B2B656 2010-04-09
sub 3072R/8F8125F4 2010-04-09
```

D.3.310. Sylvio Cesar Teixeira <sylvio@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/AA7395A1 2009-10-28
    Key fingerprint = B319 6AAF 0016 4308 6D93 E652 3C5F 21A2 AA73 95A1
uid                      Sylvio Cesar Teixeira (My key) <sylvio@FreeBSD.org>
sub 2048R/F758F556 2009-10-28
```

D.3.311. Ion-Mihai Tetcu <itetcu@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/21FFA1E5 2008-05-08 [expires: 2010-05-08]
    Key fingerprint = A880 42DD BD71 BAA5 AED7 AEA2 27B1 88BA 21FF A1E5
uid                      Ion-Mihai "IOnut" Tetcu <itetcu@FreeBSD.org>
```

```
sub 2048g/0B30E680 2008-05-08 [expires: 2010-05-08]
```

D.3.312. Mikhail Teterin <mi@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/3FC71479 1995-09-08 Mikhail Teterin <mi@aldan.star89.galstar.com>
Key fingerprint = 5F 15 EA 78 A5 40 6A 0F 14 D7 D9 EA 6E 2B DA A4
```

D.3.313. Gordon Tetlow <gordon@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/357D65FB 2002-05-14 Gordon Tetlow <gordont@gnf.org>
Key fingerprint = 34EF AD12 10AF 560E C3AE CE55 46ED ADF4 357D 65FB
uid Gordon Tetlow <gordon@FreeBSD.org>
sub 1024g/243694AB 2002-05-14
```

D.3.314. Lars Thegler <lth@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/56B0CA08 2004-05-31 Lars Thegler <lth@FreeBSD.org>
Key fingerprint = ABAE F98C EA78 1C8D 6FDD CB27 1CA9 5A63 56B0 CA08
uid Lars Thegler <lars@thegler.dk>
sub 1024g/E8C58EF3 2004-05-31
```

D.3.315. David Thiel <lx@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/A887A9B4 2006-11-30 [expires: 2011-11-29]
Key fingerprint = F08F 6A12 738F C9DF 51AC 8C62 1E30 7CBE A887 A9B4
uid David Thiel <lx@FreeBSD.org>
sub 2048g/B9BD92C5 2006-11-30 [expires: 2011-11-29]
```

D.3.316. Fabien Thomas <fabient@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/07745930 2009-03-16
Key fingerprint = D8AC EFA2 2FBD 7788 9628 4E8D 3F35 3B88 0774 5930
uid Fabien Thomas <fabient@FreeBSD.org>
sub 2048g/BC173395 2009-03-16
```

D.3.317. Thierry Thomas <thierry@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/C71405A2 1997-10-11
Key fingerprint = 3BB8 F358 C2F1 776C 65C9 AE51 73DE 698C C714 05A2
uid Thierry Thomas <thierry@pompo.net>
uid Thierry Thomas <tthomas@mail.dotcom.fr>
uid Thierry Thomas (FreeBSD committer) <thierry@FreeBSD.org>
```

```
sub 1024R/C5529925 2003-11-26
sub 2048g/05CF3992 2008-02-05
```

D.3.318. Andrew Thompson <thompsa@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/BC6B839B 2005-05-05
   Key fingerprint = DE74 3F49 B97C A170 C8F1 8423 CAB6 9D57 BC6B 839B
uid      Andrew Thompson <thompsa@freebsd.org>
uid      Andrew Thompson <andy@fud.org.nz>
sub 2048g/92E370FB 2005-05-05
```

D.3.319. Florent Thoumie <flz@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/5147DCF4 2004-12-04
   Key fingerprint = D203 AF5F F31A 63E2 BFD5 742B 3311 246D 5147 DCF4
uid      Florent Thoumie (FreeBSD committer address) <flz@FreeBSD.org>
uid      Florent Thoumie (flz) <florent@thoumie.net>
uid      Florent Thoumie (flz) <flz@xbsd.org>
uid      [jpeg image of size 1796]
sub 2048g/15D930B9 2004-12-04
```

D.3.320. Yar Tikhyy <yar@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/EA04CF5A 2008-08-31
   Key fingerprint = C063 6788 AFF2 A62F 06B7 516D 200F 06AF EA04 CF5A
uid      Yar Tikhyy <yar@freebsd.org>
sub 2048g/20443F06 2008-08-31
```

D.3.321. Jilles Tjoelker <jilles@FreeBSD.org>

```
pub 4096R/D5AE6220 2011-07-02
   Key fingerprint = 4AF5 F1CC BDD7 700B F005 79A4 A2C4 C4D4 D5AE 6220
uid      Jilles Tjoelker <jilles@stack.nl>
uid      Jilles Tjoelker <tjoelker@zonnet.nl>
uid      Jilles Tjoelker (FreeBSD) <jilles@FreeBSD.org>
sub 4096R/14CB5775 2011-07-02
```

D.3.322. Ganbold Tsagaankhuu <ganbold@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/78F6425E 2008-02-26 [expires: 2013-02-24]
   Key fingerprint = 9B8E DC41 D3F4 F7FC D8EA 417C D4F7 2AEF 78F6 425E
uid      Ganbold <ganbold@freebsd.org>
sub 2048g/716FCBF9 2008-02-26 [expires: 2013-02-24]
```

D.3.323. Michael Tuexen <tuexen@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/04EEDABE 2009-06-08
    Key fingerprint = 493A CCB8 60E6 5510 A01D 360E 8497 B854 04EE DABE
uid      Michael Tuexen <tuexen@FreeBSD.org>
sub 2048g/F653AA03 2009-06-08
```

D.3.324. Andrew Turner <andrew@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/31B31614 2010-07-01
    Key fingerprint = 08AC 2C57 F14F FDD1 2232 B5CD AA16 EFB8 31B3 1614
uid      Andrew Turner <andrew@freebsd.org>
uid      Andrew Turner <andrew@fubar.geek.nz>
sub 2048R/9ACBF138 2010-07-01
```

D.3.325. Hajimu UMEMOTO <ume@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/BF9071FE 2005-03-17
    Key fingerprint = 1F00 0B9E 2164 70FC 6DC5 BF5F 04E9 F086 BF90 71FE
uid      Hajimu UMEMOTO <ume@mahoroba.org>
uid      Hajimu UMEMOTO <ume@FreeBSD.org>
uid      Hajimu UMEMOTO <ume@jp.FreeBSD.org>
sub 2048g/748DB3B0 2005-03-17
```

D.3.326. Stephan Uphoff <ups@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/D684B04A 2004-10-06 Stephan Uphoff <ups@freebsd.org>
    Key fingerprint = B5D2 04AE CA8F 7055 7474 3C85 F908 7F55 D684 B04A
uid      Stephan Uphoff <ups@tree.com>
sub 2048R/A15F921B 2004-10-06
```

D.3.327. Jacques Vidrine <nectar@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/33C1627B 2001-07-05 Jacques A. Vidrine <nectar@celabo.org>
    Key fingerprint = CB CE 7D A0 6E 01 DC 61 E5 91 0A BE 79 17 D3 82
uid      Jacques A. Vidrine <jvidrine@verio.net>
uid      Jacques A. Vidrine <n@nectar.com>
uid      Jacques A. Vidrine <jacques@vidrine.cc>
uid      Jacques A. Vidrine <nectar@FreeBSD.org>
uid      Jacques A. Vidrine <n@nectar.cc>

pub 1024D/1606DB95 2001-07-05 Jacques A. Vidrine <nectar@celabo.org>
    Key fingerprint = 46BC EA5B F70A CC81 5332 0832 8C32 8CFF 1606 DB95
uid      Jacques A. Vidrine <jvidrine@verio.net>
uid      Jacques A. Vidrine <n@nectar.com>
uid      Jacques A. Vidrine <jacques@vidrine.cc>
```

```
uid          Jacques A. Vidrine <nectar@FreeBSD.org>
uid          Jacques A. Vidrine <n@nectar.cc>
sub 2048g/57EDEA6F 2001-07-05
```

D.3.328. Alberto Villa <avilla@FreeBSD.org>

```
pub 1024R/44350A8B 2010-01-24
   Key fingerprint = F740 CE4E EDDD DA9B 4A1B 1445 DF18 82EA 4435 0A8B
uid          Alberto Villa <avilla@FreeBSD.org>
sub 1024R/F7C8254C 2010-01-24
```

D.3.329. Nicola Vitale <nivit@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/F11699E5 2006-12-05
   Key fingerprint = 2C17 C591 2C6D 82BD F3DB F1BF 8FC9 6763 F116 99E5
uid          Nicola Vitale (Public key for nivit@FreeBSD.org) <nivit@FreeBSD.org>
sub 2048g/4C90805D 2006-12-05
```

D.3.330. Ivan Voras <ivoras@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/569C05C8 2000-05-24
   Key fingerprint = AB9A A555 C47C B61D BF83 154C 95D9 C041 569C 05C8
uid          Ivan Voras <ivoras@fer.hr>
uid          Ivan Voras <ivan.voras@fer.hr>
uid          Ivan Voras <ivoras@geri.cc.fer.hr>
uid          [jpeg image of size 4567]
uid          Ivan Voras <ivoras@sharanet.org>
uid          Ivan Voras <ivoras@gmail.com>
uid          Ivan Voras <ivoras@yahoo.com>
uid          Ivan Voras <ivoras@freebsd.org>
uid          Ivan Voras <ivan.voras@zg.t-com.hr>
sub 1536g/149FDD60 2000-05-24
```

D.3.331. Stefan Walter <stefan@FreeBSD.org>

```
pub 3072R/12B9E0B3 2003-03-06
   Key fingerprint = 85D8 6A49 22C7 6CD9 B011 5D6A 5691 111B 12B9 E0B3
uid          Stefan Walter <stefan@freebsd.org>
uid          Stefan Walter <sw@gegenunendlich.de>
sub 3072R/6D35457A 2003-03-06
```


D.3.332. Kai Wang <kaiw@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/AEB910EB 2006-09-27
    Key fingerprint = 3534 10A3 F143 B760 EF3E BEDF 8509 6A06 AEB9 10EB
uid      Kai Wang <kaiw@FreeBSD.org>
uid      Kai Wang <kaiw@student.chalmers.se>
uid      Kai Wang <kaiwang27@gmail.com>
uid      Kai Wang <kaiw27@gmail.com>
sub 2048g/1D5AA4DD 2006-09-27

```

D.3.333. Adam Weinberger <adamw@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/42C743FD 2002-10-12 Adam Weinberger <adam@vectors.cx>
    Key fingerprint = A980 3F2E 80A8 9619 9D1C 82E8 A3C2 8CD9 42C7 43FD
sub 1024g/15D67628 2002-10-12

```

D.3.334. Peter Wemm <peter@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/7277717F 2003-12-14 Peter Wemm <peter@wemm.org>
    Key fingerprint = 622B 2282 E92B 3BAB 57D1 A417 1512 AE52 7277 717F
uid      Peter Wemm <peter@FreeBSD.ORG>
sub 1024g/8B40D9D1 2003-12-14
pub 1024R/D89CE319 1995-04-02 Peter Wemm <peter@netplex.com.au>
    Key fingerprint = 47 05 04 CA 4C EE F8 93 F6 DB 02 92 6D F5 58 8A
uid      Peter Wemm <peter@perth.dialix.oz.au>
uid      Peter Wemm <peter@haywire.dialix.com>

```

D.3.335. Nathan Whitehorn <nwhitehorn@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/FC118258 2008-07-03
    Key fingerprint = A399 BEA0 8D2B 63B3 47B5 056D 8513 5B96 FC11 8258
uid      Nathan Whitehorn <nwhitehorn@freebsd.org>
uid      Nathan Whitehorn <nwhitehorn@icecube.wisc.edu>
uid      Nathan Whitehorn <nwhitehorn@physics.wisc.edu>
uid      Nathan Whitehorn <whitehorn@wisc.edu>
sub 2048g/EDB55363 2008-07-03

```

D.3.336. Martin Wilke <miwi@FreeBSD.org>

```

pub 1024D/B1E6FCE9 2009-01-31
    Key fingerprint = C022 7D60 F598 8188 2635 0F6E 74B2 4884 B1E6 FCE9
uid      Martin Wilke <miwi@FreeBSD.org>
sub 4096g/096DA69D 2009-01-31

```

D.3.337. Nate Williams <nate@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/C2AC6BA4 2002-01-28 Nate Williams (FreeBSD) <nate@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = 8EE8 5E72 8A94 51FA EA68 E001 FFF9 8AA9 C2AC 6BA4
sub 1024g/03EE46D2 2002-01-28
```

D.3.338. Steve Wills <swills@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/207B1BA1 2010-09-02 [expires: 2011-09-02]
   Key fingerprint = 98FA 414A 5C2A 0EF9 CFD0 AD0D F5CF 62B3 207B 1BA1
uid Steve Wills <swills@freebsd.org>
uid Steve Wills <steve@mouf.net>
sub 2048R/E9B254FD 2010-09-02 [expires: 2011-09-02]
```

D.3.339. Thomas Wintergerst <twinterg@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/C45CB978 2006-01-08
   Key fingerprint = 04EE 8114 7C6D 22CE CDC8 D7F8 112D 01DB C45C B978
uid Thomas Wintergerst <twinterg@gmx.de>
uid Thomas Wintergerst <twinterg@freebsd.org>
uid Thomas Wintergerst
uid Thomas Wintergerst <thomas.wintergerst@nord-com.net>
uid Thomas Wintergerst <thomas.wintergerst@materna.de>
sub 2048g/3BEBEF8A 2006-01-08
sub 1024D/8F631374 2006-01-08
sub 2048g/34F631DC 2006-01-08
```

D.3.340. Garrett Wollman <wollman@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/0B92FAEA 2000-01-20 Garrett Wollman <wollman@FreeBSD.org>
   Key fingerprint = 4627 19AF 4649 31BF DE2E 3C66 3ECF 741B 0B92 FAEA
sub 1024g/90D5EBC2 2000-01-20
```

D.3.341. Jörg Wunsch <joerg@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/69A85873 2001-12-11 Joerg Wunsch <j@uriah.heep.sax.de>
   Key fingerprint = 5E84 F980 C3CA FD4B B584 1070 F48C A81B 69A8 5873
pub 1024D/69A85873 2001-12-11 Joerg Wunsch <j@uriah.heep.sax.de>
uid Joerg Wunsch <joerg_wunsch@interface-systems.de>
uid Joerg Wunsch <joerg@FreeBSD.org>
uid Joerg Wunsch <j@ida.interface-business.de>
sub 1024g/21DC9924 2001-12-11
```

D.3.342. David Xu <davidxu@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/48F2BDAB 2006-07-13 [expires: 2009-07-12]
    Key fingerprint = 7182 434F 8809 A4AF 9AE8 F1B5 12F6 3390 48F2 BDAB
uid David Xu <davidxu@freebsd.org>
sub 4096g/ED7DB38A 2006-07-13 [expires: 2009-07-12]
```

D.3.343. Maksim Yevmenkin <emax@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/F050D2DD 2003-10-01 Maksim Yevmenkin <m_evmenkin@yahoo.com>
    Key fingerprint = 8F3F D359 E318 5641 8C81 34AD 791D 53F5 F050 D2DD
```

D.3.344. Bjoern A. Zeeb <bz@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/3CCF1842 2007-02-20
    Key fingerprint = 1400 3F19 8FEF A3E7 7207 EE8D 2B58 B8F8 3CCF 1842
uid Bjoern A. Zeeb <bz@zabbadoz.net>
uid Bjoern A. Zeeb <bzeeb@zabbadoz.net>
uid Bjoern A. Zeeb <bz@FreeBSD.org>
uid Bjoern A. Zeeb <bzeeb-lists@lists.zabbadoz.net>
sub 4096g/F36BDC5D 2007-02-20
```

D.3.345. Alexey Zelkin <phantom@FreeBSD.org>

```
pub 1024D/9196B7D9 2002-01-28 Alexey Zelkin <phantom@FreeBSD.org>
    Key fingerprint = 4465 F2A4 28C1 C2E4 BB95 1EA0 C70D 4964 9196 B7D9
sub 1024g/E590ABA4 2002-01-28
```

D.3.346. Sepherosa Ziehau <sephe@FreeBSD.org>

```
pub 2048R/3E51FB42 2005-10-21
    Key fingerprint = 5F47 3861 7ABA 8773 9E32 0474 5C33 841C 3E51 FB42
uid Sepherosa Ziehau (freebsd) <sephe@freebsd.org>
uid Sepherosa Ziehau (sephe) <sepherosa@gmail.com>
sub 2048R/7AA31321 2005-10-21
```

FreeBSD begrippenlijst

Deze begrippenlijst bevat de termen en acroniemen die binnen de FreeBSD gemeenschap en documentatie worden gebruikt.

A

ACL

Zie: Toegangscontrole Lijst

ACPI

Zie: Advanced Configuration and Power Interface

AMD

Zie: Automatic Mount Daemon

AML

Zie: ACPI Machinetaal

API

Zie: Application Programming Interface

APIC

Zie: Advanced Programmable Interrupt Controller

APM

Zie: Advanced Power Management (Geavanceerd Energie Beheer)

APOP

Zie: Authenticated Post Office Protocol

ASL

Zie: ACPI Brontaal

ATA

Zie: Advanced Technology Attachment

ATM

Zie: Asynchronous Transfer Mode

ACPI Machinetaal

Pseudocode die wordt geïnterpreteerd door een “virtual machine” binnen een ACPI-compliant besturingssysteem die een laag biedt tussen de onderliggende hardware en de gedocumenteerde interface van het OS.

ACPI Brontaal

De programmeertaal AML is hierin geschreven.

Toegangscontrole Lijst

Een lijst toestemmingen gekoppeld aan een object, meestal òfwel een bestand òfwel een netwerkkapparaat.

Advanced Configuration and Power Interface

Een specificatie die een abstractie biedt van de interface die de hardware aan het besturingssysteem biedt, zodat het besturingssysteem niets hoeft te weten over de onderliggende hardware om er het maximale uit te halen. ACPI is een evolutie en opvolger van de functionaliteit die daarvoor door APM, PNPBIOS en andere technologieën werd geleverd en faciliteert in de controle van stroomverbruik, de slaapstand, het in- en uitschakelen van apparaten, etc.

Application Programming Interface

Een verzameling procedures, protocollen en gereedschappen dat de canonieke interactie van één of meer programmadelen specificeert; hoe, wanneer en waarom ze samenwerken, en welke gegevens ze delen of bewerken.

Advanced Power Management (Geavanceerd Energie Beheer)

Een API dat het besturingssysteem in staat stelt om samen te werken met het BIOS om zo energiebeheer na te streven. APM is voor de meeste toepassingen ingehaald door de veel generiekere en krachtigere ACPI-specificatie.

Advanced Programmable Interrupt Controller

Advanced Technology Attachment

Asynchronous Transfer Mode

Authenticated Post Office Protocol

Automatic Mount Daemon

Een daemon die automatisch een bestandssysteem mount als een bestand of map wordt geraadpleegd.

B

BAR

Zie: Base Address Register

BIND

Zie: Berkeley Internet Name Domain

BIOS

Zie: Basic Input/Output System

BSD

Zie: Berkeley Software Distributie

Base Address Register

De registers die bepalen op welk adresbereik een PCI-apparaat zal reageren.

Basic Input/Output System

De definitie van BIOS hangt enigszins af van de context. Sommige mensen verwijzen ernaar als de ROM-chip met een basisverzameling routines om een interface tussen software en hardware te bieden. Anderen verwijzen ernaar als de verzameling routines die de chip bevat die helpen het systeem op te starten. Sommigen kunnen er ook naar verwijzen als het scherm dat gebruikt wordt om het opstartproces te configureren. Het BIOS is PC-specifiek maar andere systemen hebben iets soortgelijks.

Berkeley Internet Name Domain

Een implementatie van de DNS protocollen.

Berkeley Software Distributie

Deze naam heeft de Computer Systems Research Group (CSRG) van de The University of California in Berkeley (<http://www.berkeley.edu>) gegeven aan de verbeteringen en aanpassingen die ze hebben gemaakt aan AT&T's 32V UNIX. FreeBSD is een afstammeling van het werk van de CSRG.

Bikeshed Building

Een fenomeen waar blijkt dat veel mensen een mening geven over een eenvoudig onderwerp terwijl er weinig of geen discussie ontstaat over een complex onderwerp. Op FAQ (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/books/faq/misc.html#BIKESHED-PAINTING) is meer te lezen over het ontstaan van de term.

C

CD

Zie: Carrier Detect

CHAP

Zie: Challenge Handshake Authentication Protocol

CLIP

Zie: Classical IP over ATM

COFF

Zie: Common Object File Format

CPU

Zie: Central Processing Unit (Centrale Verwerkingseenheid)

CTS

Zie: Clear To Send

CVS

Zie: Concurrent Versions System

Carrier Detect

Een RS232C signaal dat aangeeft dat er een drager is ontdekt.

Central Processing Unit (Centrale Verwerkingseenheid)

Ook bekend als de processor. Dit zijn de hersenen van de computer waar alle berekeningen plaatsvinden. Er zijn een aantal verschillende architecturen met verschillende instructieverzamelingen. Onder de bekendere bevinden zich de Intel-x86 en afgeleiden, Sun SPARC, PowerPC, en Alpha.

Challenge Handshake Authentication Protocol

Een methode om een gebruiker te authenticeren, gebaseerd op een geheim gedeeld tussen de cliënt en de server.

Classical IP over ATM

Clear To Send

Een RS232C signaal dat het andere systeem toestemming geeft om gegevens te sturen.

Zie ook: Request To Send.

Common Object File Format

Concurrent Versions System

Een versiebeheersysteem, dat een methode biedt om te werken met vele verschillende revisies van bestanden en deze bij te houden. CVS biedt de mogelijkheid om individuele veranderingen te extraheren, samen te voegen, en terug te draaien, en het biedt de mogelijkheid om bij te houden welke veranderingen waren gemaakt, door wie en om welke reden.

D

DAC

Zie: Discretionary Access Control

DDB

Zie: Debugger

DES

Zie: Data Encryption Standard

DHCP

Zie: Dynamic Host Configuration Protocol

DNS

Zie: Domain Name System

DSDT

Zie: Differentiated System Description Table

DSR

Zie: Data Set Ready

DTR

Zie: Data Terminal Ready

DVMRP

Zie: Distance-Vector Multicast Routing Protocol

Discretionary Access Control

Data Encryption Standard

Een methode om informatie te versleutelen, traditioneel gebruikt als de methode om UNIX-wachtwoorden te versleutelen en als de functie crypt(3).

Data Set Ready

Een RS232C signaal verzonden van het modem naar de computer of terminal om een bereidheid om gegevens te versturen en te ontvangen aan te geven.

Zie ook: Data Terminal Ready.

Data Terminal Ready

Een RS232C signaal verzonden van de computer of terminal naar het modem om een bereidheid om gegevens te versturen en ontvangen aan te geven.

Debugger

Een interactieve in-kernel faciliteit om de toestand van een systeem te onderzoeken, vaak gebruikt nadat een systeem gecrasht is om de gebeurtenissen rondom de storing te bepalen.

Differentiated System Description Table

Een ACPI tabel die basisconfiguratie-informatie over het basissysteem biedt.

Distance-Vector Multicast Routing Protocol

Domain Name System

Het systeem dat menselijk leesbare hostnamen (i.e. mail.example.net) omzet in Internetadressen en andersom.

Dynamic Host Configuration Protocol

Een protocol dat dynamisch IP-adressen aan een computer (host) toekent wanneer het er een vraagt van de server. De adrestoekenning wordt een “lease” genoemd.

E

ECOFF

Zie: Extended COFF

ELF

Zie: Executable and Linking Format

ESP

Zie: Encapsulated Security Payload

Encapsulated Security Payload

Executable and Linking Format

Extended COFF

F

FADT

Zie: Fixed ACPI Description Table

FAT

Zie: File Allocation Table

FAT16

Zie: File Allocation Table (16-bit)

FTP

Zie: File Transfer Protocol

File Allocation Table

File Allocation Table (16-bit)

File Transfer Protocol

Een lid van de familie van hoogniveau protocollen geïmplementeerd bovenop TCP dat gebruikt kan worden om bestanden over een TCP/IP netwerk te versturen.

Fixed ACPI Description Table

G

GUI

Zie: Grafische Gebruikersinterface

Giant

De naam van het wederzijdse uitsluitingsmechanisme (een `sleep mutex`) die veel kernelbronnen beschermt. Hoewel in de dagen dat er op een machine maar enkele tientallen processen draaiden, er één netwerkkaart in zat en echt maar één processor, een eenvoudig sleutelmechanisme toereikend was, is het in de huidige tijden een onaanvaardbare beperking voor prestaties. FreeBSD ontwikkelaars werken actief om het te vervangen door sloten die individuele bronnen beschermen waardoor er meer ruimte komt voor parallelisme voor zowel machines met één als meerdere processoren.

Grafische Gebruikersinterface

Een systeem waarin gebruiker en computer interacteren door middel van afbeeldingen.

H

HTML

Zie: HyperText Markup Language

HUP

Zie: HangUp

HangUp

HyperText Markup Language

De opmaaktaal voor webpagina's.

I

I/O

Zie: Invoer/Uitvoer

IASL

Zie: Intel's ASL compiler

IMAP

Zie: Internet Message Access Protocol

IP

Zie: Internet Protocol

IPFW

Zie: IP Firewall

IPP

Zie: Internet Printing Protocol

IPv4

Zie: IP Versie 4

IPv6

Zie: IP Versie 6

ISP

Zie: Internet Service Provider

IP Firewall

IP Versie 4

Versie 4 van het IP protocol, dat 32 bits gebruikt voor adressering. Deze versie wordt nog steeds het meest gebruikt, maar het wordt langzaam vervangen door IPv6.

Zie ook: IP Versie 6.

IP Versie 6

Het nieuwe IP protocol. Uitgevonden omdat de adresruimte in IPv4 opdraakt. Gebruikt 128 bits voor adressering.

Invoer/Uitvoer

Intel's ASL compiler

Intel's compiler voor de conversie van ASL naar AML.

Internet Message Access Protocol

Een protocol om emailberichten op een mailserver te benaderen, gekarakteriseerd doordat de berichten normaliter op de server worden gehouden in tegenstelling tot te worden gedownload naar de mailleescliënt.

Internet Printing Protocol

Internet Protocol

Het pakketverstuurprotocol dat het basisprotocol op het Internet is. Oorspronkelijk ontwikkeld op het Ministerie van Defensie van de Verenigde Staten en een extreem belangrijk deel van de TCP/IP stack. Zonder het Internet Protocol zou het Internet niet zijn geworden wat het vandaag is. Zie voor meer informatie RFC 791 (<ftp://ftp.rfc-editor.org/in-notes/rfc791.txt>).

Internet Service Provider

Een bedrijf dat toegang biedt tot het Internet.

K

KAME

Japans voor “schildpad”. De term KAME wordt in computerkringen gebruikt om te verwijzen naar het KAME Project (<http://www.kame.net/>), dat werkt aan de implementatie van IPv6.

KDC

Zie: Key Distribution Center (Sleutel Distributiecentrum)

KLD

Zie: Kernel ld(1)

KSE

Zie: Kernel Planningsentiteiten

KVA

Zie: Kernel Virtueel Adres

Kbps

Zie: Kilo Bits Per Seconde

Kernel ld(1)

Een methode om dynamisch functionaliteit in een FreeBSD-kernel te laden zonder het systeem opnieuw te starten.

Kernel Planningsentiteiten

Een door de kernel ondersteund threading systeem. Op de project homepage (<http://www.FreeBSD.org/kse>) staan meer details.

Kernel Virtueel Adres

Key Distribution Center (Sleutel Distributiecentrum)

Kilo Bits Per Seconde

Gebruikt om bandbreedte te meten (hoeveel gegevens kunnen een gegeven punt in een gespecificeerde hoeveelheid tijd passeren). Alternatieven voor de Kilo prefix omvatten Mega, Giga, Tera, enzovoorts.

L

LAN

Zie: Local Area Network (Lokaal Netwerk)

LOR

Zie: Lock Order Reversal

LPD

Zie: Line Printer Daemon (Lijnprinter Daemon)

Line Printer Daemon (Lijnprinter Daemon)

Local Area Network (Lokaal Netwerk)

Een netwerk gebruik in een lokaal gebied, bijvoorbeeld kantoor, huis, enzovoorts.

Lock Order Reversal

De FreeBSD kernel gebruikt een aantal bronsloten om tussen die bronnen te bemiddelen. In de FreeBSD current kernels zit een run-time slotdiagnosesysteem, witness(4), dat in release versies wordt verwijderd, waarmee potentiële deadlocks vanwege slotfouten opgespoord kunnen worden. witness(4) is redelijk conservatief en daarom zijn vals-positieven mogelijk. Een echte positief geeft aan dat “in het slechtste geval op dat punt een deadlock had plaatsgevonden.”.

Echte positieve LOR's worden meestal snel opgelost, dus is het verstandig
<http://lists.FreeBSD.org/mailman/listinfo/freebsd-current> en Voorgekomen LOR's Seen
(<http://sources.zabbadoz.net/freebsd/lor.html>) te bekijken alvorens te mailen naar mailinglijsten.

M

MAC

Zie: Mandatory Access Control

MADT

Zie: Multiple APIC Description Table

MFC

Zie: Merge From Current (Samenvoegen vanuit Current)

MFP4

Zie: Merge From Perforce (Samenvoegen vanuit Perforce)

MFS

Zie: Merge From Stable (Samenvoegen vanuit Stable)

MIT

Zie: Massachusetts Institute of Technology

MLS

Zie: Multi-Level Security (Meerlaagse Beveiliging)

MOTD

Zie: Message Of The Day (Bericht van de Dag)

MTA

Zie: Mail Transfer Agent

MUA

Zie: Mail User Agent

Mail Transfer Agent

Een toepassing gebruikt om email te versturen. Een MTA maakte traditioneel deel uit van het basissysteem van BSD. Tegenwoordig zit Sendmail in het basissysteem, maar er zijn vele andere MTAs, zoals postfix, qmail en Exim.

Mail User Agent

Een toepassing die door gebruikers wordt gebruikt om email af te beelden en te schrijven.

Mandatory Access Control

Massachusetts Institute of Technology

Merge From Current (Samenvoegen vanuit Current)

Functionaliteit of een patch samenvoegen vanuit de -CURRENT tak of een andere, meestal -STABLE.

Merge From Perforce (Samenvoegen vanuit Perforce)

Het samenvoegen van functionaliteit of een patch vanuit het Perforce repository naar de -CURRENT tak.

Zie ook: Perforce.

Merge From Stable (Samenvoegen vanuit Stable)

In het FreeBSD ontwikkelproces wordt een wijziging gecommitt in de -CURRENT tak om deze te testen voordat deze wordt samengevoegd naar -STABLE. In bijzondere gevallen gaat een wijziging eerst naar -STABLE en wordt dan pas samengevoegd naar -CURRENT.

Deze term wordt ook gebruikt als een patch wordt samengevoegd uit -STABLE naar een beveiligingstak.

Zie ook: Merge From Current (Samenvoegen vanuit Current) .

Message Of The Day (Bericht van de Dag)

Een bericht, meestal getoond bij aanmelden, dat vaak gebruikt wordt om informatie aan gebruikers te geven.

Multi-Level Security (Meerlaagse Beveiliging)

Multiple APIC Description Table

N

NAT

Zie: Network Address Translation (Netwerkadresvertaling)

NDISulator

Zie: Project Evil

NFS

Zie: Network File System (Netwerkbestandssysteem)

NTFS

Zie: New Technology File System (Nieuwe Technologie Bestandssysteem)

NTP

Zie: Network Time Protocol (Netwerk Tijdprotocol)

Network Address Translation (Netwerkadresvertaling)

Een techniek waarbij IP pakketten worden herschreven tijdens de weg door een gateway, zodat vele machines achter de gateway effectief een enkel IP adres kunnen delen.

Network File System (Netwerkbestandssysteem)

New Technology File System (Nieuwe Technologie Bestandssysteem)

Een bestandssysteem dat door Microsoft is ontwikkeld en beschikbaar is voor haar “New Technology” besturingssystemen als Windows 2000, Windows NT en Windows XP.

Network Time Protocol (Netwerk Tijdprotocol)

Een middel om klokken over een netwerk te synchroniseren.

O

OBE

Zie: Overtaken By Events

ODMR

Zie: On-Demand Mail Relay

OS

Zie: Operating System (Besturingssysteem)

On-Demand Mail Relay

Operating System (Besturingssysteem)

Een verzameling programma's, bibliotheken en gereedschappen die toegang geeft tot de hardwarebronnen van een computer. Tegenwoordig variëren besturingssystemen van simplistische ontwerpen die slechts één programma tegelijk kunnen draaien dat slechts één apparaat benadert, tot volledige meergebruikers-, meertaaks- en meerprocessystemen, waarbij elk van hen tientallen verschillende toepassingen draaien.

Overtaken By Events

Geeft aan dat een voorgestelde verandering (zoals een Problem Report of een feature request) niet langer relevant of van toepassing is vanwege bijvoorbeeld veranderingen aan FreeBSD, wijzigingen in netwerkstandaarden, overbodig worden van hardware, enzovoort.

P

p4

Zie: Perforce

PAE

Zie: Physical Address Extensions (Fysieke Adresuitbreidingen)

PAM

Zie: Pluggable Authentication Modules

PAP

Zie: Password Authentication Protocol (Wachtwoord Authenticatieprotocol)

PC

Zie: Personal Computer

PCNSFD

Zie: Personal Computer Network File System Daemon (PC Netwerkbestandssysteem Daemon)

PDF

Zie: Portable Document Format

PID

Zie: Proces ID

POLA

Zie: Principle Of Least Astonishment (Principe van Kleinste Verbazing)

POP

Zie: Post Office Protocol

POP3

Zie: Post Office Protocol Version 3

PPD

Zie: PostScript Printer Description

PPP

Zie: Point-to-Point Protocol

PPPoA

Zie: PPP over ATM

PPPoE

Zie: PPP over Ethernet

PPP over ATM

PPP over Ethernet

PR

Zie: Problem Report

PXE

Zie: Preboot eXecution Environment

Password Authentication Protocol (Wachtwoord Authenticatieprotocol)

Perforce

Een broncodebeheerproduct gemaakt door Perforce Software (<http://www.perforce.com/>) dat geavanceerder is dan CVS. Hoewel niet opensource, is het kosteloos te gebruiken voor opensourceprojecten zoals FreeBSD.

Sommige FreeBSD-ontwikkelaars gebruiken een Perforce repository als een ontwikkelgebied voor code die te experimenteel voor de -CURRENT tak wordt geacht.

Personal Computer

Personal Computer Network File System Daemon (PC Netwerkbestandssysteem Daemon)

Physical Address Extensions (Fysieke Adresuitbreidingen)

Een methode voor het inschakelen van toegang tot 64 GB RAM op systemen die fysieke een 32-bit brede adresruimte hebben (en daarom zonder PAE een limiet van 4 GB zouden hebben).

Pluggable Authentication Modules

Point-to-Point Protocol

Pointy Hat (Punthoed)

Een mythisch hoofddeksel dat rondgaat tussen FreeBSD committers die een kapotte build veroorzaken, aflopende revisienummers veroorzaken of op een andere manier problemen veroorzaken in de broncode. Alle committers who breaks the build, makes revision numbers go backwards, or creates any other kind of havoc in

the source base. Alle committers die ook maar iets waard zijn, hebben meestal snel een kast vol. Het gebruik is (bijna altijd) grappig bedoeld.

Portable Document Format

Post Office Protocol

Zie ook: Post Office Protocol Version 3.

Post Office Protocol Version 3

Een protocol om emailberichten op een mailserver te benaderen, gekarakteriseerd doordat berichten normaliter worden gedownload van de server naar de cliënt, in tegenstelling tot op de server te blijven staan.

Zie ook: Internet Message Access Protocol.

PostScript Printer Description

Preboot eXecution Environment

Principle Of Least Astonishment (Principe van Kleinste Verbazing)

In de evolutie van FreeBSD moeten zichtbare wijzigingen voor gebruikers vooral geen grote verrassing zijn. Het willekeurig reorganiseren van bijvoorbeeld de opstartvariabelen van het systeem in `/etc/defaults/rc.conf` is in strijd met POLA. Ontwikkelaart houden rekening met POLA bij het uitvoeren van systeemwijzigingen die zichtbaar zijn voor gebruikers.

Problem Report

Een beschrijving van een probleem dat gevonden is in òfwel de broncode òfwel de documentatie van FreeBSD. Zie Writing FreeBSD Problem Reports (http://www.FreeBSD.org/doc/en_US.ISO8859-1/articles/problem-reports/index.html).

Proces ID

Een nummer dat bij een uniek proces op een systeem hoort, waarmee het geïdentificeerd kan worden en ervoor zorgt dat er acties op uitgevoerd kunnen worden.

Project Evil

De werktitel van de NDISulator, geschreven door Bill Paul, die het zo heeft genoemd omdat het zo verschrikkelijk is, vanuit een filosofisch standpunt, dat een dergelijk iets nodig is. De NDISulator is een speciale module voor compatibiliteit met Microsoft Windows NDIS miniport netwerkstuurprogramma's voor FreeBSD/i386. Dit is meestal de enige manier om kaarten te gebruiken waarvoor de broncode voor het stuurprogramma niet openbaar is. Meer is te vinden in `src/sys/compat/ndis/subr_ndis.c`.

R**RA**

Zie: Router Advertisement

RAID

Zie: Redundant Array of Inexpensive Disks

RAM

Zie: Random Access Memory

RD

Zie: Received Data

RFC

Zie: Request For Comments

RISC

Zie: Reduced Instruction Set Computer

RPC

Zie: Remote Procedure Call

RS232C

Zie: Recommended Standard 232C

RTS

Zie: Request To Send

Random Access Memory**Revision Control System**

Het *Revision Control System* (RCS) is een van de oudste software-pakketten dat “revisie-beheer” voor platte bestanden implementeert. Het voorziet in het opslaan, ophalen, archiveren, loggen, identificeren en samenvoegen van meerdere revisies voor elk bestand. RCS bestaat uit vele kleine samenwerkende

gereedschappen. Het mist sommige eigenschappen die in modernere revisie-controlesystemen zoals CVS of Subversion zitten, maar het is erg eenvoudig om te installeren, configureren, en gebruiken voor een klein aantal bestanden. Implementaties van RCS zijn in elk groot UNIX-achtig besturingssysteem aanwezig.

Zie ook: Concurrent Versions System, Subversion.

Received Data

Een RS232C pin of draad waarop gegevens worden ontvangen.

Zie ook: Transmitted Data.

Recommended Standard 232C

Een standaard voor communicatie tussen seriële apparaten.

Reduced Instruction Set Computer

Een benadering van processorontwerp waarbij de bewerkingen die de hardware kan uitvoeren versimpeld en zo generiek mogelijk zijn. Dit kan leiden tot lager energieverbruik, minder transistors en in sommige gevallen, betere prestaties en verhoogde codedichtheid. Voorbeelden van RISC processoren omvatten de Alpha, SPARC, ARM, en PowerPC.

Redundant Array of Inexpensive Disks

Remote Procedure Call

repocopy

Zie: Repository Copy

Repository Copy

Het direct kopiëren van bestanden binnen het CVS repository.

Zonder een repocopy, als een bestand gekopieerd of verplaatst moest worden, zou de committer `cvs add` draaien om het bestand op de nieuwe plaats te zetten, en vervolgens `cvс rm` op het oude bestand als de oude kopie werd verwijderd.

Het nadeel van deze methode is dat de geschiedenis (i.e. de ingangen in de CVS logs) van het bestand niet gekopieerd werd naar de nieuwe plaats. Aangezien het FreeBSD Project deze geschiedenis zeer bruikbaar acht, wordt in plaats hiervan vaak een repocopy gebruikt. Dit is een proces waarbij een van de repository meesters de bestanden direct binnen het repository kopiëren, in plaats van het programma `cvс(1)` te gebruiken.

Request For Comments

Een verzameling documenten die Internetstandaarden, protocollen, enzovoorts definiëren. Zie www.rfc-editor.org (<http://www.rfc-editor.org/>).

Ook gebruikt als algemene term wanneer iemand een verandering voorstelt en terugkoppeling wil.

Request To Send

Een RS232C signaal dat verzoekt dat het verre systeem begint met het versturen van gegevens.

Zie ook: Clear To Send.

Router Advertisement

S

SCI

Zie: System Control Interrupt

SCSI

Zie: Small Computer System Interface

SG

Zie: Signal Ground

SMB

Zie: Server Message Block

SMP

Zie: Symmetric MultiProcessor

SMTP

Zie: Simple Mail Transfer Protocol

SMTP AUTH

Zie: SMTP Authentication

SSH

Zie: Secure Shell

STR

Zie: Suspend To RAM

SVN

Zie: Subversion

SMTP Authentication

Server Message Block

Signal Ground

Een RS232 pin of draad die de aardereferentie voor het signaal is.

Simple Mail Transfer Protocol

Secure Shell

Small Computer System Interface

Subversion

Subversion is een versiebeheersysteem, vergelijkbaar met CVS, maar met een uitgebreidere lijst mogelijkheden.

Zie ook: Concurrent Versions System.

Suspend To RAM

Symmetric MultiProcessor

System Control Interrupt

T

TCP

Zie: Transmission Control Protocol

TCP/IP

Zie: Transmission Control Protocol/Internet Protocol

TD

Zie: Transmitted Data

TFTP

Zie: Trivial FTP

TGT

Zie: Ticket-Granting Ticket

TSC

Zie: Time Stamp Counter

Ticket-Granting Ticket

Time Stamp Counter

Een “profiling counter” die in moderne Pentium processoren zit die het aantal kloktikken telt van de kernfrequentie.

Transmission Control Protocol

Een protocol dat bovenop (b.v.) het IP protocol zit en garandeert dat pakketten in een betrouwbare en ordelijke manier worden afgeleverd.

Transmission Control Protocol/Internet Protocol

De term oor de combinatie van het TCP protocol dat over het IP protocol draait. Veel van het Internet draait op TCP/IP.

Transmitted Data

Een RS232C pin of draad waarover gegevens worden verstuurd.

Trivial FTP

U

UDP

Zie: User Datagram Protocol

UFS1

Zie: Unix File System Version 1

UFS2

Zie: Unix File System Version 2

UID

Zie: User ID

URL

Zie: Uniform Resource Locator

USB

Zie: Universal Serial Bus

Uniform Resource Locator

Een methode om een bron aan te wijzen, zoals een document op het Internet en een manier om die bron te identificeren.

Unix File System Version 1

Het originele bestandssysteem van UNIX, soms het Berkeley Fast File System genoemd.

Unix File System Version 2

Een uitbreiding op UFS1, geïntroduceerd in FreeBSD 5-CURRENT. UFS2 voegt blokpointers van 64 bits (hiermee de 1T-grens doorbrekende), ondersteuning voor uitgebreide opslag van bestanden en andere mogelijkheden toe.

Universal Serial Bus

Een hardware-standaard die gebruikt wordt om een grote verscheidenheid aan computerapparatuur met een universele interface te verbinden.

User ID

Een uniek nummer dat wordt toegewezen aan een gebruiker of een computer waarmee bronnen en rechten die zijn toegewezen kunnen worden geïdentificeerd.

User Datagram Protocol

Een simpel, onbetrouwbaar datagramprotocol dat gebruikt wordt om gegevens op een TCP/IP-netwerk uit te wisselen. UDP biedt geen foutcontrole en -correctie zoals TCP dat doet.

V

VPN

Zie: Virtual Private Network

Virtual Private Network

Een manier om een publieke telecommunicatie zoals het Internet te gebruiken om toegang op afstand aan een gelokaliseerd netwerk, zoals een bedrijfs-LAN, te bieden.

Colofon

Dit boek bevat het gecombineerde werk van honderden vrijwilligers die bijdragen aan “Het FreeBSD Documentatie Project”. De tekst is geschreven in SGML volgens de DocBook DTD en wordt vanuit SGML geformatteerd naar vele verschillende presentatieformaten met gebruik van de open source DSSSL engine **Jade**. De presentatie-instructies voor **Jade** zijn verkregen door uitbreiding van Norm Walsh’s DSSSL stijlbladen. De gedrukte versie van dit boek was niet mogelijk geweest zonder Donald Knuth’s \TeX typesetting taal, Leslie Lamport’s \LaTeX , of Sebastian Rahtz’s **JadeTeX** macropakket.