

X . s y s t e m s . p r e s s

X.systems.press ist eine praxisorientierte
Reihe zur Entwicklung und Administration von
Betriebssystemen, Netzwerken und Datenbanken.

Rolf Dietze · Tatjana Heuser · Jörg Schilling

OpenSolaris

für Anwender, Administratoren und Rechenzentren

Von den ersten Schritten bis zum
produktiven Betrieb auf Sparc, PC und
PowerPC basierten Plattformen

Mit 255 Abbildungen und 96 Tabellen

Rolf Dietze

Mainzer Str. 6
10715 Berlin
rmd@dietze-consulting.de

Tatjana Heuser

Ettaler Str. 2
10777 Berlin
theuser@orbit.in-berlin.de

Jörg Schilling

Seestr. 110
13353 Berlin
schilling@fokus.fraunhofer.de

dhs@opensolaris.in-berlin.de
errata@opensolaris.in-berlin.de
www.opensolaris.in-berlin.de

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISSN 1611-8618

ISBN-10 3-540-29236-5 Springer Berlin Heidelberg New York

ISBN-13 978-3-540-29236-4 Springer Berlin Heidelberg New York

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media
springer.de

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006
Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Text und Abbildungen wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet. Verlag und Autor können jedoch für eventuell verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Satz: druckfertige Daten durch die Autoren
Herstellung: LE-TEX, Jelonek, Schmidt & Vöckler GbR, Leipzig
Umschlaggestaltung: KünkelLopka Werbeagentur, Heidelberg
Gedruckt auf säurefreiem Papier 33/3142 YL – 5 4 3 2 1 0

Inhaltsverzeichnis

Teil I Intro

1	Einführung	3
1.1	Zur Reihenfolge der Kapitel	5
1.2	Material und Arbeitsumgebung	6
1.3	Danksagung	6
1.4	Konventionen	7
1.5	Begleitendes Material und Errata	7
2	Die Geschichte von OpenSolaris	9
2.1	OPENSOLARIS ist keine Betriebssystemdistribution	10
2.2	Unterschiede der OPENSOLARIS-basierten Distributionen	11
2.3	Was OPENSOLARIS heute ist	11
2.4	Wie OPENSOLARIS entstand	12
2.5	Geschichtliche und rechtliche Hintergründe	12
2.6	Geplante weitere OpenSource Projekte von Sun	13
2.7	Sun's Einstellung zu OpenSource	14
3	Lizenzen	17
3.1	Die CDDL	17
3.2	COMMON DEVELOPMENT AND DISTRIBUTION LICENSE (CDDL)	17
3.3	Die Ziele der CDDL	24
3.3.1	<i>Das erste Kapitel der CDDL</i>	24
3.3.2	<i>Im zweiten Kapitel</i>	24
3.3.3	<i>Im dritten Kapitel</i>	25
3.3.4	<i>Im vierten Kapitel</i>	25
3.3.5	<i>Im fünften Kapitel</i>	25
3.3.6	<i>Im sechsten Kapitel</i>	25
3.3.7	<i>Im siebenten Kapitel</i>	26
3.3.8	<i>Das achte Kapitel</i>	26

3.3.9	<i>Das neunte Kapitel</i>	26
3.4	Häufig gestellte Fragen im Zusammenhang mit der CDDL	26
3.5	Ausblicke auf bereits laufende Projekte	28
3.6	Der “CDDL Header”	28

Teil II Konzepte und Grundlagen

4	Solaris Systemstart	33
4.1	Open Boot PROM	33
4.1.1	Grundkommandos	35
4.1.2	Lesen und Setzen von Variablen	36
4.1.3	Lesen und Setzen von (Boot)-Aliaseinträgen	38
4.1.4	Auflisten der Devicealiases	38
4.1.5	Setzen von Devicealiases	39
4.1.6	Setzen von Bootaliases, Menügesteuert	40
4.1.7	Devicepfade im OBP	41
4.1.8	OBP-Diagnose	46
4.1.9	Identifikationsstring, Bannerpage	47
4.2	x86-BIOS	49
4.3	SparcSolaris Systemboot	50
4.3.1	OBP Boot	51
4.3.2	Bootprogramm	51
4.3.3	Autokonfiguration	51
4.3.4	Kernel-Initialisierung	52
4.3.5	Starten der Systemdienste	52
	4.3.5.1 init	52
	4.3.5.2 smf	52
4.4	x86 Systemstart	53
4.5	x86 Systemstart bei älteren Systemen	54
4.6	Runlevel	55
4.6.1	Wechsel zwischen Runleveln	56
4.6.2	inittab	58
4.6.3	Start- und Stopscripte	59
4.7	Start der Systemdienste	63
4.7.1	Milestones	64
	4.7.1.1 Milestones in der Übersicht	65
	4.7.1.1.1 <i>milestone/name-services</i>	65
	4.7.1.1.2 <i>milestone/network</i>	66
	4.7.1.1.3 <i>milestone/devices</i>	66
	4.7.1.1.4 <i>milestone/single-user</i>	66
	4.7.1.1.5 <i>milestone/sysconfig</i>	67
	4.7.1.1.6 <i>milestone/multi-user</i>	67
	4.7.1.1.7 <i>milestone/multi-user-server</i>	68
	4.7.1.2 Systemstart unter SMF Verwaltung	68

4.7.1.3	Wechsel der Milestones	72
4.8	Systemboot Recovery	72
4.9	System Stop	73
4.9.1	<i>init(1M)</i>	73
4.9.2	<i>halt(1M)</i> , <i>poweroff</i>	73
4.9.3	<i>reboot(1M)</i>	74
4.9.4	<i>shutdown(1M)</i>	75
4.10	Übersicht zur manuellen Solarisinstallation	76
4.11	Automatisierte Installation von Solaris	78
4.11.1	Installserver	78
4.11.1.1	Funktion	79
4.11.1.2	Serverkomponenten	80
4.11.1.3	Ablauf der automatischen Installation	80
4.11.1.4	Installation Phase 1: Netzboot	81
4.11.1.5	Installation Phase 2: Installationsscripte	81
4.11.2	Konfigurationsdateien des Installservers	83
4.11.2.1	<i>/etc/hosts</i> und <i>/etc/ethers</i>	84
4.11.2.2	<i>/etc/bootparams</i>	84
4.11.2.3	Systemidentifikation: <i>sysidcfg</i>	85
4.11.2.4	Regel- und Klassenfiles	87
4.11.2.4.1	<i>rules.ok</i>	87
4.11.2.4.2	key-value Felder	89
4.11.2.4.3	key-Feld	89
4.11.2.4.4	value-Feld	89
4.11.2.4.5	Begin/End-Scripte	90
4.11.2.4.6	class-File	90
4.11.2.5	Test der Konfiguration	91
4.11.3	Installserver, Installation	93
4.11.3.1	Installation der Solaris Installserver-Software ..	93
4.11.3.2	Konfiguration von Clients	95
4.11.3.2.1	Start des Netz-Installboots	97
4.11.3.3	Fehlerdiagnose der beteiligten Dienste	97
4.11.3.3.1	arp/rarp	97
4.11.3.3.2	tftp	97
4.11.3.3.3	NFS	99
4.11.3.3.4	bootparams	99
4.11.4	Worksheet: Autoinstallserver	100
5	Festplatten und Filesysteme	103
5.1	Strukturen auf <i>raw devices</i>	104
5.1.1	Implementation des UNIX Filesystems, <i>ufs</i>	104
5.1.1.1	Der Superblock	105
5.1.1.2	Inodes	105
5.1.1.2.1	device nr	107
5.1.1.2.2	Inode nr	107

	5.1.1.2.3	file type	107
	5.1.1.2.4	mode	107
	5.1.1.2.5	user,group	108
	5.1.1.2.6	timestamps	108
	5.1.1.2.7	atime	108
	5.1.1.2.8	mtime	108
	5.1.1.2.9	ctime	109
	5.1.1.2.10	link count	109
	5.1.1.2.11	size	109
	5.1.1.2.12	block count	109
	5.1.1.2.13	Blocklisten	109
	5.1.1.2.14	direct blocks	109
	5.1.1.2.15	single indirect blocks	110
	5.1.1.2.16	double indirect blocks	111
	5.1.1.2.17	triple indirect blocks	111
	5.1.2	Loggendes Filesystem, ufs+	111
	5.1.3	Memory Filesystem (tmpfs)	112
5.2		Abbildung logischer Strukturen auf Filesystemebene	113
	5.2.1	Abbildung des dynamischen Kernels im Filesystem	114
	5.2.1.1	SOLARIS dynamischer Kernel	114
	5.2.1.2	<i>/etc/system</i>	116
	5.2.1.2.1	Fileformat <i>/etc/system</i>	116
	5.2.1.2.2	Auto-pty	117
	5.2.2	SOLARIS Device Filesystem	117
	5.2.2.1	Device Filesystem und Dynamische Rekonfiguration	118
	5.2.2.2	Konfigurationsdateien	120
	5.2.2.2.1	<i>/etc/name_to_major</i>	120
	5.2.2.2.2	<i>/etc/path_to_inst</i>	122
	5.2.2.2.3	<i>/etc/devlink.tab</i>	126
	5.2.2.2.4	Zugriffsrechte über <i>/etc/minor_perm</i>	127
	5.2.2.3	Abbildung im Filesystem	127
	5.2.2.4	Device Filesystem Management	128
	5.2.3	Prozeß Filesystem	129
	5.2.4	Contract Filesystem	130
	5.2.4.1	<i>ctrun(1)</i>	132
	5.2.4.2	<i>ctstat(1)</i>	134
	5.2.4.3	<i>ctwatch(1)</i>	135
	5.2.5	Kernel Object Filesystem	136
	5.2.6	Loopback Filesystem	136
	5.2.7	Translucent Filesystem (bis SUNOS 4.1.4)	138
5.3		NFS, Network Filesystem	139
	5.3.1	Begriffsdefinition	139
	5.3.2	Funktion	139
	5.3.3	NFS in SOLARIS Releases bis SOLARIS 9	140

5.3.4	NFS ab OPENSOLARIS	141
5.3.5	Nutzung des NFS Client Services	142
5.3.6	Volume Management Filesystem	143
5.4	Filesysteme für Wechselmedien und Datenaustausch	143
5.4.1	Universal Disk Format (UDF)	143
5.4.2	Das ISO-9660 Filesystem	144
5.4.3	Das FAT-Filesystem (pcfs)	146
5.5	Administration von Festplatten	147
5.5.1	Formatierung und Partitionierung	147
5.5.2	<i>format.dat</i>	152
5.5.3	Label per Commandline	153
5.5.4	Hinzufügen und Entfernen	155
5.6	Administration von Filesystemen	155
5.6.1	Erzeugung eines Filesystems, <i>newfs</i>	156
5.6.2	Nachträgliche Modifikation von Parametern, <i>tuneefs</i>	157
5.6.3	Integritätscheck, <i>fsck</i>	157
5.6.4	Mount und Umount von Filesystemen	159
5.6.4.1	<i>mount</i>	160
5.6.4.2	<i>mnttab</i>	161
5.6.4.3	<i>/etc/vfstab</i>	161
5.6.4.4	<i>mount(1M)</i> im Detail	163
5.6.4.5	<i>umount</i>	164
5.6.4.6	Zusammenfassend zu Mountoperationen	165
5.7	Aufbau des Filesystem Trees	165
5.7.1	Directories	167
5.7.2	Directories und Pfade	167
5.7.3	Absolute und relative Pfadangaben	167
	Verständnisfragen	170
5.8	Navigation im Filesystem	172
5.8.1	<i>pwd(1)</i>	172
5.8.2	<i>cd(1)</i>	173
5.8.2.1	Der directory stack der csh	174
5.8.2.2	Der directory stack der ksh	174
5.8.3	<i>ls(1)</i>	174
5.8.4	<i>find(1)</i>	178
5.8.5	<i>du(1)</i>	183
5.8.6	<i>df(1)</i>	185
5.9	Basis UNIX Zugriffsrechte – Permissions	186
5.9.1	Modi	186
5.9.1.1	Zugriffsrechte auf Dateien	186
5.9.1.2	Zugriffsrechte auf Directories	187
5.9.1.3	Default File Permissions	187
5.9.2	<i>umask(1)</i>	188
5.9.2.1	s-Bit	189
5.9.2.2	t-bit	190

5.9.3	<i>chmod(1)</i>	190
5.9.4	Access Control Lists	192
5.9.4.1	Manipulation von Access Control Lists	192
5.9.4.2	Beispiel:	193
5.9.5	<i>chown(1)</i>	194
5.9.6	<i>chgrp(1)</i>	196
5.10	Zeitinformationen	197
5.10.1	<i>touch(1)</i>	197
5.11	Operationen am Filesystem	198
5.11.1	<i>mkdir(1)</i>	198
5.11.2	<i>rmdir(1)</i>	200
5.11.3	<i>rm(1)</i>	201
5.11.4	<i>Links</i>	202
5.11.4.1	Hardlinks	202
5.11.4.2	Soft Links	203
5.11.5	<i>ln(1)</i>	203
5.11.6	<i>mv(1)</i>	204
5.11.7	<i>cp(1)</i>	205
5.11.8	<i>cpio(1)</i>	206
5.11.9	<i>tar(1)</i>	207
5.12	Antworten zu den Verständnisfragen	208
5.13	Extended File Attribute	209
5.13.1	Beispiel	209
5.13.2	Funktionsweise	211
5.13.3	Unterstützung durch Standardkommandos	212
5.13.4	Anwendungen für Extended File Attribute	213
5.14	Access Control Listen unter SOLARIS	214
5.14.1	UNIX Zugriffsrechte	215
5.14.2	POSIX ACLs	216
5.14.3	NFSv4 ACLs	217
5.14.4	Die Auswertung von NFSv4 ACLs	220
5.14.5	Das Auflisten von ACLs mit Hilfe von <i>ls</i>	220
5.14.6	Das Verwalten von ACLs mit Hilfe von <i>chmod</i>	222
5.14.7	Die integrative Wirkung der NFSv4 ACLs	224
5.15	Sun Logical Volume Manager, SLVM	225
5.15.1	Theorie der RAID-Technologie	226
5.15.1.1	RAID Levels	227
5.15.2	RAID Systeme	230
5.15.3	SLVM Installation	232
5.15.3.1	<i>/etc/lvm/md.tab</i>	234
5.15.4	SLVM: Statedatabase	235
5.15.4.1	Das <i>metadb(1M)</i> Kommando	237
5.15.4.2	Anlegen von Statedatabases	237
5.15.4.3	Erzeugen von Statedatabases in Disksets	240
5.15.4.4	Löschen von Statedatabases	240

5.15.4.5	Reparatur von Statedatabases	241
5.15.5	Konfigurationen	242
5.15.5.1	Stripe/Concat	244
5.15.5.2	Stripe aus Concat	245
5.15.5.3	Mirror	249
5.15.5.3.1	Migration von Datenbeständen	251
5.15.5.4	RAID-5	252
5.15.5.5	Ersetzung von Raid Komponenten	253
5.15.5.6	Metadevices on Lofi	253
5.15.6	Hot Spare Pools	256
5.15.6.1	Administration von Hot Spare Pools	259
5.15.6.1.1	Erzeugung eines Hot Spare Pools	260
5.15.6.1.2	Einbinden weiterer Partitionen	261
5.15.6.1.3	Entfernen einer Partition	261
5.15.6.1.4	Ersetzen einer Partition	261
5.15.6.1.5	Löschen eines Hot Spare Pools	262
5.15.6.1.6	Anbinden an RAID-Sets	262
5.15.6.1.7	Ersatz von RAID-Set Partitionen	265
5.15.7	SLVM Devices über MPxIO	268
5.15.8	SDS Bootdisk Mirror	275
5.15.9	SLVM Softpartitionen	278
5.15.9.1	Erzeugung von Softpartitionen	279
5.15.9.2	Spiegelung von Softpartitionen	280
5.15.9.3	RAID5 aus Softpartitionen	281
5.15.9.4	Layering	282
5.15.9.5	Vergrößern von Softpartitionen	283
5.15.9.6	Löschen von Softpartitionen	283
5.15.9.7	Auflistung der Softpartitionen	283
5.15.10	SLVM Disk Sets	284
5.15.10.1	RAID-Set Administration in Disk Sets	286
5.15.11	Troubleshooting SLVM	287
5.15.11.1	Rettung eines Stripes/Concat	287
5.15.11.1.1	Stripe	288
5.15.11.2	Rettung eines Mirrors	288
5.15.11.2.1	Offensive Methode	289
5.15.11.2.2	Defensive Methode	290
5.15.11.3	Rettung eines RAID-5	290
5.16	Zettabyte Filesystem, ZFS	291
5.16.1	Neuigkeiten im Überblick	295
5.16.2	Beschreibung des Beispielsetups	297
5.16.3	Storage Pools	299
5.16.3.1	Administration von Storage Pools	303
5.16.3.1.1	Auflisten von Konfigurationen und Status	305
5.16.3.1.2	Aufsetzen eines Stripes	306

5.16.3.1.3	Aufsetzen eines Zweifachspiegels .	307
5.16.3.1.4	Aufsetzen eines Mehrfachspiegels	307
5.16.3.1.5	Aufsetzen eines Stripe-Mirrors . .	308
5.16.3.1.6	Aufsetzen eines RAID-Z	309
5.16.3.1.7	Aufsetzen eines striped RAID-Z .	309
5.16.3.1.8	Aufsetzen von Kombinationsvolumen	310
5.16.3.1.9	Hinzufügen von virtual Devices in Storage Pools	311
5.16.3.1.10	Import/Export von Storage Pools	312
5.16.3.1.11	Fehlersituationen, vDev-Errors .	314
5.16.3.1.12	Replacementoperationen	315
5.16.3.1.13	Attach/Detach	315
5.16.3.1.14	Administrationsfehler	317
5.16.3.1.15	Löschen von Storage Pools	318
5.16.4	ZFS Datasets	319
5.16.4.1	ZFS Subkommandos	319
5.16.4.2	ZFS Properties: Setzen und Lesen von Eigenschaften	320
5.16.4.3	Administration von ZFS Datasets	323
5.16.4.3.1	Erzeugen eines Filesystems	325
5.16.4.3.2	Erzeugen eines Subfilesystems . .	326
5.16.4.3.3	Auflistung von ZFS Filesystemen	327
5.16.4.3.4	Löschen eines Filesystems	328
5.16.4.3.5	ZFS Snapshots	328
5.16.4.3.6	Clonen eines ZFS Filesystems . .	330
5.16.4.3.7	Anzeige der Properties	331
5.16.4.3.8	Reservieren einer Storage Area .	333
5.16.4.3.9	Setzen von Quotas	334
5.16.4.3.10	Mountoptionen	335
5.16.4.3.11	NFS-Optionen	337
5.16.4.3.12	Automatische Compression	338
5.16.4.4	ZFS als Blockdevice	338
5.16.4.5	ZFS Backup	339
5.17	Images von Filesystemen <i>lofi(7D)</i>	340
5.17.1	<i>lofiadm(1M)</i>	340
5.17.2	Anwendungsbeispiele	341
5.17.2.1	Installation von CD-Images	341
5.17.2.2	Diskettenimages	342
5.17.2.3	Partitionsimages	343
5.18	SOLARIS I/O Multipathing, MPxIO	344
5.18.1	Arbeiten mit MPxIO	348
5.18.1.1	Per Port Einstellungen	354

6	Solaris Netzwerk Umgebung	357
6.1	Client-Server Environment	357
6.2	Netzwerk-Grundlagen	360
6.2.1	Grundlagen zur Adressierung	360
6.2.2	Anmerkung zu Hostnamen	362
6.2.3	Anmerkung zu IP-Adressen	364
6.2.4	Der IPv4-Adreßraum	365
6.3	Das TCP/IP Schichtmodell	366
6.3.1	Application Layer	367
6.3.2	Transport Layer	367
6.3.3	Internet Layer	368
6.3.4	Network Layer	369
6.3.5	Physical Layer	369
6.3.6	Grenzen im TCP/IP Modell	369
6.4	Network Environment	370
6.4.1	Initialisierung der Netzwerkumgebung bei OPENSOLARIS	371
6.4.2	Initialisierung der Netzwerkumgebung bis SOLARIS 9	374
6.4.2.1	Initialisierung von Netzwerkkinterfaces	374
6.4.2.2	Netzwerkumgebung	376
6.4.3	Files	377
6.4.3.1	<i>/etc/nodename</i>	378
6.4.3.2	<i>/etc/hosts</i>	380
6.4.3.3	<i>/etc/ethers</i>	381
6.4.3.4	<i>/etc/hostname.<if></i>	383
6.4.3.5	<i>/etc/networks</i>	384
6.4.3.6	<i>/etc/netmasks</i>	385
6.4.3.7	<i>/etc/netconfig</i>	386
6.4.4	Administration von Netzwerkkinterfaces, Upper Layer	387
6.4.4.1	Erzeugung eines Interfaces	387
6.4.4.2	Löschung eines Interfaces	388
6.4.4.3	IP-Adresse auf physikalischem Interface	388
6.4.4.3.1	On the fly	388
6.4.4.3.2	Persistent	389
6.4.4.4	Logische Interfaces	390
6.4.4.4.1	On the fly	391
6.4.4.4.2	Persistent	392
6.4.4.4.3	Logische Interfaces in Zones	393
6.4.4.5	Start/Stop eines Interfaces	394
6.4.4.6	Erzeugen eines VLans	394
6.4.4.6.1	On the Fly	395
6.4.4.6.2	Persistent	396
6.4.4.7	IPFC, IP über FCAL	396
6.4.5	Wechsel des Hostnamens	399
6.4.5.1	Empfohlene Methode	399
6.4.5.2	Praktikabler Weg	400

6.5	Redundanz von Netzwerkinterfaces	400
6.5.1	Administration von Netzwerkinterfaceaggregationen ...	401
6.5.2	IPMP: Multipathed IP	405
6.5.2.1	Lastverteilung	405
6.5.2.2	Fehlererkennung und Redundanz.....	405
6.5.2.3	Neue Subcommands für <i>ifconfig(1)</i>	406
6.5.2.4	Konfigurationsmöglichkeiten	407
6.5.2.5	Bedingungen/Pfade	407
6.5.2.5.1	Vorbedingungen	407
6.5.2.5.2	Konfigurationsfiles	407
6.5.2.5.3	Binaries	407
6.5.2.5.4	Das IPMP Konfigurationsfile	408
6.5.2.5.5	Das Interfacekonfigurationsfile	409
6.5.2.6	active-passive Verhalten	409
6.5.2.6.1	active-passive online	410
6.5.2.6.2	active-passive statisch	411
6.5.2.7	active-active Verhalten	411
6.5.2.7.1	active-active online.....	412
6.5.2.7.2	active-active statisch	413
6.6	Routing	413
6.6.1	Einstellung des Defaultrouters	414
6.6.1.1	Startupverhalten bis SOLARIS 9.....	415
6.6.2	Konfiguration eines Routers unter OPENSOLARIS	415
6.6.3	Manuelle Manipulation von Routingtabellen	417
6.6.4	Überprüfen der Routingfunktionalität	418
7	System Services	421
7.1	Service Management Facility	423
7.1.1	Das Contract System als Basis	425
7.1.2	Aufbau und Funktion der SMF-Umgebung	431
7.1.2.1	Arbeitsweise der Service Management Facility ..	433
7.1.2.2	Typen von Diensten.....	435
7.1.2.3	Manifest	438
7.1.2.3.1	Start-/Stopmethoden.....	439
7.1.2.3.2	Dependencies	439
7.1.2.4	Aufbau eines Manifestes	440
7.1.3	Administration von/mit SMF.....	445
7.1.3.1	Statusinformationen zu Managed Services	446
7.1.3.1.1	svcs(1)	446
7.1.3.2	Administration von SMF-gesteuerten Diensten ..	449
7.1.3.2.1	svcadm(1M)	450
7.1.3.3	Auslesen von Serviceparametern	451
7.1.3.3.1	svccprop(1)	451
7.1.3.4	Konfiguration von Diensten	453
7.1.3.4.1	Eine Übersicht zu <i>svccfg(1M)</i>	454

7.1.3.5	Einbindung eigener Dienste	459
7.1.4	Veränderte Systemadministration unter SMF	460
7.1.5	SMF Disaster Recovery	461
7.1.5.1	Disaster Recovery Verfahren	464
7.1.5.1.1	...aus Boot-Backup Files	465
7.1.5.1.2	...aus Manifestimport.....	468
7.1.5.1.3	...aus Default Repository	471
7.1.5.2	SMF Special Issues	473
7.1.5.2.1	<i>/etc/svc/repository.db</i> Onlinerecovery	474
7.1.6	Das SMF-Repository, SQLite	475
7.1.6.1	Das Administrationsinterface von SQLite	476
7.1.6.2	Tabellen der Service Management Facility.....	478
7.2	System Logging	478
7.2.1	Netzwerkweites Logging auf einem zentralem Loghost ..	481
7.2.1.1	Netzwerk Devices	481
7.2.1.2	Sicherheitsrelevanter Aspekt	482
7.2.2	Das Konfigurationsfile <i>/etc/default/syslogd(1M)</i>	483
7.2.3	Das Konfigurationsfile <i>syslog.conf(4)</i>	483
7.2.3.1	Facility	484
7.2.3.2	Level.....	485
7.2.3.3	Aktion	486
7.2.3.4	Kontrollstrukturen	487
7.2.4	Initialisierung des Syslog Services.....	487
7.2.4.1	Manueller Start des Syslog Services	488
7.2.4.2	Manueller Stop des Syslog Services.....	488
7.2.4.3	Manueller Restart des Syslog Services	489
7.2.5	Manuelle Generierung von Meldungen im System Log ..	489
7.2.6	<i>inetd(1M)</i> Logging an <i>syslogd(1M)</i>	490
7.2.7	Message ID logging	490
7.3	<i>inetd(1M)</i>	490
7.3.1	Funktion des <i>inetd(1M)</i>	491
7.3.1.1	Traditionelle Funktion des <i>inetd(1M)</i>	491
7.3.1.2	Funktion des <i>inetd(1M)</i> unter OPENSOLARIS ..	492
7.3.2	Start und Stop des <i>inetd(1M)</i>	493
7.3.3	Files	494
7.3.4	Programme, Konfigurations- und Resourcefileformate ..	494
7.3.4.1	Inetd-Programmumgebung	494
7.3.4.1.1	<i>inetadm(1M)</i>	495
7.3.4.1.2	<i>inetconv(1M)</i>	496
7.3.4.2	<i>/etc/inetd.conf</i>	500
7.3.4.3	<i>/etc/services</i>	501
7.3.4.4	<i>/etc/rpc</i>	501
7.3.5	Verwaltbare Protokolle	502
7.3.6	Konfigurationsänderungen in der <i>/etc/inetd.conf</i>	502

	7.3.6.1	Bis SOLARIS 9	502
	7.3.6.2	<i>inetd(1M)</i> -Konfigurationsänderungen in OPENSOLARIS	503
	7.3.7	Syslogging des <i>inetd(1M)</i>	503
	7.3.8	Das Konfigurationsfile <i>/etc/default/inetd</i>	504
7.4		Wechselmedienmanagement	505
	7.4.1	Abhängigkeiten	505
	7.4.2	Files	506
	7.4.3	Funktion	506
	7.4.4	Start/Stop des <i>vold</i>	506
	7.4.5	mount/umount von Wechselmedien	507
	7.4.5.1	CD-ROM	507
	7.4.5.2	Floppy	508
	7.4.6	Konfigurationsfiles	508
	7.4.6.1	Konfigurationsfile <i>vold.conf</i>	508
	7.4.6.2	Konfigurationsfile <i>rmmount.conf</i>	508
	7.4.7	Ausschluß eines Laufwerks vom Volumemanagement ...	509
7.5		NFS, Network Filesystem, Server Side	510
	7.5.1	Begriffsdefinition	511
	7.5.2	Der NFS Service	511
	7.5.2.1	NFS Service Protokolle	513
	7.5.2.2	Stati und Serviceprogramme	515
	7.5.2.2.1	showmount(1M)	516
	7.5.2.2.2	Network Status Monitor	516
	7.5.2.2.3	Network Lock Daemon	517
	7.5.2.2.4	NFS Daemon	519
	7.5.2.2.5	<i>nfsd</i> -Konfigurationsfile	520
	7.5.2.2.6	<i>nfsmapid(1M)</i>	521
	7.5.2.2.7	<i>rquotad(1M)</i>	523
	7.5.2.2.8	<i>nfs4cbd(1M)</i>	524
	7.5.3	NFS Services unter OPENSOLARIS	524
	7.5.3.1	Start und Stop des NFS Dienstes	524
	7.5.4	NFS in SOLARIS Releases bis SOLARIS 9	525
	7.5.4.1	Start und Stop des NFS Dienstes	526
	7.5.5	Einrichtung eines NFS Servers	526
	7.5.5.1	Freigabe von Verzeichnissen für NFS Zugriffe .	526
	7.5.5.1.1	share(1M)	527
	7.5.5.1.2	unshare(1M)	527
	7.5.5.1.3	shareall(1M)	528
	7.5.6	NFS Server logging	528
	7.5.7	NFS Server Security	529
	7.5.8	Hanging Server	530
7.6		Cache Filesystem	531
	7.6.1	Arbeitsweise des CacheFS	531
	7.6.2	Begriffsdefinition	531

7.6.3	OPENSOLARIS Einbindung	532
7.6.4	Binaries	532
7.6.5	Aufsetzen eines CacheFS	532
7.6.6	CacheFS Tuning	533
7.6.7	CacheFS Konsistenz	534
7.6.8	CacheFS Logging	535
7.7	Automounter, autofs	535
7.7.1	Funktion	536
7.7.1.1	Automounter am Beispiel einer Home-Map	537
7.7.1.2	Automounter am Beispiel der Hosts-Map	540
7.7.2	Start und Stop des Automounters	542
7.7.3	Files	542
7.7.3.1	<i>autofs</i> Konfigurationsfile	542
7.7.3.2	Map-Konfigurationsfiles	543
7.7.4	Begriffsdefinitionen zum Automounter	544
7.7.5	Gebräuchliche Automountermaps	544
7.7.6	Erstellung und Modifikation der Automountermaps	545
7.7.6.1	Format der Automountermaps	545
7.7.6.2	Beispiele: Automounter Maps	546
7.7.7	Substitutionen in den Automountermaps	546
7.7.7.1	Mapkey Substitution	546
7.7.7.2	Variablen Substitution	547
7.7.8	Auswahl von NFS-Servern	547
7.7.8.1	Multiple Server	548
7.7.8.2	Gewichtung	548
7.7.9	Cachefs in Automountermaps	548
7.7.10	Andere Filesystemtypen unter Automounterkontrolle	549
7.7.11	Autofs Debugging	549
7.7.11.1	Beispiel: Server nicht erreichbar	549
7.7.11.2	Beispiel: Directory nicht existent	551
7.7.11.3	Beispiel: umount eines inaktiven Verzeichnisses	552
7.7.12	Autofs Debugging unter SOLARISEXPRESS	553
7.8	Filetransfer mit <i>ftp(1)</i>	553
7.8.1	FTP Start über <i>inetd(1M)</i> ab OPENSOLARIS	553
7.8.2	Der traditionelle Start über <i>inetd(1M)</i>	555
7.8.3	Betriebsmodi des FTP Service	556
7.8.4	Client: <i>ftp(1)</i>	556
7.8.4.1	Onlinehilfe des Clients, Gesamtübersicht	557
7.8.4.2	Onlinehilfe des Servers	558
7.8.4.3	Implementierte Funktionen des Servers	559
7.8.4.4	Die wichtigsten Kommandos	559
7.8.5	Server: <i>in.ftpd(1M)</i>	560
7.8.5.1	Standardservice	560
7.8.5.2	anonymous ftp	562

7.8.5.2.1	Anonymous FTP: Konfiguration und Umgebung	562
7.8.5.2.2	Anonymous FTP: Scriptgesteuerte Installation	563
7.9	Filetransfer mit <i>tftp(1)</i>	564
7.9.1	Start des <i>tftp</i> -Service in Service Manager Facility Umgebungen	564
7.9.2	Client: <i>tftp(1)</i>	566
7.9.3	Server: <i>in.tftpd(1M)</i>	568
7.10	Zugang über <i>telnet(1)</i>	569
7.10.1	TelnetService unter OPENSOLARIS	569
7.10.2	Telnet klassisch	571
7.10.3	Client: <i>telnet(1)</i>	572
7.10.4	Server: <i>in.telnetd(1M)</i>	572
7.11	Name Service Switch, <i>nscd(1M)</i>	574
7.11.1	Arbeitsweise des <i>nscd(1M)</i>	575
7.11.2	Statusinformationen des <i>nscd(1M)</i>	575
7.11.3	Defaultresourcefiles des <i>nscd(1M)</i>	576
7.11.4	Syntax des Resourcefiles <i>/etc/nsswitch.conf</i>	576
7.11.5	Auslesen von Tabelleninformationen per <i>getent(1M)</i> ..	578
7.11.6	Service Management Facility Einbindung des <i>nscd</i>	578
7.12	Der Netzwerkinformationsdienst NIS	580
7.12.1	NIS: Komponenten	581
7.12.1.1	NIS-Server	581
7.12.1.2	NIS-Client	581
7.12.1.3	NIS-Slaveserver	582
7.12.2	NIS: Die Strukturen	583
7.12.2.1	NIS-Client im Detail	584
7.12.2.2	NIS-Server im Detail	584
7.12.2.2.1	NIS-Master-Server	584
7.12.2.2.2	NIS-Slave-Server	585
7.12.3	Aufsetzen einer NIS-Umgebung	586
7.12.3.1	Aufbau einer NIS-Map	587
7.12.3.2	Aufsetzen eines NIS-Servers	587
7.12.3.2.1	Start des NIS-Servers	588
7.12.3.2.2	Stop des NIS-Servers	588
7.12.3.3	Abhängigkeiten des NIS-Servers unter OPENSOLARIS	589
7.12.3.4	Aufsetzen eines NIS-Clients	590
7.12.3.5	Aufsetzen eines NIS-Slaveservers	591
7.12.3.6	Hinzufügen eines NIS-Slaveservers	592
7.12.4	NIS Administration	592
7.12.4.1	Test der NIS-Umgebung	592
7.12.4.2	Tableupdates zwischen Server und Slaveserver ..	593
7.13	Der Netzwerkinformationsdienst NIS+	594

7.13.1	Server Struktur von NIS+	596
7.13.2	Aktivierung von NIS+	597
7.13.3	Durch NIS+ verteilte Tabellen	597
7.13.3.1	Einige NIS+ Kommandos	598
7.14	Druckeradministration	598
7.14.1	Eine Übersicht	598
7.14.2	Benutzung des Druckdienstes	599
7.14.2.1	Ausdruck	600
7.14.2.2	Abbruch eines Ausdrucks	600
7.14.2.3	Statusabfrage	600
7.14.2.4	Aktivieren und Deaktivieren von Druckern, Verschieben eines Printjobs	601
7.14.2.5	Ausdruck von ASCII-Files	601
7.14.3	Funktionen des Druckdienstes	603
7.14.4	Beschreibung der Einzelnen Druckdienste	603
7.14.4.1	Lokaler Druckdienst	603
7.14.4.2	Netzwerkdruckdienst	603
7.14.4.2.1	Druck: SOLARIS-SOLARIS	604
7.14.4.2.2	Druck: SOLARIS-BSD	604
7.14.4.2.3	Druck: BSD-SOLARIS	606
7.14.4.3	Directorystruktur des Printersubsystems	606
7.14.4.4	Aufgaben des Tagesbetriebes	607
7.14.5	Druckereinrichtung	608
7.14.5.1	Druckereinrichtung: Commandline	608
7.14.5.2	Druckereinrichtung: <i>printmgr(1M)</i>	609
7.15	Batchverarbeitung mit dem <i>cron</i> -System	611
7.15.1	Queues des <i>cron</i> -Systems	612
7.15.2	Logging des <i>cron</i> -Systems	613
7.15.3	Zeitgesteuerte Jobs, <i>at(1)</i>	613
7.15.3.1	Files	613
7.15.3.2	Job-Aufgabe mit <i>at(1)</i>	614
7.15.4	Sequenz von Jobs, <i>batch(1)</i>	615
7.15.5	Periodische zeitgesteuerte Jobs, <i>cron(1)</i>	616
7.15.5.1	Files	616
7.15.5.2	Job-Aufgabe mit <i>cron(1)</i>	616
7.15.6	Start und Stop des <i>cron</i> -Services unter OPENSOLARIS ..	618
8	OpenSolaris im Rechenzentrumsbetrieb, ein Vergleich	621
8.1	Topologie der Arbeitsumgebung	624
8.2	Anforderungen an Serversysteme	628
8.2.0.1	SOLARIS Verfügbarkeit	631
8.3	Serverkonsolidierung, Überblick und Werkzeuge	632
8.3.1	Plattformkonsolidierung	633
8.3.2	Servicekonsolidierung	634
8.3.3	Serverkonsolidierung	635

8.3.4	Desktopkonsolidierung	637
8.3.5	Werkzeuge der Ressourcenlimitierung	639
8.4	IBM	641
8.4.1	Workmanagement	641
8.4.2	Serverpartitionierung	643
8.5	SUN	646
8.5.1	Prozessorsets	651
8.5.2	Dynamic Resource Pools, SOLARIS-Workmanagement ..	653
8.5.3	Hardwarepartitionierung: System Domain	656
8.5.3.1	Starfire Hardwaredomains	657
8.5.3.2	Safari Bus basierte Sparc-Systeme	662
8.5.3.2.1	SUNFire 3800 ...6800 Hardwaredomains	662
8.5.3.2.2	Starcats Hardwaredomains	663
8.5.4	Dynamische Rekonfiguration, Domainmanagement	666
8.5.5	Solaris Container, Zones	669
8.5.6	Einsatzbereiche	673
8.5.7	Serverpartitionierung und Konsolidierung im Vergleich ..	676

Teil III Administration und Benutzung

9	Administration	683
9.1	Einrichtung und Verwaltung von System-Benutzern	683
9.1.1	Files	683
9.1.2	Fileformate: <i>passwd/group/shadow</i>	684
9.1.2.1	<i>/etc/passwd</i>	684
9.1.2.2	<i>/etc/group</i>	685
9.1.2.3	<i>/etc/shadow</i>	685
9.1.3	Einrichtung von Useraccounts	686
9.1.3.1	Useraccounterstellung, Kommandozeile	686
9.1.3.2	Useraccounterstellung mittels des Kommandos <i>useradd(1M)</i>	687
9.1.4	Löschung von Useraccounts	688
9.1.5	Sperrung eines Useraccounts	688
9.1.6	Modifikation eines Useraccounts	688
9.1.7	Gruppenadministration	689
9.1.7.1	Erzeugung einer Benutzergruppe	689
9.1.7.2	Modifikation einer Gruppe	689
9.1.7.3	Löschen von Gruppen	689
9.1.7.4	Systemweite Userresourcefiles	689
9.2	Role Based Access Control, RBAC	690
9.2.1	Repositories des Role Based Access	691
9.2.1.1	Aufbau der <i>user_attr</i>	691
9.2.1.2	Aufbau der <i>auth_attr</i>	692

9.2.1.3	Aufbau der <i>prof_attr</i>	693
9.2.1.4	Aufbau der <i>exec_attr</i>	693
9.2.1.5	Konfigurationsdatei <i>policy.conf</i>	694
9.2.2	Mechanismen des Role Based Access	695
9.2.2.1	Das feinkörnige Rechtemodell für Prozesse	699
9.2.2.2	Die Programme zur Unterstützung des Rechtemodells sind:	703
9.2.2.3	Beispielhaftes Einrichten eines Programms zur Nutzung ohne Root Rechte	703
9.3	PAM: Pluggable Authentication Module	705
9.3.1	SOLARIS PAM Administration	709
9.3.1.1	Der Aufbau der PAM-Konfigurationsdatei	711
9.3.1.2	PAM Module	714
9.3.1.3	PAM-Stacking	716
9.3.1.4	Sicherheitsaspekte zur PAM Administration ...	719
9.4	Packageadministration	719
9.4.1	Repository und Files	720
9.4.2	Auflistung der installierten Softwarepakete	720
9.4.3	Repository installierter Pakete	721
9.4.4	Aufbau eines SOLARIS Softwareinstallationspaketes	723
9.4.5	Installation eines Paketes	724
9.4.5.1	– eines Paketes im Directoryformat	725
9.4.5.2	Reduzierung der interaktiven Abfragen	726
9.4.5.3	– eines Paketes im Packagestreamformat	727
9.4.6	Deinstallation eines Paketes	727
9.4.7	Überprüfung von installierten Paketen	728
9.4.8	Überprüfung einer einzelnen Datei im System	730
9.5	Patches	732
9.5.1	Auflistung aller installierten Patches	732
9.5.2	Repository installierter Patches	734
9.5.3	Aufbau eines Patches	734
9.5.4	Installation eines Patches	735
9.5.5	Deinstallation eines Patches	735
9.5.6	Patchcluster	736
9.5.6.1	Patchorderfile	737
9.5.6.2	Installcluster	737
9.6	Anzeige der Systembelastung	738
9.6.1	CPU-Belastung	739
9.6.2	Prozessbelastung	739
9.6.3	<i>truss(1)</i>	740
9.6.4	I/O-Belastung	742
9.7	Erstellung einer Systemkopie	743
9.7.1	Cookbook	744
9.8	Verwaltung von Corefiles	744
9.9	Consolemanagement	747

9.10 Backup und Recovery	749
9.10.1 <i>mt</i>	750
9.10.1.1 Gebräuchliche Kommandos	751
9.10.2 <i>ufsdump(1M)</i>	753
9.10.2.0.1 Duplelevel	753
9.10.3 <i>ufsrestore</i>	755
9.10.4 <i>tar(1)</i>	757
9.10.5 Star basierter Backup	759
9.10.5.1 Inkrementelle Backups mit star	761
9.10.5.2 Erzeugen eines Level 0 Backups	761
9.10.5.3 Erzeugen eines Level 10 Backups	761
9.10.5.4 Backup Pläne	762
9.10.5.5 Das Zurückspielen von inkrementellen Backups	764
9.10.5.6 Zurückspielen eines Level 0 Backups	764
9.10.5.7 Zurückspielen eines höheren Backups	765
9.10.5.8 Synchronisieren von Filesystemen mit star	765
9.10.5.9 Star Backups mit Hilfe von Snapshots	766
9.10.5.10 Inkrementelle Backups mit star	767
9.10.5.11 Verfügbarkeit von Star	768
9.10.6 Das Archiv-Format von <i>cpio(1)</i>	768
9.10.6.1 Das UNIX-V7 cpio Format	768
9.10.6.2 Das POSIX.1-1988 Format	769
9.10.6.3 Das SVr4 crc Format	769
9.10.7 <i>fssnap(1M)</i>	769
9.10.7.1 Erzeugung eines Filesystem Snaps	770
9.10.7.2 Sicherung eines Filesystem Snaps	770
9.10.7.3 Löschung eines Filesystem Snaps	772
9.10.8 Erstellung von CD-ROMs	772
9.10.8.1 Erstellung eines Filesystemimages	773
9.10.8.2 Brennen eines Filesystemimages auf CD/DVD	774
9.11 Prozessorsets	778
9.11.1 Kommandos zu Prozessorsets	778
9.11.2 <i>psrinfo(1M)</i>	778
9.11.3 <i>psrset(1M)</i>	779
9.11.4 <i>psradm(1M)</i>	779
9.11.5 <i>pbind(1M)</i>	779
9.11.6 Beispiele	780
9.11.6.1 Erzeugung eines Prozessorsets	780
9.11.6.2 Aktivieren und Deaktivieren von Prozessoren	782
9.12 SOLARIS Container (Zones), Administration	784
9.12.1 Zone Kommandos	787
9.12.1.1 <i>zonename</i>	787
9.12.1.2 <i>zoneadm</i>	788
9.12.1.3 <i>zonecfg</i>	790
9.12.1.4 Das Zone Indexfile	792

9.12.1.5	Das Zone Rootverzeichnis	793
9.12.1.6	Das Zone Konfigurationsfile	794
9.12.1.6.1	Erzeugen einer neuen Zone	796
9.12.1.6.2	Definition eines Netzwerkinterfaces	796
9.12.1.6.3	Hinzufügen eines physikalischen Devices	797
9.12.1.7	<i>zoneadm(1M)</i>	798
9.12.1.8	<i>zcons(7D)</i>	798
9.12.2	Aufsetzen einer Zone, SUN	799
9.12.3	Aufsetzen einer Zone, teilmanuell	809
9.12.4	Einige Besonderheiten in Zones	810
10	Debugging unter OpenSolaris	813
10.1	Programme	813
10.1.1	<i>adb(1)</i>	813
10.1.2	<i>coreadm(1)</i>	814
10.1.3	<i>dtrace(1M)</i>	814
10.1.4	<i>dump(1)</i>	814
10.1.5	<i>dumpadm(1M)</i>	815
10.1.6	<i>elfdump(1)</i>	815
10.1.7	<i>gcore(1)</i>	815
10.1.8	<i>gprof(1)</i>	815
10.1.9	<i>fsdb(1M)</i>	816
10.1.10	<i>kadb(1M)</i>	816
10.1.11	<i>kmdb(1)</i>	816
10.1.12	<i>lari(1)</i>	817
10.1.13	<i>ldd(1)</i>	817
10.1.14	<i>mdb(1)</i>	817
10.1.15	<i>nm(1)</i>	817
10.1.16	<i>Proc-Tools</i>	818
10.1.16.1	<i>pcrred(1)</i>	818
10.1.16.2	<i>pfiles(1)</i>	818
10.1.16.3	<i>pflags(1)</i>	819
10.1.16.4	<i>pldd(1)</i>	819
10.1.16.5	<i>pmap(1)</i>	819
10.1.16.6	<i>prun(1)</i>	819
10.1.16.7	<i>psig(1)</i>	819
10.1.16.8	<i>pstack(1)</i>	819
10.1.16.9	<i>pstop(1)</i>	820
10.1.16.10	<i>ptime(1)</i>	820
10.1.16.11	<i>ptree(1)</i>	820
10.1.16.12	<i>pwait(1)</i>	820
10.1.16.13	<i>pwdx(1)</i>	820
10.1.17	<i>prof(1)</i>	820
10.1.18	<i>pvs(1)</i>	821

10.1.19	<i>savecore(1M)</i>	821
10.1.20	<i>sotruss(1)</i>	822
10.1.21	<i>truss(1)</i>	823
10.1.22	<i>whocalls(1)</i>	824
10.1.23	<i>zdb(1)</i>	824
10.2	Bibliotheken	824
10.2.1	<i>0@0</i>	824
10.2.2	<i>libmapmalloc</i>	825
10.2.3	<i>libumem</i>	825
10.2.4	<i>watchmalloc</i>	825
10.3	Debugging als Bestandteil der SUN Compiler	826
10.3.1	<i>ctrace</i>	827
10.3.2	<i>dbx</i>	827
10.4	Simple Authentication and Security Layer, SASL	828
11	Solaris Benutzerinterface	831
11.1	Benutzeranmeldung auf der Kommandozeile	832
11.2	Lokale Anmeldung an einer SOLARIS-Maschine	832
11.3	Anmeldung an einer SOLARIS Maschine über Netz	834
11.3.1	Benutzung von <i>telnet(1)</i> zur Anmeldung über Netz ..	836
11.3.2	Abmeldung	837
11.4	Commands und Commandline Usage	838
11.4.1	Commandline Usage	839
11.4.1.1	I/O-Kanäle	839
11.4.1.2	Metacharacters	840
11.4.1.3	Regular Expressions	842
11.4.1.4	Kommandoreihungen und Filter	842
11.5	Grundlegendes Prozeßhandling einer Shell	846
11.6	Shells in der SOLARIS Systemumgebung	847
11.7	Benutzung der <i>sh(1M)</i>	849
11.7.1	Aufruf eines Shell Scriptes	849
11.7.2	Startup- und Initialisierungsfiles	852
11.7.3	Suchpfade	852
11.7.3.1	Der Exec-Suchpfad	853
11.7.3.2	Der Library Suchpfad	855
11.7.3.3	Which which is which which?	855
11.7.4	I/O-Streamverarbeitung, Redirektion	857
11.7.4.1	Eingabeumlenkung: stdin	858
11.7.4.2	Ausgabeumlenkung: stdout	858
11.7.4.3	Umlenkung von Fehlermeldungen: stderr ..	859
11.7.4.4	Mehrfach-I/O-Umlenkungen	860
11.7.5	Kommandoreihungen und Gruppierungen	862
11.7.5.1	Unabhängige Kommandosequenz	863
11.7.5.2	Erfolgsabhängige Kommandosequenz	864
11.7.6	Behandlung von Quotes	865

11.7.6.1	Verwendung des Ergebnisses eines Kommandos	866
11.7.7	Variablen und Parameter	867
11.7.7.1	Variablen mit Sonderbedeutung	868
11.7.8	Der Argumentvektor, <i>argv</i>	869
11.7.8.1	Manipulation des Argumentvektors: Das Kommando <i>shift</i>	871
11.7.9	Kontrollstrukturen	872
11.7.9.1	Die <i>if</i> -Anweisung	872
11.7.9.2	Die <i>if-then-else</i> Statement	873
11.7.9.3	Die <i>if-elif</i> -Anweisung	873
11.7.9.4	Die <i>if-elif</i> -Statement	874
11.7.9.5	Die <i>case</i> -Anweisung	875
11.7.9.6	Die <i>for</i> -Schleife	876
11.7.9.7	Die <i>while</i> -Schleife	878
11.7.10	Das <i>break</i> -Statement	881
11.7.11	Behandlung von Tastatureingaben	882
11.7.12	Prozeduren	882
11.8	Shellscriptprogrammierung <i>csh(1)</i>	884
11.8.1	<i>csh(1)</i> Grundlagen	884
11.8.2	Startup- und Initialisierungsfiles	886
11.8.3	Suchpfade	886
11.8.3.1	Der Exec-Suchpfad	886
11.8.3.2	Der Library Suchpfad	887
11.8.4	I/O-Streamverarbeitung, Redirektion	888
11.8.4.1	Einfache I/O Stream Umlenkung	888
11.8.4.1.1	<i>stdout</i> -Umlenkung	889
11.8.4.1.2	<i>stderr</i> -Umlenkung	890
11.8.4.2	Mehrfach-I/O-Umlenkungen	891
11.8.4.2.1	Mehrfachumlenkung des gleichen I/O-Streams	892
11.8.5	Kommandoreihungen und Gruppierungen	892
11.8.6	Behandlung von Quotes	894
11.8.7	Ersetzungsmechanismen	894
11.8.8	Variablen und Parameter	896
11.8.9	Der Argumentvektor, <i>argv</i>	897
11.8.10	Argumentvariablen	897
11.8.11	Kontrollstrukturen	898
11.8.11.1	Die <i>if</i> -Statement	899
11.8.11.2	Die <i>if-then-else</i> -Statement	899
11.8.11.3	Die Mehrfachfallunterscheidungen per <i>if-then-else</i> -Statement	900
11.8.11.4	Die <i>switch</i> -Anweisung	900
11.8.11.5	Die <i>foreach</i> -Schleife	901
11.8.11.6	Die <i>while</i> -Schleife	902

11.8.12	Das <i>break</i> -Statement	904
11.8.13	Behandlung von Tastatureingaben bei der C-Shell ...	904
12	Editieren von Textdateien	905
12.1	Der Editor <i>vi</i>	907
12.1.1	Modi	908
12.1.1.1	Command Mode	909
12.1.1.1.1	Kommandostruktur	909
12.1.1.1.2	Bewegungen in der Datei	909
12.1.1.1.3	Löschen in der Datei	910
12.1.1.1.4	Bereiche	910
12.1.1.1.5	Wiederherstellen nach Fehlern ...	910
12.1.1.2	Eingabe Mode	913
12.1.1.2.1	Insert Mode	914
12.1.1.2.2	Append Mode	914
12.1.1.2.3	Open Mode	914
12.1.1.3	Change Mode	915
12.1.2	view(1)	915
12.1.3	Schnelleinstieg	915
12.2	Der Stream Editor, sed(1)	917
12.2.1	Übersicht	917
12.2.2	Beispiele	917
12.3	awk	919
12.3.1	Beispiele	920

Teil IV Anhänge

A	OpenSolaris Installation	923
A.1	Manuelle SOLARIS Systeminstallation, Sparc	923
A.2	Installationsbootverlauf	924
A.2.1	ASCII-Art Installation, Step-by-Step Mitschrift	924
A.2.2	x86 SOLARIS Step-by-Step	956
B	Legacy StorEDGE	979
B.1	Multipack	980
B.2	D1000	982
B.3	RSM Tray	982
B.4	A5000 (Photon)	982
B.4.1	Übersicht über die Konfiguration	985
B.4.2	Konfiguration über das Touchpanel	987
B.4.3	Adressierung der Festplatten	991
B.4.4	Einfache Host Anbindung	992
B.4.4.1	Single Loop Host Anbindung	992
B.4.4.2	Split Loop Host Anbindung	992

B.4.4.3	Split Loop Host Anbindung mit MPxIO	993
B.4.5	Ansteuerung mit <i>luxadm(1M)</i>	994
C	Legacykonzepte der Netzwerkredundanz	1001
C.1	NAFO: Old Style Netzwerkredundanz	1001
C.1.1	NAFO Funktion	1002
C.1.2	NAFO: Arbeitsweise	1004
C.1.3	NAFO-Test	1004
C.1.4	NAFO-failover	1004
C.1.5	Zusammenfassung zum Einsatz von NAFO	1004
C.2	SUN Trunking	1005
C.2.1	Funktion	1005
C.2.2	Einrichtung und Administration	1006
C.3	Alternate Pathing/Net	1007
C.3.1	Administrationskommandos des AP Paketes	1008
C.3.2	Administration der AP Database in Beispielen	1009
C.3.3	Administration einer Netzwerkadapterpfadgruppe	1010
D	Sun Consoleaccess (Sparc Systeme)	1013
D.1	Sun-Serial	1014
D.2	Terminalkonzentrator	1016
D.2.1	Einrichtung des Terminalkonzentrators	1017
D.2.1.1	Feste Einstellung der IP-Adresse	1017
D.2.1.2	Load und Image Einstellung	1018
D.2.1.3	Porteinstellungen	1019
D.2.2	Arbeit mit dem Terminalkonzentrator	1020
D.2.2.1	Verbindung über den Terminalkonzentrator	1020
D.2.2.2	Senden eines BREAK-Signals	1020
D.2.2.3	Deblockierung eines seriellen Anschlusses	1021
D.3	SSP: Domainconsole	1022
D.4	SC: Domainconsole	1023
D.4.1	MSG	1023
D.4.2	HSG	1024
D.5	RSC: Remote System Control Console	1026
E	WoFS	1029
E.1	Einführung	1029
E.1.1	Optische Speicher Medien	1030
E.1.2	UNIX-Filesystem auf <i>Worm</i> -Medien?	1031
E.1.3	Performance Aspekte	1032
E.1.4	Struktur dieser Arbeit	1032
E.2	Datenstrukturen auf dem Medium	1032
E.2.1	Grundstrukturen eines Filesystems	1033
E.2.2	Strukturen des Berkeley 4.2-Filesystems	1034
E.2.3	Die Struktur des Filesystems	1035

E.2.4	Der <i>Generations</i> -Knoten als Beschreibung der Dateien	1036
E.2.4.1	Probleme durch den Update von Generations-Knoten an anderer Stelle	1037
E.2.4.2	Der Dateiname im <i>Generations</i> -Knoten	1037
E.2.5	Die Realisierung der Filesystemstruktur	1039
E.2.5.1	Dateiinhalte und Modifikation von Dateien im <i>Worm</i> -Filesystem	1039
E.2.5.2	Das "Löschen" von Dateien im <i>Worm</i> -Filesystem	1040
E.2.5.3	Methoden zur Implementierung von <i>Symbolischen</i> Links	1041
E.2.5.4	Methoden zur Implementierung von <i>Hard</i> Links	1042
E.2.6	Der Superblock auf dem <i>Worm</i> -Filesystem	1043
E.2.6.1	Wege zum schnellen Auffinden des aktuellen Superblocks	1044
E.2.7	Sicherheit bei Systemzusammenbrüchen	1046
E.2.7.1	Fehler am primären Superblock	1047
E.2.7.2	Fehler in einem Superblock-Update	1047
E.2.7.3	Fehler an Dateiinhalten	1048
E.2.7.4	Fehler an Generations-Knoten	1048
E.2.8	Erkennen von Inkonsistenzen und Methoden der Rekonstruktion	1049
E.2.8.1	Die Rekonstruktion des Superblock-Updates	1049
E.2.8.2	Die Rekonstruktion von Dateiinhalten	1050
E.2.8.3	Die Rekonstruktion eines Generations-Knoten	1051
E.2.8.4	Generelle Vorgehensweise bei der Rekonstruktion	1052
E.3	Das virtuelle Filesystem von <i>SunOS</i>	1052
E.3.1	Die Architektur des UNIX-Filesystems	1053
E.3.1.1	Was für Geräte unterstützt UNIX?	1053
E.3.1.2	Der normale Zugriff auf Geräte unter UNIX	1053
E.3.1.3	Architektur für den Zugriff auf ein strukturiertes Gerät	1054
E.3.1.4	Die Schnittstelle zwischen den Anwenderprogrammen und UNIX	1054
E.3.2	Möglichkeiten der Einbindung von Geräten in eine UNIX-Umgebung	1055
E.3.2.1	Grenzfälle	1055
E.3.2.2	Grenzen des Systems	1055
E.3.2.3	Der Ausweg: das virtuelle Filesystem	1056
E.3.2.4	Die neue Architektur für den Zugriff auf ein strukturiertes Gerät	1056
E.3.3	Die Schnittstelle des virtuellen Filesystems	1057
E.3.3.1	Die <i>VFS</i> -Schnittstelle von <i>SunOS</i> 4.0.x	1057

E.3.3.2	Der Systemaufruf <i>mount</i> stellt Verbindungen her	1058
E.3.3.3	Der Systemaufruf <i>mount</i>	1059
E.3.3.3.1	Die Funktion des Systemaufrufs <i>mount</i>	1059
E.3.4	Nomenklatur für Modulprefixe	1065
E.3.5	Beschreibung der Filesystemoperationen	1065
E.3.5.1	xxx_mount	1065
E.3.5.2	xxx_unmount	1066
E.3.5.3	xxx_root	1067
E.3.5.4	xxx_statfs	1068
E.3.5.5	xxx_sync	1068
E.3.5.6	xxx_vget	1069
E.3.5.7	xxx_mountroot	1070
E.3.5.8	xxx_swapvp	1071
E.3.6	Beschreibung der Vnodeoperationen	1072
E.3.6.1	xxx_open	1072
E.3.6.2	xxx_close	1072
E.3.6.3	xxx_rdwr	1073
E.3.6.3.1	segmap_getmap()	1075
E.3.6.3.2	segmap_release()	1075
E.3.6.3.3	segmap_pagecreate()	1076
E.3.6.4	xxx_iocctl	1077
E.3.6.5	xxx_select	1078
E.3.6.6	xxx_getattr	1078
E.3.6.7	xxx_setattr	1079
E.3.6.8	xxx_access	1080
E.3.6.9	xxx_lookup	1081
E.3.6.9.1	dnlc_lookup()	1082
E.3.6.9.2	dnlc_enter()	1082
E.3.6.9.3	specvp()	1083
E.3.6.10	xxx_create	1083
E.3.6.11	xxx_remove	1085
E.3.6.12	xxx_link	1086
E.3.6.13	xxx_rename	1087
E.3.6.14	xxx_mkdir	1088
E.3.6.15	xxx_rmdir	1089
E.3.6.16	xxx_readdir	1090
E.3.6.17	xxx_symlink	1091
E.3.6.18	xxx_readlink	1092
E.3.6.19	xxx_fsync	1093
E.3.6.20	xxx_inactive	1093
E.3.6.21	xxx_lockctl	1094
E.3.6.21.1	klm_lockctl()	1095
E.3.6.22	xxx_fid	1095

E.3.6.23	xxx_getpage	1096
E.3.6.23.1	pvn_getpages()	1098
E.3.6.23.2	xxx_getapage	1098
E.3.6.24	xxx_putpage	1104
E.3.6.24.1	xxx_writelbn	1109
E.3.6.25	xxx_map	1110
E.3.6.26	xxx_dump	1112
E.3.6.27	xxx_cmp	1112
E.3.6.28	xxx_realvp	1113
E.4	Implementierung im <i>SunOS</i> -Kern	1114
E.4.1	Notwendige Änderungen am Gerätetreiber	1114
E.4.2	Interne Repräsentation der Filesystemstruktur	1114
E.4.3	Methoden zum Einlesen der <i>Gnodes</i>	1115
E.4.3.1	Probleme durch Hardlinks	1117
E.4.3.2	Optimierungen am Einlesealgorithmus	1118
E.4.3.3	<i>lost+found</i> -Dateien	1119
E.4.4	Filesystem Operationen	1120
E.4.5	Pagebarer Speicher für den <i>Gnode</i> -Cache	1121
E.4.5.1	Anonymer Speicher in <i>SunOS</i> 4.0	1121
E.4.5.2	Die physische Speicherbelegung	1122
E.4.5.3	Die virtuelle Speicherbelegung	1123
E.4.5.4	Möglichkeiten der Verwendung von anonymen Speicher in <i>SunOS</i> 4.0	1124
E.4.5.5	Die Verwaltung des anonymen Speichers	1125
E.4.5.6	Nebenläufigkeitsprobleme in der Verwaltung.	1126
E.4.6	Überblick über die verwendeten Datenstrukturen	1128
E.5	Diskussion und Ausblick	1132
E.5.1	Messungen	1132
E.5.2	Kompression der <i>Gnodes</i>	1133
E.5.3	Methoden zur Verringerung des von den <i>Gnodes</i> belegten Bereichs	1134
E.5.4	Das <i>Worm</i> -Filesystem auf wiederbeschreibbaren Medien	1135
E.5.5	Daten kleiner Dateien innerhalb von <i>Gnodes</i>	1136
E.5.6	Das Anbringen einer vorwärts verketteten Struktur auf dem Medium	1136
E.5.7	Erhöhen der Schreibgeschwindigkeit bei magneto- optischen Medien	1137
Sachverzeichnis		1139
Literaturverzeichnis		1147

Abbildungsverzeichnis

4.1	Installation?	79
4.2	Ablauf der automatischen Installation	82
4.3	Ablauf des Netzboots	83
4.4	Regelwerk des Installservers	88
4.5	Autoinstall Fehlerbehandlungen	98
5.1	Struktur einer Festplatte mit Partitionen	105
5.2	Disk Inode Blockliste	110
5.3	Transaktionsablauf <i>ufs+</i>	112
5.4	Kernel Filesystem Überblick	115
5.5	<i>/devices</i> am Beispiel einer AX-MP+	128
5.6	SMF Dateibaum Übersicht	131
5.7	SMF Contract	132
5.8	Struktur des Object Filesystems	137
5.9	Link	137
5.10	Filesystem <i>/</i> , <i>home</i> und <i>doc</i> nicht gemountet	159
5.11	<i>fs: docs</i> gemountet	160
5.12	<i>fs: home</i> gemountet	161
5.13	UNIX-Dateisystem	166
5.14	UNIX-path	168
5.15	UNIX-path	168
5.16	UNIX-path	169
5.17	UNIX-path	169
5.18	UNIX-path	170
5.19	Dateibaum für Beispiele	172
5.20	Shadow Inode	193
5.21	UNIX-Dateisystem	199
5.22	Stripe, paralleles Schreiben auf alle HDUs	227
5.23	Concat, sequentielles Auffüllen aller HDUs	227
5.24	Mirror, gleicher Inhalt auf beiden Seiten	228
5.25	RAID 3, feste Paritäts-HDU	228