

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Speicherhierarchie . . . . .	1
1.2	Die serverzentrierte IT-Architektur und ihre Beschränkungen . . . . .	3
1.3	Die speicherzentrierte IT-Architektur und ihre Vorteile . . . . .	5
1.4	Beispiel: Austausch eines Servers mit Speichernetzen . . . . .	7
1.5	Von verteilten Systemen zu Pervasive Computing und Cloud . . . . .	9
1.6	Gliederung des Buchs . . . . .	11
<b>Teil I</b>	<b>Techniken für Speichernetze</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>Disk- und Flashsysteme</b>	<b>19</b>
2.1	Grundlagen . . . . .	20
2.1.1	Architektur von Disk- und Flashsystemen . . . . .	20
2.1.2	Abgrenzung: Disksystem versus Flashsystem . . . . .	23
2.1.3	Laufwerke: Flashmodule, SSDs und Festplatten . . . . .	23
2.1.4	Interne I/O-Kanäle . . . . .	27
2.1.5	Just a Bunch of Disks (JBOD) . . . . .	29
2.1.6	Speichervirtualisierung durch RAID . . . . .	29
2.2	Verschiedene RAID-Level im Detail . . . . .	33
2.2.1	RAID 0: Blockweises Striping . . . . .	34
2.2.2	RAID 1: Blockweises Mirroring . . . . .	36
2.2.3	RAID 0+1/RAID 10: Striping und Mirroring kombiniert . . . . .	37
2.2.4	RAID 4 und RAID 5: Parity statt Mirroring . . . . .	42
2.2.5	RAID 6: Double Parity . . . . .	47
2.2.6	RAID 2 und RAID 3 . . . . .	50
2.2.7	Die RAID-Level im Vergleich . . . . .	51
2.2.8	Distributed RAID . . . . .	54

2.3	Caching: Beschleunigung der Laufwerkszugriffe .....	56
2.3.1	Caches in Festplatten und SSDs .....	56
2.3.2	Schreib-Cache im Controller des Disksystems .....	57
2.3.3	Lese-Cache im Controller des Disksystems .....	58
2.4	Intelligente Diskssysteme .....	58
2.4.1	Instant Copies .....	59
2.4.2	Remote Mirroring .....	63
2.4.3	Konsistenzgruppen .....	68
2.4.4	LUN Masking .....	72
2.5	Speicheroptimierung .....	75
2.5.1	Thin Provisioning .....	75
2.5.2	Deduplizierung und Komprimierung .....	76
2.5.3	Automatische Speicherortverlagerung .....	77
2.6	Verfügbarkeit von Diskssystemen .....	78
2.7	Zusammenfassung und Ausblick .....	81
<b>3</b>	<b>I/O-Techniken</b>	<b>83</b>
3.1	Grundlagen .....	83
3.1.1	Der physische I/O-Pfad von der CPU zum Speichergerät .....	84
3.1.2	Small Computer System Interface (SCSI) .....	87
3.2	Fibre Channel (FC) .....	89
3.2.1	Links, Ports und Topologien .....	91
3.2.2	FC-0: Kabel, Stecker und Signalcodierung .....	93
3.2.3	FC-1: Codierungen, Ordered Set und Link Control Protocol .....	98
3.2.4	FC-2: Datenübertragung .....	105
3.2.5	FC-3: Gemeinsame Dienste .....	113
3.2.6	Link Services: Login und Adressierung .....	114
3.2.7	Fabric Services: Name Server und Co. ....	120
3.2.8	FC-4 und ULPs: Anwendungsprotokolle .....	122
3.3	Fibre Channel SAN .....	124
3.3.1	Eignung für Speichernetze .....	124
3.3.2	Begriffsbestimmung: SAN versus Speichernetz .....	125
3.3.3	Die Point-to-Point-Topologie .....	125
3.3.4	Die Fabric-Topologie .....	127
3.3.5	Die Arbitrated-Loop-Topologie .....	135
3.3.6	Hardwarekomponenten für Fibre Channel SAN .....	135
3.3.7	Interoperabilität von Fibre Channel SAN .....	139
3.3.8	Leistungsbetrachtungen .....	142

3.4	WAN-Techniken .....	144
3.4.1	Dark Fiber .....	145
3.4.2	Multiplexer: DWDM, CWDM und TDM .....	145
3.4.3	Fibre Channel over IP (FCIP) .....	150
3.4.4	Fazit .....	155
3.5	IP Storage .....	155
3.5.1	TCP/IP und Ethernet als I/O-Technik .....	156
3.5.2	Internet SCSI (iSCSI) .....	160
3.5.3	Fibre Channel over Ethernet (FCoE) .....	162
3.6	Weitere I/O-Techniken .....	166
3.6.1	InfiniBand .....	166
3.6.2	Virtual Interface Architecture (VIA) .....	170
3.6.3	RDMA, RoCE & Co .....	172
3.6.4	NVM Express (NVMe) und NVMe over Fabric (NVMeOF) .....	175
3.7	Zusammenfassung und Ausblick .....	179
<b>4</b>	<b>Dateisysteme und Network Attached Storage (NAS)</b>	<b>181</b>
4.1	Lokale Dateisysteme .....	181
4.1.1	Lokale und verteilte Dateisysteme .....	182
4.1.2	Journaling .....	183
4.1.3	Snapshots .....	183
4.1.4	Volume Manager .....	184
4.1.5	Information Lifecycle Management (ILM) .....	186
4.1.6	Dateisysteme und Datenbanken .....	188
4.2	Netzwerk-Dateisysteme und Fileserver .....	188
4.2.1	Grundprinzip .....	189
4.2.2	Network Attached Storage (NAS) .....	190
4.2.3	Alternativen zu Netzwerk-Dateisystemen .....	192
4.3	Authentisierung und Autorisierung .....	193
4.3.1	Identifizierung .....	193
4.3.2	Authentisierung .....	195
4.3.3	Verzeichnisdienste .....	196
4.3.4	Autorisierung und Zugriffskontrolle .....	197
4.4	Optimierung für verteilte Zugriffe .....	201
4.4.1	Leistungsengpässe in Fileservern .....	201
4.4.2	Beschleunigung von Netzwerk-Dateisystemen .....	202
4.4.3	Fallstudie: Direct Access File System (DAFS) .....	204
4.4.4	Shared-Disk-Dateisysteme .....	207
4.4.5	Fallstudie: General Parallel File System (GPFS) .....	210
4.4.6	Shared-Nothing-Dateisysteme .....	213
4.4.7	Fallstudie: Hadoop Distributed File System (HDFS) ...	214

4.5	Vergleich: NAS und SAN .....	216
4.6	Zusammenfassung und Ausblick .....	219
<b>5</b>	<b>Speichervirtualisierung</b>	<b>221</b>
5.1	Grundlagen .....	221
5.1.1	Definition: Speichervirtualisierung .....	222
5.1.2	Ziele der Speichervirtualisierung .....	223
5.1.3	Realisierungsorte der Virtualisierungsinstanz .....	224
5.1.4	Speichervirtualisierung auf Blockebene .....	225
5.1.5	Speichervirtualisierung auf Dateiebene .....	226
5.1.6	Vergleich: Blockebene versus Dateiebene .....	228
5.2	Speichervirtualisierung im Speichernetz .....	228
5.2.1	Architekturbedingte Einschränkungen von Speichernetzen .....	229
5.2.2	Implementierungsbedingte Einschränkungen von Speichernetzen .....	231
5.2.3	Notwendigkeit einer Speichervirtualisierung im Speichernetz .....	231
5.2.4	Beispiel: Austausch von Speichergeräten mit Speichervirtualisierung im Speichernetz .....	233
5.2.5	Symmetrische Speichervirtualisierung .....	233
5.2.6	Asymmetrische Speichervirtualisierung .....	237
5.3	Vergleich der Realisierungsorte .....	242
5.3.1	Speichervirtualisierung im I/O-Pfad .....	242
5.3.2	Speichervirtualisierung im Server .....	246
5.3.3	Speichervirtualisierung im Speichergerät .....	247
5.3.4	Speichervirtualisierung im Speichernetz .....	249
5.3.5	Mehrstufige Speichervirtualisierung .....	250
5.4	Implementierungsaspekte .....	251
5.4.1	Erleichterung der Speicherverwaltung .....	252
5.4.2	Höhere Verfügbarkeit der Daten .....	252
5.4.3	Höhere Leistungsfähigkeit des Speichers .....	253
5.4.4	Bessere Ausnutzung aller Speicherressourcen .....	254
5.5	Zusammenfassung und Ausblick .....	254
<b>6</b>	<b>Objektspeicher</b>	<b>257</b>
6.1	Begriffsbestimmung .....	258
6.1.1	Motivation: Speicher für nicht-strukturierte, statische Daten .....	258
6.1.2	Referenzarchitektur für Objektspeicher .....	260
6.1.3	Abgrenzung zu Dateien und Dateisystemen .....	262
6.1.4	Abgrenzung zu anderen objektbasierten Speichern ....	263
6.1.5	Abgrenzung zu Cloud Storage .....	263

6.2	Anforderungen an Objektspeicher .....	264
6.2.1	Speicher für Webanwendungen und Pervasive Computing .....	264
6.2.2	Hardware-bezogene Anforderungen .....	266
6.2.3	CAP-Theorem als Architekturtreiber .....	268
6.2.4	Operative Anforderungen .....	270
6.3	Zugriff auf Objekte .....	271
6.3.1	Webtechniken .....	271
6.3.2	Representational State Transfer (REST) .....	273
6.3.3	Objektspeicherschnittstelle .....	275
6.3.4	Fallstudie: Cloud Data Management Interface (CDMI) .....	276
6.3.5	Vergleich von CDMI mit anderen API-Varianten .....	281
6.4	Speichern der Objekte .....	283
6.4.1	Systemsoftware des Objektspeichers .....	283
6.4.2	Redundanz der Objekte .....	285
6.4.3	Redundanz von Hardwarekomponenten .....	287
6.4.4	Zonen und Regionen .....	288
6.4.5	Fallstudie: OpenStack Swift .....	291
6.5	Erweiterte Funktionen .....	296
6.5.1	Suche .....	296
6.5.2	Logging .....	297
6.5.3	Darstellung als Netzwerkdateisystem .....	297
6.6	Zusammenfassung und Ausblick .....	300
<b>7</b>	<b>Wechselmedien</b>	<b>303</b>
7.1	Motivation: Vorteile von Bändern .....	303
7.2	Medientypen .....	308
7.2.1	Bänder (Tapes) .....	308
7.2.2	Optische Medien .....	310
7.2.3	Tape Libraries .....	311
7.2.4	Bandlaufwerke (Drives) .....	313
7.2.5	Media Changer und Inventarverzeichnis .....	314
7.2.6	Partitionierung von Tape Libraries .....	317
7.3	Das Linear Tape File System (LTFS) .....	320
7.3.1	Motivation .....	320
7.3.2	Architektur .....	321
7.3.3	Operationen .....	325
7.3.4	Charakteristische Eigenschaften .....	327
7.3.5	Nutzungsaspekte .....	329
7.3.6	Hierarchische Speicherverwaltung mit LTFS .....	330
7.3.7	Fazit .....	332

7.4	Einsatzgebiete	333
7.4.1	Einsatz zur Datensicherung	333
7.4.2	Einsatz zur Archivierung	335
7.4.3	Einsatz für den Austausch großer Datenmengen	336
7.5	Zusammenfassung	337

**Teil II Einsatz von Speichernetzen 339**

**8 Basisarchitekturen 341**

8.1	Begriffsbestimmung »Speichernetz«	341
8.1.1	Schichtung der Übertragungstechniken und Protokolle	342
8.1.2	Speichernetze im I/O-Pfad	344
8.1.3	Abgrenzung: Rechnernetze versus Speichernetze	346
8.2	Basiskonzepte	347
8.2.1	Konsolidierung von Disksystemen	347
8.2.2	Konsolidierung von Tape Libraries	349
8.2.3	Data Sharing	351
8.2.4	Datenkopien	353
8.2.5	Hierarchical Storage Management (HSM)	355
8.3	Verfügbarkeit	359
8.3.1	Ausfall eines I/O-Busses	360
8.3.2	Ausfall eines Servers	363
8.3.3	Ausfall eines Speichersystems	366
8.3.4	Ausfall einer Virtualisierung im Speichernetz	371
8.3.5	Ausfall eines Rechenzentrums am Beispiel »Schutz eines wichtigen Datenbanksystems«	371
8.3.6	Ausfall eines Storage-rich Servers	376
8.4	Anpassbarkeit und Skalierbarkeit	377
8.4.1	Begriffsbestimmung: »Cluster«	378
8.4.2	Shared-Null-Konfiguration	378
8.4.3	Shared-Nothing Cluster	380
8.4.4	Enhanced Shared-Nothing Cluster	383
8.4.5	Shared-Everything Cluster	385
8.4.6	Cluster mit Storage-rich Servern	387
8.5	Zusammenfassung und Ausblick	388

<b>9</b>	<b>Pervasive Computing und Cloud</b>	<b>391</b>
9.1	Pervasive Computing .....	391
9.1.1	Definition: »Pervasive Computing« .....	392
9.1.2	Dezentrale Erzeugung, Verarbeitung und Speicherung von unstrukturierten Daten .....	393
9.1.3	Höheres Datenvolumen .....	395
9.1.4	Höhere Skalierbarkeit .....	396
9.1.5	Höhere Anpassbarkeit .....	396
9.1.6	Geringere Veränderungsrate .....	396
9.1.7	Verfügbarkeit wichtiger als Konsistenz .....	396
9.1.8	Höhere Fehlertoleranz .....	397
9.1.9	Geringere Belastung durch Partitionierung .....	398
9.1.10	Lose gekoppelte Replikate .....	399
9.1.11	Fazit .....	399
9.2	Cloud Computing .....	400
9.2.1	Definition »Cloud Computing« .....	400
9.2.2	Charakteristische Eigenschaften .....	401
9.2.3	Dienstmodelle: IaaS, PaaS, SaaS .....	403
9.2.4	Bereitstellungsmodelle: Public, Privat, Hybrid .....	404
9.2.5	Fallbeispiel: OpenStack .....	406
9.2.6	Abgrenzung zu Webanwendung .....	408
9.2.7	Abgrenzung zu Virtualisierung .....	409
9.2.8	Cloud Computing in Unternehmen .....	409
9.3	Servervirtualisierung .....	411
9.3.1	Grundlagen und Definition .....	411
9.3.2	Vorteile von Servervirtualisierung .....	413
9.3.3	Speicher für Servervirtualisierung .....	414
9.3.4	Problem: Hypervisor im I/O Pfad .....	416
9.3.5	Fallstudie: Speicher für VMware ESXi .....	419
9.3.6	Hyperconverged Systems .....	424
9.3.7	Container .....	426
9.4	Speicher in, aus und für die Cloud .....	428
9.4.1	Speicher in und aus der Cloud .....	429
9.4.2	Enterprise File Sync&Share (EFSS) .....	430
9.4.3	Big Data .....	434
9.4.4	Speicher für Cloud und Pervasive Computing .....	435
9.5	Zusammenfassung und Ausblick .....	436

<b>10</b>	<b>Datensicherung</b>	<b>439</b>
10.1	Rahmenbedingungen .....	440
10.1.1	Begriffsbestimmung .....	440
10.1.2	Herausforderungen .....	445
10.1.3	Anforderungen .....	446
10.1.4	Abgrenzung .....	449
10.2	Referenzarchitektur für Backup-Systeme .....	451
10.2.1	Komponenten und Prozesse .....	451
10.2.2	Backup-Server .....	454
10.2.3	Backup-Client .....	459
10.2.4	Verwaltung .....	462
10.3	Konzepte und Techniken .....	464
10.3.1	Backup-Verfahren .....	464
10.3.2	Kenngrößen .....	469
10.3.3	Backup-Strategien .....	472
10.3.4	Backup-Profile .....	475
10.3.5	Datenreduktion .....	476
10.3.6	Speicherhierarchien im Backup-Speicher .....	481
10.3.7	Sicherung und Auslagerung der Backup-Daten .....	483
10.3.8	Verschlüsselung .....	486
10.4	Erweiterung der Referenzarchitektur .....	488
10.4.1	Index-Server und Medien-Server .....	488
10.4.2	Server-free Backup .....	491
10.4.3	LAN-free Backup .....	493
10.4.4	Datensicherung mit Instant Copies .....	498
10.5	Cloud-Backup .....	502
10.5.1	Grundlagen .....	502
10.5.2	Backup-Systeme mit Cloud-Speicher .....	504
10.5.3	Backup-as-a-Service .....	506
10.5.4	Disaster-Recovery-as-a-Service für Backup-Systeme ...	507
10.5.5	Backup-Systeme für Off Premise Private Clouds .....	509
10.5.6	Fazit .....	510
10.6	Sicherung von Dateisystemen .....	511
10.6.1	Grundlagen .....	511
10.6.2	Identifizierung der zu sichernden Daten .....	512
10.6.3	Lösungen für die Sicherung von Dateisystemen .....	514
10.6.4	Sicherung von Fileservern .....	520
10.7	Sicherung von NAS-Systemen .....	522
10.7.1	Sicherung von NAS-Systemen über NFS oder SMB ...	522
10.7.2	Das Network Data Management Protocol (NDMP) ...	523
10.7.3	Integration von NDMP in Backup-Systeme .....	528



10.8	Sicherung von Datenbanksystemen . . . . .	534
10.8.1	Grundlagen Datenbanksysteme . . . . .	535
10.8.2	Wiederanlauf und Recovery . . . . .	541
10.8.3	Backup-Verfahren für Datenbanksysteme . . . . .	545
10.8.4	Vollständige Sicherung der Datenbasis . . . . .	549
10.8.5	Differenzielle Sicherung der Datenbasis . . . . .	553
10.8.6	Sicherung der Datenbasis mit Instant Copies . . . . .	556
10.9	Sicherung von Servern . . . . .	560
10.9.1	Sicherung von physischen Servern . . . . .	560
10.9.2	Besonderheiten der Sicherung virtueller Server . . . . .	565
10.9.3	Sicherung im virtuellen Server . . . . .	567
10.9.4	Sicherung über den Hypervisor . . . . .	569
10.9.5	Anwendungskonsistente Sicherung von virtuellen Servern . . . . .	577
10.10	Organisatorische Aspekte der Datensicherung . . . . .	579
10.11	Zusammenfassung und Ausblick . . . . .	583
<b>11</b>	<b>Archivierung</b>	<b>587</b>
11.1	Begriffsbestimmung . . . . .	588
11.1.1	Abgrenzung: Informationen versus Daten . . . . .	588
11.1.2	Archivierung . . . . .	588
11.1.3	Digitale Archivierung . . . . .	589
11.1.4	Referenzarchitektur für digitale Archivsysteme . . . . .	590
11.1.5	Der Archivierungsprozess . . . . .	592
11.1.6	Abgrenzung: Archivierung versus Datensicherung . . . . .	593
11.1.7	Abgrenzung: Archivierung versus ILM . . . . .	597
11.2	Grundlagen . . . . .	600
11.2.1	Gründe für die Archivierung . . . . .	601
11.2.2	Gesetzliche Anforderungen . . . . .	601
11.2.3	Technischer Fortschritt . . . . .	603
11.2.4	Beständigkeit . . . . .	604
11.2.5	Risiken aus Umwelt und Gesellschaft . . . . .	606
11.2.6	Anpassbarkeit und Skalierbarkeit . . . . .	606
11.2.7	Operative Anforderungen . . . . .	608
11.2.8	Kostenbezogene Anforderungen . . . . .	608
11.2.9	Fazit: Archivsysteme als strategische Investition . . . . .	609
11.3	Speichermedien für die Archivierung . . . . .	610
11.3.1	Motivation . . . . .	610
11.3.2	Diskbasierter WORM-Speicher . . . . .	611
11.3.3	Optische WORM-Medien . . . . .	613
11.3.4	WORM-Bänder . . . . .	613
11.3.5	Vergleich und Einsatzgebiete der WORM-Techniken . . . . .	614

11.4	Implementierungsüberlegungen	616
11.4.1	Datensicherheit	616
11.4.2	Datenintegrität	618
11.4.3	Nachweis der Revisionssicherheit	619
11.4.4	Löschen von Daten	619
11.4.5	Unterbrechungsfreier Betrieb	621
11.4.6	Verlustfreier Betrieb	621
11.4.7	Datensteuerung: Speicherhierarchie und Migration	623
11.4.8	Komponentenneutrale Archivierung	625
11.4.9	Auswahl von Komponenten und Herstellern	626
11.5	Schnittstellen im Archivsystem	627
11.5.1	Referenzarchitektur mit Schnittstellen	627
11.5.2	Schnittstelle zwischen Anwendung und DMS	629
11.5.3	Fallstudie: Java Content Repository (JCR)	630
11.5.4	Schnittstelle zwischen DMS und Archivspeicher	631
11.5.5	Fallstudie: eXtensible Access Method (XAM)	633
11.5.6	Verwaltungsschnittstellen	635
11.5.7	Schnittstelle zwischen DMS-Systemen	636
11.5.8	Fallstudie: Content Management Interoperability Services (CMIS)	636
11.5.9	Referenzarchitektur mit standardisierten Schnittstellen	639
11.6	Archivlösungen	640
11.6.1	Archivierung von E-Mails	640
11.6.2	Archivierung von Dateien	645
11.6.3	Archivierung von ERP-Systemen	653
11.6.4	Archivierung in Krankenhäusern	657
11.6.5	Zentrales Archiv	660
11.7	Langzeitarchivierung	664
11.7.1	Spezielle Herausforderungen	665
11.7.2	Prozesse bei der Langzeitarchivierung	665
11.7.3	Das OAIS-Referenzmodell zur Langzeitarchivierung	666
11.7.4	Implementierung eines Langzeitarchivs	669
11.8	Operative und organisatorische Aspekte	670
11.9	Zusammenfassung und Ausblick	672

<b>12</b>	<b>Business Continuity</b>	<b>675</b>
12.1	Grundlagen	675
12.1.1	Motivation: Betrifft Unternehmen aller Größen	676
12.1.2	Begriffsbestimmungen	677
12.1.3	Klassifikation von Ausfällen	678
12.1.4	Auswirkung von IT-Ausfällen	680
12.1.5	Wiederanlauf von Geschäftsprozessen	681
12.1.6	Kostenoptimierung für Business Continuity	683
12.1.7	Risikomanagement im Kontext der Business Continuity	685
12.1.8	Beschreibung der Anforderungen	688
12.2	Business-Continuity-Ziele	688
12.2.1	Ziele der Business Continuity	689
12.2.2	Hochverfügbarkeit (High Availability)	689
12.2.3	Desasterschutz (Disaster Recovery)	690
12.2.4	Kontinuierlicher Geschäftsbetrieb (Continuous Operation)	691
12.2.5	Hochverfügbarkeit versus Desasterschutz	692
12.3	Kenngößen der Business Continuity	695
12.3.1	Verfügbarkeit	695
12.3.2	Charakterisierung der Verfügbarkeit	697
12.3.3	Berechnung von Gesamtverfügbarkeiten	698
12.3.4	Recovery Time Objective (RTO)	699
12.3.5	Recovery Point Objective (RPO)	701
12.3.6	Network Recovery Objective (NRO)	702
12.3.7	Noch einmal: Hochverfügbarkeit versus Desasterschutz	702
12.3.8	Service Level Agreements (SLAs)	705
12.4	Business-Continuity-Lösungen	706
12.4.1	Basistechniken	706
12.4.2	Das Sieben-Stufen-Modell	708
12.4.3	Lösungssegmente des Sieben-Stufen-Modells	713
12.4.4	Datensicherung	714
12.4.5	Schnelle Datenwiederherstellung mit Kopien	716
12.4.6	Schnelle Datenwiederherstellung mit Spiegeln	719
12.4.7	Kontinuierliche Verfügbarkeit	726
12.4.8	Drei Standorte zum Schutz vor weiträumigen Katastrophen	731
12.5	Business-Continuity-Plan	734
12.5.1	Erstellen eines Business-Continuity-Plans	734
12.5.2	Operativer Standortwechsel	736
12.5.3	Organisatorische Aspekte	739
12.6	Zusammenfassung und Ausblick	740

<b>13</b>	<b>Verwaltung von Speichernetzen</b>	<b>743</b>
13.1	Anforderungen	743
13.1.1	Benutzerbezogene Anforderungen	744
13.1.2	Komponentenbezogene Anforderungen	746
13.1.3	Architekturbezogene Anforderungen	747
13.1.4	Ein zentrales Verwaltungswerkzeug	749
13.1.5	Fünf Basisdienste	751
13.1.6	Unterstützung agiler Geschäftsumfelder	752
13.1.7	Datenprofile	755
13.2	Charakterisierung von Verwaltungsschnittstellen	757
13.2.1	In-Band-Schnittstellen	757
13.2.2	Out-Band-Schnittstellen	757
13.2.3	Standardisierte Schnittstellen	758
13.2.4	Proprietäre Schnittstellen	759
13.2.5	Fazit	760
13.3	In-Band- und Out-Band-Management	760
13.3.1	Grundlagen In-Band-Management	761
13.3.2	In-Band-Management im Fibre Channel SAN	763
13.3.3	Grundlagen Out-Band-Management	765
13.3.4	Das Simple Network Management Protocol (SNMP)	767
13.3.5	CIM und WBEM	772
13.3.6	Storage Management Initiative Specification (SMI-S)	779
13.3.7	Redfish und Swordfish	781
13.3.8	Vergleich In-Band-Management versus Out-Band-Management	782
13.4	Zusammenfassung und Ausblick	784
<b>14</b>	<b>Verwaltung von Wechselmedien</b>	<b>785</b>
14.1	Grundlagen	785
14.1.1	Merkmale von Wechselmedien	786
14.1.2	Notwendigkeit einer Wechselmedienverwaltung	789
14.1.3	Basisdienste einer Wechselmedienverwaltung	789
14.1.4	Zentrale Wechselmedienverwaltung	790
14.2	Anforderungen an eine Wechselmedienverwaltung	791
14.2.1	Effiziente Nutzung der Ressourcen	792
14.2.2	Zugriffskontrolle	793
14.2.3	Zugriffssynchronisation	795
14.2.4	Priorisierung der Mount Requests und Warteschlangen	795
14.2.5	Gruppierung von Medien und Laufwerken	796
14.2.6	Media Tracking und Vaulting	799
14.2.7	Cartridge Lifecycle Management	801
14.2.8	Monitoring	803
14.2.9	Reporting	804

14.3	IEEE 1244 Standard for Removable Media Management . . . . .	805
14.3.1	Entstehung und Entwurfsziele . . . . .	805
14.3.2	Architektur des Media-Management-Systems . . . . .	807
14.3.3	Media Manager und MMP . . . . .	810
14.3.4	Library Manager und Drive Manager . . . . .	814
14.4	Zusammenfassung . . . . .	815
<b>15</b>	<b>Schlussbemerkung</b>	<b>817</b>

---

<b>Anhang</b>		<b>819</b>
---------------	--	------------

<b>A</b>	<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</b>	<b>821</b>
<b>B</b>	<b>Glossar</b>	<b>833</b>
<b>C</b>	<b>Literatur- und Quellenverzeichnis</b>	<b>887</b>
<b>D</b>	<b>Berechnung des Paritätsblocks von RAID 4 und 5</b>	<b>897</b>
<b>E</b>	<b>Checkliste für die Verwaltung von Speichernetzen</b>	<b>899</b>
E.1	Anwendungen . . . . .	900
E.1.1	Überwachung . . . . .	900
E.1.2	Verfügbarkeit . . . . .	900
E.1.3	Leistung . . . . .	900
E.1.4	Skalierbarkeit . . . . .	900
E.1.5	Effiziente Nutzung . . . . .	900
E.2	Daten . . . . .	901
E.2.1	Verfügbarkeit . . . . .	901
E.2.2	Leistung . . . . .	901
E.2.3	Datensicherung . . . . .	901
E.2.4	Archivierung . . . . .	901
E.2.5	Migration . . . . .	901
E.2.6	Gemeinsame Datennutzung . . . . .	902
E.2.7	Sicherheit/Zugriffskontrolle . . . . .	902
E.3	Ressourcen . . . . .	902
E.3.1	Inventur/Asset Management und Planung . . . . .	902
E.3.2	Überwachung . . . . .	902
E.3.3	Konfiguration . . . . .	902
E.3.4	Ressourcennutzung . . . . .	903
E.3.5	Kapazität . . . . .	903
E.3.6	Effiziente Ressourcennutzung . . . . .	903
E.3.7	Verfügbarkeit . . . . .	903
E.3.8	Ressourcenmigration . . . . .	904
E.3.9	Sicherheit . . . . .	904

E.4	Netz .....	904
E.4.1	Topologie .....	904
E.4.2	Überwachung .....	904
E.4.3	Verfügbarkeit .....	904
E.4.4	Leistung .....	904
	<b>Index</b>	<b>905</b>