

Ulf Troppens · Rainer Erkens

Speichernetze

**Grundlagen und Einsatz von
Fibre Channel SAN, NAS, iSCSI und InfiniBand**



dpunkt.verlag



Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	vii
Vorwort	xi
Inhaltsverzeichnis	xvi
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	xxiii
1 Einleitung	1
1.1 Die serverzentrierte IT-Architektur und deren Beschränkungen	1
1.2 Die speicherzentrierte IT-Architektur und deren Vorteile	3
1.3 Beispiel: Austausch eines Servers mit Speichernetzen	5
1.4 Gliederung des Buches	7
I Techniken für Speichernetze	13
2 Intelligente Disksubsysteme	15
2.1 Architektur Intelligenter Disksubsysteme	16
2.2 Festplatten und interne I/O-Kanäle	18
2.3 JBOD: Just a Bunch of Disks	21
2.4 Speichervirtualisierung durch RAID	22
2.5 Verschiedene RAID-Level im Detail	25
2.5.1 RAID 0: Blockweises Striping	25
2.5.2 RAID 1: Blockweises Mirroring	27
2.5.3 RAID 0+1/RAID 10: Striping und Mirroring kombiniert	28
2.5.4 RAID 4 und RAID 5: Parity statt Mirroring	32
2.5.5 RAID 2 und RAID 3	37
2.5.6 Die RAID-Level im Vergleich	38
2.6 Caching: Beschleunigung der Festplattenzugriffe	40
2.6.1 Cache auf der Festplatte	40
2.6.2 Schreib-Cache im Controller des Disksubsystems	41
2.6.3 Lese-Cache im RAID-Controller	41
2.7 Intelligente Disksubsysteme	42

2.7.1	Instant Copies	43
2.7.2	Remote Mirroring	45
2.7.3	LUN Masking	49
2.8	Verfügbarkeit von Disksubsystemen	52
2.9	Zusammenfassung und Ausblick	54
3	I/O-Techniken	57
3.1	Der physikalische I/O-Pfad von der CPU zum Speichersystem	58
3.2	Small Computer System Interface (SCSI)	61
3.2.1	SCSI-Grundlagen	61
3.2.2	SCSI und Speichernetze	63
3.3	Der Fibre-Channel-Protokollturm	65
3.3.1	Links, Ports und Topologien	68
3.3.2	FC-0: Kabel, Stecker und Signalkodierung	71
3.3.3	FC-1: 8b/10b-Kodierung, Ordered Sets und Link Control	73
3.3.4	FC-2: Exchange, Sequence, Frame, Flusskontrolle und Dienstklassen	76
3.3.5	FC-3: Gemeinsame Dienste	81
3.3.6	Link Services: Login und Adressierung	86
3.3.7	Fabric Services: Name Server und Co.	90
3.3.8	FC-4 und ULPs: Anwendungsprotokolle	90
3.4	Fibre Channel SAN	94
3.4.1	Die Point-to-Point-Topologie	94
3.4.2	Die Fabric-Topologie	94
3.4.3	Die Arbitrated-Loop-Topologie	99
3.4.4	Hardwarekomponenten für Fibre Channel SAN	102
3.4.5	InterSANs	106
3.4.6	Interoperabilität von Fibre Channel SAN	110
3.5	IP Storage	112
3.5.1	TCP/IP und Ethernet als I/O-Technik	113
3.5.2	IP-Storage-Standards: iSCSI, iFCP, mFCP, FCIP und iSNS	119
3.5.3	Migration von SCSI und Fibre Channel zu IP Storage	123
3.6	InfiniBand	124
3.7	Virtual Interface Architecture (VIA)	128
3.8	Zusammenfassung und Ausblick	131
4	Dateisysteme und Network Attached Storage (NAS) ..	133
4.1	Lokale Dateisysteme	133
4.1.1	Dateisysteme und Datenbanken	134
4.1.2	Journaling	134
4.1.3	Snapshots	135
4.1.4	Volume Manager	136
4.2	Netzwerk-Dateisysteme und Fileserver	136

4.2.1	Grundprinzip	137
4.2.2	Network Attached Storage (NAS)	140
4.2.3	Performance-Engpässe in Fileservern	141
4.2.4	Beschleunigung von Netzwerk-Dateisystemen	143
4.2.5	Fallstudie: Das Direct Access File System (DAFS)	144
4.3	Shared-Disk-Dateisysteme	149
4.3.1	Fallstudie: Das General Parallel File System (GPFS)	151
4.4	Vergleich: NAS, Fibre Channel SAN und iSCSI SAN	155
4.5	Zusammenfassung und Ausblick	158
II Einsatz von Speichernetzen		161
5	Anwendung von Speichernetzen	163
5.1	Noch einmal: Virtualisierung im I/O-Pfad	163
5.2	Begriffsbestimmung »Speichernetz«	168
5.2.1	Schichtung der Übertragungstechniken und Protokolle	168
5.2.2	Netze im I/O-Pfad	170
5.2.3	Datennetze, Sprachnetze und Speichernetze	171
5.3	Storage Sharing	172
5.3.1	Disk Storage Pooling	172
5.3.2	Dynamic Tape Library Sharing	173
5.3.3	Data Sharing	175
5.4	Verfügbarkeit von Daten	178
5.4.1	Ausfall eines I/O-Busses	180
5.4.2	Ausfall eines Servers	183
5.4.3	Ausfall eines Disksubsystems	184
5.4.4	Ausfall eines Rechenzentrums am Beispiel »Schutz einer wichtigen Datenbank«	188
5.5	Anpassbarkeit und Skalierbarkeit von IT-Systemen	191
5.5.1	Clustering zur Lastverteilung	192
5.5.2	Webarchitektur (Fünf-Schichten-Architektur)	199
5.5.3	Webanwendungen am Beispiel »Reiseportal«	204
5.6	Zusammenfassung und Ausblick	208
6	Netzwerk-Datensicherung	211
6.1	Rahmenbedingungen der Datensicherung	212
6.2	Dienste der Netzwerk-Datensicherung	212
6.3	Serverkomponenten	215
6.3.1	Job Scheduler	215
6.3.2	Error Handler	216
6.3.3	Metadaten-Datenbank	216
6.3.4	Media Manager	217

6.4	Backup-Clients	220
6.5	Performance-Gewinne durch Netzwerk-Datensicherung	221
6.6	Performance-Engpässe der Netzwerk-Datensicherung	223
6.6.1	Anwendungsspezifische Performance-Engpässe	223
6.6.2	Performance-Engpässe aufgrund der serverzentrierten IT-Architektur	223
6.7	Eingeschränkte Möglichkeiten zur Performance-Steigerung ..	225
6.7.1	Separates LAN für die Netzwerk-Datensicherung	225
6.7.2	Mehrere Backup-Server	227
6.7.3	Backup-Server und Anwendungsserver auf dem gleichen physikalischen Rechner	228
6.8	Next Generation Backup	230
6.8.1	Server-free Backup	230
6.8.2	LAN-free Backup	232
6.8.3	LAN-free Backup mit Shared-Disk-Dateisystemen	233
6.8.4	Tape Library Sharing	235
6.8.5	Datensicherung mit Instant Copies	235
6.8.6	Datensicherung mit Remote Mirroring	238
6.9	Sicherung von Dateisystemen	239
6.9.1	Sicherung von Fileservern	240
6.9.2	Sicherung von Dateisystemen	241
6.9.3	Sicherung von NAS-Servern	243
6.9.4	Das Network Data Management Protocol (NDMP)	245
6.10	Sicherung von Datenbanken	253
6.10.1	Arbeitsweise von Datenbanksystemen	253
6.10.2	Klassische Sicherung von Datenbanken	256
6.10.3	Next Generation Backup von Datenbanken	258
6.11	Organisatorische Aspekte der Datensicherung	260
6.12	Zusammenfassung und Ausblick	262
7	Speichervirtualisierung	265
7.1	Probleme und Anforderungen	266
7.1.1	Schwierigkeiten bei der Speicheradministration	266
7.1.2	Anforderungen der Daten	268
7.1.3	Anforderungen der Datennutzer an Speichernetze	269
7.1.4	Lösungsansatz: Speichervirtualisierung	269
7.2	Definition Speichervirtualisierung	270
7.3	Implementierungsüberlegungen	272
7.3.1	Realisierung der Virtualisierungsinstanz	272
7.3.2	Austausch von Speichergeräten	274
7.3.3	Effiziente Ressourcennutzung durch dynamische Speicher- zuweisung	274
7.3.4	Effiziente Ressourcennutzung durch Datenmigration	275

7.3.5	Performance-Steigerung	275
7.3.6	Verfügbarkeit durch Einführung von Redundanz	276
7.3.7	Datensicherung und Archivierung	276
7.3.8	Gemeinsame Datennutzung	276
7.3.9	Datenschutz	277
7.4	Speichervirtualisierung auf Block- oder Dateiebene	277
7.5	Speichervirtualisierung auf verschiedenen Ebenen des Speichernetzes	280
7.5.1	Speichervirtualisierung im Server	280
7.5.2	Speichervirtualisierung in Speichergeräten	283
7.5.3	Speichervirtualisierung im Netz	284
7.6	Symmetrische und asymmetrische Speichervirtualisierung im Netz	285
7.6.1	Symmetrische Speichervirtualisierung	285
7.6.2	Asymmetrische Speichervirtualisierung	289
7.7	Zusammenfassung	294
8	Verwaltung von Speichernetzen	295
8.1	Systemverwaltung	295
8.2	Anforderungen an Verwaltungssysteme	296
8.3	Unterstützung durch Verwaltungssysteme	298
8.4	Verwaltungsschnittstellen	300
8.5	Standardisierte und proprietäre Mechanismen	302
8.5.1	Standardisierte Mechanismen	303
8.5.2	Proprietäre Mechanismen	303
8.6	In-Band-Management	304
8.6.1	In-Band-Management im Fibre Channel SAN	306
8.7	Out-Band-Management	310
8.7.1	Einsatz von SNMP	311
8.7.2	CIM und WBEM	317
8.7.3	Bluefin	324
8.7.4	CMIP und DMI	325
8.8	Operationale Aspekte der Verwaltung von Speichernetzen	327
8.9	Zusammenfassung	330
	Glossar	331
	Kommentiertes Literatur- und Quellenverzeichnis	355
A	Beweis für die Berechnung des Paritätsblockes von RAID 4 und 5	361

B	Checkliste für die Verwaltung von Speichernetzen	363
B.1	Anwendungen	364
B.1.1	Monitoring	364
B.1.2	Verfügbarkeit	364
B.1.3	Performance	364
B.1.4	Skalierbarkeit	365
B.1.5	Effiziente Nutzung	365
B.2	Daten	365
B.2.1	Verfügbarkeit	365
B.2.2	Performance	365
B.2.3	Sicherung	365
B.2.4	Archivierung	366
B.2.5	Migration	366
B.2.6	Gemeinsame Datennutzung	366
B.2.7	Sicherheit / Zugriffskontrolle	366
B.3	Ressourcen	367
B.3.1	Inventur / Asset Management und Planung	367
B.3.2	Monitoring	367
B.3.3	Konfiguration	367
B.3.4	Ressourcennutzung	367
B.3.5	Kapazität	368
B.3.6	Effiziente Ressourcennutzung	368
B.3.7	Verfügbarkeit	368
B.3.8	Ressourcenmigration	368
B.3.9	Sicherheit	369
B.4	Netz	369
B.4.1	Topologie	369
B.4.2	Monitoring	369
B.4.3	Verfügbarkeit	369
B.4.4	Performance	369
	Index	371