



# Inhalt

Abbildungsverzeichnis .....	X
Tabellenverzeichnis .....	XIII
Vorwort .....	XV
<b>1 Einführung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Allgemeines zum Speichern .....</b>	<b>7</b>
2.1 Was ist Speichern? .....	9
2.2 Definition der Information .....	10
2.3 Definition des Datenmanagements .....	11
2.4 Unternehmenskritische Daten .....	12
2.5 Verfügbarkeit der Datenträger .....	13
2.5.1 RAID0 Striping .....	14
2.5.2 RAID1 Mirroring .....	14
2.5.3 RAID5 Striping mit verteiltem Parity .....	15
2.6 Datenübertragung .....	17
2.6.1 Parallele Datenübertragung .....	17
2.6.2 Serielle Datenübertragung .....	19
<b>3 Client/Server .....</b>	<b>21</b>
3.1 Client/Server-Struktur .....	23
3.2 Stärken und Schwächen von Client/Server .....	24
<b>4 Storage Area Network .....</b>	<b>27</b>
4.1 Definition des SAN .....	29
4.2 Vorteile des SAN .....	30
4.3 Basistechnik im SAN .....	31
4.3.1 Point to Point-Topologie .....	32
4.3.2 Arbitrated Loop (FC-AL) .....	33
4.3.3 Fabric .....	34
4.3.3.1 Verbindungsorientierter Modus .....	36
4.3.3.2 Verbindungsloser Modus .....	38
4.3.3.3 Gemischter Modus .....	39
4.4 Warum nicht Gigabit Ethernet? .....	40

<b>5 Fibre Channel Physical and Signaling Interface</b> .....	45
5.1 FC-0 Physikalisches Interface .....	47
5.1.1 Fibre Channel Interface .....	47
5.1.2 Knoten und Ports .....	49
5.1.3 Namen und Adressen .....	51
5.1.3.1 Fibre Channel-Namen .....	51
5.1.3.2 Fibre Channel-Adressen .....	51
5.1.4 Entfernungen, Übertragungsraten und -Medien .....	53
5.1.5 OFC .....	57
5.2 FC-1 Verschlüsselungsverfahren und Ordered Sets .....	59
5.2.1 8b/10b-Verschlüsselung .....	59
5.2.2 Running Disparity .....	60
5.2.3 Daten- und Special-Character .....	61
5.2.4 Verschlüsselung/Entschlüsselung .....	62
5.2.4.1 5b/6b-Verschlüsselung .....	63
5.2.4.2 3b/4b-Verschlüsselung .....	65
5.2.5 Fehlerkorrektur .....	66
5.2.6 Ordered Sets .....	67
5.2.6.1 Frame Delimiter .....	67
5.2.6.2 Primitive Signals .....	69
5.2.6.3 Primitive Sequences .....	70
5.3 FC-2 Management und Informationsstrukturen .....	70
5.3.1 Login Session .....	71
5.3.1.1 Fabric Login (FLOGI) .....	71
5.3.1.2 Port Login (PLOGI) .....	72
5.3.1.3 Simple Name Server .....	72
5.3.1.4 State Change Notification .....	74
5.3.2 Exchange .....	75
5.3.3 Sequenz .....	76
5.3.4 Frames .....	78
5.3.4.1 Start of Frame Delimiter (SOF) .....	79
5.3.4.2 Header .....	79
5.3.4.3 Datenfeld .....	90
5.3.4.4 Cyclic Redundancy Check (CRC) .....	91
5.3.4.5 End of Frame Delimiter (EOF) .....	91
5.3.5 Flußkontrolle .....	91
5.3.5.1 Buffer to Buffer Credit .....	92
5.3.6 Classes of Service .....	94
5.3.6.1 Class-1 .....	94
5.3.6.2 Class-2 .....	99
5.3.6.3 Class-3 .....	101

5.3.6.4	Class-4.....	103
5.3.6.5	Class-5.....	105
5.3.6.6	Class-6.....	105
5.4	FC-3 Common Services .....	107
5.4.1	Datenverschlüsselung.....	107
5.4.2	Datenkomprimierung.....	107
5.4.3	Data Striping .....	108
5.4.4	Multipathing.....	109
5.4.5	Datenspiegelung.....	110
5.5	FC-4 Protokoll Mapping .....	111
<b>6</b>	<b>Fibre Channel Arbitrated Loop .....</b>	<b>115</b>
6.1	Loop-Adressierung .....	121
6.1.1	FC-AL Primitive Signals .....	125
6.1.2	FC-AL Primitive Sequences .....	127
6.2	Loop-Protokolle.....	128
6.2.1	Loop-Initialisierung .....	128
6.2.2	Loop Initialization Report Position .....	131
6.2.3	NL_Port Login.....	132
6.2.4	Arbitrierung .....	132
6.2.5	Fairness-Prozeß .....	134
6.2.6	FC-AL Buffer to Buffer Credit .....	135
6.3	Besonderheiten beim Einsatz von Fibre Channel Arbitrated Loop.....	135
6.3.1	Wie viele und welche Art von Geräten werden eingesetzt? .....	137
6.3.2	Private- und Public-Loops .....	138
6.3.2.1	Private-Loops .....	138
6.3.2.2	Public-Loops .....	139
6.3.2.3	Virtual Private-Loop Device.....	141
6.3.3	Entfernungen und Bandbreiten .....	143
6.3.4	Hochverfügbarkeit und Disaster Recovery .....	144
6.3.4.1	Hochverfügbarkeit mit FC-AL.....	144
6.3.4.2	FC-AL Disaster Recovery.....	145
<b>7</b>	<b>Hardwarekomponenten.....</b>	<b>149</b>
7.1	Host Bus Adapter .....	151
7.2	GBIC, GLM und MIA.....	151
7.3	Bridges Gateways oder Router? .....	152
7.3.1	Router.....	152
7.3.2	Gateways .....	152
7.3.3	Bridges.....	152
7.3.4	Einsatzgebiete in einem SAN.....	153
7.4	Hubs.....	154

7.4.1	Port Bypass Circuit . . . . .	154
7.4.2	Nur homogene Server? . . . . .	155
7.4.3	Managed Hubs . . . . .	155
7.4.4	Kaskadierung . . . . .	156
7.4.5	Datensicherung via FC-AL . . . . .	157
7.5	Switches . . . . .	157
7.5.1	Performance . . . . .	158
7.5.2	Switch Frame Routing . . . . .	160
7.5.3	Der „Crossbar“-Switch . . . . .	160
7.5.4	Switch-Kaskadierung . . . . .	164
7.5.4.1	Hops . . . . .	165
7.5.4.2	ISL . . . . .	165
7.5.4.3	FSPF . . . . .	165
7.5.4.4	Flexibilität und Routing-Tabellen . . . . .	166
7.6	Fibre Channel Director . . . . .	167
7.6.1	Beschreibung des Directors . . . . .	167
7.6.2	Unterschiede zwischen Directors und Switches . . . . .	168
<b>8</b>	<b>SAN-Management . . . . .</b>	<b>173</b>
8.1	End to End Management . . . . .	175
8.1.1	Applikationsmanagement . . . . .	176
8.1.2	Datenmanagement . . . . .	176
8.1.3	Ressourcenmanagement . . . . .	177
8.1.4	Netzwerkmanagement . . . . .	177
8.1.4.1	Physikalische SAN-Sicht . . . . .	178
8.1.4.2	Logische SAN-Sicht . . . . .	178
8.1.5	Gerätemanagement . . . . .	178
8.1.5.1	Inband Management . . . . .	179
8.1.5.2	Out of Band Management . . . . .	180
8.2	Vorgehensweise beim Aufbau eines Fabrics . . . . .	180
8.2.1	Definition der Geschäfts- und Unternehmensziele . . . . .	181
8.2.2	Definition der technischen Anforderungen . . . . .	182
8.2.2.1	Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Servicefähigkeit . . . . .	183
8.2.2.2	Leistung . . . . .	183
8.2.2.3	Skalierbarkeit . . . . .	184
8.2.2.4	Sicherheit . . . . .	184
8.2.2.5	Managementfähigkeit . . . . .	185
8.2.3	Definition des logischen Designs . . . . .	185
8.2.4	Definition des physikalischen Designs . . . . .	185
8.2.5	Definition der Infrastruktur . . . . .	187
8.2.6	Optimierung des SANs . . . . .	189
8.2.7	Implementierung, Test und Dokumentation . . . . .	190

8.3	SAN-Phänomene	190
8.3.1	LUN-Affinität	192
8.3.2	Fibre Channel-LUNs	193
8.4	Zoning	195
8.4.1	Hardware Zoning	196
8.4.2	Software Zoning	198
8.5	Automatisches SAN-Management	199
8.5.1	Automatisches Entdecken neuer Ports	200
8.5.2	Automatisches Entdecken neuer Adressen	201
8.5.3	Automatische Pfad-Auswahl	201
8.5.4	Lastverteilung	202
8.5.5	Automatisches Umschalten im Fehlerfall	203
9	SAN-Möglichkeiten	205
9.1	Data Sharing	207
9.1.1	Storage Pooling	207
9.1.2	Data Copy Sharing	208
9.1.2.1	File Transfer	208
9.1.2.2	Serial Transfer	209
9.1.2.3	Data Piping Transfer	210
9.1.3	True Data Sharing	211
9.2	Backup-Lösungen	212
9.2.1	Datensicherung via LAN	212
9.2.2	LAN-Free-Backup	213
9.2.3	Server-Free-Backup	215
10	Beispiele für SANs	217
10.1	SAN Beispiel 1	219
10.2	SAN Beispiel 2	220
10.3	SAN Beispiel 3	221
10.4	SAN Beispiel 4	222
10.5	SAN Beispiel 5	223
10.6	SAN Beispiel 6	224
<b>Anhang:</b>	<b>Fibre Channel ANSI-Standards</b>	<b>225</b>
	SAN-Internetadressen	226
	Abkürzungen	228