

Konsolidierung im Rechenzentrum: Welche Netzwerktechnologie wird gewinnen?

**Das Netzwerk als Systembus virtueller Systeme
Alternativen für 10-, 40- und 100-Gbit-Ethernet
SAN-Integration mit DCE, DCB, FCoE, EoFC und
FC-BB-5**

**Entwicklungen der L2/L3-Strukturierung
Neue Ansätze für Hochverfügbarkeit**

von

Dr. Franz-Joachim Kauffels

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS I

EINFÜHRUNG 1

1 HERAUSFORDERUNGEN DURCH VIRTUALISIERUNG UND I/O-KONSOLIDIERUNG 1-7

1.1	Virtualisierung: Grundlagen, Konzepte, Produkte und Konsequenzen	1-11
1.1.1	Virtualisierung: Grundidee, Vorzüge, Anforderungen	1-13
1.1.2	Prozesse im klassischen Betriebssystem	1-19
1.1.3	Vom klassischen Betriebssystem zur Virtualisierung	1-26
1.1.4	Grundsätzliche Konstruktionsalternativen und Transaktionsverarbeitung	1-35
1.1.5	VM-Kommunikation und wandernde virtuelle Maschinen	1-42
1.1.6	Virtualisierung und Speichertechnologie	1-54
1.1.7	Weitere Virtualisierungsthemen	1-62
1.1.8	Kernaussagen und Konsequenzen	1-73
1.2	I/O-Konsolidierung	1-74
1.3	Virtualisierung und I/O: Komplexität, Probleme, Lösungsansätze	1-81
1.3.1	Grenzen des Hypervisor-Konzepts	1-83
1.3.2	Virtual I/O und optimierte Prozessorarchitekturen	1-88
1.3.3	Intraseverer IOV	1-95
1.3.4	Konsequenzen für die Unternehmensnetze	1-106
1.4	Zwischenfazit und assoziierte Themenbereiche	1-108

2 ROUNDUP ÜBERTRAGUNGSTECHNOLOGIE 2-112

2.1	Die neuen Gigabit-Ethernet-Standards: 10GBASE-LRM, 40/100-GbE und 40GBASE-T	2-113
2.1.1	Einführung und Motivation	2-114
2.1.2	10-GbE 2009: Überblick	2-118
2.1.3	Die Entwicklung des 40/100-GbE-Standards	2-129
2.1.4	Zwischenfazit	2-142
2.1.5	40GBASE-T	2-143
2.1.6	Zwischenfazit 10/40/100-Gbit-Ethernet	2-165

2.2	Roundup Fibre Channel	2-166
2.3	Integration Optischer Komponenten: vom Labor in die Anwendung	2-172
2.3.1	Anwendungsbereiche für Integrierte Optische Komponenten	2-173
2.3.2	Basiskomponenten	2-178
2.3.3	Der erste Durchbruch: Sender = Verstärker = Empfänger	2-184
2.3.4	Modulatoren /Demulatoren	2-185
2.3.5	Der zweite Durchbruch: EOM-VCSEL	2-187
2.3.6	Optische Multiplexer und Demultiplexer	2-188
2.3.7	Integration Optischer Komponenten: aktueller Stand	2-191
2.3.8	Konsequenzen für die Unternehmensnetze	2-196
2.4	Fazit	2-198

3 TECHNIKEN FÜR KONVERGIERTE NETZE: DCE, CEE, DCB, FCOE, EOFC, ISCSI **3-199**

3.1	FCoE: Motivation und Grundkonzepte	3-203
3.1.1	Ziele der FCoE Standardisierung	3-204
3.1.2	Einkapselung	3-208
3.2	Lossless Ethernet: Probleme über Probleme	3-210
3.2.1	Was ist "Lossless"?	3-213
3.2.2	Congestion Management & Control	3-216
3.2.3	IEEE 802 Data Center Bridges DCB	3-224
3.2.4	Lösungsmöglichkeiten	3-232
3.2.5	Neue DCB-Erweiterungen	3-235
3.3	FC-BB-5: der Durchbruch für FCoE	3-246
3.3.1	Vorbereitungen und Übersicht	3-247
3.3.2	Modelle und Anforderungen	3-249
3.3.3	FC-BB_E im Detail	3-257
3.3.4	Einzelheiten zu den Steuerprotokollen	3-267
3.3.5	Beispiel	3-271
3.3.6	Fazit	3-275
3.4	Konvergenz: Alternativen zu FCoE	3-277
3.4.1	iSCSI vs. FCoE: Unentschieden!	3-277
3.4.2	FC als Kernnetz mit EoFC?	3-280
3.5	Beispiel: HP Blade System Matrix	3-289

3.6	Konsequenzen für die Unternehmensnetze	3-302
-----	--	-------

4 NETZWERKSTRUKTURIERUNG ZWISCHEN CHANCEN UND RISIKEN, KONVERGENZ UND CHAOS **4-306**

4.1	Motivationslagen	4-308
4.2	Die klassische Struktur und ihre Gefährdung	4-310
4.2.1	Grundfunktionen und Ziele in Layer 2	4-317
4.2.2	Anforderungen an Layer-2-Neuentwicklungen	4-320
4.2.3	Grundfunktionalitäten und Ziele in Layer 3	4-321
4.2.4	Überleitung	4-327
4.3	VLANs, VPNs, mandantenfähige Netze und MPLS	4-328
4.3.1	VPNs und mandantenfähige Netze	4-329
4.3.2	MPLS – aktuelle Basis für VPNs	4-335
4.3.3	Einwände gegen MPLS	4-343
4.3.4	Zwischenfazit zu MPLS	4-346
4.4	Neue Verfahren (Übersicht)	4-347
4.4.1	Redundanzsteuerung und Recovery	4-348
4.4.2	Schwerpunkt Audio/Video IEEE 802 TG AVB Audio/Video-Bridging	4-358
4.5	Konsequenzen für die Unternehmensnetze	4-360

5 RZ-FERNKOPPLUNG **5-362**

5.1	Hochverfügbarkeit: konservative und neue Methoden	5-364
5.1.1	Konservative Lösungen	5-365
5.1.2	Revolutionärer Ansatz	5-370
5.1.3	Zwischenfazit	5-379
5.2	Todgesagte leben länger: SONET	5-380
5.2.1	SONET Überblick	5-382
5.2.2	Frame Format Struktur	5-385
5.2.3	Overheads	5-388
5.2.4	SONET-Multiplexing	5-390
5.2.5	SONET-Netzelemente	5-392
5.2.6	SONET-Netzkonfigurationen	5-395
5.2.7	Der SDH-Standard	5-397
5.2.8	SONET und unsere Ziele	5-398

5.3	Carrier Ethernet	5-399
5.3.1	Einführung	5-402
5.3.2	Packet Optical: der Übergang zu einer Ethernet-zentrischen Zukunft	5-405
5.3.3	Relevante Standards	5-409
5.4	Fazit und Konsequenzen	5-431

ABBILDUNGSVERZEICHNIS **432**

TABELLENVERZEICHNIS **439**

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS **440**