

ernstbrunnen Verlag

Inhaltsverzeichnis

Dr. Franz-Joachim Kauffels

Lokale Netze

11., aktualisierte und erweiterte Auflage



Inhaltsverzeichnis

1.	Lokale Netze – eine Erfolgsgeschichte	15
1.1	Der Ursprung Lokaler Netze	23
1.2	Überblick über die Entwicklung	36
1.3	Anwendungsfelder Lokaler Netze	42
1.3.1	Das LAN im Rechenzentrum	42
1.3.2	Das LAN als Basis eines Integrierten Informationssystems	50
1.3.3	Das LAN in der Industriellen Fertigungsumgebung	52
1.3.4	PC-LANs	55
1.4	Netzwerk-Architekturen für Verteilte Anwendungen	67
1.4.1	Einführung und Problemstellung	68
1.4.2	Netzwerkarchitekturen	69
1.4.2.1	Open Systems Interconnection	70
1.4.2.2	SNA, SAA und Networking Blueprint	79
1.4.2.3	Die TCP/IP-Protokolle (DoD-Protokollfamilie)	84
1.4.3	Netz-Management	87
1.5	LAN-Standards und Standard-LANs	89
1.5.1	LAN-Medien und LAN-Grundtypen	90
1.5.1.1	Übertragungsmedien und Übertragungstechniken (vgl. Kap. 2)	90
1.5.1.2	LAN-Topologien und Verkabelungsstrategien (vgl. Kap 6)	92
1.5.2	Steuerungsverfahren für klassische LANs (vgl. Kapitel 3)	94
1.5.2.1	Token-Passing-Steuerungsverfahren	96
1.5.2.2	CSMA-Steuerungsverfahren	97
1.5.3	LAN-Standards (vgl. Kapitel 4)	98
1.5.4	Die klassischen LANs (Kapitel 3, 4, 5)	100
1.5.4.1	CSMA/CD, populär Ethernet	100
1.5.4.2	Token Ring	103
1.5.4.3	FDDI	104
1.5.5	Zusammenfassung	106
1.6	Lokale Netze auf dem Weg ins nächste Jahrtausend (vgl. Kap 6)	106
1.6.1	Das Problem: müde Standard-LANs	106
1.6.2	Strukturierte Verkabelung	108
1.6.3	Hub-Technologie	110
1.6.4	LAN-Switching	114
1.6.5	IEEE 802-Nachfolgetechnologien	115

1.6.6	FPS Fast Packet Switching	117
1.6.7	ATM-LANs	119
1.7	Überblick über den Inhalt des Buches	122
2.	Nachrichtenübertragung in Lokalen Netzen	125
2.1	Grundsatzfragen der Übertragungstechnik	127
2.1.1	Bits und Bauds	128
2.1.2	Ein Modell für ein Übertragungssystem	129
2.1.3	Die echten Fundamentals: Fourier-Analyse, Abtasttheorem, Impulsverformung und Bandbreite	131
2.1.4	Die Nyquistbedingungen	137
2.1.5	Bandbreite, Kanalkapazität und Ausnutzung	143
2.1.6	Multiplexverfahren, Grundbegriffe	148
2.2	Übertragung auf metallischen Leitern	151
2.2.1	Niederfrequenzkabel	151
2.2.1.1	Physikalische Eigenschaften von Leitungen	152
2.2.1.2	Nebensprechdämpfung	155
2.2.1.3	Entscheidende Parameter bei Verkabelungssystemen	157
2.2.1.4	Grundtypen des Twisted Pair	158
2.2.1.5	Entwicklung von Spezifikationen und Normen für Niederfrequenzkabel	160
2.2.1.6	Datenstecker für Niederfrequenzkabel	163
2.2.2	Hochfrequenzkabel	166
2.2.3	Übertragungsverfahren auf metallischen Leitern	170
2.2.3.1	Einfache Basisbandübertragungsverfahren	171
2.2.3.2	Partial-Response-Verfahren	175
2.2.3.3	Basisbandübertragung mehrwertiger Signale	179
2.2.3.4	Breitbandübertragungstechnik	180
2.2.3.5	Technische Ausführung kabelgebundener Breitbandübertragungssysteme	184
2.3	Optische Übertragungstechnologie	185
2.3.1	Strahlungsquellen	188
2.3.2	Lichtwellenleiter	190
2.3.3	Strahlungsempfänger	198
2.3.4	Aufbau und Eigenschaften von Lichtwellenleiterkabeln	198
2.3.5	Optische Verbindungstechnik	202
2.3.5.1	Spleißtechnik	203
2.3.5.2	Steckertechnik	204
2.3.5.2.1	FSMA-Stecker	204
2.3.5.2.2	ST-Stecker	205

2.3.5.2.3	FC/PC-Stecker	206
2.3.5.2.4	BNC- und Biconic-Stecker	206
2.3.5.2.5	DIN-Stecker	207
2.3.5.2.6	FDDI-MIC-Stecker	207
2.3.5.2.7	Duplex SC-Stecker	207
2.3.6	Einmessung von Lichtleiterverbindungen	208
2.3.7	Optische Sternkoppler	209
2.4	Wireless LANs	211
2.4.1	Wireless LANs – Architektur	212
2.4.2	Spread Spectrum, Microwave und Infrared	214
2.4.3	Einsatzmöglichkeiten und weitere Probleme	216
2.4.4	Bestimmungen, Risiken und Standards	218
2.5	Codierung und Fehlersicherung	219
2.5.1	Parity Check	219
2.5.2	Blocksummen-Check	220
2.5.3	Cyclic Redundancy Checksum/CRC	220
2.6	Verkabelung: Problematik, Standards, Beispiele	221
2.6.1	Grundsätzliche Anforderungen und Problemstellungen	222
2.6.2	Versorgungs- und Verkabelungsbereiche	228
2.6.3	Standards für die Inhouse-Verkabelung	235
2.6.3.1	Der EIA/TIA 568-Standard	235
2.6.3.2	Der ISO/IEC-Standard 11801	240
2.6.3.3	Kritik am Standard ISO/IEC 11801	250
2.6.3.4	Zum CE-Zeichen (CE-Konformität)	254
2.6.3.5	Weiterentwicklung der Verkabelungsstandards	255
2.6.4	Beispiele für Verkabelungssysteme	257
3.	Klassische LAN-Zugriffsverfahren	269
3.1	Einleitung	270
3.2	Zugriffsverfahren in Ringsystemen	271
3.2.1	Das Token-Ring-Protokoll	273
3.2.2	Slotted Ring	283
3.2.3	Erhöhung der Zuverlässigkeit von Ringnetzen	283
3.2.4	FDDI-Ringnetzwerk	286
3.2.4.1	FDDI-Topologie und Glasfaser-Interface	286
3.2.4.2	Die FDDI-Zugriffsmethode	288
3.2.4.3	FDDI – Zuverlässigkeit und Leistung	289
3.2.5	System- und Produktbeispiel Token Ring	290
3.2.5.1	IBM Classic Token Ring	291
3.2.5.2	Der weitere Weg des Token Rings	298
3.2.6	System- und Produktbeispiel FDDI	302

3.3	Zugriffsverfahren in Bussystemen	308
3.3.1	Klassifikation von Bussystemen	309
3.3.2	Auswahltechniken und der Token Bus	311
3.3.2.1	Beispiele zentraler Auswahltechniken	312
3.3.2.2	Dezentrale Techniken, Token Bus	312
3.3.3	Random-Access-Methoden	320
3.3.4	Reservierungstechniken	334
3.3.5	IEEE 802.6 DQDB-Doppelbus	335
3.3.6	Bus-Systembeispiel Ethernet V.2	344
3.3.6.1	Systemübersicht	344
3.3.6.2	Technischer Überblick	346
3.3.6.3	Entwicklung von Ethernet	353
3.4	Zum Erscheinungsbild moderner LAN-Familien	353
3.4.1	Anforderungen/Fragen an den Hersteller/Vertreiber von LAN-Komponenten	355
3.4.2	Anforderungen an die Komponenten des Übertragungssystems	357
3.4.3	Anforderungen an Unterverteiler	357
3.4.4	Anforderungen an Adapterkarten	358
3.5	Fazit	363
4.	LAN-Standards und Standard-LANs	365
4.1	Der Standard IEEE 802/ISO 8802 – Übersicht	368
4.2	IEEE 802.2/ISO 8802.2 Logical Link Control und IEEE 802.1/ISO 8802.1 architekturelle Einbindung	373
4.2.1	OSI-Schichtenbildung	373
4.2.2	OSI Dienst- und Protokollspezifikationen	375
4.2.3	Service Primitive-Typen	376
4.2.4	Protokoll-Dateneinheiten	379
4.2.5	Das HDLC-Protokoll	380
4.2.6	Die LLC nach IEEE 802	384
4.3	IEEE 802.3/ISO 8802.3 CSMA/CD-System	392
4.3.1	IEEE 802.3/ISO 8802.3 MAC	393
4.3.2	IEEE 802.3 10Base-5	398
4.3.3	IEEE 802.3 10Base-2 »Cheapernet«	400
4.3.4	IEEE 802.3 10Base-T Twisted Pair-LAN	402
4.3.5	IEEE 802.3 Fiber-Optic-Systeme	408
4.3.6	IEEE 802.3 10Broad-36	414
4.3.7	Full Duplex Ethernet	415
4.3.8	100 Base-T	417
4.4	IEEE 802.4/ISO 8802.4 Token-Bus-System	425

4.5	IEEE 802.5/ISO 8802.5 und IBM Token-Ring-System	426
4.5.1	Token Ring Physical Layer	435
4.6	IEEE 802.12 Demand Priority 100VG-AnyLAN	437
4.7	ANSI X3T9.5/ISO 9314-X FDDI-System	444
4.7.1	FDDI – Media Access Control/MAC	445
4.7.2	FDDI – Physical Layer Protocol/PHY	450
4.7.3	FDDI – Physical Medium Dependent/PMD	473
4.7.4	FDDI – Station Management/SMT	454
4.7.5	Fehlertoleranz im FDDI-Ringnetz	455
5.	Vom Standard-LAN zum Unternehmensnetz	457
5.1	Internetworking	458
5.1.1	Die allgemeine LAN-Internetworking-Problematik	461
5.1.2	Bedarfsorientiertes LAN-Internetworking	464
5.1.2.1	Kopplung mit Brücken	464
5.1.2.1.1	Grundsätzliche Arbeitsweise von Brücken	464
5.1.2.1.2	Selbstlernende Brücken	467
5.1.2.1.3	Schleifenunterdrückung	468
5.1.2.1.4	Spanning Tree-Verfahren	468
5.1.2.1.5	Source Routing	469
5.1.2.2	Kopplung mit Routern	471
5.1.2.2.1	Architektur von Routern	472
5.1.2.2.2	Routing und Netzwerk-Protokolle	472
5.1.2.2.3	IP, das Internet Protocol	474
5.1.2.2.4	RIP	480
5.1.2.2.5	OSPF	480
5.1.2.2.6	IS-IS-Protokoll	481
5.1.2.2.7	Integrated IS-IS	481
5.1.3	Der Einsatz von Backbone-Netzen	481
5.1.3.1	Aufbau und Klassen von Backbone-Netzen	482
5.1.3.2	Encapsulation und Translation-Techniken	484
5.2	Hub-Technologie	486
5.2.1	Einführung	487
5.2.2	Unternehmensweite Hubs	490
5.2.2.1	Anforderungen an unternehmensweite Hubs	490
5.2.2.2	Der Bus: Kern des Hubs	492
5.2.2.3	Weitere wichtige Hub-Komponenten	494
5.2.2.4	Hub-Technologie heute	496
5.2.3	Collapsed Backbones	511
5.3	Neu im Netz: Multimedia	513
5.3.1	Multimedia, die neue Schnittstelle	514
5.3.2	Multimedia im Netz	517

5.3.3	Kompressionstechniken	523
5.3.4	Video-Server	527
5.3.5	Folgen für die Backbones	527
5.4	LAN-Management, Sicherheit und Betrieb	530
5.4.1	Einleitung	530
5.4.2	Funktionen des integrierten Netzwerk-Managements	535
5.4.3	Methoden der Integration von Management-Instrumenten	538
5.4.4	Netzwerk-Management Standards	542
5.4.4.1	SNMP	543
5.4.4.2	RMON: Remote Monitoring	548
5.4.4.3	SNMP Version 2	553
5.4.5	Sicherheitsprobleme in Netzen	555
5.4.5.1	Einführung	556
5.4.5.2	Sicherheit im Netz	557
5.4.6	Netzwerk-Management-Produktreihen, Kurzüberblick	561
5.4.7	Wandel der Bedarfsentwicklung im Netzwerk-Management	563
5.4.7.1	Die heutige Bedarfsituation	563
5.4.7.2	Die klassischen Problembereiche in der Praxis	565
5.4.7.3	Unangenehme Erfahrungen zum Netzwerk-Management	568
5.4.8	Beispiel 3Com Transcend	572
6.	LAN-Evolution: High Speed, Switching, Qualität	577
6.1	Herausforderungen an die Netzwerk-Planung	581
6.1.1	Konkrete Anforderungen an moderne Netzwerk-Infrastrukturen	582
6.1.2	Trends	592
6.1.3	Schwachstellen bisheriger Netze	595
6.1.4	Lösungswege	602
6.2	LAN- Switching	610
6.2.1	Grundlegende Konstruktionsprinzipien für Switches	612
6.2.2	Layer-2-Switching für Ethernet	617
6.2.2.1	Dedicated Ethernet	617
6.2.2.2	Bandwidth on Demand	624
6.2.2.3	Produktbeispiele Ethernet-Switches	626
6.2.3	Layer-2-Switching für Token Ring und High Speed Token Ring	627
6.2.3.1	Stärken und Schwächen von Token Ring Installationen	631
6.2.3.2	Token Ring Switching	634
6.2.3.3	Vollduplex Token Ring	636

6.2.3.4	High Speed Token Ring Alliance	637
6.2.3.5	Sanfte Migration	640
6.2.3.6	Token Ring Switching und ATM	640
6.2.3.7	Die High Speed Token Ring Lösungen von Olicom	642
6.2.4	Layer 3- und Layer 4-Switching	647
6.2.5	Leistungssteigerung mit Trunking	656
6.3	Gigabit Ethernet	661
6.3.1	Der Weg zum Standard	663
6.3.2	Der Gigabit Ethernet Standard	666
6.3.2.1	Übertragungssysteme auf der Grundlage von Fibre Channel	666
6.3.2.2	1000 BASE-T: Gigabit Ethernet über Kupferverkabelung	670
6.3.2.3	Shared Gigabit Ethernet	684
6.3.2.4	Full Duplex Gigabit Ethernet Switching	687
6.3.3	Gigabit Ethernet Produkte	688
6.3.4	Gigabit-Ethernet: erste Tests	693
6.3.5	Überlegungen zum Einsatz von Gigabit-Ethernet	701
6.3.6	Migration zu Gigabit Ethernet	707
6.4	Virtuelle Netz	711
6.4.1	Heutige Lösungen	712
6.4.2	Virtuelle Netze als Basis für neue Lösungen im Hinblick auf logische Workgroups	714
6.4.3	Virtuelle Netze nach IEEE 802.1Q	719
6.5	Auf der Suche nach Qualität	725
6.5.1	RSVP	726
6.5.2	Integrierte Dienste über LANs nach 802.1 D/p	731
7.	ATM-LANs und Switched Virtual Networks	737
7.1	ATM-Grundlagen	738
7.2	Lokales ATM	758
7.2.1	L-ATM: Physikalische Medien und Schnittstellen	758
7.2.2	L-ATM: die Bitübertragungs- und Datensicherungsschicht	761
7.2.3	25 vs.155 Mbit/s zum Endgerät	762
7.3	LAN-Emulation, IP over ATM und »native ATM«-Schnittstellen	767
7.3.1	ATM-Forum LAN Emulation	768
7.3.2	IETF RFC 1577 Classical IP over ATM	777
7.3.3	Native ATM-APIs	778
7.3.4	Multiprotocol Routing over ATM: MPOA	784
7.4	Die ATM-Strategie von IBM	786
7.4.1	Übersicht	787

7.4.2	ATM-LAN- und Campus-Produkte	788
7.4.3	Das private ATM-WAN mit Nways-Switches	791
7.5	ATM-Netz-Management	792
7.6	Switched Virtual Networks	800
7.6.1	LAN-Switching	802
7.6.2	ATM LAN Emulation	804
7.6.3	ATM-Kanten-Router	806
7.6.4	Virtuelle Router	809
7.6.5	Relationale Netze	812
7.6.6	Virtuelle Netze und schnelles Backbone-Switching	814
7.7	IBM/3Com MSS	818
7.7.1	Migration zum Switching	820
7.7.2	MSS: Funktionen, Eigenschaften, Vorzüge	822
7.7.3	Super-VLANs	824
7.7.4	Protokollbasierte VLANs	825
7.7.5	Next Hop Resolution Protocol NHRP Short Cut Routing	825
7.7.6	Broadcast Management	827
7.7.7	Zuverlässigkeit	827
7.7.8	Unterstützung für Classical IP über ATM	828
7.7.9	Routing Support	829
7.7.10	Bridging Support	829
7.7.11	ATM Virtuelle Schnittstelle	829
7.7.12	Konfigurierbare QoS für ELANs	830
7.7.13	PNNI Control Point	830
7.7.14	MSS Zusammenfassung	831
7.8	Das Ende von ATM	832
7.8.1	Die Gliederung der Hauptargumentationslinien	834
7.8.2	ATM im Endgerätebereich: bis auf Ausnahmen nicht existent	834
7.8.3	ATM im privaten LAN: umständlich und nutzlos	836
7.8.4	ATM im privaten Backbone: Ablösung nah!	837
7.8.5	ATM und Carrier Class Equipment	838
7.8.6	Und was gibt es noch ?	839
7.8.7	Der Markt	840
7.8.8	Fazit	842
8.	Intranets und E-Commerce	843
8.1	Intranet: gedankliche Grundzüge	845
8.2	Intranet: verschärfte Definition	856
8.3	Grundfunktionen von Internet/Intranets	858
8.3.1	Die Entwicklung des Internet	861
8.3.2	Grundfunktionen des Internet: Email, TELNET, FTP, IRC Foren, Tools	862

8.3.2.1	Adressen im Internet	863
8.3.2.2	E-Mail	868
8.3.2.3	Telnet	870
8.3.2.4	FTP	871
8.3.2.5	Weitere Tools: Gopher, Archie & Co.	872
8.3.2.6	Chatten und News	873
8.3.2.7	Zusammenfassung	874
8.4	World Wide Web/Enterprise Wide Web	875
8.4.1	Grundlegende Funktionsweise des WWW	877
8.4.2	Die WWW-Standards HTML und HTTP	882
8.4.3	Erweiterungen der Grundkonzepte: Java, HTML3 und 3D	888
8.5	Wirtschaftlichkeit von Intranets: von der Präsenz zum Profit	892
8.5.1	Nutzungsphasen für Intranets	894
8.5.2	Intranets als Basis des Re-Engineerings	898
8.5.3	Wirtschaftlichkeit von Intranets	901
8.5.4	1:1-Marketing mit Internet/Intranets	908
8.5.4.1	Der 1:1-Ansatz	910
8.5.4.2	Intranet als Medium für das 1:1-Paradigma	911
8.5.4.3	Ein Kunde zu einer Zeit	914
8.5.4.4	Information: Schlüssel zum Erfolg	917
8.5.4.5	Probleme des Massen-Marketings	919
8.5.4.6	Schutz der personenbezogenen Daten	922
8.5.5	Merchant Server	923
8.5.5.1	Grundlegende Überlegungen	924
8.5.5.2	Das Anwendungssystem von Broadvision	927
8.5.6	Das IBM Network Computing Framework for E-Business NCF	930
8.6	Die wirtschaftliche Nutzung von Java und Netzcomputern NCs	938
8.6.1	NCs	941
8.6.2	Java	944
8.6.3	PC, SC oder NC	945
8.6.4	Organisatorische Überlegungen	949
8.7	Sicherheit in Internet und Intranets	951
8.7.1	Allgemeine Bedrohungen	952
8.7.2	Spezielle Schwachstellen von Internet/Intranets	955
8.7.3	ID-Systeme	962
8.7.4	Schutz von Objekten in verteilten Umgebungen	963
8.7.4.1	Schutz von Objekten allgemein	964
8.7.4.2	Objekte in vernetzten und verteilten Systemen	969

8.7.5	Schwachstellen der Informationssicherheit in Netzen und Absicherungsmaßnahmen bis zur Schicht 5	974
8.7.5.1	Einflüsse auf die Informationssicherheit	974
8.7.5.2	Schwachstellen in der Schicht 0; Medium	975
8.7.5.3	Schwachstellen der Bitübertragungsschicht	977
8.7.5.4	Schwachstellen in der Sicherungsschicht	979
8.7.5.5	Schwachstellen in der Vermittlungsschicht	979
8.7.5.6	Sicherung der Information auf der Transportschicht	980
8.7.5.7	Sicherung der Information auf der Kommunikations-Steuerungsschicht	981
8.7.6	Sicherung der Information auf der Datendarstellungsschicht	982
8.7.7	Probleme der Anwendungsschicht	983
8.7.8	Die Sicherheitspolitik	984
8.7.8.1	Die Erarbeitung einer Sicherheitspolitik	986
8.7.9	Firewall-Systeme	987
8.7.9.1	Grundlegende Konstruktionsprinzipien	988
8.7.9.2	Beispiel: Raptor Systems Eagle	992
8.7.9.3	Planung und Implementierung	995
8.7.10	Fazit	1000

Literaturverzeichnis 1003

Stichwortverzeichnis 1013