

Inhalt

Vorwort	XIII
Vorwort zur sechsten Auflage	XV
1 Zur Geschichte der Netzwerke	1
1.1 Netzwerke – der Beginn	1
1.2 Definition eines Netzwerkes	3
1.3 Das OSI-Modell	3
1.4 Übersicht über das OSI-Modell	4
1.4.1 Layer I – die physikalische Schicht (Physical)	4
1.4.2 Layer II – die Sicherungsschicht (Data Link)	5
1.4.3 Layer III – die Vermittlungsschicht (Network)	5
1.4.4 Layer IV – die Transportschicht (Transport Layer)	5
1.4.5 Layer V – die Kommunikations-/Sitzungsschicht (Session)	6
1.4.6 Layer VI – die Darstellungsschicht (Presentation)	6
1.4.7 Layer VII – die Anwendungsschicht (Application)	6
1.5 Übertragungswege im OSI-Modell	7
1.6 Allgemeine Bemerkungen	9
2 Layer I des OSI-Modells	11
2.1 Die Medien	11
2.2 Die Thin-Wire-Verkabelung (Koaxialkabel)	11
2.2.1 Die Restriktionen der Koaxialverkabelung	13
2.2.2 Verlegung der Koaxialverkabelung	13
2.2.3 Exkurs in die Physik – Bussysteme	14
2.2.4 Vor- und Nachteile der Koaxialverkabelung	15
2.3 Die universelle Gebäudeverkabelung (UGV)	15
2.3.1 Kabeltypen Twisted Pair	16
2.3.2 Verlegung der universellen Gebäudeverkabelung	17
2.3.3 Geräteverbindungen	17
2.4 Glasfaser	19
2.4.1 Exkurs in die Physik – Glasfasertypen, Lichtwellenleiter, Effekte	19
2.4.2 Lichtleitung in der Faser	19

2.4.3	Die Stufenindexfaser	21
2.4.4	Längenbeschränkung und Grenzen/Dispersion	21
2.4.5	Die Gradientenindexfaser	23
2.4.6	Qualitäten und Längenbeschränkung	24
2.4.7	Die Mono- oder Singlemode-Faser	24
2.4.8	Dispersion allgemein	25
2.5	Verlegung und Handhabung	25
2.6	Laser sind gefährlich	26
2.7	High-Speed-Verfahren	27
2.8	Die Gesamtverkabelung	27
2.8.1	Gebäude/Büro	27
2.8.2	Geschwindigkeit	29
2.8.3	Miniswitches	30
2.8.4	Fiber-to-the-Desk	30
2.9	Kabeltypen/Dateneinspeisung/Entnahme	31
2.9.1	Kabeltypen	31
2.9.2	Kabelkategorien	34
2.10	Transceiver	35
2.11	Zugriffsverfahren	38
2.11.1	CSMA/CD	38
2.11.2	Defekte Collision Detection/Carrier Sensing	40
2.11.3	Andere Verfahren – kollisionsfreie Verfahren	40
2.11.4	CSMA/CA	41
2.11.5	Token Ring	41
2.11.6	Token Bus	42
3	Layer II – die Sicherungsschicht	43
3.1	Adressen	43
3.1.1	Adressermittlung/ARP	44
3.2	Trennung der Kollisionsbereiche/Bridges	45
3.3	Bridges – die Vermittler im Netz	47
3.4	Versteckte Bridges, Layer II im Hub?	48
3.5	Für Interessierte: High-Speed-Bridging	49
3.6	Der Meister der Brücken – der Switch	51
3.6.1	Geswitchte Topologien	52
3.6.2	Verminderung der Kollisionen	52
3.6.3	Switches erhöhen die Security	53
3.7	Keine Kollisionen – keine Detection, Duplex	53
3.8	Loops – das Netzwerk bricht zusammen	54
3.8.1	Loops – verwirrte Bridges	54
3.8.2	Spanning Tree, Loops werden abgefangen	59
3.8.3	Probleme mit dem Spanning Tree	60
3.9	Layer II-Pakete	61
3.10	Anmerkungen zu den Geräten	62

4	Layer III – die Vermittlungsschicht	65
4.1	Neue Adressen	65
4.1.1	Adressklassen	66
4.1.2	Subnetze	68
4.1.3	Besondere Adressen	69
4.2	Segmentierung der Netze	69
4.2.1	Wer gehört zu welchem (Sub-)Netz?	70
4.2.2	Kommunikation in und zwischen LANs	70
4.2.3	Die Subnetzmaske	70
4.2.4	Asymmetrische Segmentierung	73
4.2.5	Ermittlung des Netzes/Subnetzes	74
4.3	Der Router, Weiterleitung auf Layer III	76
4.3.1	Das Spiel mit den Layer II-Adressen	78
4.3.2	Router-Loopback-Adressen	81
4.4	Reservierte und spezielle Adressen	81
4.4.1	Multicast-Adressen/Testadressen	82
4.4.2	Private Adressen	82
4.4.3	APIPA – Automatic Private IP Addressing	82
4.4.4	Superprivate Adressen	83
4.5	Das IP-Paket	83
4.5.1	Das Verfallsdatum TTL	85
4.5.2	Fragmentierung von IP-Paketen, MTU	85
4.6	Routing – die weltweite Wegfindung	86
4.6.1	Distance Vector und Link State	86
4.6.2	Statisches und dynamisches Routing, nah und fern	87
4.6.3	Beeinflussung der Routen, Failover	89
4.7	QoS – Quality of Service	89
4.8	Das Domain Name System (DNS)	90
4.8.1	Zuordnung von Namen zu Adressen	91
4.8.2	Auflösung der Adressen, Forward Lookup	92
4.8.3	Auflösung der Namen, Reverse Lookup	94
4.8.4	Namen auflösen, nslookup	95
4.8.5	Automatische Vergabe von Adressen, DHCP	95
4.8.6	DHCP-Relay	96
4.8.7	Windows-Namen	97
4.9	Single-, Broad- und Multicast	99
4.9.1	Broad- und Multicast auf Layer II und III	101
4.10	PING und TRACEROUTE – die kleinen Helfer	105
5	Layer IV – die Transportschicht	107
5.1	Ports und Sockets	107
5.2	Das Transmission Control Protocol	109
5.2.1	Das TCP-Datagram	110
5.2.2	TCP-Verbindungen	111

5.3	Das User Datagram Protocol	113
5.3.1	Das UDP-Datagram	114
5.4	Security auf Layer III und IV, Router und Firewall	114
5.4.1	Unterschiede zwischen Router und Firewall	115
5.4.2	Zonen einer Firewall	115
5.4.3	Mehr Intelligenz bei der Weiterleitung/DMZ	116
5.4.4	Firewall-Philosophien	118
5.5	NAT, PAT und Masquerading	119
6	VLANs – virtuelle Netze	123
6.1	VLAN-Kennung, Tags	125
6.2	Trunks	126
6.3	Verkehr zwischen VLANs	127
6.4	VLAN-Transport, Trunk zum Router	129
6.5	Vorteile der VLANs	129
6.6	Grenzen der VLANs	130
6.7	Bemerkungen zu VLANs	131
6.8	Erweiterungen der VLAN-Umgebungen	133
6.8.1	Spanning-Tree	133
6.8.2	Pruning	133
6.8.3	Eigene IP-Adresse für Switches	134
6.8.4	Lernfähige Umgebungen	135
6.8.5	Delegation der VLAN-Verwaltung	136
6.8.6	Default/Native VLAN	137
6.8.7	Fazit	138
7	VPN – virtuelle private Netzwerke	139
7.1	Tunnel	139
7.1.1	Security	141
7.1.2	Mechanismus	142
7.1.3	Split oder Closed Tunnel	142
7.1.4	Modi der Datenverschlüsselung	143
7.1.5	VPN durch Firewalls	143
7.1.6	Andere Tunneltechniken	144
7.2	Verschlüsselung	144
7.2.1	Symmetrische Verschlüsselung	144
7.2.2	Asymmetrische Verschlüsselung	145
7.2.3	Hybrid-Verschlüsselung	146
8	Wireless LAN, Funknetze, Voice	147
8.1	Access-Points und Antennen, Anschlüsse	149
8.2	Störungen	149
8.2.1	Interferenzen, Multipath-Effekt	150

8.2.2	Hidden-Node-Problem	150
8.2.3	Generelles	151
8.3	Die Funkzelle und die Kanäle	151
8.4	Betriebsmodi	152
8.5	Namen, das Beacon	153
8.6	Verschlüsselung	153
8.7	Aufbau eines Infrastruktur-WLAN	153
8.8	Stromversorgung der Sender	155
8.9	Mesh	156
8.10	Wi-Fi und Proprietäres	157
8.11	Voice over IP	158
8.11.1	VoIP im Privatbereich	158
8.11.2	VoIP im Firmenbereich	159
8.12	Powerline – eine Alternative	160
8.13	Zukunft	161
8.14	Standards und Parameter	162
8.14.1	802.11	162
8.14.2	Bandspreizung	163
8.14.3	802.11b	167
8.14.4	802.11a	167
8.14.5	802.11h	168
8.14.6	802.11g	168
8.14.7	802.11n	168
8.15	Kompatibilität und Effizienz	171
8.16	Super-High-Speed, die Zukunft	172
8.16.1	802.11ac	172
8.16.2	802.11ad	172
9	Netzzugang, Szenarien	173
9.1	ISDN/Telefon	173
9.1.1	Wartungsverbindungen	174
9.2	DSL/ADSL	175
9.3	Breitbandkabel	176
9.4	Stand- oder Mietleitungen	176
9.4.1	Fiber to the Home	178
9.5	Satellit	178
9.6	Anyconnect – das Handy-/Funkdatennetz	179
9.7	WiMAX	180
9.8	LTE	181
9.9	Gebäudeverbindungen	181
9.9.1	Richtfunkverbindungen	181
9.9.2	Richtlaser	182

- 9.10 Hardware 182
- 9.11 Kombi-Geräte 183
- 9.12 Serverhosting 184
- 9.13 Router und Firewalls – Empfehlungen 185
- 10 IP Version 6 187**
- 10.1 Die IP V6-Adresse 187
- 10.2 Adressierung 189
 - 10.2.1 Unicast-Adressen 189
 - 10.2.2 Multicast-Adressen 191
 - 10.2.3 Anycast-Adressen 192
- 10.3 Adress-Zoo – welche sind notwendig? 192
- 10.4 Interface-ID 192
- 10.5 Privacy-Extension 194
- 10.6 ICMPV6 194
 - 10.6.1 Nachbarermittlung, NDP 195
 - 10.6.2 Adress-Caches 196
- 10.7 Zusammenfassung der IP V6-Adressen 197
- 10.8 Adressvergabe 197
 - 10.8.1 Feste Konfiguration 197
 - 10.8.2 DHCPV6, Stateful Autoconfiguration 198
 - 10.8.3 Autokonfiguration, Stateless Autoconfiguration 198
 - 10.8.4 Adresszustand 198
- 10.9 Umnummerierung eines Netzes 199
- 10.10 MTU 199
- 10.11 Router-Redirection 199
- 10.12 Das IP V6-Paket 200
- 10.13 VPN in IP V6 201
- 10.14 Quality of Service 201
- 10.15 Kommunikation beider Welten 202
 - 10.15.1 Encapsulierung 202
 - 10.15.2 Fixe und dynamische Tunnel 202
 - 10.15.3 Fix, Gateway-to-Gateway-Tunneling 202
 - 10.15.4 Automatische Tunnel 203
- 10.16 DNS in IP V6 205
- 10.17 DHCPV6 206
- 10.18 Zusammenfassung 206
- 11 Netzwerkspeicher 207**
- 11.1 Dateübertragung, TFTP und FTP 207
 - 11.1.1 TFTP – Trivial File Transfer Protocol 208
 - 11.1.2 FTP – File Transfer Protocol 208

11.2	Filesharing	211
11.2.1	DAS – Direct Attached Storage	211
11.2.2	NAS – Network Attached Storage	211
11.2.3	WEBDAV	214
11.2.4	Gefährliche Helfer – Netsharing	215
11.3	PXE – ein kleiner Exkurs	216
11.4	SAN – Storage Area Network	217
12	Repetitorium und Verständnisfragen	221
12.1	Einführung	221
12.2	Layer I	222
12.3	Layer II	225
12.4	Layer III	228
12.5	Layer IV	232
12.6	Allgemeines	234
12.7	IP Version 6	236
13	Steckertypen	239
13.1	Thin-Wire	239
13.2	UGV	240
13.3	Glasfaser	241
13.3.1	ST-Stecker (Straight Tip)	241
13.3.2	SC-Stecker	242
13.3.3	MT-RJ-Stecker	243
13.3.4	LC-Stecker	243
13.3.5	E2000-Stecker	243
13.4	Bemerkungen zu Steckertypen	244
13.5	Schutz der Patchkabel und Dosen	244
14	Exkurse	247
14.1	Exkurs in die Zahlensysteme: Bit, Byte, binär	247
14.1.1	Binär ist nicht digital	247
14.1.2	Bit und Byte	248
14.2	Zahlensysteme in der Computerwelt	248
14.2.1	Das Dezimalsystem	248
14.2.2	Das Binärsystem	249
14.2.3	Das Hexadezimalsystem	249
14.2.4	Umrechnung der Systeme	250
14.3	Exkurs: Beispiel eines Routing-Vorganges	254
15	Praxis/Übungen	257
15.1	Arp-Requests	258
15.2	Kommunikation auf Layer III	262

15.3	Layer II-Loop-Probleme	263
15.4	Die Subnetzmaske	265
15.5	Das Default Gateway	267
15.6	Nameserver	269
15.7	Routen prüfen	272
15.8	Prüfen der Verbindungen auf Layer IV	273
15.9	APIPA-Adressierung	276
15.10	Das Kernel-Routing	276
15.10.1	Die Routing-Tabelle	277
15.10.2	Beeinflussen des Routings	278
15.10.3	Mehrere Netzwerkadapter	279
15.11	Genau hineingesehen – der Network Analyzer	282
15.11.1	ARP-Request	282
15.11.2	Telnet-Session	284
15.12	IPv6	285
16	Szenarien, Planung, Beispiele	289
16.1	Netzwerke im privaten Bereich	289
16.1.1	Internet-Connection-Sharing	290
16.1.2	Der Anschluss, ein Router, WAN-Setup	291
16.1.3	Der Anschluss, LAN-Setup	294
16.1.4	Der Anschluss, Diverses	297
16.2	Büros und Kleinfirmen	297
16.3	Mittlere und größere Firmen	298
16.4	Planung eines Netzwerkes	299
16.4.1	Verkabelung	299
16.5	Der Strom	303
16.6	Klima	303
16.7	Impressionen	303
17	Fehleranalyse	315
17.1	Ein Rechner oder mehrere sind nicht am Netz	315
17.2	Alle Rechner sind nicht am Netz	318
17.3	Router prüfen	318
17.4	Einige Rechner ohne Internet	319
17.5	Netzwerk ist langsam	319
	Abkürzungsverzeichnis	321
	Index	325