



Inhalt

Vorwort	XIII
Vorwort zur fünften Auflage	XVI
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	Repetitorium und Verständnisfragen	207
11.1	Einführung	207
11.2	Layer I	208
11.3	Layer II	211
11.4	Layer III	214
11.5	Layer IV	218
11.6	Allgemeines	220
11.7	IP Version 6	222
12	Steckertypen	225
12.1	Thin-Wire	225
12.2	UGV	226
12.3	Glasfaser	227
12.3.1	ST-Stecker (Straight Tip)	227
12.3.2	SC-Stecker	228
12.3.3	MT-RJ-Stecker	229
12.3.4	LC-Stecker	229
12.3.5	E2000-Stecker	229
12.4	Bemerkungen zu Steckertypen	230
12.5	Schutz der Patchkabel und Dosen	230
13	Exkurse	233
13.1	Exkurs in die Zahlensysteme: Bit, Byte, binär	233
13.1.1	Binär ist nicht digital	233
13.1.2	Bit und Byte	234
13.2	Zahlensysteme in der Computerwelt	234
13.2.1	Das Dezimalsystem	234
13.2.2	Das Binärsystem	235
13.2.3	Das Hexadezimalsystem	235
13.2.4	Umrechnung der Systeme	236
13.3	Exkurs: Beispiel eines Routing-Vorganges	240
14	Praxis/Übungen	243
14.1	Arp-Requests	244
14.2	Kommunikation auf Layer III	248
14.3	Layer II-Loop-Probleme	249
14.4	Die Subnetzmaske	251
14.5	Das Default Gateway	253
14.6	Nameserver	255
14.7	Routen prüfen	258
14.8	Prüfen der Verbindungen auf Layer IV	259
14.9	APIPA-Adressierung	262

14.10	Das Kernel-Routing	262
14.10.1	Die Routing-Tabelle	263
14.10.2	Beeinflussen des Routings	264
14.10.3	Mehrere Netzwerkadapter	265
14.11	Genau hineingesehen – der Network Analyzer	268
14.11.1	ARP-Request	268
14.11.2	Telnet-Session	270
14.12	IPv6	271
15	Szenarien, Planung, Beispiele	275
15.1	Netzwerke im privaten Bereich	275
15.1.1	Internet-Connection-Sharing	276
15.1.2	Der Anschluss, ein Router, WAN-Setup	277
15.1.3	Der Anschluss, LAN-Setup	280
15.1.4	Der Anschluss, Diverses	283
15.2	Büros und Kleinfirmen	283
15.3	Mittlere und größere Firmen	284
15.4	Planung eines Netzwerkes	285
15.4.1	Verkabelung	285
15.5	Der Strom	289
15.6	Klima	289
15.7	Impressionen	289
16	Fehleranalyse	301
16.1	Ein Rechner oder mehrere sind nicht am Netz	301
16.2	Alle Rechner sind nicht am Netz	304
16.3	Router prüfen	304
16.4	Einige Rechner ohne Internet	305
16.5	Netzwerk ist langsam	305
	Abkürzungsverzeichnis	307
	Index	311