

# Inhalt

<b>Vorwort zur vierten Auflage</b> .....	<b>XIII</b>
<b>1 Zur Geschichte der Netzwerke</b> .....	<b>1</b>
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
<b>2 Layer I des OSI-Modells</b> .....	<b>11</b>
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
<b>3</b>	<b>Layer II – die Sicherungsschicht .....</b>	<b>43</b>
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

<b>4</b>	<b>Layer III – die Vermittlungsschicht</b>	<b>65</b>
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

<b>5</b>	<b>Layer IV – die Transportschicht</b>	<b>107</b>
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
<b>6</b>	<b>VLANs – virtuelle Netze</b>	<b>123</b>
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
<b>7</b>	<b>VPN – virtuelle private Netzwerke</b>	<b>139</b>
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

<b>8</b>	<b>Wireless LAN, Funknetze, Voice</b>	<b>147</b>
8.1	Wireless LAN, Funknetze	149
8.1.1	Access Points, Antennen und Anschlüsse	149
8.1.2	Störungen	149
8.1.3	Andere Funknetze	149
8.1.4	Signaldämpfung	149
8.1.5	Interferenzen	150
8.1.6	Signal-Vervielfachung	150
8.1.7	Hidden-Node-Problem	150
8.1.8	Generelles	151
8.1.9	Die Funkzelle und die Kanäle	151
8.1.10	Standards und Parameter	152
8.1.11	Betriebsmodi	152
8.1.12	Namen	153
8.1.13	Verschlüsselung	153
8.1.14	Aufbau eines Infrastruktur-WLAN	154
8.1.15	Stromversorgung	156
8.1.16	Wi-Fi und Proprietäres	157
8.2	Voice over IP	157
8.2.1	VoIP im Privatbereich	158
8.2.2	VoIP im Firmenbereich	159
8.3	Powerline – eine Alternative	160
8.4	Ausblick in die Zukunft	161
<b>9</b>	<b>Netzzugang, Szenarien</b>	<b>163</b>
9.1	ISDN/Telefon	163
9.1.1	Wartungsverbindungen	164
9.2	DSL/ADSL	165
9.3	Breitbandkabel	166
9.4	Stand- oder Mietleitungen	166
9.4.1	Fiber to the Home	168
9.5	Satellit	168
9.6	Anyconnect – das Handy-/Funkdatennetz	168
9.7	WiMAX	170
9.8	Gebäudeverbindungen	170
9.8.1	Richtfunkverbindungen	170
9.8.2	Richtlaser	171
9.9	Hardware	171
9.10	Kombi-Geräte	172
9.11	Serverhosting	173
9.12	Router und Firewalls – Empfehlungen	174

<b>10</b>	<b>IP Version 6</b>	<b>175</b>
10.1	Die IP V6-Adresse	175
10.2	Adressierung	177
10.2.1	Unicast-Adressen	177
10.2.2	Multicast-Adressen	179
10.2.3	Anycast-Adressen	180
10.3	Adress-Zoo – welche sind notwendig?	180
10.4	Interface-ID	180
10.5	Privacy-Extension	182
10.6	ICMPV6	182
10.6.1	Nachbarermittlung, NDP	183
10.6.2	Adress-Caches	184
10.7	Zusammenfassung der IP V6-Adressen	185
10.8	Adressvergabe	185
10.8.1	Feste Konfiguration	185
10.8.2	DHCPV6, Stateful Autoconfiguration	186
10.8.3	Autokonfiguration, Stateless Autoconfiguration	186
10.8.4	Adresszustand	186
10.9	Umnummerierung eines Netzes	187
10.10	MTU	187
10.11	Router-Redirection	187
10.12	Das IP V6-Paket	188
10.13	VPN in IP V6	189
10.14	Quality of Service	189
10.15	Kommunikation beider Welten	190
10.15.1	Encapsulierung	190
10.15.2	Fixe und dynamische Tunnel	190
10.15.3	Fix, Gateway-to-Gateway-Tunneling	190
10.15.4	Automatische Tunnel	191
10.16	DNS in IP V6	193
10.17	DHCPV6	194
10.18	Zusammenfassung	194
<b>11</b>	<b>Repetitorium und Verständnisfragen</b>	<b>195</b>
11.1	Einführung	195
11.2	Layer I	196
11.3	Layer II	199
11.4	Layer III	202
11.5	Layer IV	206
11.6	Allgemeines	208
11.7	IP Version 6	210

<b>12</b>	<b>Steckertypen</b>	<b>213</b>
12.1	Thin-Wire	213
12.2	UGV	214
12.3	Glasfaser	215
12.3.1	ST-Stecker (Straight Tip)	215
12.3.2	SC-Stecker	216
12.3.3	MT-RJ-Stecker	217
12.3.4	LC-Stecker	217
12.3.5	E2000-Stecker	217
12.4	Bemerkungen zu Steckertypen	218
12.5	Schutz der Patchkabel und Dosen	218
<b>13</b>	<b>Exkurse</b>	<b>221</b>
13.1	Exkurs in die Zahlensysteme: Bit, Byte, binär	221
13.1.1	Binär ist nicht digital	221
13.1.2	Bit und Byte	222
13.2	Zahlensysteme in der Computerwelt	222
13.2.1	Das Dezimalsystem	222
13.2.2	Das Binärsystem	223
13.2.3	Das Hexadezimalsystem	223
13.2.4	Umrechnung der Systeme	224
13.3	Exkurs: Beispiel eines Routing-Vorganges	228
<b>14</b>	<b>Praxis/Übungen</b>	<b>231</b>
14.1	Arp-Requests	232
14.2	Kommunikation auf Layer III	236
14.3	Layer II-Loop-Probleme	237
14.4	Die Subnetzmaske	239
14.5	Das Default Gateway	241
14.6	Nameserver	243
14.7	Routen prüfen	246
14.8	Prüfen der Verbindungen auf Layer IV	247
14.9	APIPA-Adressierung	250
14.10	Das Kernel-Routing	250
14.10.1	Die Routing-Tabelle	251
14.10.2	Beeinflussen des Routings	252
14.10.3	Mehrere Netzwerkadapter	253
14.11	Genau hineingesehen – der Network Analyzer	256
14.11.1	ARP-Request	256
14.11.2	Telnet-Session	258
14.12	IPv6	259

<b>15</b>	<b>Szenarien, Planung, Beispiele</b>	<b>263</b>
15.1	Netzwerke im privaten Bereich	263
15.1.1	Internet-Connection-Sharing	264
15.1.2	Der Anschluss, ein Router, WAN-Setup	265
15.1.3	Der Anschluss, LAN-Setup	268
15.1.4	Der Anschluss, Diverses	271
15.2	Büros und Kleinfirmen	271
15.3	Mittlere und größere Firmen	272
15.4	Planung eines Netzwerkes	273
15.4.1	Verkabelung	273
15.5	Der Strom	277
15.6	Klima	277
15.7	Impressionen	277
<b>16</b>	<b>Fehleranalyse</b>	<b>289</b>
16.1	Ein Rechner oder mehrere sind nicht am Netz	289
16.2	Alle Rechner sind nicht am Netz	292
16.3	Router prüfen	292
16.4	Einige Rechner ohne Internet	293
16.5	Netzwerk ist langsam	293
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>295</b>
	<b>Index</b>	<b>299</b>