

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen der Informationstechnik</b>	<b>3</b>
2.1	Bit	3
2.2	Repräsentation von Zahlen	4
2.2.1	Dezimalsystem	5
2.2.2	Dualsystem	5
2.2.3	Oktalsystem	6
2.2.4	Hexadezimalsystem	6
2.3	Datei- und Speichergrößen	8
2.4	Informationsdarstellung	9
2.4.1	ASCII-Kodierung	10
2.4.2	Unicode	12
2.4.3	Darstellung von Zeichenketten	13
<b>3</b>	<b>Grundlagen der Computervernetzung</b>	<b>15</b>
3.1	Entwicklung der Computernetze	15
3.2	Komponenten von Computernetzen	17
3.3	Räumliche Ausdehnung von Computernetzen	17
3.4	Datenübertragung	18
3.4.1	Serielle und parallele Übertragung	19
3.4.2	Synchrone und asynchrone Übertragung	19
3.4.3	Richtungsabhängigkeit der Übertragung	20
3.5	Geräte in Computernetzen	21

3.6	Topologien von Computernetzen . . . . .	23
3.6.1	Bus-Topologie . . . . .	23
3.6.2	Ring-Topologie . . . . .	25
3.6.3	Stern-Topologie . . . . .	25
3.6.4	Maschen-Topologie . . . . .	26
3.6.5	Baum-Topologie . . . . .	26
3.6.6	Zellen-Topologie . . . . .	27
3.7	Frequenz und Datensignal . . . . .	27
3.8	Fourierreihe und Bandbreite . . . . .	28
3.9	Bitrate und Baudrate . . . . .	28
3.10	Bandbreite und Latenz . . . . .	29
3.10.1	Bandbreite-Verzögerung-Produkt . . . . .	30
3.11	Zugriffsverfahren . . . . .	30
3.11.1	Deterministisches Zugriffsverfahren . . . . .	31
3.11.2	Nicht-deterministisches Zugriffsverfahren . . . . .	31
3.12	Kollisionsdomäne (Kollisionsgemeinschaft) . . . . .	32
<b>4</b>	<b>Protokolle und Protokollschichten . . . . .</b>	<b>33</b>
4.1	TCP/IP-Referenzmodell . . . . .	34
4.2	Hybrides Referenzmodell . . . . .	35
4.2.1	Bitübertragungsschicht . . . . .	35
4.2.2	Sicherungsschicht . . . . .	36
4.2.3	Vermittlungsschicht . . . . .	37
4.2.4	Transportschicht . . . . .	37
4.2.5	Anwendungsschicht . . . . .	38
4.3	Ablauf der Kommunikation . . . . .	39
4.4	OSI-Referenzmodell . . . . .	40
4.4.1	Sitzungsschicht . . . . .	40
4.4.2	Darstellungsschicht . . . . .	41
4.5	Fazit zu den Referenzmodellen . . . . .	41
<b>5</b>	<b>Bitübertragungsschicht . . . . .</b>	<b>43</b>
5.1	Vernetzungstechnologien . . . . .	43
5.1.1	Ethernet . . . . .	43
5.1.2	Token Ring . . . . .	45
5.1.3	Wireless Local Area Network (WLAN) . . . . .	46
5.1.4	Bluetooth . . . . .	55

5.2	Übertragungsmedien . . . . .	58
5.2.1	Koaxialkabel . . . . .	58
5.2.2	Twisted-Pair-Kabel . . . . .	60
5.2.3	Lichtwellenleiter . . . . .	64
5.3	Strukturierte Verkabelung . . . . .	65
5.4	Geräte der Bitübertragungsschicht . . . . .	66
5.4.1	Auswirkungen von Repeatern und Hubs auf die Kollisionsdomäne . . . . .	68
5.5	Kodierung von Daten in Netzwerken . . . . .	69
5.5.1	Non-Return to Zero (NRZ) . . . . .	71
5.5.2	Non-Return to Zero Invert (NRZI) . . . . .	72
5.5.3	Multilevel Transmission Encoding – 3 Levels (MLT-3) . . . . .	73
5.5.4	Return-to-Zero (RZ) . . . . .	73
5.5.5	Unipolares RZ . . . . .	74
5.5.6	Alternate Mark Inversion (AMI) . . . . .	75
5.5.7	Bipolar with 8 Zeros Substitution (B8ZS) . . . . .	75
5.5.8	Manchester . . . . .	76
5.5.9	Manchester II . . . . .	77
5.5.10	Differentielle Manchesterkodierung . . . . .	77
5.6	Nutzdaten mit Blockcodes verbessern . . . . .	78
5.6.1	4B5B . . . . .	79
5.6.2	5B6B . . . . .	79
5.6.3	8B10B-Kodierung . . . . .	81
5.7	Weitere Leitungscodes . . . . .	82
5.7.1	8B6T-Kodierung . . . . .	83
6	<b>Sicherungsschicht . . . . .</b>	<b>85</b>
6.1	Geräte der Sicherungsschicht . . . . .	85
6.1.1	Lernende Bridges . . . . .	87
6.1.2	Kreise auf der Sicherungsschicht . . . . .	88
6.1.3	Spanning Tree Protocol (STP) . . . . .	88
6.1.4	Auswirkungen von Bridges und Layer-2-Switches auf die Kollisionsdomäne . . . . .	92
6.2	Adressierung in der Sicherungsschicht . . . . .	92
6.2.1	Format der MAC-Adressen . . . . .	93

6.2.2	Eindeutigkeit von MAC-Adressen . . . . .	93
6.2.3	Sicherheit von MAC-Adressen . . . . .	94
6.3	Rahmen abgrenzen . . . . .	95
6.3.1	Längenangabe im Header . . . . .	95
6.3.2	Zeichenstopfen . . . . .	96
6.3.3	Bitstopfen . . . . .	96
6.3.4	Verstöße gegen Regeln des Leitungscodes . . . . .	97
6.4	Rahmenformate aktueller Computernetze . . . . .	98
6.4.1	Rahmen bei Ethernet . . . . .	98
6.4.2	Rahmen bei WLAN . . . . .	99
6.4.3	Spezielle Rahmen bei WLAN . . . . .	102
6.5	Maximum Transmission Unit (MTU) . . . . .	103
6.6	Fehlererkennung . . . . .	104
6.6.1	Zweidimensionale Parität . . . . .	104
6.6.2	Zyklische Redundanzprüfung . . . . .	104
6.7	Medienzugriffsverfahren . . . . .	106
6.7.1	Medienzugriffsverfahren bei Ethernet . . . . .	107
6.7.2	Medienzugriffsverfahren bei WLAN . . . . .	110
6.8	Adressauflösung mit dem Address Resolution Protocol . . . . .	115
<b>7</b>	<b>Vermittlungsschicht . . . . .</b>	<b>117</b>
7.1	Geräte der Vermittlungsschicht . . . . .	118
7.1.1	Auswirkungen von Routern auf die Kollisionsdomäne . . . . .	118
7.1.2	Broadcast-Domäne (Rundsendedomäne) . . . . .	118
7.2	Adressierung in der Vermittlungsschicht . . . . .	119
7.2.1	Aufbau von IP-Adressen . . . . .	121
7.2.2	Subnetze . . . . .	122
7.2.3	Private IP-Adressen . . . . .	125
7.2.4	Aufbau von IP-Paketen . . . . .	125
7.2.5	Fragmentieren von IP-Paketen . . . . .	128
7.3	Weiterleitung und Wegbestimmung . . . . .	128
7.4	Routing Information Protocol (RIP) . . . . .	130
7.4.1	Count-to-Infinity . . . . .	130
7.4.2	Split Horizon . . . . .	131
7.4.3	Fazit zu RIP . . . . .	133

7.5	Open Shortest Path First (OSPF) . . . . .	136
7.5.1	Routing-Hierarchie mit OSPF . . . . .	136
7.5.2	Arbeitsweise von OSPF . . . . .	137
7.5.3	Aufbau von OSPF-Nachrichten . . . . .	139
7.5.4	Fazit zu OSPF . . . . .	141
7.6	Netzübergreifende Kommunikation . . . . .	142
7.7	Diagnose und Fehlermeldungen mit ICMP . . . . .	144
<b>8</b>	<b>Transportschicht . . . . .</b>	<b>147</b>
8.1	Eigenschaften von Transportprotokollen . . . . .	147
8.2	Adressierung in der Transportschicht . . . . .	148
8.3	User Datagram Protocol (UDP) . . . . .	149
8.3.1	Aufbau von UDP-Segmenten . . . . .	150
8.4	Transmission Control Protocol (TCP) . . . . .	151
8.4.1	Aufbau von TCP-Segmenten . . . . .	152
8.4.2	Arbeitsweise von TCP . . . . .	154
8.4.3	Flusskontrolle . . . . .	158
8.4.4	Überlastkontrolle . . . . .	161
<b>9</b>	<b>Anwendungsschicht . . . . .</b>	<b>169</b>
9.1	Domain Name System (DNS) . . . . .	169
9.1.1	Arbeitsweise des DNS . . . . .	170
9.1.2	Auflösung eines Domainnamens . . . . .	171
9.2	Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) . . . . .	172
9.2.1	Arbeitsweise von DHCP . . . . .	173
9.2.2	Aufbau von DHCP-Nachrichten . . . . .	175
9.2.3	DHCP-Relay . . . . .	176
9.3	Telecommunication Network (Telnet) . . . . .	177
9.4	Hypertext Transfer Protocol (HTTP) . . . . .	178
9.5	Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) . . . . .	181
9.6	Post Office Protocol Version 3 (POP3) . . . . .	182
9.7	File Transfer Protocol (FTP) . . . . .	182
<b>10</b>	<b>Netzwerkvirtualisierung . . . . .</b>	<b>185</b>
10.1	Virtual Private Networks (VPN) . . . . .	185
10.1.1	Technische Arten von VPNs . . . . .	186
10.2	Virtual Local Area Networks (VLAN) . . . . .	187

<b>11</b>	<b>Kommandozeilenwerkzeuge</b>	191
11.1	ethtool	194
11.2	mii-tool	194
11.3	iwconfig	195
11.4	iwlist	196
11.5	arp	196
11.6	ifconfig	197
11.7	ip	198
11.8	tcpdump	199
11.9	route	200
11.10	ping	200
11.11	tracert	201
11.12	netstat	201
11.13	nmap	202
11.14	dhclient	203
11.15	dig	203
11.16	ftp	204
11.17	netperf	204
11.18	nslookup	205
11.19	ssh	205
11.20	telnet	205
	<b>Glossar</b>	207
	<b>Literatur</b>	213
	<b>Sachverzeichnis</b>	215