

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	11
1.1 Geschichtliches	11
1.2 Das tägliche Netzwerkleben	12
1.3 Der Anfang: Von Abakus bis ZUSE	12
1.4 Mainframerechner	14
1.5 Die ersten PCs	15
1.6 PC-Netze	16
1.6.1 Das erste Netzwerk	16
1.6.2 Die Weiterentwicklung des Sneakernet	17
1.6.3 Serverdienste	18
1.7 Begriffsbestimmungen	19
1.7.1 Einteilung der Netze nach geographischer Ausdehnung	19
1.7.2 Analoge und Digitale Signale	19
1.7.3 Leitungs- und Paketvermittlung	21
1.7.4 Adressierungsarten	22
1.7.5 Datenübertragung	24
1.7.6 Datenübertragungsrate C	27
1.8 Multiplexing	28
1.8.1 Die Betriebsarten	28
1.8.2 Zeitmultiplex, Time Division Multiplexing TDM	30
1.8.3 Frequenzmultiplex, Frequency Division Multiplexing FDM	31
1.8.4 Wellenängenmultiplex, Wave Division Multiplexing WDM	32
1.8.5 Raummultiplex, Space Div. Multiplexing SDM	33
1.9 Übungen Grundlagen	34
2 Netzwerktopologien und Verkabelung	35
2.1 Netzwerk-Topologien	35
2.1.1 Grundtopologien	35
2.1.2 Stern / Star	36
2.1.3 Ring	36
2.1.4 Mischttopologien	38
2.2 Zugriffsverfahren	41

2.2.1	CSMA/CD	41
2.2.2	CSMA/CA	42
2.2.3	Token Passing	44
2.3	UGV - Universelle Gebäudeverkabelung	44
2.3.1	Strukturierte Verkabelung	44
2.3.2	Netzklassen und -kategorien	49
2.3.3	Abnahmemessung	50
2.4	Netzwerkmedien	51
2.4.1	Netzwerkbezeichnungen	52
2.4.2	Kupferleitungen	55
2.4.3	Lichtwellenleiter LWL	57
2.4.4	Drahtlose Verbindungen	57
2.5	Übungen Netzwerk-Topologien	60
3	Referenzmodelle, Netzwerkgeräte	61
3.1	Schichtenmodelle	61
3.1.1	Schichtenmodelle in der Kommunikation	62
3.1.2	Das DoD- oder TCP/IP-Modell	65
3.1.3	Das ISO/OSI-Schichtenmodell	66
3.1.4	Protokollstack	69
3.1.5	Encapsulation, Verkapselung	69
3.2	Netzwerkgeräte	70
3.2.1	Repeater und Hub	70
3.2.2	Bridge und Switch	72
3.2.3	Router	74
3.2.4	Gateway	75
3.3	Übungsaufgaben Schichtenmodelle	76
4	Adressierung	77
4.1	Ports - Transport-Layer	78
4.2	IP-Adressen - Network-Layer	79
4.3	MAC Adressen - Network-Access-Layer	80
4.4	IP-Adressklassen	81
4.4.1	Class A	81
4.4.2	Class B	82
4.4.3	Class C	82
4.4.4	Class D	82
4.4.5	Class E	83
4.5	Aufteilen der IP in Netz- und Hostanteil	84
4.5.1	Subnetzmaske in dotted decimals	84
4.5.2	CIDR-Notation	85
4.6	Subnetting I	87
4.7	Spezialadressen und Ausnahmen	88
4.8	Subnetting II	89
4.9	Private Adressbereiche	90
4.10	IP-Einstellungen	91
4.11	Das neue IP - IPv6	91

4.12	Übungen Adressen und Subnetting	92
4.12.1	Adressen	92
4.12.2	Subnetting	92
5	Netzwerkprotokolle	95
5.1	Application-Layer, TCP/IP Layer 4	96
5.2	Transport-Layer, TCP/IP Layer 3	97
5.2.1	Das TCP-Protokoll	97
5.2.2	Das User Datagram Protocol	100
5.3	Internet-Layer, TCP/IP Layer 2	101
5.4	Network-Access-Layer, TCP/IP Layer 1	104
5.5	Ethernet	105
5.6	Verkapselung, Encapsulation	107
5.7	Adressauflösung	107
5.7.1	ARP Address Resolution Protokoll	109
5.7.2	DNS-Protocol	111
5.7.3	Ein Beispiel zur Namensauflösung	119
5.7.4	DHCP-Protocol	119
5.8	TCP-Handshake	121
5.8.1	Windowing	125
5.9	Übungen Netzwerkprotokolle	128
5.9.1	Protokolle	128
5.9.2	TCP/UDP	128
6	Switching und Routing	129
6.1	Switching	129
6.1.1	Fast-Forward-Switch	130
6.1.2	Store-and-Forward-Switch	130
6.1.3	Fragment-Free-Switch	131
6.1.4	Spanning tree	131
6.1.5	Virtuelle LANs, VLANs	134
6.2	Routing	137
6.2.1	Routing - Wie arbeitet ein Router?	138
6.2.2	Routing Protocols	140
6.2.3	Dynamisches Routing	140
6.2.4	Count-to-infinity	140
6.2.5	Routing-Tabellen	141
6.2.6	Routed Protocols	142
6.2.7	Berechnen der Netz-Adresse	143
6.2.8	Default Gateway	147
6.2.9	NAT/PAT Network Address Translation / Port Address Translation	148
6.2.10	Proxy-Routing	149
6.2.11	Virtual Privat Network, VPN	151

6.3	Übungsaufgaben Routing/Switching	154
7	Übertragungstechnik	157
7.1	Ersatzschaltbild einer Kupferleitung	157
7.2	HF-Verhalten einer Leitung	159
7.2.1	Signaldämpfung	161
7.2.2	Signallaufzeit	161
7.2.3	Verkürzungsfaktor k bzw. NVP	162
7.2.4	Signalreflexion	163
7.2.5	Reflexionsgrad	164
7.2.6	Berechnen der Leitungslänge	166
7.3	Der Wellenwiderstand Z_W	167
7.3.1	Wellenwiderstand allgemein	167
7.3.2	Wellenwiderstand in der Praxis	168
7.4	Aufbau von Kupferleitungen	169
7.4.1	Koaxialleitungen	169
7.4.2	Twisted-Pair-Leitungen	170
7.4.3	Verdrahtungsschemen	171
7.5	Dämpfung und Übersprechen	174
7.5.1	Logarithmisches Dämpfungsmaß in dB	174
7.5.2	Übersprechen, Crosstalk	175
7.5.3	Signal-Rausch-Abstand	177
7.5.4	Dämpfungs-Übersprech-Verhältnis ACR	178
7.5.5	Alien-Crosstalk	178
7.5.6	SI-Einheit	179
7.5.7	absolute Pegel	179
7.6	Modulationsverfahren	182
7.6.1	Amplitudenmodulation AM	183
7.6.2	Amplituden-Umtastung ASK	184
7.6.3	Frequenzmodulation FM	184
7.6.4	Frequenz-Umtastung FSK	185
7.6.5	Phasenmodulation PM und Phasenumtastung PSK	185
7.6.6	Quadratur-Amplituden-Modulation QAM	186
7.6.7	Spektrale Effizienz	188
7.6.8	Shannon-Hartley-Theorem	188
7.6.9	Baudrate Bd	189
7.7	Codierungsverfahren	191
7.7.1	NRZ-Code	191
7.7.2	RZ-Code Return to Zero-Code	193
7.7.3	Manchestercode	193
7.7.4	AMI-Code	194
7.7.5	MLT-3-Code	195
7.7.6	Blockcodes	195
7.7.7	Taktrückgewinnung	199
7.8	Lichtwellenleiter	201
7.8.1	Grundlagen der Optik	201

7.8.2	Signalausbreitung im Lichtwellenleiter	205
7.8.3	Indexprofile	211
7.9	DSL	215
7.9.1	ADSL	215
7.9.2	DSL heute	217
7.10	Drahtlose Netze, Wireless LANs	220
7.10.1	WLAN-Standards	220
7.10.2	WLAN-Betriebsarten	222
7.11	Übungen Übertragungstechnik	224
7.11.1	Leitungsbeläge	224
7.11.2	Dämpfung	224
7.11.3	Übungen Lichtwellenleiter	224
7.11.4	Übungsaufgaben DSL	225
7.11.5	Übungsaufgaben WLAN	225
8	Öffentliche Netze	227
8.1	Festnetz	227
8.1.1	Das Analogtelefon	228
8.1.2	ISDN Integrated Services Digital Network	228
8.1.3	POTS Plain old Telephone Service	230
8.1.4	PSTN Public switched Telephone Network	232
8.1.5	Das Kernnetz	232
8.1.6	Zugangsnetz	234
8.2	Mobilfunk	238
8.2.1	GSM, das 2G-Netz	238
8.2.2	GPRS, das 2,5G-Netz	242
8.2.3	UMTS, das 3G-Netz	243
8.2.4	LTE, das 4G-Netz, das NGMN	243
8.3	Internet	244
8.4	Kabelfernsehnetz	244
8.4.1	Der Netzaufbau	245
8.4.2	Datenraten	247
8.5	Übungsaufgaben öffentliche Netze	248
9	Anhang	249
9.1	Normen und Normungsgremien	249
9.1.1	IEEE802 - Institute of Electrotechnics and Electronics Engineers	249
9.1.2	ISO, Internationale Organisation für Normung	250
9.1.3	IEC, International Electrotechnical Commission	251
9.1.4	ITU, International Telecommunication Union	251
9.1.5	Deutsches Institut für Normung DIN	252
9.2	Lösungen der Übungsaufgaben	253
9.3	Formeln	261
9.4	Tabellen	262
9.4.1	deziBel	262
9.4.2	TCP- und UDP-Ports	263

9.4.3	Einige Ethernet-Protokolltypen	264
9.4.4	Zahlendarstellungen	264
9.4.5	Binär- und Dezimalpräfixe	265
9.5	Bildnachweis	267