

Kabelnetz- Handbuch

Netzebene 5 (NE5)

Grundlagen, Schnittstellen, Anwendungen

Inhaltsverzeichnis

Glossar.....	25
1 Einführung zum Buch	30
1.1 Aufgabenstellung der Netzebene 5 (NE5)	30
1.1.1 Historische Einordnung der NE5.....	30
1.1.2 Neue Anforderungen an die NE5.....	30
1.2 Schnittstelle zur NE 4 (elektrisch, optisch).....	32
1.2.1 Die elektrische Schnittstelle.....	32
1.2.2 Die optischer Schnittstelle	34
1.3 Die Weiterentwicklung der NE5-Infrastruktur	35
1.4 Sicherheitsaspekte	35
2 Pegel, Zahlen und Logik	36
2.1 Gebräuchliche Angaben zu Pegel, Verstärkung und Dämpfung	36
2.2 Signalpegel	36
2.3 Zahlensysteme der digitalen Übertragungstechnik.....	37
2.3.1 Duales Zahlensystem.....	37
2.3.2 Bitwertigkeit.....	38
2.3.3 Oktales und hexadezimalen Zahlensystem	38
2.3.4 Rechnen mit dualen Zahlen	39
2.3.5 Logische Verknüpfungen in der Digitaltechnik.....	40
2.3.6 Einheiten und Vorsätze in der Digitaltechnik	41
3 Digitale Datenübertragungstechnik	43
3.1 Darstellung von Daten.....	43
3.1.1 Bits und Bytes	43
3.1.2 Verbindungslose- und verbindungsorientierte Datendienste	43
3.1.3 Paketorientierte Übertragung.....	44
3.2 Grundlagen zu Protokollen.....	45
3.2.1 Aufgaben der Protokolle.....	45
3.2.2 Das ISO/OSI-Schichtenmodell	45
3.2.3 Einrichtungen für die Datenübertragung	47
3.3 Die Protokolle des Internets	50
3.3.1 Die Historie des Internets.....	50
3.3.2 Internet Protocol.....	50
3.3.3 Dynamic-Host-Configuration-Protocol (DHCP)	61
3.3.4 Die Familie der Internetprotokolle	62
3.3.5 Transmission-Control-Protocol (TCP).....	62
3.3.6 User-Datagram-Protocol (UDP).....	64
3.3.7 Real-Time Transfer Protocol (RTP) und Real-Time Control Protocol (RTCP)	64
3.3.8 File Transfer Protocol (FTP).....	65
3.3.9 Simple Mail Transfer Protocol (SMTP).....	65
3.3.10 Hypertext Transport Protocol (HTTP)	66
3.3.11 Domain Name Service (DNS).....	66
3.4 Voice over IP	66
3.4.1 Grundlegendes zu VoIP	66
3.4.2 Quality of Service (QoS)	67
3.4.3 Class of Service (CoS).....	69
3.4.4 Mean Opinion Score	69
3.4.5 Transmission Rating Factor	70
3.4.6 Audio-CODECs für VoIP.....	70
3.5 Die Datennetztopologie	74
4 Übertragungsmedien	77
4.1 Verwendung von Koaxialkabel in der NE5.....	77
4.1.1 Kabeleigenschaften	77

4.1.2	Schirmdämpfung und Kopplungsdämpfung	77
4.1.3	CE-Kennzeichnung und das Warenzeichen «Klasse A»	78
4.1.4	Konfektionierte Kabel	79
4.1.5	Abschlußwiderstände	80
4.2	Aufbau und Kennwerte symmetrischer Universalkabel	80
4.2.1	Kabelaufbau	80
4.2.2	NEXT und FEXT	81
4.2.3	Attenuation to Crosstalk Ratio	82
4.2.4	PSNEXT und ELFEXT	83
4.2.5	Leistungsmerkmale und Entwicklung der symmetrischen Kabel	83
4.3	Optische Übertragung	84
4.3.1	Wichtige optische Gesetze	84
4.3.2	Optische Leitungen (Lichtwellenleiter)	86
4.3.3	Augensicherheit in der Installation von optischen Leitungen	92
4.4	Funkübertragung	93
4.4.1	Ursprünge der Funkübertragung	93
4.4.2	Einige Grundlagen zu elektromagnetischen Wellen und Antennen	93
4.4.3	Ausbreitungsbedingungen von elektromagnetischen Wellen im Rundfunkbereich	95
4.4.4	Antennenbauformen und deren Eigenschaften	96
4.4.5	Polarisation der Antennenstrahlung	97
4.4.6	Übertragungs-Eigenschaften im 2,4-GHz-, 5-GHz- und 6-GHz-Band	98
4.4.7	Verbesserung des Empfangs durch Antennendiversity	99
4.4.8	Qualität der Funkübertragung	99
5	Modulations- und Multiplexverfahren für digitale Signale	100
5.1	Modulationsverfahren	100
5.1.1	Signalformung und Modulation	100
5.1.2	Amplituden Shift Keying (ASK)	102
5.1.3	Frequency Shift Keying (FSK)	103
5.1.4	Gaussian Frequency Shift Keying (GFSK)	103
5.1.5	Phase Shift Keying (PSK)	103
5.1.6	Quadratur Amplitude Modulation (QAM)	104
5.1.7	Anforderungen der Modulationsverfahren an den Übertragungskanal	105
5.2	Multiplexverfahren	106
5.2.1	Allgemeines zu Multiplexverfahren	106
5.2.2	Orthogonal Frequency-Division Multiplexing (OFDM)	106
5.2.3	Coded Orthogonal Frequency-Division Multiplexing (COFDM)	110
5.2.4	Orthogonal Frequency-Division Multiplexing Access (OFDMA)	110
5.2.5	Discrete Multiton (DMT)	110
6	Übertragungsverfahren für digitale Signale	112
6.1	Local Area Network (LAN)	112
6.1.1	Allgemeines	112
6.1.2	Token Bus und Token Ring	112
6.1.3	Ethernet	113
6.1.4	Strukturierte Verkabelung im LAN	118
6.2	Wireless Local Area Network (WLAN)	120
6.2.1	Anwendungsgebiete	120
6.2.2	Die WLAN-Spezifikationen	121
6.2.3	Modulations- und Zugriffsverfahren der 802.11-Spezifikationen	123
6.2.3	Multiple Input Multiple Output (MIMO)	124
6.2.4	Target Wake Time (TWT)	126
6.2.5	Band Steering	126
6.2.6	Basic Service Set (BSS) Coloring	127
6.2.7	Hidden Terminals und Exposed Terminals	129
6.2.8	Frequenzbereiche für WLAN	129
6.2.9	Verbindungsqualität	133
6.2.10	Geräte für WLAN	134
6.2.11	WLAN-Roaming und -Handover	136

6.2.12	MESH-WLAN	137
6.2.13	Datenverschlüsselung	138
6.3	Powerline Communication (PLC)	138
6.4	Bluetooth	140
6.4.1	Historie	140
6.4.2	Übertragungstechnik	141
6.5	Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT)	147
6.5.1	Einführung in den Standard für Schnurlos-Telefone	147
6.5.2	Funktionsprinzip	148
6.5.3	Strahlungsreduzierte DECT-Telefone	150
6.5.4	Mögliche Störungen bei DECT	151
6.5.5	Cordless Advanced Technology – internet and quality (CAT-iq)	151
6.5.6	DECT Ultra Low Energy (ULE)	152
6.6	DOCSIS	152
6.6.1	Einführung	152
6.6.2	EuroDOCSIS	153
6.6.3	Grundsätzliche Festlegungen	153
6.6.4	DOCSIS Architektur	157
6.7	Frequenzen im Rückkanal	157
6.8	Sicherheit und Privacy	158
6.9	PacketCable	159
7	Übertragung von Video und Audio	160
7.1	Digitales Fernsehen	160
7.1.1	Digitale Video-Signale	160
7.1.2	Digitales Komponenten-Signal	160
7.1.3	MPEG-2 und MPEG-4	161
7.1.4	DVB	163
7.1.5	HDTV	168
7.1.6	Bildschirmgröße und Auflösung	171
7.2	Hybrid Broadcast Broadband TV (HbbTV)	172
7.3	Verschlüsselung von Fernsehsignalen	173
7.4	Audio-Übertragungsverfahren	175
7.4.1	Erzeugung von räumlichem Klang	175
7.4.2	Pulscodemodulation	176
7.4.3	MPEG-Verfahren	177
7.4.4	Verfahren der Dolby Laboratories	182
7.4.5	Verfahren von Digital Theater Systems	185
8	Schnittstellen	187
8.1	Einführung	187
8.1.1	Die Bedeutung der Schnittstellen	187
8.1.2	Definition einer Schnittstelle	188
8.1.3	Hardware-Schnittstellen und Software-Schnittstellen	188
8.1.4	Schnittstellen auf der Teilnehmerseite	188
8.2	Die Multimedia-Anschlussdose	189
8.2.1	Ausführungsformen	189
8.2.2	Hochfrequenzschnittstellen der Teilnehmeranschlussdose	189
8.3	Leitungsgebundene Telefonschnittstellen	190
8.3.1	TAE-Schnittstelle	190
8.3.2	RJ-11-Anschluss	191
8.4	WLAN-Antennenanschluss	191
8.5	CINCH-Steckverbinder	191
8.6	Ethernet-Schnittstellen	192
8.6.1	Einführung	192
8.6.2	Die Ethernet-Netzkarten	192
8.6.3	Ethernet-Steckverbindung RJ-45	193
8.6.4	Ethernet-Kabel	195
8.6.5	Power over Ethernet (PoE)	196

8.7	USB-Schnittstelle	201
8.7.1	Generelles zu USB	201
8.7.2	USB 1 und USB 2	202
8.7.3	USB-3.0	204
8.7.4	USB 3.1 (USB 3.2 Gen 1).....	207
8.7.5	USB 3.2 (USB 3.2 Gen 2)	207
8.7.6	USB 4.0	207
8.7.7	USB-C-Steckverbindung	207
8.7.8	USB-C-Kabel	209
8.7.9	USB-Sonderform "USB On the Go" (USB OTG)	210
8.8	Computer-Schnittstellen.....	211
8.8.1	Übersicht.....	211
8.8.2	RS-232-Schnittstelle	211
8.8.3	VGA-Schnittstelle	213
8.9	Audioschnittstellen	215
8.9.1	Übersicht.....	215
8.9.2	Analoge Audioschnittstellen.....	216
8.9.3	HDMI-Schnittstelle für verlustlose digitale Audioformate	224
8.9.4	FireWire IEEE 1394 (iLink) als digitale Audioschnittstelle	224
8.10	Die Analoge Multimedia-Schnittstelle SCART	225
8.11	Digitale Multimedia-Schnittstellen.....	226
8.11.1	Digitale Videosignale	226
8.11.2	Bandbreitebedarf digitaler Fernsehsignale	226
8.11.3	Digital Visual Interface (DVI).....	226
8.11.4	Kabel und Adapter	230
8.12	High Definition Multimedia Interface (HDMI)	230
8.12.1	Aufgabe und Funktion	230
8.12.2	Verbesserte Eigenschaften der HDMI- gegenüber der DVI-Schnittstelle	232
8.12.3	HDMI-Steckerverbinder, HDMI-Kabel und HDMI-Adapter	233
8.12.4	Kopierschutz	239
8.12.5	Praktische Hinweise.....	240
8.12.6	Mess- und Prüftechnik	241
8.13	Power-Jack-Steckverbinder	242
9	Netzkomponenten und Endgeräte	243
9.1	Der Router – Verbindungselement zwischen zwei Netzen	243
9.1.1	Kernfunktionalitäten	243
9.1.2	Internet-Zugangs-Technologien	243
9.1.3	Das Modem als Technologiewandler	247
9.1.4	Private Netze.....	247
9.1.5	VLAN, Virtual Local Area Network	249
9.1.6	Das Gastnetz	250
9.1.7	Die physikalische Trennung	251
9.1.8	NAT, Network Address Translation	252
9.1.9	Routing.....	254
9.1.10	Der Übergang von IPv4 zu IPv6	255
9.1.11	Dienste	257
9.1.12	VPN, Virtual Private Network.....	261
9.2	Netzkomponenten.....	263
9.2.1	Übersicht.....	263
9.2.2	Switch.....	263
9.2.3	Access-Point.....	266
9.2.4	WLAN-Repeater	267
9.2.5	Powerline-Adapter	268
9.3	NAS, Network Attached Storage	269
9.4	Rechner, Tablets und Smartphones	270
9.4.1	Einleitung	270
9.4.2	Merkmale	270
9.4.3	Betriebssysteme.....	270

9.4.4	Leistung und Anwendung.....	271
9.4.5	Endgeräteeinstellungen	271
9.5	Smart-TV-Gerät als Medienzentrale im Heimnetz.....	272
9.5.1	Smart-TV-Schnittstellen und deren Verwaltung.....	273
9.5.2	Moderne TV-Displaytechnik	274
9.5.3	TV-Prozessor.....	279
9.5.4	TV-Betriebssysteme, der Weg von der Hardware zur Anwendung	282
9.5.5	TV-Bedienkonzept und Einstellungen	282
9.5.6	Soundbar.....	284
9.6	Gaming.....	286
9.6.1	Gaming-Markt	286
9.6.2	Hardware-Anforderungen	286
9.6.3	Netztechnologie	286
9.7	Streaming-Boxen und -Sticks	287
9.8	Blu-ray-Player	287
9.8.1	Funktionsweise	287
9.8.2	Regionalcodes	290
9.8.3	Anschlüsse am Blu-ray-Player.....	290
9.9	Telefonie.....	291
9.10	Smarthome	292
9.10.1	Begriffserklärung.....	292
9.10.2	Erste Smarthome-Technologien	294
9.10.3	Heutige Smarthome-Technologien	294
9.10.4	Aufkommende Smarthome-Technologien	295
9.10.5	Zusammenspiel von Smarthome mit anderen Netzkomponenten.....	297
10	Zukunftssichere Infrastrukturen in der NE5.....	300
10.1	Kommunikationsdienste brauchen Infrastruktur	300
10.2	Anforderungen an die Haus-Infrastruktur	300
10.2.1	Grundsätzliche Überlegungen	301
10.2.2	Übergabepunkte	302
10.2.3	Kommunikationsverteiler.....	302
10.2.4	Verwendung von WLAN.....	304
10.3	Ausführung von Infrastrukturen	304
10.3.1	Hinweise.....	304
10.3.2	Infrastrukturen im Einfamilienhaus.....	304
10.3.3	Infrastrukturen im Mehrfamilienhaus	306
10.4	Ausführung der Infrastruktur	306
10.4.1	Grundsätzliche Hinweise zu den Ausführungsmöglichkeiten	306
10.5	Praktische Umsetzung	308
10.5.1	Ausführungsvorschläge für Kommunikationsverteiler.....	308
10.5.2	Anschlussbeispiele für Kommunikationsverteiler.....	308
10.5.3	Geräteanschlussdosen	310
10.5.4	Leerrohre	311
10.5.5	Twisted-Pair- und Koaxialkabel.....	311
10.5.6	Glasfaserleitungen	312
10.6	Brandschutz	312
11	Installation und Service	313
11.1	Koaxial- und Twisted-Pair-Kabelinstallation im Teilnehmerbereich	313
11.1.1	Parameter für die Kabelverlegung	313
11.1.2	Bestimmungen zum Brandschutz	313
11.1.3	Anschlusstechnik für Koaxialkabel	313
11.1.4	Anschlusstechnik für symmetrische Datenkabel	314
11.1.5	Leerrohre für Koaxial- und Twisted-Pair-Kabel.....	316
11.1.6	Beispiele für Elektro-Installationsrohre nach DIN EN 61386	317
11.2	Optische Übertragung in der NE5.....	319
11.2.1	Einsatzbereiche von Lichtwellenleiterkabeln	319
11.2.2	Einsatzbereiche von POF in der NE5	319

11.2.3	Glasfaserkabel in der NE5	321
11.3	Inbetriebnahme von Routern	328
11.3.1	Hinweise.....	328
11.3.2	Eingangsseitiger Hardware-Anschluss des Routers oder Modems	328
11.3.3	Provisionierung	329
11.3.4	Automatische Inbetriebnahme mit Hilfe des Providers	330
11.3.5	Inbetriebnahme mit Assistenten oder von Hand	330
11.4	Errichtung und Inbetriebnahme eines WLANs	333
11.4.1	Hinweise.....	333
11.4.2	Positionierung eines Gerätes mit WLAN	333
11.4.3	Festlegung des Service Set Identifier und des Netzschlüssels	335
11.4.4	WPA-Verschlüsselung.....	336
11.4.5	Sicherheit bei der WLAN-Anmeldung von Endgeräten	337
11.5	Maßnahmen zur Optimierung des Datenverkehrs	338
11.5.1	Hinweis.....	338
11.5.2	Beseitigung von Problemen im kabelgebundenen Netzen.....	338
11.5.3	Beseitigung von Problemen in Funknetzen	339
11.6	Design-Tools	341
11.7	Messverfahren im Teilnehmerbereich mit Netzanalyse-Tools	344
12	Verzeichnisse	347
12.1	Abkürzungen.....	347
12.2	Normen und Spezifikationen.....	356
12.2.1	Normen für Koaxialkabel und Steckverbinder	356
12.2.2	Normen für Steckverbinder	357
12.2.3	DIN-EN-Normen	358
12.2.4	ETSI-EN Normen	358
12.2.5	ITU-Spezifikationen und -Empfehlungen	360
12.2.6	IEEE	361
12.3	RFQs.....	362
12.4	Literaturhinweise	363
12.5	Bezugsquellen und Web-Adressen	365
12.6	Schulung und Weiterbildung	366
12.7	Quellen zu Texten und Bildern.....	366
	Stichwortverzeichnis	367