

Access-Technologien

für den Zugang zu Telekommunikationsnetzen

Herausgegeben von
Wolfgang Froberg

Hüthig Verlag Heidelberg

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
	von <i>Wolfgang Froberg</i>	
1.1	Verlangen nach mehr Bandbreite beim Zugang zum Endnutzer.	1
1.2	Entwicklung der Bandbreite.	2
1.3	Von der „letzten Meile“ zur „ersten Meile“.	4
1.4	Vielfalt an Zugangstechnologien.	5
1.5	Aufbau des Buches.	7
1.6	Literatur.	8
2	Bestehende Teilnehmeranschlussnetze	9
	von <i>Siegfried Schmoll</i>	
2.1	Anschlussnetz aus Kupferdoppeladern	9
2.1.1	Aufbau des Netzes.	10
2.1.2	Mehrfachausnutzung der Doppeladern.	15
2.1.3	Übertragungseigenschaften.	16
2.1.4	Richtungstrennung	18
2.2	Breitbandkabelverteilstnetz BK 450.	21
2.2.1	Einführung	21
2.2.2	Struktur des BK 450.	23
2.2.3	Frequenzbandbelegung	27
2.2.4	Weiterentwicklung der BK-Netze.	28
2.3	Optische Anschlussnetze.	29
2.3.1	Einteilung der FITL-Systeme.	29
2.3.2	Passive und aktive optische Netze.	30
2.3.2.1	Passives optisches Netz.	31
2.3.2.2	Aktives optisches Netz.	32
2.3.3	Weiterentwicklung der FITL-Systeme.	32
2.3.4	Anschlussknoten ISIS.	32
2.4	Anschluss über Funksysteme.	33
2.4.1	Rurtel-Systeme und DECT.	34
2.4.2	MMDS, LMDS und MVDS.	34
2.4.3	HFR.	35
2.4.4	Satelliten-Systeme.	35
2.4.5	Punkt-zu-Multipunkt-Richtfunk.	35
2.5	Literatur.	37
3	Teilnehmerzugang über V5.1/2	39
	von <i>Horst Wieker</i> und <i>Harald Krauss</i>	
3.1	Einführung.	39
3.2	Vermittlungstechnische Aufgabenstellung von Zugangnetz und Ortsvermittlungsanlage.	41
3.2.1	Local Exchange (Ortsvermittlungsanlage).	41
3.2.2	Access Network	41
3.3	V5.1-Schnittstelle.	42

3.3.1	Leistungsumfang und Kennwerte	42
3.3.2	Wartung (Maintenance)	44
3.3.3	V5.1-Architektur	45
3.3.4	Layer-2-Protokolle	46
3.3.4.1	Envelope Function Sublayer (LAPV5-EF)	46
3.3.4.2	Data Link Sublayer (LAPV5-DL)	48
3.3.4.3	AN Frame Relay Sublayer	52
3.3.5	Layer-3-Protokolle	54
3.3.5.1	PSTN Signalling	54
3.3.5.2	Control-Protokoll	58
3.4	V5.2-Schnittstelle	62
3.4.1	Leistungsumfang und Kennwerte	63
3.4.2	Layer-2-/Layer-3-Protokolle	65
3.4.2.1	Link Control Protocol	67
3.4.2.2	Bearer Channel Control Protocol	71
3.4.2.3	Protection Protocol	73
3.5	Literatur	76
4	Schnelle Übertragungsverfahren für die Teilnehmeranschlussleitung (xDSL)	77
	von <i>Siegfried Schmoll</i>	
4.1	Integriertes Sprach- und Datennetz (ISDN)	77
4.2	Weiterentwicklung des ISDN	79
4.2.1	Anschlussmultiplexer	80
4.2.2	High Bit Rate Digital Subscriber Line (HDSL)	80
4.2.2.1	Ausgangssystem von ANSI	82
4.2.2.2	Adaption durch ETSI	84
4.2.2.3	Simultane Übertragung von ISDN-BA oder analogen Telefonkanälen	85
4.2.2.4	Reichweite	86
4.2.3	Optionales Übertragungsverfahren mit CAP	86
4.3	Symmetrie Single Pair Digital Subscriber Line (SDSL)	88
4.3.1	Eigenschaften von HDSL2	88
4.3.2	SDSL	89
4.3.2.1	SDSL-Rahmen	90
4.3.2.2	Reichweite	91
4.3.2.3	Anwendungen	92
4.4	Asymmetrie Digital Subscriber Line (ADSL)	93
4.4.1	Übertragungsverfahren	95
4.4.1.1	Modulation	95
4.4.1.2	Demodulation	97
4.4.2	Rahmenbildung	98
4.4.3	Kanalaufteilung	101
4.4.4	Initialisierung einer Verbindung	101
4.4.5	Richtungstrennung	102
4.4.6	Paralleler Telefonanschluss	102
4.4.7	ADSL-Anschlusstechnik	103
4.4.8	Reichweiten	104

4.5	Alternatives Verfahren Rate Adaptive ADSL (RADSL)	105
4.6	Universal ADSL (UDSL)	106
4.7	Very High Speed Digital Subscriber Line (VDSL)	108
4.7.1	Netzgestaltung	108
4.7.2	Übertragungsgeschwindigkeiten	109
4.7.3	Spektrale Leistungsdichten	109
4.7.4	Regelung des Sendepiegels	110
4.7.5	Frequenzbänder	110
4.7.6	Übertragungsverfahren	111
4.7.6.1	Mehrträgerverfahren DMT	111
4.7.6.2	Einträgerverfahren CAP und QAM	112
4.8	Literatur	113
5	Aufrüstung der Koaxialnetze zu Hybrid Fiber Coaxial (HFC) von <i>Siegfried Schmoll</i>	115
5.1	HFC-Verteilnetz	116
5.1.1	Zentrale Einspeisestelle (Head End)	116
5.1.2	Verteilzentrale (Distribution Hub)	119
5.1.3	Glasfaserverstärkerpunkte	120
5.1.4	Neukonfiguration des Anschlussbereiches	122
5.2	Neue Dienste im Verteilnetz	123
5.3	Übertragung digitaler Videosignale	124
5.4	Erweiterung durch einen Rückkanal	127
5.4.1	Rückkanal-Spezifikation nach DVB und DAVIC	128
5.4.1.1	Rahmenstruktur des Rückkanals	130
5.4.1.2	Rahmenstruktur des Steuerkanals „Out-of-Band“	132
5.4.1.3	Rahmenstruktur des Steuerkanals „In-Band“	133
5.4.1.4	Möglichkeiten für den Zugriff	134
5.4.2	DOCSIS	135
5.5	Schneller Datenanschluss über das HFC-Netz	137
5.5.1	Anschlussknoten	139
5.5.2	Kabelmodem	140
5.6	Telefondienst	141
5.6.1	Anschlussknoten	141
5.6.2	Netzabschluss beim Teilnehmer	142
5.6.3	Übertragungstechnik	143
5.6.3.1	Telefoniedienst im Zeitmultiplex-Verfahren	144
5.6.3.2	Telefoniedienst im Frequenzmultiplex-Verfahren	145
5.7	Weiterentwicklung des Telefoniedienstes zu „paketisierter“ Sprache	147
5.8	Literatur	149
6	Powerline-Kommunikation von <i>Klaus Dosiert</i>	151
6.1	Einleitung	151
6.2	Elektrisches Energieversorgungssystem aus nachrichtentechnischer Sicht	155

6.2.1	Topologie des Stromversorgungssystems	156
6.2.2	Einsatzmöglichkeiten des Energieverteilnetzes als Kommunikations- medium	158
6.2.2.1	Welche Dienste ermöglicht die PLC-Technik?	160
6.2.3	Historische Nutzung von Energieversorgungsleitungen zur Nach- richtenübertragung	163
6.2.3.1	Trägerfrequenztechnik auf Hochspannungsleitungen (TFH)	164
6.2.3.2	Tonfrequenz-Rundsteuertechnik (TRT)	168
6.2.3.3	Leitungskenngrößen und Wellenausbreitung	177
6.2.3.4	Zugangsimpedanz	186
6.2.3.5	Störszenarien in den interessierenden Frequenzbereichen	187
6.3	Kommunikation auf der Niederspannungsebene auf der Basis europäischer Normen	189
6.3.1	Europäische CENELEC-Norm EN 50065	190
6.3.2	Signalkopplung, Übertragungsdämpfung	192
6.3.2.1	Signalkopplung	192
6.3.2.2	Übertragungsdämpfung	197
6.3.3	Modulations- und Zugriffsverfahren für die Powerline-Kommunikation gemäß EN 50065	198
6.3.3.1	Schmalbandige Modulationsverfahren und ihre Eigenschaften	198
6.3.3.2	Bandspreizende Modulationsverfahren (Spread-Spectrum-Technik)	200
6.3.3.3	Signalangepasste Filterung und Synchronisation	202
6.3.3.4	Digitale Optimalempfänger für die Powerline-Kommunikation im Rahmen der EN 50065	204
6.3.4	Realisierte Powerline-Kommunikationssysteme	208
6.3.4.1	Powernet-EIB: PLC in der Gebäudesystemtechnik	208
6.3.4.2	PLC-Systeme für neue Energieinformationsdienste der EVUs	210
6.4	Möglichkeiten und Grenzen der hochfrequenten Signalübertragung	213
6.4.1	Ein- und Auskopplung hochfrequenter Signale	213
6.4.2	Messtechnik bei hohen Frequenzen	215
6.4.3	Neue Messverfahren und Messsysteme	219
6.4.4	Übertragungseigenschaften bei hohen Frequenzen	224
6.4.4.1	Kanaleigenschaften im Zugangsbereich	224
6.4.4.2	Kanaleigenschaften von Gebäudeinstallationsnetzen	228
6.4.5	Powerline-Kanalmodell	231
6.4.6	Abschätzung der Powerline-Kanalkapazität	236
6.4.6.1	Einführung: Die shannonsche Theorie für den Powerline-Kanal	236
6.4.6.2	Kanalkapazität der Zugangsebene	239
6.4.6.3	Abschätzung der Kanalkapazität von Gebäudeinstallationsnetzen	240
6.5	Modulationsverfahren und Systemkonzepte für die schnelle Powerline-Kommunikation	241
6.5.1	Vorbemerkung	241
6.5.1.1	Grundlegende Betrachtung von Bandspreiztechniken	241
6.5.1.2	Einzelträgermodulation und CDMA	242
6.5.2	OFDM als Modulationsverfahren für die schnelle Powerline- Kommunikation	245

6.5.2.1	Eigenschaften von PLC-Signalen im Hinblick auf die EMV-Messmethodik	248
6.5.2.2	OFDM-Signalsynthese, Trägermodulation und Demodulation	250
6.5.3	OFDM-Sender.	253
6.5.4	OFDM-Empfänger.	254
6.5.5	Zusammenfassung der Vorteile von OFDM für die schnelle Powerline-Kommunikation.	256
6.6	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Fragen der Normung und Frequenzzuteilung.	259
6.6.1	Möglichkeiten der Frequenznutzung für PLC.	259
6.6.2	PLC auf der Basis von Grenzwerten der Funkabstrahlung.	260
6.6.2.1	Was ist in Deutschland zu erwarten?.	262
6.6.2.2	Elektromagnetischer Koppelfaktor.	262
6.6.3	Maßnahmen der Netzkonditionierung für EMV.	266
6.7	Zusammenfassung und weiterführende Arbeiten.	272
6.8	Literatur.	274
7	Optisches Anschlussleitungssystem (OPAL)	277
	von <i>Siegfried Schmoll</i>	
7.1	Netzgestaltung	277
7.2	Optical Line Termination (OLT).	281
7.2.1	Netzschnittstellen.	282
7.2.2	Schnittstellen zum Anschlussnetz.	283
7.2.3	Kernfunktionen.	284
7.3	Multiplexer Optical Line Distributor OLD.	285
7.3.1	Übertragungstechnik.	285
7.3.2	Stromversorgung	286
7.4	Optische Netzabschlüsse ONU/ONT.	287
7.4.1	Übertragungstechnik.	287
7.4.2	Optical Network Termination ONT.	288
7.4.3	Optical Network Unit ONU.	289
7.4.4	Teilnehmerschnittstellen.	290
7.4.5	System ISIS.	291
7.5	Netzmanagement	292
7.6	Weiterentwicklungen des Systems.	294
7.6.1	Anschluss von ADSL.	294
7.6.2	Integration in SDH-Übertragungssysteme.	295
7.6.3	Ausrüstung der OLDs mit OLT-Funktionen.	296
8	Wireless Local Loop	297
	von <i>Reinhard Schijfel</i>	
8.1	Einführung	297
8.2	Aufbau von WLL-Systemen.	303
8.2.1	Controller-Vermittlungs- und/oder Konzentrierungseinrichtung (RBS-V).	308
8.2.1.1	Unkonzentrierte Anschaltung.	312
8.2.1.2	Konzentrierte Anschaltungen ohne interne Vermittlung.	315

8.2.1.3	Konzentrierte Anschaltungen mit interner Vermittlung	320
8.2.2	Basestation - Funkbasisstation (RBS-F)	321
8.2.3	Verbindung RBS-V mit RBS-F	322
8.2.4	Softwarestruktur von RBS-V/RBS-F	325
8.2.5	Radiotermination - Teilnehmergerät (TG)	327
8.2.6	Netzwerk-Management-Agent (NMA)	328
8.3	Luftschnittstelle	329
8.3.1	Frequenzbereiche	331
8.3.2	Zugriffsverfahren, Duplexverfahren	334
8.4	Signalisierung	338
8.4.1	Funkkanalsteuerung	339
8.4.2	Dateiaufbau	343
8.5	Systemvergleich	345
8.6	Literatur	358
9	Teilnehmerzugang und Wettbewerb	359
	von <i>Siegfried Schmoll</i>	
9.1	Einführung	359
9.2	Vorgaben durch EU-Richtlinien	359
9.3	Deutsche Gesetzgebung	361
9.3.1	Telekommunikationsgesetz (TKG)	361
9.3.2	Wegerecht	362
9.3.3	Universaldienst	363
9.3.4	Zusammenschaltung von Netzen („Interconnection“)	364
9.3.5	Netzzugangsregelung	365
9.3.6	Netzzugang	365
9.3.7	Entbündelung	366
9.3.7.1	Nationale Gesetzgebung	366
9.3.7.2	Neue EU-Gesetzgebung	367
9.3.8	Rufnummernportabilität	369
9.3.9	Räumlicher Zugang	369
9.3.10	Entgeltregulierung	370
9.3.11	Netzzugangsvertrag	372
9.3.12	Sicherheitsanforderungen	373
9.4	Breitbandkommunikationsnetz	373
9.5	Internet-Telefonie	374
9.6	Literatur	375
	<i>Abkürzungen</i>	377
	<i>Stichwortverzeichnis</i>	385