

Otfried Georg

# Telekommunikations- technik

Eine praxisbezogene Einführung

Mit 213 Abbildungen



Springer

# Inhaltsverzeichnis

Darstellungskonventionen.....	XV
<b>1 BESTANDSAUFNAHME .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Eine kurze Geschichte der Fernsprechtechnik .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Information, Dienste, Kommunikation, Netze .....</b>	<b>4</b>
1.2.1 Dienstekennzeichnung .....	5
1.2.2 Eigenschaften von Netzen .....	7
1.2.3 Das (analoge) Fernsprechnet.....	10
1.2.3.1 Netzhierarchie.....	10
1.2.3.2 Verbindungsaufbau .....	12
<b>1.3 Sprachdigitalisierung und Zeitmultiplex .....</b>	<b>13</b>
1.3.1 Pulscodemodulation (PCM).....	14
1.3.1.1 Abtastung.....	14
1.3.1.2 Quantisierung und Binärisierung.....	16
1.3.2 Adaptive Differentielle Pulscodemodulation (ADPCM) .....	18
1.3.3 Zeitmultiplex.....	19
<b>1.4 Klassische Dienste öffentlicher Netze .....</b>	<b>20</b>
1.4.1 Datendienste .....	20
1.4.1.1 Datenübermittlung im Fernsprechnet.....	21
1.4.1.2 Datenübermittlung im leitungsvermittelten Datennetz (Dx-L) .....	22
1.4.1.3 Datenübermittlung im paketvermittelten Datennetz (Dx-P) .....	23
1.4.2 Standarddienste .....	24
1.4.2.1 Standarddienste im Fernsprechnet .....	24
1.4.2.2 Standarddienste in den Datex-Netzen .....	26
<b>1.5 Internet .....</b>	<b>27</b>
1.5.1.1 Historie .....	27
1.5.1.2 Zugang zum Internet .....	28
1.5.1.3 Anwenderdienste.....	29
<b>1.6 Mobilfunk .....</b>	<b>31</b>
1.6.1 Funkfernsprechen .....	31
1.6.1.1 A-, B- und C-Netz .....	31
1.6.1.2 D-Netz .....	32
1.6.2 Funkrufdienste .....	33
1.6.3 Schnurlose Telefone und Funk-NStAnl .....	34
1.6.3.1 Birdie.....	34
1.6.3.2 Digital European Cordless Telecommunications (DECT) .....	35
1.6.4 Betriebsfunk .....	35
1.6.5 UMTS und UPT .....	36
<b>1.7 Das Intelligente Netz (Intelligent Network; IN) .....</b>	<b>37</b>

<b>2 DAS REFERENZMODELL FÜR OFFENE SYSTEME (OPEN SYSTEMS INTERCONNECTION; OSI).....</b>	<b>39</b>
2.1 Einführung.....	39
2.2 Strukturierung von Kommunikationsbeschreibungen .....	42
2.3 Anwendungsbereiche des OSI-Modells, Prozesse.....	44
2.4 Konzept der geschichteten Architektur.....	46
2.4.1 Grundstruktur.....	46
2.4.2 Prinzipien der Schichtenbildung.....	47
2.4.3 Kommunikation zwischen Partner-Instanzen .....	51
2.4.4 Adressierung .....	52
2.4.5 Dateneinheiten .....	53
2.4.6 Elemente des Schichtenbetriebs .....	56
2.4.6.1 Primitiveprozeduren und Protokolle .....	56
2.4.6.2 Verbindungen .....	58
2.4.6.3 Multiplexen, Splitten, Segmentieren, Blocken, Ketten .....	58
2.4.6.4 Fehlerbehandlungen .....	61
2.4.7 Management .....	62
2.5 Die sieben OSI-Schichten.....	63
2.5.1 Resultierende Architekturprinzipien .....	63
2.5.2 Vorbemerkungen und ITU-T-Spezifikationen der X.200-Serie .....	64
2.5.2.1 Bitübertragungsschicht.....	66
2.5.2.2 Sicherungsschicht .....	67
2.5.2.3 Vermittlungsschicht .....	70
2.5.2.4 Transportschicht .....	71
2.5.2.5 Kommunikationssteuerungsschicht.....	73
2.5.2.6 Darstellungsschicht .....	75
2.5.2.7 Anwendungsschicht .....	77
<b>3 DIE ITU-T-SPEZIFIKATIONSSPRACHE SDL (SPECIFICATION AND DESCRIPTION LANGUAGE) .....</b>	<b>81</b>
3.1 Einführung.....	81
3.1.1 Das SDL-Prozeß- und Datenkonzept .....	82
3.1.2 Syntaktische Darstellungsformen von SDL.....	83
3.2 Struktur-Konzept .....	84
3.2.1 Systeme.....	84
3.2.2 Blöcke .....	85
3.2.3 Prozesse .....	86
3.2.4 Prozeßdiagramme.....	90
3.2.4.1 Prozeßkonzept.....	90
3.2.4.2 Elementarsymbole und Erläuterungen .....	91
3.2.4.3 Erweiterungssymbole und Erläuterungen.....	102
3.3 Ergänzende Dokumente .....	104
3.3.1 Zustandsübergangdiagramm .....	105
3.3.2 Zustands/Signaltabelle.....	105
3.3.3 Kommunikationsdiagramm .....	106
3.3.4 Dokumentenstruktur .....	107
3.3.5 Petri-Netze .....	107
<b>4 DAS DIENSTEINTEGRIERENDE DIGITALE NETZ (INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK; ISDN) .....</b>	<b>109</b>
4.1 Einführung in das ISDN.....	109
4.1.1 Struktur der ITU-T-I-Empfehlungen und nationale Spezifikationen.....	109
4.1.2 Was charakterisiert ein ISDN? .....	112

4.1.3 Telekommunikationsdienste aus der Sicht des ISDN .....	113
4.1.3.1 Übermittlungsdienste.....	115
4.1.3.2 Teledienste.....	116
4.1.4 Funktionale Netzprinzipien des ISDN .....	116
4.1.5 Das ISDN-Protokoll-Referenzmodell .....	119
4.1.6 Referenzkonfigurationen im Teilnehmeranschlußbereich.....	124
4.1.7 Bitratenhierarchie, Kanalstrukturen, Kanäle.....	126
<b>4.2 Physikalische Schicht der ISDN-Teilnehmerschnittstellen .....</b>	<b>128</b>
4.2.1 Übertragungstechnik .....	128
4.2.2 Leitungscode.....	130
4.2.3 Schicht 1 des ISDN-Basisanschlusses an den Referenzpunkten S und T .....	133
4.2.3.1 Das ISDN-Protokoll-Referenzmodell für den ISDN-Basisanschluß.....	133
4.2.3.2 Dienste und Primitives .....	134
4.2.3.3 Betriebsweisen .....	135
4.2.3.4 Funktionale Eigenschaften .....	136
4.2.3.5 Rahmenaufbau .....	136
4.2.3.6 D-Kanal-Zugriffsteuerung.....	137
4.2.3.7 Aktivierung und Deaktivierung .....	140
4.2.3.8 Wartung (Maintenance) .....	145
4.2.3.9 Speiseprinzip und elektrische Eigenschaften .....	147
4.2.4 Die $U_{ko}$ -Schnittstelle.....	149
4.2.4.1 Konfiguration und Übertragungstechnik Echolöschverfahren .....	149
4.2.4.2 Rahmenaufbau .....	150
4.2.4.3 Aktivierung, Deaktivierung und Primitives .....	150
4.2.4.4 Fehlerüberwachung und Prüfschleifen .....	153
4.2.4.5 Speiseprinzip und elektrische Eigenschaften .....	154
4.2.5 Die $U_{jo}$ -Schnittstelle.....	154
4.2.5.1 Aufgaben, Betriebsweise und Konfiguration .....	154
4.2.5.2 Funktionale Eigenschaften .....	155
4.2.5.3 Aktivierung und Deaktivierung .....	156
4.2.5.4 Prüfschleifen .....	158
4.2.5.5 Speiseprinzip und elektrische Eigenschaften .....	159
<b>4.3 Sicherungsschicht des D-Kanals der ISDN-Teilnehmerschnittstellen .....</b>	<b>160</b>
4.3.1 Übersicht.....	160
4.3.2 Schichtenkommunikation .....	161
4.3.3 Multiple Punkt-zu-Punkt- und Broadcast-Verbindungen.....	163
4.3.4 Unquitierte und quitierte Betriebsweise .....	164
4.3.5 Aufbau von Informationsübertragungsmodes.....	164
4.3.5.1 Kennzeichnung von Verbindungen.....	164
4.3.5.2 Data Link-Zustände.....	166
4.3.5.3 TEI-Verwaltung .....	168
4.3.6 Dienste und Primitives .....	168
4.3.7 Management-Struktur .....	170
4.3.8 Rahmen-Struktur für die Kommunikation zwischen Partner-Instanzen .....	171
4.3.8.1 Rahmenformat .....	171
4.3.8.2 Bedeutungen der Rahmen-Felder.....	172
4.3.8.3 Fehlerhafte Rahmen .....	174
4.3.9 Rahmen-Feld-Formate und Feld-Variable.....	174
4.3.9.1 Adreßfeld .....	174
4.3.9.2 Steuerfeld.....	175
4.3.10 Rahmentypen .....	177
4.3.11 System-Parameter.....	180
4.3.12 Partner-Prozeduren.....	181
4.3.12.1 Klassifizierung .....	181
4.3.12.2 TEI-Verwaltung .....	181

4.3.12.3 TEI-Vergabe und Aufbau des Mehrrahmen-Betriebs .....	183
4.3.12.4 Abbau des Mehrrahmen-Betriebs.....	187
4.3.13 Innere Struktur einer DL-Schicht auf einer Teilnehmerschaltung .....	188
<b>4.4 Vermittlungsschicht des D-Kanals der ISDN-Teilnehmerschnittstellen.....</b>	<b>191</b>
4.4.1 Aufgaben und Funktionen .....	191
4.4.2 Normen, DSS1 .....	193
4.4.3 Nachrichten (Messages) .....	194
4.4.3.1 Übersicht über die Nachrichtentypen .....	194
4.4.3.2 Nachrichtenformate.....	194
4.4.3.3 W-Elemente und ihre Bedeutungen .....	197
4.4.3.4 Nachrichten und ihre Bedeutungen.....	202
4.4.3.5 Beispiel für eine Nachricht: SETUP .....	206
4.4.4 Zustände der Prozesse der Vermittlungsschicht .....	208
4.4.4.1 Teilnehmerseite.....	209
4.4.4.2 Netzseite .....	211
4.4.5 System-Parameter der Netzseite.....	215
4.4.6 B-Kanal-Verwaltung .....	216
4.4.7 Kommunikationsdiagramme für Prozedurabläufe.....	216
4.4.7.1 Normaler Verbindungsauf- und -abbau.....	217
4.4.7.2 Dienstewechsel mit Endgerätewechsel.....	219
4.4.8 Innere Struktur der Vermittlungsschicht.....	220
4.4.8.1 Teilnehmer-Seite.....	221
4.4.8.2 Vermittlungsstellen-Seite .....	222
4.4.9 Dienstmerkmale im öffentlichen Netz.....	222
4.4.9.1 I.25y/Q.932-Dienstmerkmale .....	223
4.4.9.2 Beispiel für ein DM: I.252.1 - Ruf Umlegen (Call Transfer).....	226
<b>5 HARDWARE-CONTROLLER (TELECOM-ICs)</b>	
<b>FÜR DIE UNTEREN OSI-SCHICHTENANTEILE.....</b>	<b>227</b>
5.1 Diskussion von Hardware- und Software-Realisierungen.....	227
5.2 Grundstruktur von Vermittlungssystemen.....	229
5.3 Übersicht über die ICs der Siemens-IOM <sup>®</sup> -Familie.....	232
5.3.1 Basisanschluß.....	234
5.3.2 Primärmultiplexanschluß .....	236
5.3.3 Anschluß analoger Endgeräte.....	238
5.4 Schnittstellen .....	239
5.4.1 IOM <sup>®</sup> -2-Schnittstelle.....	239
5.4.2 SLD-Schnittstelle.....	241
5.5 Übersicht über einige wichtige IOM <sup>®</sup> -ICs.....	242
5.5.1 SBCX (S/T-Bus Interface Circuit Extended).....	242
5.5.2 ICC (ISDN Communications Controller).....	246
5.5.3 EPIC <sup>®</sup> (Extended PCM Interface Controller).....	248
5.6 Beispiel für einen kommenden ISDN-Verbindungsaufbau über ISDN-ICs.....	249
5.7 Auswahlkriterien für ISDN-ICs.....	251
<b>6 NUTZKANAL-DIENSTE UND -PROTOKOLLE.....</b>	<b>253</b>
6.1 Übersicht .....	253
6.2 Paketvermittlung über X.25.....	254
6.2.1 Schichtenstruktur des X.25-Anschlusses.....	255
6.2.1.1 X.21-Schnittstelle.....	255
6.2.1.2 HDLC-LAP B als Sicherungsschicht für X.25 .....	255
6.2.1.3 Paketschicht von X.25.....	256
6.2.2 Zugriff paketorientierter DEEn auf das ISDN.....	258

<b>6.3 TCP/IP und aufsetzende Protokolle</b> .....	<b>260</b>
6.3.1 Internet-Protokoll (IP) .....	261
6.3.2 Transmission Control Protocol (TCP) und Umfeld .....	263
6.3.3 Beispiele höherer TCP/IP-Dienste: FTP, SMTP und TFTP .....	266
<b>6.4 Message Handling Systems (MHS) nach X.400</b> .....	<b>267</b>
6.4.1 Konzepte, Modelle und Dienste .....	268
6.4.2 Interpersonelles Mitteilungs-Übermittlungssystem (IPMS) .....	271
6.4.3 Dienstelemente.....	273
6.4.3.1 Der Mitteilungs-Transferdienst .....	273
6.4.3.2 Der Interpersonelle Mitteilungs-Übermittlungsdienst .....	275
6.4.4 Schichtenstruktur und Protokolle des MHS-Modells .....	277
<b>6.5 APPLI/COM und CAPI</b> .....	<b>279</b>
6.5.1 APPLI/COM-Funktionalität .....	279
6.5.2 APPLI/COM-Ausführungsformen .....	280
6.5.3 APPLI/COM-Schnittstelle .....	281
6.5.4 Common ISDN Application Interface (CAPI).....	284
<b>7 DAS ZENTRALKANAL-ZEICHENGABESYSTEM #7</b> .....	<b>287</b>
<b>7.1 Übersicht</b> .....	<b>287</b>
7.1.1 Struktur der ITU-T-Q.7xy-Empfehlungen.....	287
7.1.2 Aufgaben und Einsatzbereiche, Netztopologie .....	288
7.1.3 Architekturmodell und Abgrenzung gegenüber den ISDN-Teilnehmerschnittstellen .....	290
7.1.4 Zeichengabe .....	293
<b>7.2 Die Ebenen des ZGS#7</b> .....	<b>296</b>
7.2.1 Ebene 1: Zeichengabekanal (Signalling Data Link) .....	296
7.2.2 Ebene 2: Zeichengabestrecke (Signalling Link).....	297
7.2.3 Ebene 3: Zeichengabernetz (Signalling Network).....	300
7.2.4 Ebene 4: Anwendungsorientierte Funktionen:	
SCCP, TCAP und ISDN-Anwenderteil (ISUP).....	305
7.2.4.1 Steuerteil für Zeichengabetransaktionen (SCCP) .....	307
7.2.4.2 ISDN-Anwenderteil (ISUP).....	311
7.2.4.3 Transaction Capabilities Application Part (TCAP) .....	314
<b>7.3 Das Vermittlungssystem EWSD</b> .....	<b>317</b>
<b>8 LOKALE NETZE (LOCAL AREA NETWORKS; LANs)</b> .....	<b>319</b>
<b>8.1 Übersicht</b> .....	<b>319</b>
8.1.1 Klassifizierung von LANs .....	320
8.1.2 Der IEEE 802.x-Standard .....	321
8.1.3 Das logische LAN-Modell .....	322
8.1.4 MAC-Adressen .....	324
8.1.5 LLC-Schicht.....	325
8.1.6 Verkabelungstopologie .....	327
<b>8.2 Ethernet und IEEE 802.3-LANs</b> .....	<b>328</b>
8.2.1 Grundlagen der IEEE 802.3-LANs .....	328
8.2.2 Die Bitübertragungsschicht.....	331
8.2.3 Das Zugriffsverfahren CSMA/CD .....	331
8.2.4 MAC-Rahmenformate .....	333
8.2.5 Besonderheiten der MAC/IP-Adressierung .....	334
<b>8.3 Token Ring und IEEE 802.5-LANs</b> .....	<b>335</b>
8.3.1 Betrieb des Token-Rings.....	335
8.3.2 Das Token Passing-Zugriffsverfahren .....	336
8.3.3 MAC-Rahmenformat.....	337

<b>8.4 Distributed Queue Dual Bus (DQDB) und IEEE 802.6-LANs</b> .....	<b>338</b>
8.4.1 Netztopologie .....	338
8.4.2 Rahmenformate.....	339
8.4.3 Das DQDB-Zugriffsverfahren.....	340
<b>8.5 Fiber Distributed Data Interface (FDDI)</b> .....	<b>341</b>
8.5.1 Topologie und Stationstypen.....	341
8.5.2 Strukturen von FDDI-Stationen.....	344
8.5.3 Stationsbetriebsweisen.....	345
8.5.4 Stationszustände.....	346
8.5.5 Umfang der ANSI-FDDI-Spezifikation.....	347
8.5.6 Medienabhängige Festlegungen (PMD).....	348
8.5.6.1 Lichtwellenleiter als Übertragungsmedium.....	349
8.5.6.2 Kupferkabel als Übertragungsmedium.....	350
8.5.6.3 Verwülfelung (Scrambling).....	351
8.5.7 Die PHY-Schicht.....	351
8.5.7.1 Quellkodierung 4B/5B.....	351
8.5.7.2 FDDI-Symbolsatz.....	352
8.5.7.3 Kanalkodierung NRZI oder MLT 3 .....	352
8.5.7.4 Taktlogik.....	353
8.5.7.5 Leitungszustände (Line States).....	353
8.5.7.6 Die Physikalische Schicht im Überblick .....	354
8.5.8 Die MAC-Schicht.....	356
8.5.8.1 MAC-Rahmenformat und -typen .....	356
8.5.8.2 MAC-Protokoll .....	357
8.5.8.3 Claim-und Beacon-Prozeß.....	357
8.5.8.4 Asynchroner und Synchroner Betrieb.....	358
8.5.9 Das Stationsmanagement (Station Management Task; SMT).....	359
8.5.9.1 Übersicht über die Connection Management Task (CMT) .....	361
8.5.9.2 Physical Connection Management (PCM) .....	361
8.5.9.3 Configuration Management (CFM) .....	362
8.5.9.4 Ringmanagement Task (RMT).....	364
<b>8.6 LAN-Netzkopplung</b> .....	<b>365</b>
8.6.1 Repeater .....	365
8.6.2 Brücken.....	366
8.6.3 Router .....	368
<b>9 ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE (ATM) UND ANDERE BREITBANDTECHNIKEN</b> .....	<b>369</b>
<b>9.1 Einführung</b> .....	<b>369</b>
<b>9.2 ATM-Zellen</b> .....	<b>371</b>
9.2.1 Segmentierung .....	371
9.2.2 Blocken und Ketten.....	374
9.2.3 Kriterien für eine optimale Zellgröße.....	375
9.2.4 Wartespeicher .....	375
9.2.5 Zellaufbau .....	376
<b>9.3 VP/VC-basierte ATM-Vermittlungstechnik</b> .....	<b>378</b>
9.3.1 Beispiel für eine einfache ATM-Konferenzverbindung.....	378
9.3.2 ATM-Koppelnetze.....	380
9.3.3 Verkehrs- und Überlastkontrolle.....	382
<b>9.4 Das ATM-Referenzmodell</b> .....	<b>384</b>
9.4.1 Bitübertragungsschicht.....	386
9.4.2 ATM-Schicht .....	386
9.4.3 ATM-Adaptionsschicht .....	387
9.4.4 Verbindungsbezüge des Referenzmodells .....	389

<b>9.5 ATM-Schnittstellen .....</b>	<b>392</b>
9.5.1 Teilnehmer-Netzschnittstelle (UNI).....	392
9.5.2 Netzinterne Schnittstellen (NNI) .....	394
<b>9.6 Synchron Digital Hierarchie (SDH) als ATM-Träger.....</b>	<b>395</b>
9.6.1 PDH-Struktur .....	395
9.6.2 SDH-Struktur .....	396
<b>9.7 ATM-LANs.....</b>	<b>398</b>
9.7.1 Verbindungsorientierte ATM-LANs .....	398
9.7.2 Verbindungslose ATM-LANs.....	399
9.7.3 LAN-Emulation .....	399
9.7.4 LAN-Datenstrom über ATM .....	400
<b>9.8 Switched Multi Megabit Data Service (SMDS).....</b>	<b>403</b>
9.8.1 SMDS-Schnittstellen und -Anschlußeinheiten bei Datex-M.....	403
9.8.2 Kommunikation zwischen LANs über SMDS .....	404
<b>9.9 Frame-Relay als ATM-Zubringer .....</b>	<b>406</b>
9.9.1 Adreßfeld .....	407
9.9.2 Vor- und Nachteile der FR-Übermittlungstechnik.....	408
9.9.3 Dynamische Bandbreitenverwaltung.....	409
9.9.4 Signalisierung mit dem Netz .....	411
<b>9.10 ITU-T-Q.2xyz-Empfehlungen für Breitband-ISDN .....</b>	<b>412</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>413</b>
<b>Sach- und Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>421</b>