

# Inhaltsverzeichnis

Darstellungskonventionen..... XIX

**1 HISTORIE, BESTANDSAUFNAHME UND AUSBLICK..... 1**

**1.1 Eine kurze Geschichte der Fernsprechtechnik ..... 1**

**1.2 Information, Dienste, Kommunikation, Netze ..... 5**

        1.2.1 Dienstekennzeichnung..... 6

        1.2.2 Eigenschaften von Netzen ..... 8

        1.2.3 Das (analoge) Fernsprechnet ..... 12

            1.2.3.1 Netzhierarchie..... 12

            1.2.3.2 Verbindungsaufbau..... 13

**1.3 Sprachdigitalisierung und Zeitmultiplex..... 15**

        1.3.1 Pulscodemodulation (PCM)..... 15

            1.3.1.1 Abtastung..... 15

            1.3.1.2 Quantisierung und Binärisierung ..... 18

        1.3.2 Adaptive Differentielle Pulscodemodulation (ADPCM)..... 20

        1.3.3 Zeitmultiplex .. 21

**1.4 Klassische Dienste öffentlicher Netze ..... 22**

        1.4.1 Datendienste..... 23

            1.4.1.1 Datenübermittlung im Fernsprechnet ..... 23

            1.4.1.2 Datenübermittlung im leitungsvermittelten Datennetz..... 25

            1.4.1.3 Datenübermittlung im paketvermittelten Datennetz (Dx-P) ..... 26

        1.4.2 Standarddienste ..... 27

            1.4.2.1 Standarddienste im Fernsprechnet ..... 27

            1.4.2.2 Standarddienste in den Datex-Netzen ..... 29

**1.5 Internet..... 30**

        1.5.1.1 Historie ..... 31

        1.5.1.2 Zugang zum Internet ..... 32

        1.5.1.3 Anwenderdienste ..... 33

        1.5.1.4 World Wide Web (WWW)..... 35

        1.5.1.5 Struktur des Internet der DTAG ..... 36

**1.6 Mobilfunk ..... 36**

        1.6.1 Funkfernsprechen ..... 37

            1.6.1.1 A-, B- und C-Netz ..... 37

            1.6.1.2 GSM900- und DCS1800-Netze..... 38

        1.6.2 Schnurlose Telefone und Funk-Nebenstellenanlagen..... 40

            1.6.2.1 CT-Standards..... 40

            1.6.2.2 Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT) ..... 41

        1.6.3 Datenfunk und Bündelfunk ..... 41

        1.6.4 Funkrufdienste..... 43

        1.6.5 International Mobile Telecommunications (IMT-2000) ..... 44

**1.7 Satellitenkommunikation ..... 45**

        1.7.1 Technische Randbedingungen. .... 45

        1.7.2 INMARSAT. .... 47

        1.7.3 Iridium..... 48

        1.7.4 Global Positioning System (GPS) ..... 49

|                                                                                                |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1.8 Das Intelligente Netz (Intelligent Network; IN).....                                       | 51         |
| 1.8.1 Konstellation der Geschäftspartner im IN.....                                            | 51         |
| 1.8.2 Dienste im IN.....                                                                       | 52         |
| 1.8.3 Aktuelle Entwicklung und Probleme im IN.....                                             | 53         |
| <b>2 DAS REFERENZMODELL FÜR OFFENE SYSTEME<br/>(OPEN SYSTEMS INTERCONNECTION; OSI).....</b>    | <b>55</b>  |
| 2.1 Einführung in das OSI-Referenzmodell.....                                                  | 55         |
| 2.2 Die ITU-T-Spezifikationen der X.200-Serie.....                                             | 58         |
| 2.3 Strukturierung von Kommunikationsbeschreibungen.....                                       | 60         |
| 2.4 Anwendungsbereiche des OSI-RM, Prozesse.....                                               | 63         |
| 2.5 Konzept der geschichteten Architektur.....                                                 | 65         |
| 2.5.1 Grundstruktur.....                                                                       | 65         |
| 2.5.2 Prinzipien der Schichtenbildung.....                                                     | 66         |
| 2.5.3 Kommunikation zwischen Partner-Instanzen.....                                            | 69         |
| 2.5.4 Adressierung.....                                                                        | 70         |
| 2.5.5 Dateneinheiten.....                                                                      | 72         |
| 2.5.6 Elemente des Schichtenbetriebs.....                                                      | 74         |
| 2.5.6.1 Primitiveprozeduren und Protokolle.....                                                | 74         |
| 2.5.6.2 Verbindungen.....                                                                      | 76         |
| 2.5.6.3 Multiplexen, Splitten, Segmentieren, Blocken, Ketten.....                              | 77         |
| 2.5.6.4 Fehlerbehandlungen.....                                                                | 79         |
| 2.5.7 Management.....                                                                          | 80         |
| 2.5.7.1 System-Management und Schichten-Management.....                                        | 81         |
| 2.5.7.2 Management-Dienste und -Protokolle.....                                                | 82         |
| 2.6 Die sieben OSI-Schichten.....                                                              | 83         |
| 2.6.1 Resultierende Architekturprinzipien.....                                                 | 83         |
| 2.6.2 Schichtenübersicht.....                                                                  | 83         |
| 2.6.3 Beschreibung der einzelnen Schichten.....                                                | 85         |
| 2.6.3.1 Bitübertragungsschicht.....                                                            | 85         |
| 2.6.3.2 Sicherungsschicht.....                                                                 | 87         |
| 2.6.3.3 Vermittlungsschicht.....                                                               | 90         |
| 2.6.3.4 Transportschicht.....                                                                  | 91         |
| 2.6.3.5 Kommunikationssteuerungsschicht (Sitzungsschicht).....                                 | 94         |
| 2.6.3.6 Darstellungsschicht.....                                                               | 96         |
| 2.6.3.7 Anwendungsschicht.....                                                                 | 98         |
| <b>3 DIE ITU-T-SPEZIFIKATIONSSPRACHE SDL UND DIE<br/>ISO-NETZPROGRAMMIERSPRACHE ASN.1.....</b> | <b>103</b> |
| 3.1 Einführung in SDL.....                                                                     | 103        |
| 3.1.1 Das SDL-Prozeß- und Datenkonzept.....                                                    | 104        |
| 3.1.2 Syntaktische Darstellungsformen von SDL.....                                             | 105        |
| 3.2 SDL-Struktur-Konzept.....                                                                  | 106        |
| 3.2.1 Systeme.....                                                                             | 106        |
| 3.2.2 Blöcke.....                                                                              | 107        |
| 3.2.3 Prozesse.....                                                                            | 109        |
| 3.2.4 Prozeßdiagramme.....                                                                     | 113        |
| 3.2.4.1 Prozeßkonzept.....                                                                     | 113        |
| 3.2.4.2 Elementarsymbole und Erläuterungen.....                                                | 113        |
| 3.2.4.3 Erweiterungssymbole und Erläuterungen.....                                             | 125        |
| 3.3 Ergänzende Dokumente zu SDL.....                                                           | 127        |
| 3.3.1 Zustandsübergangsdiagramm.....                                                           | 127        |
| 3.3.2 Zustands/Signalabelle.....                                                               | 128        |
| 3.3.3 Kommunikationsdiagramm.....                                                              | 128        |
| 3.3.4 Dokumentenstruktur.....                                                                  | 130        |

|                                                                                                       |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.3.5 Petri-Netze .....                                                                               | 130        |
| <b>3.4 Abstrakte Syntax Notation Eins (ASN.1) .....</b>                                               | <b>132</b> |
| 3.4.1 Zweck, Anwendungsbereich und Bezug zu SDL .....                                                 | 132        |
| 3.4.2 Darstellungskonventionen der Standard-Notation .....                                            | 134        |
| 3.4.3 Standard-Codierungsregeln (Basic Encoding Rules; BER) .....                                     | 135        |
| 3.4.3.1 Tag .....                                                                                     | 136        |
| 3.4.3.2 Längen-Codierung .....                                                                        | 137        |
| 3.4.3.3 Inhalt .....                                                                                  | 138        |
| 3.4.4 Definition von Typen, Werten, Makros und Modulen .....                                          | 138        |
| 3.4.4.1 Typ-Definition .....                                                                          | 138        |
| 3.4.4.2 Wert-Definition .....                                                                         | 138        |
| 3.4.4.3 Makro-Definition .....                                                                        | 139        |
| 3.4.4.4 Module-Definition .....                                                                       | 140        |
| 3.4.5 Die Built-in Types der Universal-Klasse .....                                                   | 141        |
| 3.4.6 Die Zeichenfolgen der Universal-Klasse .....                                                    | 148        |
| 3.4.7 Die Defined Types der Universal-Klasse .....                                                    | 148        |
| 3.4.8 Subtypes .....                                                                                  | 149        |
| 3.4.9 ASN.1-Tools und -Trends .....                                                                   | 150        |
| <b>4 DAS DIENSTEINTEGRIERENDE DIGITALE NETZ<br/>(INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK; ISDN) .....</b> | <b>151</b> |
| <b>4.1 Einführung in das ISDN .....</b>                                                               | <b>151</b> |
| 4.1.1 Struktur der ITU-T-I-Empfehlungen und nationale Spezifikationen .....                           | 151        |
| 4.1.2 Was charakterisiert ein ISDN? .....                                                             | 154        |
| 4.1.3 Telekommunikationsdienste aus der Sicht des ISDN .....                                          | 155        |
| 4.1.3.1 Übermittlungsdienste .....                                                                    | 157        |
| 4.1.3.2 Telematikdienste .....                                                                        | 158        |
| 4.1.4 Funktionale Netzprinzipien des ISDN .....                                                       | 159        |
| 4.1.5 Das ISDN-Protokoll-Referenzmodell .....                                                         | 161        |
| 4.1.6 Referenzkonfigurationen im Teilnehmeranschlußbereich .....                                      | 166        |
| 4.1.7 Bitratenhierarchie, Kanalstrukturen, Kanäle .....                                               | 168        |
| <b>4.2 Physikalische Schicht der ISDN-Teilnehmerschnittstellen .....</b>                              | <b>170</b> |
| 4.2.1 Übertragungstechnik .....                                                                       | 170        |
| 4.2.2 Leitungscodes .....                                                                             | 172        |
| 4.2.3 Schicht 1 des ISDN-Basisanschlusses an den Referenzpunkten S und T .....                        | 175        |
| 4.2.3.1 Das ISDN-Protokoll-Referenzmodell für den ISDN-Basisanschluß .....                            | 175        |
| 4.2.3.2 Dienste und Primitives .....                                                                  | 176        |
| 4.2.3.3 Betriebsweisen .....                                                                          | 177        |
| 4.2.3.4 Funktionale Eigenschaften .....                                                               | 178        |
| 4.2.3.5 Rahmenaufbau .....                                                                            | 178        |
| 4.2.3.6 D-Kanal-Zugriffssteuerung .....                                                               | 179        |
| 4.2.3.7 Aktivierung und Deaktivierung .....                                                           | 182        |
| 4.2.3.8 Wartung (Maintenance) .....                                                                   | 187        |
| 4.2.3.9 Speiseprinzip und elektrische Eigenschaften .....                                             | 189        |
| 4.2.4 Die $U_{ko}$ -Schnittstelle .....                                                               | 190        |
| 4.2.4.1 Übertragungstechnik Echolöschverfahren .....                                                  | 191        |
| 4.2.4.2 Rahmenaufbau .....                                                                            | 192        |
| 4.2.4.3 Aktivierung, Deaktivierung und Primitives .....                                               | 192        |
| 4.2.4.4 Fehlerüberwachung und Prüfschleifen .....                                                     | 195        |
| 4.2.4.5 Speiseprinzip und elektrische Eigenschaften .....                                             | 195        |
| 4.2.5 Die $U_{po}$ -Schnittstelle .....                                                               | 196        |
| 4.2.5.1 Betriebsweise und Konfiguration .....                                                         | 196        |
| 4.2.5.2 Funktionale Eigenschaften .....                                                               | 197        |
| 4.2.5.3 Aktivierung und Deaktivierung .....                                                           | 198        |
| 4.2.5.4 Prüfschleifen .....                                                                           | 200        |
| 4.2.5.5 Speiseprinzip und elektrische Eigenschaften .....                                             | 201        |

|                                                                                         |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4.3 Sicherungsschicht des D-Kanals der ISDN-Teilnehmerschnittstellen; LAPD .....</b> | <b>202</b> |
| 4.3.1 Übersicht .....                                                                   | 202        |
| 4.3.2 Schichtenkommunikation .....                                                      | 203        |
| 4.3.3 Multiple Punkt-zu-Punkt- und Broadcast-Verbindungen .....                         | 205        |
| 4.3.4 Unquitierte und quitierte Betriebsweise .....                                     | 206        |
| 4.3.5 Aufbau von Informationsübertragungsmoden .....                                    | 206        |
| 4.3.5.1 Kennzeichnung von Verbindungen .....                                            | 206        |
| 4.3.5.2 Data Link-Zustände .....                                                        | 208        |
| 4.3.5.3 TEI-Verwaltung .....                                                            | 210        |
| 4.3.6 Dienste und Primitives .....                                                      | 210        |
| 4.3.7 Management-Struktur .....                                                         | 212        |
| 4.3.8 Rahmen-Struktur für die Kommunikation zwischen Partner-Instanzen .....            | 213        |
| 4.3.8.1 Rahmenformat .....                                                              | 213        |
| 4.3.8.2 Bedeutungen der Rahmen-Felder .....                                             | 214        |
| 4.3.8.3 Fehlerhafte Rahmen .....                                                        | 216        |
| 4.3.9 Rahmen-Feld-Formate und Feld-Variablen .....                                      | 216        |
| 4.3.9.1 Adreßfeld .....                                                                 | 216        |
| 4.3.9.2 Steuerfeld .....                                                                | 217        |
| 4.3.10 Rahmentypen .....                                                                | 219        |
| 4.3.11 System-Parameter .....                                                           | 222        |
| 4.3.12 Partner-Prozeduren .....                                                         | 223        |
| 4.3.12.1 Klassifizierung .....                                                          | 223        |
| 4.3.12.2 TEI-Verwaltung .....                                                           | 223        |
| 4.3.12.3 TEI-Vergabe und Aufbau des Mehrrahmen-Betriebs .....                           | 226        |
| 4.3.12.4 Abbau des Mehrrahmen-Betriebs .....                                            | 229        |
| 4.3.13 Innere Struktur einer DL-Schicht auf einer Teilnehmerschaltung .....             | 230        |
| <b>4.4 Vermittlungsschicht des D-Kanals der ISDN-Teilnehmerschnittstellen .....</b>     | <b>233</b> |
| 4.4.1 Aufgaben und Funktionen .....                                                     | 233        |
| 4.4.2 Normen, DSS1 .....                                                                | 235        |
| 4.4.3 Nachrichten (Messages) .....                                                      | 236        |
| 4.4.3.1 Übersicht über die Nachrichtentypen .....                                       | 236        |
| 4.4.3.2 Nachrichtenformate .....                                                        | 236        |
| 4.4.3.3 W-Elemente und ihre Bedeutungen .....                                           | 239        |
| 4.4.3.4 Nachrichten und ihre Bedeutungen .....                                          | 244        |
| 4.4.3.5 Beispiel für eine Nachricht: SETUP .....                                        | 248        |
| 4.4.4 Zustände der Prozesse der Vermittlungsschicht .....                               | 250        |
| 4.4.4.1 Teilnehmerseite .....                                                           | 251        |
| 4.4.4.2 Netzseite .....                                                                 | 253        |
| 4.4.5 System-Parameter der Netzseite .....                                              | 257        |
| 4.4.6 B-Kanal-Verwaltung .....                                                          | 258        |
| 4.4.7 Kommunikationsdiagramme für Prozedurabläufe .....                                 | 258        |
| 4.4.7.1 Normaler Verbindungsauf- und -abbau .....                                       | 259        |
| 4.4.7.2 Dienstwechsel mit Endgerätewechsel .....                                        | 261        |
| 4.4.8 Innere Struktur der Vermittlungsschicht .....                                     | 262        |
| 4.4.8.1 Teilnehmer-Seite .....                                                          | 263        |
| 4.4.8.2 Vermittlungsstellen-Seite .....                                                 | 264        |
| 4.4.9 Dienstmerkmale im öffentlichen Netz .....                                         | 264        |
| 4.4.9.1 I.25x/Q.932-Dienstmerkmale .....                                                | 265        |
| 4.4.9.2 Beispiel für ein DM: I.252.1 - Ruf Umlegen (Call Transfer) .....                | 268        |
| 4.4.9.3 ASN.1-Codierung des Information Elements Facility .....                         | 269        |

|                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5 HARDWARE-CONTROLLER (TELECOM-ICs)</b>                     |            |
| <b>FÜR DIE UNTEREN ISDN-SCHICHTEN .....</b>                    | <b>273</b> |
| 5.1 Diskussion von Hardware- und Software-Realisierungen ..... | 273        |
| 5.2 Grundstruktur von Vermittlungssystemen .....               | 275        |
| 5.3 Übersicht über die ICs der Siemens-IOM®-Familie .....      | 278        |

|                                                                                   |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.3.1 Basisanschluß.....                                                          | 280        |
| 5.3.2 Primärmultiplexanschluß.....                                                | 282        |
| 5.3.3 Anschluß analoger Endgeräte.....                                            | 284        |
| <b>5.4 Schnittstellen.....</b>                                                    | <b>285</b> |
| 5.4.1 IOM®-2-Schnittstelle.....                                                   | 285        |
| 5.4.2 SLD-Schnittstelle.....                                                      | 287        |
| <b>5.5 Übersicht über einige wichtige IOM®-ICs.....</b>                           | <b>288</b> |
| 5.5.1 SBCX (S/T-Bus Interface Circuit Extended).....                              | 288        |
| 5.5.2 ICC (ISDN Communications Controller).....                                   | 292        |
| 5.5.3 EPIC® (Extended PCM Interface Controller).....                              | 294        |
| <b>5.6 Beispiel für einen kommenden ISDN-Verbindungsaufbau über ISDN-ICs.....</b> | <b>295</b> |
| <b>5.7 Auswahlkriterien für ISDN-ICs.....</b>                                     | <b>298</b> |
| <b>6 NUTZKANAL-DIENSTE UND INTERNET.....</b>                                      | <b>301</b> |
| <b>6.1 Übersicht.....</b>                                                         | <b>301</b> |
| <b>6.2 Paketvermittlung über X.25.....</b>                                        | <b>302</b> |
| 6.2.1 Schichtenstruktur des X.25-Anschlusses.....                                 | 303        |
| 6.2.1.1 X.21-Schnittstelle.....                                                   | 303        |
| 6.2.1.2 HDLC-LAP B als Sicherungsschicht für X.25.....                            | 303        |
| 6.2.1.3 Paketschicht von X.25.....                                                | 304        |
| 6.2.2 Zugriff paketerorientierter DEEn auf das ISDN.....                          | 307        |
| <b>6.3 Internet.....</b>                                                          | <b>309</b> |
| 6.3.1 Schicht 2: Point to Point Protocol (PPP).....                               | 310        |
| 6.3.1.1 PPP-Funktionen und Einsatzgebiet.....                                     | 310        |
| 6.3.1.2 PPP-Rahmenstruktur.....                                                   | 311        |
| 6.3.1.3 PPP-Abschnittsbetrieb.....                                                | 312        |
| 6.3.1.4 LCP-Pakete.....                                                           | 314        |
| 6.3.1.5 LCP-Konfigurationsoptionen.....                                           | 315        |
| 6.3.2 Schicht 3: Internet-Protokoll (IP).....                                     | 317        |
| 6.3.2.1 Internet-Protokollversion 4.....                                          | 317        |
| 6.3.2.2 Internet-Protokollversion 6.....                                          | 318        |
| 6.3.2.3 Routing im Internet.....                                                  | 321        |
| 6.3.3 Schicht 4: Transmission Control Protocol (TCP) und Umfeld.....              | 322        |
| 6.3.4 Schicht 5: Klassische höhere Internet-Dienste.....                          | 325        |
| 6.3.4.1 Terminal EmuLation über das NETz (Telnet).....                            | 326        |
| 6.3.4.2 File Transfer Protocol (FTP).....                                         | 327        |
| 6.3.4.3 Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) und Post Office Protocol (POP).....  | 328        |
| 6.3.4.4 Trivial File Transfer Protocol (TFTP).....                                | 329        |
| 6.3.4.5 Network File System (NFS).....                                            | 329        |
| 6.3.5 Internet-Multimedia-Dienste nach dem H.323-Standard.....                    | 330        |
| 6.3.5.1 Probleme bei der paketierte Übertragung von Sprache in Echtzeit.....      | 331        |
| 6.3.5.2 H.323-Komponenten.....                                                    | 332        |
| 6.3.5.3 H.323-Terminal-Protokollstack.....                                        | 333        |
| 6.3.5.4 Gateway und Gatekeeper.....                                               | 334        |
| 6.3.5.5 H.323-Kanäle.....                                                         | 336        |
| 6.3.5.6 Verbindungsprozeduren.....                                                | 338        |
| 6.3.5.7 Telecom-ICs für H.323-Videokonferenz-Karten.....                          | 338        |
| 6.3.6 Virtual Private Networks (VPNs).....                                        | 339        |
| 6.3.6.1 VPN-Szenario.....                                                         | 340        |
| 6.3.6.2 VPN-Konfigurationen.....                                                  | 340        |
| 6.3.6.3 Sicherheit.....                                                           | 341        |
| 6.3.6.4 VPN-Tunneling.....                                                        | 342        |
| <b>6.4 Message Handling Systems (MHS) nach X.400.....</b>                         | <b>343</b> |
| 6.4.1 Konzepte, Modelle und Dienste.....                                          | 344        |
| 6.4.2 Interpersonelles Mitteilungs-Übermittlungssystem (IPMS).....                | 347        |

|                                                                                                   |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.4.3 Dienstelemente .....                                                                        | 348        |
| 6.4.3.1 Der Mitteilungs-Transferdienst .....                                                      | 348        |
| 6.4.3.2 Der Interpersonelle Mitteilungs-Übermittlungsdienst .....                                 | 351        |
| 6.4.4 Schichtenstruktur und Protokolle des MHS-Modells .....                                      | 353        |
| <b>6.5 Verzeichnis (Directory) nach X.500 .....</b>                                               | <b>355</b> |
| 6.5.1 Konzept .....                                                                               | 355        |
| 6.5.2 Konfigurationsmodell .....                                                                  | 356        |
| 6.5.3 Informationsmodell .....                                                                    | 357        |
| 6.5.4 Der Verzeichnis-Dienst .....                                                                | 359        |
| 6.5.5 Sicherheit .....                                                                            | 360        |
| <b>6.6 File Transfer, Access and Management (FTAM) .....</b>                                      | <b>362</b> |
| <b>6.7 APPLI/COM und CAPI .....</b>                                                               | <b>364</b> |
| 6.7.1 APPLI/COM-Funktionalität .....                                                              | 364        |
| 6.7.2 APPLI/COM-Ausführungsformen .....                                                           | 365        |
| 6.7.3 APPLI/COM-Schnittstelle .....                                                               | 366        |
| 6.7.4 Common ISDN Application Interface (CAPI) .....                                              | 369        |
| <b>7 ZENTRAKANAL-ZEICHENGABESYSTEM ZGS#7 UND<br/>TELEKOMMUNIKATIONS-MANAGEMENT-NETZ TMN .....</b> | <b>373</b> |
| <b>7.1 Übersicht über das ZGS#7 .....</b>                                                         | <b>373</b> |
| 7.1.1 Struktur der ITU-T-Q.700-Empfehlungen .....                                                 | 373        |
| 7.1.2 Aufgaben und Einsatzbereiche, Netztopologie .....                                           | 374        |
| 7.1.3 Architekturmodell und Abgrenzung gegenüber den ISDN-Teilnehmerschnittstellen .....          | 376        |
| 7.1.4 Zeichengabe .....                                                                           | 379        |
| <b>7.2 Die Ebenen des ZGS#7 .....</b>                                                             | <b>382</b> |
| 7.2.1 Ebene 1: Zeichengabekanal (Signalling Data Link) .....                                      | 382        |
| 7.2.2 Ebene 2: Zeichengabestrecke (Signalling Link) .....                                         | 384        |
| 7.2.3 Ebene 3: Zeichengabenetz (Signalling Network) .....                                         | 387        |
| 7.2.4 Ebene 4: Anwendungsorientierte Funktionen:                                                  |            |
| SCCP, TCAP und ISDN-Anwenderteil (ISUP) .....                                                     | 392        |
| 7.2.4.1 Steuernteil für Zeichengabetransaktionen (SCCP) ..                                        | 394        |
| 7.2.4.2 ISDN-Anwenderteil (ISUP) .....                                                            | 398        |
| 7.2.4.3 Transaction Capabilities Application Part (TCAP) .....                                    | 401        |
| <b>7.3 Telekommunikations-Management-Netz (TMN) .....</b>                                         | <b>404</b> |
| 7.3.1 TMN-Normen .....                                                                            | 405        |
| 7.3.2 TMN-Schichten .....                                                                         | 405        |
| 7.3.3 TMN-Management-Dienstkomponenten .....                                                      | 406        |
| 7.3.4 Funktionale TMN-Architektur .....                                                           | 407        |
| 7.3.5 Physikalische TMN-Architektur .....                                                         | 409        |
| 7.3.6 TMN-Protokoll-Stack .....                                                                   | 409        |
| 7.3.7 TMN-Management-Funktionen .....                                                             | 410        |
| 7.3.8 Management-Informationsmodell (MIM) .....                                                   | 411        |
| <b>7.4 Das Siemens-Vermittlungssystem EWSD .....</b>                                              | <b>415</b> |
| <b>8 LOKALE NETZE (LOCAL AREA NETWORKS; LANs) .....</b>                                           | <b>417</b> |
| <b>8.1 Übersicht .....</b>                                                                        | <b>417</b> |
| 8.1.1 Klassifizierung von LANs .....                                                              | 418        |
| 8.1.2 Der IEEE 802.x-Standard .....                                                               | 419        |
| 8.1.3 Das logische LAN-Modell .....                                                               | 420        |
| 8.1.4 MAC-Adressen .....                                                                          | 422        |
| 8.1.5 LLC-Schicht .....                                                                           | 423        |
| 8.1.6 Verkabelungstopologie .....                                                                 | 425        |
| <b>8.2 Ethernet und IEEE 802.3-LANs .....</b>                                                     | <b>426</b> |
| 8.2.1 Grundlagen der IEEE 802.3-LANs .....                                                        | 426        |
| 8.2.2 IEEE 802.3-Varianten .....                                                                  | 428        |

|                                                                        |            |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| 8.2.3 Die Bitübertragungsschicht.....                                  | 430        |
| 8.2.4 Das Zugriffsverfahren CSMA/CD.....                               | 430        |
| 8.2.5 MAC-Rahmenformate.....                                           | 432        |
| 8.2.6 Besonderheiten der MAC/IP-Adressierung.....                      | 433        |
| <b>8.3 Token Ring und IEEE 802.5-LANs.....</b>                         | <b>434</b> |
| 8.3.1 Konfiguration und Betrieb des Token-Rings.....                   | 434        |
| 8.3.2 Das Token Passing-Zugriffsverfahren.....                         | 435        |
| 8.3.3 MAC-Rahmenformat.....                                            | 437        |
| <b>8.4 Distributed Queue Dual Bus (DQDB) und IEEE 802.6-LANs .....</b> | <b>437</b> |
| 8.4.1 Netztopologie .....                                              | 437        |
| 8.4.2 Rahmenformate .....                                              | 439        |
| 8.4.3 Das DQDB-Zugriffsverfahren.....                                  | 439        |
| <b>8.5 Fiber Distributed Data Interface (FDDI).....</b>                | <b>440</b> |
| 8.5.1 Topologie und Stationstypen.....                                 | 441        |
| 8.5.2 Strukturen von FDDI-Stationen .....                              | 444        |
| 8.5.3 Stationsbetriebsweisen .....                                     | 445        |
| 8.5.4 Stationszustände.....                                            | 446        |
| 8.5.5 Umfang der ANSI-FDDI-Spezifikation .....                         | 447        |
| 8.5.6 Medienabhängige Festlegungen (PMD).....                          | 448        |
| 8.5.6.1 Lichtwellenleiter als Übertragungsmedium .....                 | 449        |
| 8.5.6.2 Kupferkabel als Übertragungsmedium .....                       | 450        |
| 8.5.6.3 Verwürfelung (Scrambling).....                                 | 451        |
| 8.5.7 Die PHY-Schicht.....                                             | 451        |
| 8.5.7.1 Quellkodierung 4B/5B. ....                                     | 451        |
| 8.5.7.2 FDDI-Symbolsatz.....                                           | 452        |
| 8.5.7.3 Kanalkodierung NRZI oder MLT 3.....                            | 452        |
| 8.5.7.4 Taktlogik .....                                                | 453        |
| 8.5.7.5 Leitungszustände (Line States).....                            | 453        |
| 8.5.7.6 Die Physikalische Schicht im Überblick.....                    | 454        |
| 8.5.8 Die MAC-Schicht.....                                             | 456        |
| 8.5.8.1 MAC-Rahmenformat und -typen .....                              | 456        |
| 8.5.8.2 MAC-Protokoll.....                                             | 457        |
| 8.5.8.3 Claim- und Beacon-Prozeß.....                                  | 458        |
| 8.5.8.4 Asynchroner und Synchroner Betrieb .....                       | 458        |
| 8.5.9 Das Stationsmanagement (Station Management Task; SMT).....       | 459        |
| 8.5.9.1 Übersicht über die Connection Management Task (CMT).....       | 461        |
| 8.5.9.2 Physical Connection Management (PCM).....                      | 462        |
| 8.5.9.3 Configuration Management (CFM).....                            | 463        |
| 8.5.9.4 Ringmanagement Task (RMT) .....                                | 464        |
| <b>8.6 LAN-Netzkopplung .....</b>                                      | <b>465</b> |
| 8.6.1 Repeater .....                                                   | 466        |
| 8.6.2 Brücken.....                                                     | 466        |
| 8.6.3 Router.....                                                      | 468        |
| <b>9 ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE (ATM)</b>                              |            |
| <b>UND ZUBRINGER-BREITBANDTECHNIKEN.....</b>                           | <b>471</b> |
| <b>9.1 Einführung in ATM .....</b>                                     | <b>471</b> |
| 9.1.1 Die ITU-T-Q.2000-Empfehlungen für das Breitband-ISDN.....        | 471        |
| 9.1.2 Grundlegende ATM-Charakteristika.....                            | 473        |
| <b>9.2 ATM-Zellen .....</b>                                            | <b>475</b> |
| 9.2.1 Segmentierung.....                                               | 475        |
| 9.2.2 Blocken und Ketten.....                                          | 478        |
| 9.2.3 Kriterien für eine optimale Zellgröße.....                       | 478        |
| 9.2.4 Wartespeicher .....                                              | 479        |
| 9.2.5 Zellaufbau .....                                                 | 480        |

|                                                                          |            |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>9.3 VP/VC-basierte ATM-Vermittlungstechnik .....</b>                  | <b>482</b> |
| 9.3.1 Beispiel für eine einfache ATM-Konferenzverbindung .....           | 482        |
| 9.3.2 ATM-Koppelnetze .....                                              | 483        |
| 9.3.3 Verkehrs- und Überlastkontrolle .....                              | 486        |
| 9.3.4 Telecom-ICs für ATM .....                                          | 488        |
| <b>9.4 Das ATM-Referenzmodell .....</b>                                  | <b>489</b> |
| 9.4.1 Bitübertragungsschicht .....                                       | 491        |
| 9.4.2 ATM-Schicht .....                                                  | 492        |
| 9.4.3 ATM-Adaptionsschicht AAL .....                                     | 492        |
| 9.4.4 Verbindungsbezüge des Referenzmodells .....                        | 494        |
| <b>9.5 ATM-Schnittstellen .....</b>                                      | <b>497</b> |
| 9.5.1 Teilnehmer-Netzschnittstellen (UNI) .....                          | 497        |
| 9.5.2 Netzzinterne Schnittstellen (NNI) .....                            | 499        |
| <b>9.6 Synchrone Digitale Hierarchie (SDH) als ATM-Träger .....</b>      | <b>500</b> |
| 9.6.1 PDH-Struktur .....                                                 | 500        |
| 9.6.2 SDH-Struktur .....                                                 | 501        |
| <b>9.7 ATM-LANs .....</b>                                                | <b>503</b> |
| 9.7.1 Verbindungsorientierte ATM-LANs .....                              | 504        |
| 9.7.2 Verbindungslose ATM-LANs .....                                     | 504        |
| 9.7.3 LAN-Emulation .....                                                | 505        |
| 9.7.4 LAN-Datenstrom über ATM .....                                      | 506        |
| <b>9.8 Switched Multi Megabit Data Service (SMDS) .....</b>              | <b>508</b> |
| 9.8.1 SMDS-Schnittstellen und -Anschlußeinheiten bei Datex-M .....       | 509        |
| 9.8.2 Kommunikation zwischen LANs über SMDS .....                        | 510        |
| <b>9.9 Frame-Relay als ATM-Zubringer .....</b>                           | <b>512</b> |
| 9.9.1 Adreßfeld .....                                                    | 513        |
| 9.9.2 Vor- und Nachteile der FR-Übermittlungstechnik .....               | 514        |
| 9.9.3 Dynamische Bandbreitenverwaltung .....                             | 515        |
| 9.9.4 Signalisierung mit dem Netz .....                                  | 517        |
| <b>9.10 Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) .....</b>              | <b>518</b> |
| 9.10.1 Historie, Standards und Varianten .....                           | 518        |
| 9.10.2 Übertragungstechnik FDM und Modulationstechnik DMT .....          | 519        |
| 9.10.3 ADSL-Komponenten und Konfiguration .....                          | 520        |
| <b>10 GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS (GSM) .....</b>            | <b>523</b> |
| 10.1 Einführung in das GSM .....                                         | 523        |
| 10.2 Systemarchitektur .....                                             | 525        |
| 10.2.1 GSM-Funkzellen .....                                              | 526        |
| 10.2.2 Mobile Station (MS) .....                                         | 528        |
| 10.2.3 Funkfeststation (Base Station System; BSS) .....                  | 529        |
| 10.2.4 Vermittlungssystem (Network & Switching Sub System; NSS) .....    | 530        |
| 10.2.5 Betreibersubsystem (Operation Sub System; OSS) .....              | 531        |
| 10.3 Telekommunikationsdienste .....                                     | 533        |
| 10.3.1 Übermittlungsdienste .....                                        | 533        |
| 10.3.2 Telematikdienste .....                                            | 534        |
| 10.3.3 Zusatz- und Mehrwertdienste .....                                 | 535        |
| 10.4 Adressierung und Sicherheitsdienste .....                           | 535        |
| 10.4.1 Numerierung, Adressierung und Identifikation .....                | 535        |
| 10.4.2 SIM-Karte (Subscriber Identity Module) .....                      | 537        |
| 10.4.3 Authentikation .....                                              | 538        |
| 10.4.4 Datenverschlüsselung Ciphering .....                              | 539        |
| 10.5 Funkschnittstelle .....                                             | 539        |
| 10.5.1 Physikalische Schicht .....                                       | 541        |
| 10.5.1.1 Modulationsverfahren Gaussian Minimum Shift Keying (GMSK) ..... | 542        |

|                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 10.5.1.2 Physikalische FDMA-Kanäle .....                                        | 545        |
| 10.5.1.3 Physikalische TDMA-Kanäle .....                                        | 546        |
| 10.5.1.4 Frequenzspringen (Slow Frequency Hopping; SFH) .....                   | 547        |
| 10.5.1.5 Bursts und Synchronisation .....                                       | 548        |
| 10.5.1.6 Logische Kanäle .....                                                  | 550        |
| 10.5.1.7 Statisches Multiplexen logischer Kanäle auf physikalische Kanäle ..... | 553        |
| 10.5.1.8 Dynamische Kanalkonfigurationen und Zustände der Ph-Schicht .....      | 555        |
| 10.5.1.9 Ph-Blöcke .....                                                        | 556        |
| 10.5.1.10 Leistungsregelung auf der Funkschnittstelle .....                     | 557        |
| 10.5.2 Sicherungsschicht der Signalisierung, LAPDm .....                        | 558        |
| 10.5.2.1 LAPDm-Protokoll und Unterschiede zu LAPD .....                         | 558        |
| 10.5.2.2 Dienste und Verzahnung der physikalischen Schicht mit Dm2 .....        | 560        |
| 10.5.2.3 Dienste der Sicherungsschicht an die Netzschicht .....                 | 561        |
| 10.5.2.4 LAPDm-Rahmenformate .....                                              | 561        |
| 10.5.3 Netzschicht der Signalisierung .....                                     | 562        |
| 10.5.3.1 Dienste des Radio Resource Managements (RR) .....                      | 563        |
| 10.5.3.2 Dienste des Mobilitäts-Managements (MM) .....                          | 564        |
| 10.5.3.3 Dienste des Call Control (CC) .....                                    | 565        |
| 10.5.3.4 Nachrichtenformate .....                                               | 565        |
| 10.5.3.5 Gehender Verbindungsaufbau (Mobile Originated Call; MOC) .....         | 566        |
| 10.5.3.6 Gehender Verbindungsaufbau (Mobile Terminated Call; MTC) .....         | 567        |
| 10.5.4 Handover .....                                                           | 570        |
| <b>10.6 Codierung .....</b>                                                     | <b>572</b> |
| 10.6.1 Sprach-Quellcodierung .....                                              | 573        |
| 10.6.2 Kanalcodierung .....                                                     | 575        |
| 10.6.2.1 Sprachkanal .....                                                      | 577        |
| 10.6.2.2 Daten- und Steuerkanäle .....                                          | 578        |
| <b>10.7 Telecom ICs für GSM .....</b>                                           | <b>579</b> |
| <b>11 PHOTONIK .....</b>                                                        | <b>583</b> |
| 11.1 Einführung .....                                                           | 583        |
| 11.2 Sendedioden LED und LD .....                                               | 586        |
| 11.3 Empfangsdioden pin und APD .....                                           | 589        |
| 11.4 Lichtwellenleiter .....                                                    | 591        |
| 11.4.1 Dämpfung .....                                                           | 591        |
| 11.4.2 Quarzglas-Fasertypen und Dispersionseigenschaften .....                  | 593        |
| 11.4.2.1 Stufenprofilfaser (SI) .....                                           | 594        |
| 11.4.2.2 Gradientenfaser (GI) .....                                             | 599        |
| 11.4.2.3 Monomodefaser (SM) .....                                               | 600        |
| 11.4.3 Lichtwellenleiter-Kabel .....                                            | 604        |
| 11.4.4 Montage- und Spleißtechnik .....                                         | 607        |
| 11.4.5 Passive Komponenten .....                                                | 607        |
| 11.4.6 Aktive Erbium-dotierte optische Verstärker (EDFA) .....                  | 609        |
| 11.4.7 Wellenlängen-Multiplex (WDM) .....                                       | 610        |
| 11.4.8 Optische Vermittlungstechnik .....                                       | 612        |
| 11.5 Systeme .....                                                              | 614        |
| 11.5.1 Fibre Channel (FC) .....                                                 | 615        |
| 11.5.2 High Performance Parallel Interface (HIPPI) .....                        | 616        |
| 11.5.3 Optisches Anschlußleitungs-System (OPAL) .....                           | 616        |
| 11.5.4 Synchronous Optical Network (SONET) .....                                | 620        |
| 11.5.5 Dynamic Synchronous Transfer Mode (DTM) .....                            | 623        |
| 11.6 Ausblick auf die weltweite Entwicklung .....                               | 624        |
| 11.6.1 Aktuelle Entwicklung, PHOTON-Projekt .....                               | 625        |
| 11.6.2 Mittelfristige Entwicklung .....                                         | 627        |
| 11.6.3 Längerfristige Entwicklung .....                                         | 628        |

|                                             |            |
|---------------------------------------------|------------|
| <b>Literaturverzeichnis.....</b>            | <b>631</b> |
| <b>Sach- und Abkürzungsverzeichnis.....</b> | <b>643</b> |