

# Nachrichtentechnik

Übertragung, Vermittlung und Verarbeitung

von Eberhard Herter und Wolfgang Lörcher

7., durchgesehene Auflage

mit 437 Bildern



Carl Hanser Verlag München Wien

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung</b>	<b>19</b>
1.1 Was ist Nachrichtentechnik?	19
1.2 Einführende Beispiele	20
1.2.1 Beispiel zur Nachrichtenübertragung: Rundfunk und Fernsprechen	20
1.2.1.1 Was ist „gute Übertragungsqualität“?	20
1.2.1.2 Allgemeine Definitionen zur Nachrichtenübertragung	21
1.2.1.3 Multiplexbildung	23
1.2.2 Beispiel zur Nachrichtenvermittlung: Kleines Fernsprech-Ortsnetz	24
1.2.2.1 Fernsprechapparat	24
1.2.2.2 Zeichengabe auf der Teilnehmeranschlußleitung	24
1.2.2.3 Bausteine klassischer Vermittlungsstellen: Wähler	25
1.2.2.4 Kleine Ortsvermittlungsstelle für 800 Teilnehmer	26
1.2.2.5 Einige Erkenntnisse aus dem Beispiel	29
1.2.3 Beispiel zur Nachrichtenverarbeitung: Taschenrechner	29
1.2.3.1 Bedienungselemente des Taschenrechners	29
1.2.3.2 Anforderungen an einen Taschenrechner	30
1.2.3.3 Blockschaltbild des Taschenrechners	31
1.2.3.4 Ablauf einer Multiplikation	31
1.2.3.5 Weitere Verarbeitungsabläufe	32
1.2.3.6 Erkenntnisse aus dem Beispiel	33
1.3 Erkenntnisse für das weitere Vorgehen	33
<b>2 Einige Elemente der Nachrichtentechnik</b>	<b>35</b>
2.1 Hilfsmittel zur Systembeschreibung	35
2.1.1 Logarithmische Verhältnissgrößen: Pegel und Dämpfung	35
2.1.2 Komplexe Kreisfrequenz	36
2.1.3 Einführung negativer Frequenzen	37
2.1.4 Einteilung der Signale	39
2.1.5 Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung	39
2.2 Grundbegriffe der Informationstheorie	42
2.2.1 Informationsgehalt	43
2.2.2 Entropie	44
2.2.3 Redundanz	44
2.2.4 Informationsfluß	45
2.2.5 Kanalkapazität	45
2.2.6 Nachrichtenquader	46
2.3 Theorie der Netzwerke	47
2.3.1 Einführung	47
2.3.2 Einteilung der Netzwerke	47
2.3.3 Komplexe Frequenz und Eigenschwingungen	49
2.3.4 Zweipole	52
2.3.4.1 Zweipolfunktion	52
2.3.4.2 Reaktanzzweipolfunktion	53

2.3.5	Vierpole	55
2.3.5.1	Einführung	55
2.3.5.2	Grundgleichungen linearer Vierpole	55
2.3.5.3	Vierpolparameter	56
2.3.5.4	Zusammenschaltung von Vierpolen	57
2.3.5.5	Betriebsverhalten des Vierpols	60
2.3.5.6	Ersatzschaltungen und Vierpolklassen	63
2.3.5.7	Spezielle Vierpole	64
2.3.6	Übertragungsfunktion	64
2.3.6.1	Definitionen	64
2.3.6.2	Darstellung der Übertragungsfunktion	65
2.3.6.3	PN-Diagramm und Eigenschaften der Übertragungsfunktion	65
2.3.6.4	Bode-Diagramm	66
2.3.7	Siebschaltungen	68
2.3.7.1	Einführung	68
2.3.7.2	Wellenparameterfilter	68
2.3.7.3	Übergang zur Betriebsparametertheorie	71
2.3.8	Einige praktisch verwendete Mehrpole	72
2.3.9	Nichtlineare Netzwerke	73
2.4	Grundlagen der Verstärkung und Schwingungserzeugung	73
2.4.1	Einführung	73
2.4.2	Rückkopplung	74
2.4.2.1	Grundlagen	74
2.4.2.2	Auswirkungen der Gegenkopplung	75
2.4.2.3	Stabilität	76
2.4.3	Verstärker	77
2.4.3.1	Ein Versuch: Verstärkung durch Relais	77
2.4.3.2	Verstärkervierpole	78
2.4.3.3	Kennlinienfelder und Aussteuerung	79
2.4.3.4	Operationsverstärker	81
2.4.4	Auslegung von Netzwerken mit aktiven Elementen	82
2.4.4.1	Allgemeine Hinweise	82
2.4.4.2	Beispiel: Netzwerkanalyseprogramm SPICE	83
2.4.5	Oszillatoren	83
2.4.5.1	Grundlagen	83
2.4.5.2	Einige Oszillatorschaltungen	85
2.4.5.3	Phasenregelkreis (Phase-Locked Loop, PLL)	85
2.4.6	Verstärkung und Schwingungserzeugung bei hohen Frequenzen	88
2.4.6.1	Grenzen konventioneller Bauelemente und Verfahren	88
2.4.6.2	Laufzeitröhren	89
2.4.6.3	Beispiele spezieller Halbleiterelemente	89
2.4.6.4	Parametrische Verstärker	91
2.5	Modulation	91
2.5.1	Einführung	91
2.5.1.1	Grundbegriffe der Modulation	91
2.5.1.2	Einführendes Beispiel: Lineare Modulation	92
2.5.2	Übersicht über die Modulationsverfahren	95
2.5.3	Amplitudenmodulation (AM)	96
2.5.4	Einseitenband-Verfahren	100
2.5.4.1	Einseitenbandmodulation ohne Träger	100
2.5.4.2	Trägerfrequenztechnik	102
2.5.4.3	Restseitenbandmodulation	102

2.5.5	Winkelmodulation eines Sinusträgers	103
2.5.5.1	Grundlagen der Frequenz- und Phasenmodulation	103
2.5.5.2	Schaltungsbeispiele zur Winkelmodulation	106
2.5.6	Modulation eines Sinusträgers durch digitale modulierende Signale (ASK, FSK, PSK)	110
2.5.6.1	Grundlagen der PSK-Verfahren	110
2.5.6.2	Realisierung von PSK-Modems	112
2.5.7	Wertkontinuierliche Pulsmodulationsverfahren	114
2.5.7.1	Übersicht	114
2.5.7.2	Pulsamplitudenmodulation (PAM)	114
2.5.8	Wertdiskrete Pulsmodulationsverfahren	115
2.5.8.1	Pulsmodulation (PCM)	115
2.5.8.2	DPCM, Deltamodulation und verwandte Verfahren	116
2.5.8.3	Vergleich der verschiedenen Verfahren	117
2.6	Codierung	117
2.6.1	Einführung	117
2.6.2	Beispiele technisch wichtiger Codes	118
2.6.2.1	Dualcode	118
2.6.2.2	Graycode	119
2.6.2.3	Fehlersicherung durch Paritätsbit	119
2.6.2.4	Codes mit konstantem Gewicht („w aus $n^r$ -Codes)	120
2.6.2.5	Codes zur Darstellung von Dezimalziffern (BCD-Codes)	120
2.6.2.6	Alphanumerische Codes	121
2.6.3	Analog/Digital- und Digital/Analog-Umsetzer	121
2.6.4	Quellencodierung	124
2.6.5	Kanalcodierung	124
2.7	Digitaltechnik	125
2.7.1	Algebra der Logik	125
2.7.1.1	Grundoperationen	126
2.7.1.2	Rechenregeln	126
2.7.1.3	Funktionen zweier Veränderlicher	127
2.7.1.4	Funktionen von drei und mehr Veränderlichen	128
2.7.2	Schaltnetze	130
2.7.2.1	Allgemeines	130
2.7.2.2	Disjunktive und konjunktive Normalform	130
2.7.2.3	Vereinfachung von Schaltfunktionen	131
2.7.2.4	Schaltnetze mit mehreren Ausgängen	136
2.7.2.5	Realisierung von Schaltnetzen	137
2.7.3	Schaltkreistechnologien	138
2.7.4	Kippschaltungen und Flipflops	141
2.7.4.1	Kippschaltungen	141
2.7.4.2	Flipflop als Boolesches Schaltelement	143
2.7.4.3	Grundflipflop mit Takteingang	143
2.7.4.4	Zweispicher-Flipflop	144
2.7.4.5	Flipflop-Typen	146
2.7.5	Schaltwerke	148
2.7.5.1	Grundbegriffe der Automatentheorie	148
2.7.5.2	Realisierung synchroner Schaltwerke mit D-, RS- oder JK-Flipflops	149
2.7.5.3	Schaltwerk-Synthese	151
2.7.6	Zähler	153
2.7.6.1	Synchron-Zähler	153
2.7.6.2	Asynchron-Zähler	154

2.8	Mikroelektronik	156
2.8.1	Einführung	156
2.8.2	Herstellung hochintegrierter Bausteine	157
2.8.3	Technologien	157
2.8.4	Struktur und Entwurf von VLSI-Bausteinen	159
2.8.5	Prüfen und Testen	161
2.8.6	Auswirkungen der Mikroelektronik auf die Gerätetechnik	163
2.9	Hinweise für die Weiterarbeit	163
<b>3</b>	<b>Signale und Systeme</b>	<b>164</b>
3.1	Einführung	164
3.2	Beschreibung periodischer Signale	164
3.2.1	Fourierreihe	164
3.2.2	Klirrfaktor	165
3.2.3	Komplexe Fourierreihe	166
3.3	Beschreibung nichtperiodischer Signale	167
3.3.1	Fouriertransformation	167
3.3.2	Einheitsimpuls, Diracimpuls	168
3.3.3	Einheitssprung	169
3.3.4	Laplace-Transformation	170
3.4	Zeitfunktion und Spektrum	171
3.4.1	Aussagen und Gebrauch der Fouriertransformation	171
3.4.2	Eigenschaften des Spektrums	173
3.5	Abtastsysteme	176
3.5.1	Einführung	176
3.5.2	Abtasttheorem	176
3.5.3	z-Transformation	178
3.5.4	Diskrete Fouriertransformation (DFT) und Schnelle Fouriertransformation (FFT)	179
3.6	Übertragung durch lineare Systeme	179
3.6.1	Einführung	179
3.6.1.1	Lineares System und Übertragungsfunktion	179
3.6.1.2	Impulsantwort und Sprungantwort	180
3.6.1.3	Berechnungsmethoden für das Übertragungsverhalten linearer Netzwerke	181
3.6.1.4	Weiteres Vorgehen	181
3.6.2	Übertragungsverhalten spezieller linearer Systeme	182
3.6.2.1	Ideale Übertragung	182
3.6.2.2	Tiefpaß	182
3.6.2.3	Hochpaß	183
3.6.2.4	Bandpaß	184
3.6.3	Systemanalyse im Zeitbereich	185
3.6.4	Berechnung von Einschwingvorgängen mit der Laplace-Transformation	187
3.6.5	Gruppenlaufzeit und verzerrungsfreie Übertragung	188
3.6.6	Einfluß von Verzerrungen auf die Übertragung	189
3.7	Zufällige Signale	189
3.7.1	Einführung	189

3.7.2	Zeitmittelwerte	189
3.7.3	Korrelationsfunktionen	191
3.7.4	Leistungsdichtespektrum, Wiener-Khintchine-Theorem	192
3.7.5	Rauschen	194
3.8	Übertragungskanäle mit Störungen durch Rauschen	196
3.8.1	Einführung	196
3.8.2	Bitfehlerwahrscheinlichkeit eines Binärkanals	196
3.8.3	Prinzipien des Signalempfangs bei starken Störungen	197
3.8.3.1	Übersicht	197
3.8.3.2	Herleitung des signalangepaßten Filters (Matched Filter)	198
3.8.3.3	Korrelationsempfang	199
3.8.3.4	Radar-Zielextraktoren	200
4	<b>Ausbreitung elektromagnetischer Wellen</b>	202
4.1	Einführung	202
4.1.1	Beispiele für die Wellenausbreitung	202
4.1.2	Weiteres Vorgehen	203
4.1.3	Einführung in die Maxwell'schen Gleichungen	204
4.1.3.1	Erinnerung an einige Grundlagen der Elektrotechnik und mathematische Hilfsmittel	204
4.1.3.2	Formen der Maxwell'schen Gleichungen	206
4.2	Beschreibung der Ausbreitungsvorgänge bei Leitungen vom TEM-Typ	208
4.2.1	Definition der zu untersuchenden Leitungskonfigurationen	208
4.2.2	Ersatzschaltbild und Beläge wichtiger verlustloser Leitungen	209
4.2.3	Anschauliche Beschreibung des Ausbreitungsvorgangs auf einer verlustlosen Leitung	210
4.2.4	Differentialgleichungen der Leitung	211
4.2.5	Rechnerischer Beweis der Wellenausbreitung auf einer verlustlosen Leitung	211
4.2.6	Wellenwiderstand	213
4.2.7	Vorgänge an Stoßstellen des Wellenwiderstandes	214
4.2.8	Gleichspannungs-Schaltvorgänge bei Stoßstellen an beiden Leitungsenden	215
4.2.9	Ausbreitungsvorgang bei sinusförmiger Erregung	218
4.3	Leitungsgleichungen bei sinusförmiger Erregung	219
4.3.1	Beliebige TEM-Leitungen	219
4.3.2	Leitung als Vierpol	222
4.3.3	Eingangswiderstand	223
4.3.4	Leitungsgleichungen für verlustfreie Leitungen	223
4.4	Transformationseigenschaften verlustfreier Leitungen bei sinusförmiger Erregung	224
4.4.1	Einführung	224
4.4.2	Eingangswiderstand der verlustfreien Leitung	224
4.4.3	Reflexionsfaktor und Strom-/Spannungsverteilung	225
4.4.4	Reflexionsfaktorkarte und Smith-Diagramm	228
4.4.5	Meßleitung	230
4.4.6	Definition und Messung der Streuparameter (S-Parameter)	230
4.5	Übertragung auf verlustbehafteten Leitungen	231
4.5.1	Einführung	231
4.5.2	Kenngrößen der Leitung bei verschiedener Frequenz	232
4.5.3	Leitungen der Übertragungstechnik	234

4.6	Gekoppelte Leitungen	235
4.6.1	Kopplungen zwischen Nachrichtenleitungen	235
4.6.1.1	Nebensprechen	235
4.6.1.2	Richtkoppler	237
4.6.2	Beeinflussung von Nachrichtenleitungen durch energiereiche Systeme	237
4.6.2.1	Verursacher der Störungen und Gegenmaßnahmen	237
4.6.2.2	Ersatzschaltbild einer induktiv beeinflussten Fernmeldeleitung	239
4.7	Leitungen, die nicht vom TEM-Typ sind	240
4.7.1	Einführung	240
4.7.2	Hohlleiter	241
4.7.3	Lichtwellenleiter	242
4.7.4	Streifenleiter	244
4.8	Ausbreitung im freien Raum	245
4.8.1	Einführung	245
4.8.2	Antennen und Strahlung	245
4.8.3	Funkfeld mit ungestörter Ausbreitung	247
4.8.4	Einflüsse auf die Ausbreitung in verschiedenen Wellenbereichen	248
<b>5</b>	<b>Nachrichtennetze – Aufgaben, Probleme, Lösungswege</b>	<b>251</b>
5.1	Einführung	251
5.2	Klassisches Fernsprechnet	251
5.2.1	Übersicht	251
5.2.2	Netzstruktur	251
5.2.3	Verbindungsaufbau bei der Fernwahl	252
5.2.4	Übertragungsplan	255
5.2.5	Schritt zur Digitalisierung und Rechnersteuerung	255
5.3	Datennetze	256
5.3.1	Vermittlungsprinzipien	256
5.3.2	Grundgedanken des ISO-Referenzmodells für offene Kommunikationssysteme	256
5.3.3	Beispiele zur Datenkommunikation	260
5.4	Diensteintegrierendes digitales Netz ISDN	260
5.4.1	Der Schritt vom IDN zum ISDN	260
5.4.2	Konzeption des ISDN	261
5.4.2.1	Kanaltypen	261
5.4.2.2	Anschlußtypen, Schnittstellen und Netzübergänge	261
5.4.3	Zusammenfassung der Eigenschaften des ISDN	262
5.4.4	Weiterentwicklung des ISDN	263
5.5	Weiterentwicklung der Netze	263
5.6	Netze mit mobilen Teilnehmern	264
5.7	Beispiel: Aufbau der Kommunikationsnetze in den neuen deutschen Bundesländern	264
5.8	Konzept für ein denkbares Universalnetz der Zukunft	265

<b>6 Nachrichtenverarbeitung</b>	266
6.1 Allgemeines	266
6.1.1 Entwicklungslinien	266
6.1.2 Überblick	266
6.1.3 Rechnersystem	266
6.1.4 Aufbau eines Digitalrechners	267
6.1.5 Daten und Befehle	268
6.1.6 Der Ablauf von Befehlen	270
6.2 Rechenwerke	272
6.2.1 Addition von positiv ganzen Zahlen	272
6.2.1.1 Einstelliger Addierer	272
6.2.1.2 Mehrstelliger Addierer	273
6.2.1.3 Addierwerk	274
6.2.2 Subtraktion	275
6.2.2.1 Darstellung negativer Zahlen	275
6.2.2.2 Rechenwerk für Addition und Subtraktion	277
6.2.2.3 Überlauf bei Addition und Subtraktion	277
6.2.3 Multiplikation	278
6.2.3.1 Multiplikation von ganzen positiven Zahlen	278
6.2.3.2 Multiplikation positiver und negativer Zahlen	279
6.2.4 Division	279
6.2.5 Weitere Operationen des Rechenwerks	280
6.2.6 Rechnen im Dezimalsystem	281
6.2.7 Rechnen mit Gleitpunktzahlen	281
6.3 Speicher	282
6.3.1 Einleitung	282
6.3.2 Selektion	283
6.3.3 Schreib-Lese-Speicher	284
6.3.4 Festwertspeicher	286
6.3.5 Sonderformen	286
6.4 Leitwerk	287
6.4.1 Einleitung	287
6.4.2 Mikroprogramm-Steuerung	288
6.4.3 Befehlsablauf mit Mikroprogramm-Steuerung	289
6.4.4 Adressierung	292
6.4.5 Unterbrechungswerk	293
6.4.6 Ein-/Ausgabe-Kanäle	294
6.5 Programmierung	295
6.5.1 Sprachebenen	295
6.5.2 Datenstrukturen	298
6.5.3 Struktur von Programmen	300
6.5.4 Betriebsprogramme und Betriebsarten	302
6.6 Erweiterungen der Rechnerarchitektur	305
6.6.1 Strukturelemente heutiger Rechner	305
6.6.2 Weiterführende Überlegungen	307
6.7 Rechnersysteme	309
6.7.1 Mikrocomputer	309
6.7.1.1 Aufbau eines Mikrocomputersystems	309



6.7.1.2	Mikroprozessor	310
6.7.1.3	Speicher	311
6.7.1.4	Eingabe-/Ausgabe-Bausteine	311
6.7.1.5	Testen von Mikrocomputerschaltungen	312
6.7.1.6	Programmierung	313
6.7.1.7	Sonderformen	314
6.7.2	Prozeßrechner	314
6.7.2.1	Architektur	314
6.7.2.2	Prozeßperipherie	315
6.7.2.3	Konfiguration und Betriebssystem	316
6.7.3	Signalprozessoren	316
6.7.4	Analogrechner	318
6.8	Hinweise für die Weiterarbeit	318
<b>7</b>	<b>Nachrichtenübertragung</b>	<b>319</b>
7.1	Einführung	319
7.1.1	Theorie und Praxis der Übertragungstechnik	319
7.1.2	Nachrichtenübertragung oder Signalübertragung?	319
7.1.3	Grundformen der Nachrichtenübertragung	320
7.1.4	Integration von Nachrichtenübermittlung und -verarbeitung	320
7.1.5	Weiteres Vorgehen	321
7.2	Selektive Netzwerke, Filter	321
7.2.1	Einführung	321
7.2.2	Realisierungsmöglichkeiten	321
7.2.2.1	RC- und LC-Filter	321
7.2.2.2	Spezielle Technologien	322
7.2.2.3	Digitale Filter	323
7.2.3	Entwurfshilfsmittel	325
7.3	Nachrichten- und Signalaufbereitung	325
7.3.1	Einführung	325
7.3.2	Sprachverarbeitung	326
7.3.3	Bildübertragung und -verarbeitung	326
7.3.3.1	Hinweise zur Fernsehtechnik	327
7.3.3.2	Probleme der Bildübertragung	327
7.3.3.3	Bitraten bei Digitalübertragung ohne Datenreduktion	328
7.3.3.4	Irrelevanz- und Redundanzreduktion	328
7.4	Eigenschaften analoger Übertragungsverfahren	329
7.4.1	Zielsetzung dieses Kapitels	329
7.4.2	Leitungsgebundene analoge Übertragung am Beispiel des Fernsprechnetzes	329
7.4.3	Multiplexbildung: Trägerfrequenztechnik	331
7.4.4	Einfluß von Verzerrungen und Störungen	332
7.4.4.1	Einführung	332
7.4.4.2	TF-Übertragungstechnik	333
7.4.4.3	Eigenschaften der Frequenzmodulation bei Störungen und Verzerrungen	334
7.4.4.4	Vergleich analoger Modulationsverfahren	335
7.5	Digitale Übertragung	336
7.5.1	Einführung	336
7.5.2	Spektrum des Digitalsignals und benötigte Kanalbandbreite	338

7.5.3	Leitungscode (Kanalcodierung)	339
7.5.4	Störeinflüsse	340
7.5.5	Empfang und Regenerierung	341
7.5.5.1	Probleme und Lösungswege	341
7.5.5.2	Taktrückgewinnung	342
7.5.5.3	Jitterprobleme	342
7.5.5.4	Adaptive Systeme	343
7.5.6	Beispiel einer digitalen Übertragungsstrecke: U-Schnittstelle des ISDN	344
7.6	Digitales Netz	345
7.6.1	Einführung	345
7.6.2	Übertragung plesiochroner Digitalsignale	345
7.6.3	Netzsynchrisation	347
7.7	Übertragung auf Funkwegen	347
7.7.1	Einführung	347
7.7.2	Einfluß der Ausbreitungsbedingungen auf die Systemkonzeption	348
7.7.3	Spezielle Systeme	349
7.7.3.1	Übersicht	349
7.7.3.2	Richtfunksysteme	351
7.7.3.3	Nachrichtensatellitentechnik	352
7.8	Optische Nachrichtenübertragung	354
7.8.1	Einführung	354
7.8.2	Überlegungen zur optoelektronischen Realisierung gegebener Aufgabenstellungen	356
7.8.3	Komponenten optischer Übertragungsstrecken	357
7.8.3.1	Vorbemerkungen	357
7.8.3.2	Sender	358
7.8.3.3	Empfänger	359
7.8.3.4	Verbindungstechnik	360
7.8.4	Übertragung mit Licht – Stand und Ausblick	361
<b>8</b>	<b>Nachrichtenvermittlung</b>	<b>363</b>
8.1	Übersicht	363
8.2	Entwicklungsschritte der Vermittlungstechnik	363
8.2.1	Elektromechanische Systeme	363
8.2.2	Schritt zur Elektronik und Rechnersteuerung	364
8.3	Nachrichtenverkehrstheorie	365
8.3.1	Einführung	365
8.3.2	Eigenschaften des Fernsprechverkehrs	366
8.3.3	Verlustsysteme	368
8.3.3.1	Charakteristische Verkehrsgrößen	368
8.3.3.2	Herleitung der Erlangschen Verlustformel	368
8.3.3.3	Berechnung von Verlustsystemen	372
8.3.4	Wartesysteme	373
8.3.4.1	Beschreibung und charakteristische Größen	373
8.3.4.2	Komplexere Wartesysteme	376
8.3.5	Simulation von Nachrichtensystemen	377
8.4	Digitale Koppelnetze	377
8.4.1	Entwicklung der Koppelnetze	377
8.4.2	PCM-Koppelnetze	378

8.5	Steuerung von Vermittlungssystemen	380
8.5.1	Übersicht	380
8.5.2	Struktur der Steuerung	381
8.5.3	EWSD	381
8.5.4	System 12	383
8.5.5	Weiterführende Überlegungen	385
8.6	Paketvermittlung	385
8.6.1	Einführung	385
8.6.2	Einige Grundprinzipien	386
8.6.3	Normen und Schnittstellen	387
8.6.4	Eigenschaften und Anwendung der Paketvermittlung	387
8.7	Zeichengabe	388
8.7.1	Einführung	388
8.7.2	Einige Grundbegriffe	388
8.7.3	CCITT-Zeichengabesystem Nr. 7	389
8.8	Vielfachzugriffsverfahren	390
8.8.1	Problemstellung	390
8.8.2	Einige Zugriffsverfahren bei gleichberechtigten Stationen ohne Zentralsteuerung	391
8.8.2.1	ALOHA-Verfahren	391
8.8.2.2	CSMA (carrier sense multiple access)	391
8.8.2.3	Verfahren mit Token	392
8.8.3	Anwendungsbeispiele	393
8.8.3.1	Lokale Netze (LAN)	393
8.8.3.2	Satellitensysteme	393
8.9	Teilnehmeranschluß	394
8.9.1	Einführung	394
8.9.2	BORSCHT	394
8.9.3	Digitalisierung der Teilnehmeranschlüsse	394
8.9.4	S-Schnittstelle des ISDN-Basisanschlusses	395
8.9.4.1	Übersicht	395
8.9.4.2	Passiver Bus	395
8.9.4.3	Zusammenfassung der Eigenschaften der Schnittstelle $S_0$	397
8.9.5	D-Kanal-Protokoll	398
8.10	Hinweise für die Weiterarbeit	398
	Literatur	400
	Normen und Empfehlungen	419
	Sach- und Abkürzungsverzeichnis	421