

---

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>11</b>
1.1	Digitale Übertragungssysteme.....	12
1.2	Digitale Signalverarbeitung.....	15
1.3	Digitale Netze .....	16
<b>2</b>	<b>Signalübertragung</b> .....	<b>19</b>
2.1	Lineare zeitinvariante Systeme.....	19
2.1.1	Impulsantwort und Faltung.....	20
2.1.2	Fourier-Transformation .....	25
2.1.3	Übertragungsfunktion.....	30
2.1.4	Verzerrungsfreies System.....	33
2.1.5	Der ideale Tiefpass .....	34
2.1.6	Der ideale Bandpass .....	35
2.2	Energie- und Leistungssignale.....	36
2.2.1	Korrelation von Energie- und Leistungssignalen.....	37
2.2.2	Energie- und Leistungsdichtespektrum .....	39
2.3	Zufallssignale.....	41
2.3.1	Zufallsprozesse .....	41
2.3.2	Verteilungsfunktion und Wahrscheinlichkeitsdichte .....	44
2.3.3	Wichtige Verteilungsfunktionen .....	46
2.3.4	Leistungsdichtespektrum von Zufallssignalen .....	52
2.3.5	Übertragung von Zufallssignalen über LTI-Systeme.....	56
2.3.6	Weißes Rauschen, Rauschbandbreite und additives Rauschen.....	57
<b>3</b>	<b>Signalabtastung und Quantisierung</b> .....	<b>65</b>
3.1	Abtasttheorem .....	65
3.2	Abtastung von Bandpasssignalen .....	70
3.3	Lineare Quantisierung .....	72
3.4	Nichtlineare Quantisierung und PCM .....	76
3.5	Differenzielle PCM und Sprachcodierung.....	79
<b>4</b>	<b>Digitale Nachrichtenübertragung im Basisband</b> .....	<b>84</b>
4.1	Elemente eines digitalen Basisband-Übertragungssystems.....	84
4.2	Leitungscodierung .....	86
4.3	Intersymbol-Interferenz und Nyquist-Pulsformung .....	89
4.3.1	Nyquist-Bandbreite.....	89
4.3.2	Das erste Nyquist-Kriterium.....	91
4.3.3	Kosinus-roll-off-Filter .....	93
4.3.4	Das Augendiagramm .....	95
4.3.5	Leistungsdichtespektrum digitaler Basisbandsignale.....	96
4.3.6	Duobinäre Codierung .....	100

4.4	Fehlerwahrscheinlichkeit.....	103
4.4.1	Fehlerwahrscheinlichkeit bei binärer Übertragung.....	104
4.4.2	Signalangepasstes Filter.....	108
4.4.3	Fehlerwahrscheinlichkeit bei Mehrpegelübertragung.....	113
4.5	Kanalverzerrungen.....	117
4.6	Nebensprechen.....	118
4.7	Scrambling.....	120
4.8	Synchronisation.....	124
4.8.1	Symboltaktsynchronisation.....	125
4.8.2	Rahmensynchronisation.....	130
<b>5</b>	<b>Digitale Modulationsverfahren.....</b>	<b>132</b>
5.1	Bandpasssignale.....	133
5.1.1	Bandpasssignal und äquivalentes Tiefpasssignal.....	133
5.1.2	Äquivalentes Tiefpasssystem.....	138
5.1.3	Hilbert-Transformation.....	143
5.1.4	Leistungsdichtespektrum von Bandpasssignalen.....	144
5.2	Grundlegende Modulationsverfahren.....	146
5.2.1	Amplitudenumtastung.....	146
5.2.2	Phasenumtastung.....	148
5.2.3	Quadratur-Amplitudenmodulation.....	155
5.2.4	Frequenzumtastung.....	157
5.3	Demodulation und Fehlerwahrscheinlichkeit.....	168
5.3.1	Kohärente Demodulation.....	168
5.3.2	Inkohärente Demodulation.....	179
5.4	Multiträgersysteme.....	185
5.5	Empfängerarchitekturen.....	193
<b>6</b>	<b>Kanalcodierung.....</b>	<b>196</b>
6.1	Blockcodes.....	197
6.1.1	Eigenschaften von Blockcodes.....	197
6.1.2	Hamming-Codes.....	201
6.1.3	Codiergewinn.....	205
6.1.4	Zyklische Codes.....	207
6.2	Faltungscodes.....	212
6.2.1	Codierung.....	212
6.2.2	Viterbi-Decodierung.....	217
6.2.3	Decodierung mit/ohne Zuverlässigkeitsinformation.....	221
6.3	Interleaving.....	222
<b>7</b>	<b>Grundlagen der Informationstheorie.....</b>	<b>226</b>
7.1	Information und Entropie.....	226
7.2	Quellencodierung.....	229
7.3	Kanalkapazität.....	232
7.3.1	Diskreter Kanal.....	232
7.3.2	Kontinuierlicher Kanal.....	235
7.4	Spektrale Effizienz digitaler Modulationsverfahren.....	237

<b>8</b>	<b>Digitale Signalverarbeitung .....</b>	<b>240</b>
8.1	Zeitdiskrete Signale und Systeme.....	240
8.1.1	Diskrete Faltung .....	243
8.1.2	Fourier-Transformation zeitdiskreter Signale .....	247
8.1.3	Diskrete Fourier-Transformation.....	249
8.1.4	Die z-Transformation.....	254
8.2	Digitale Filter .....	258
8.2.1	FIR-Filter .....	260
8.2.2	IIR-Filter .....	267
8.3	Entzerrer und adaptive Filter .....	270
8.3.1	Lineare Entzerrung .....	271
8.3.2	Adaptive Entzerrung.....	275
<b>9</b>	<b>Funktions- und Entwurfsprinzipien von Kommunikationsnetzen .....</b>	<b>278</b>
9.1	OSI-Referenzmodell .....	278
9.2	Netztopologien.....	281
9.3	Leitungsvermittlung und Paketvermittlung .....	282
9.4	Zuverlässige Datenübertragung .....	284
9.5	Dimensionierung.....	291
9.5.1	Bediensysteme .....	292
9.5.2	Paketvermittelte Netze.....	294
9.5.3	Leitungsvermittelte Netze .....	297
<b>10</b>	<b>Dienstgüte und Verkehrsmanagement.....</b>	<b>299</b>
10.1	Qualitätsparameter .....	299
10.2	Verkehrsmanagement .....	304
10.2.1	Verkehrsparameter .....	304
10.2.2	Verkehrssteuerung.....	307
<b>11</b>	<b>Mehrfachzugriffsverfahren.....</b>	<b>312</b>
11.1	Prinzipien des Mehrfachzugriffs.....	312
11.2	Dezentrale Zugriffssteuerung .....	316
11.2.1	ALOHA .....	316
11.2.2	Carrier Sense Multiple Access .....	319
11.3	Zentrale Zugriffssteuerung .....	322
<b>12</b>	<b>Transport- und Anschlussnetze .....</b>	<b>325</b>
12.1	Plesiochrone digitale Hierarchie (PDH) .....	326
12.2	Synchrone digitale Hierarchie (SDH).....	328
12.3	Anschlussnetze .....	331
12.3.1	xDSL-Systeme.....	331
12.3.2	Kabelmodems .....	334
<b>13</b>	<b>Integrated Services Digital Network (ISDN).....</b>	<b>338</b>
13.1	Grundlagen .....	338
13.2	Netzzugänge .....	340
13.2.1	Basisratenanschluss .....	340
13.2.2	Primärratenanschluss.....	345

13.3	Vermittlungstechnik .....	346
13.4	Signalisierung .....	349
<b>14</b>	<b>Asynchronous Transfer Mode (ATM) .....</b>	<b>354</b>
14.1	Grundlagen .....	354
14.2	Protokollreferenzmodell .....	356
14.2.1	Physikalische Schicht .....	356
14.2.2	ATM-Schicht .....	358
14.2.3	ATM-Anpassungsschicht .....	359
14.2.4	Betrieb und Wartung .....	367
14.3	Vermittlungstechnik .....	369
14.4	Verkehrsmanagement .....	372
14.4.1	Dienstklassen .....	372
14.4.2	Verkehrsparameter und Verkehrsüberwachung .....	372
14.4.3	Verkehrssteuerung .....	376
14.4.4	Qualitätsparameter der ATM-Schicht .....	378
14.5	Signalisierung .....	381
<b>15</b>	<b>Internet Protocol (IP).....</b>	<b>383</b>
15.1	Grundlagen .....	384
15.2	Adressierung und Routing .....	386
15.3	Transportprotokolle .....	391
15.3.1	Transmission Control Protocol (TCP).....	391
15.3.2	User Datagram Protocol (UDP).....	395
15.4	Dienstgüte und Verkehrsmanagement.....	396
15.4.1	Integrated Services .....	396
15.4.2	Differentiated Services .....	398
15.4.3	Multiprotocol Label Switching (MPLS) .....	400
15.4.4	Qualitätsparameter der IP-Schicht.....	401
15.5	Voice over IP .....	402
15.5.1	Real-Time Transport Protocol.....	402
15.5.2	Signalisierung.....	405
15.6	IP Version 6 .....	408
<b>Anhang 1: Formelsammlung .....</b>		<b>411</b>
<b>Anhang 2: Tabellen und Theoreme der Fourier-Transformation.....</b>		<b>414</b>
<b>Anhang 3: Standardisierung.....</b>		<b>416</b>
<b>Verzeichnis der Beispiele .....</b>		<b>419</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>		<b>421</b>
<b>Sachwortverzeichnis .....</b>		<b>426</b>