

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Historische Entwicklung der Datenübertragung	1
1.2 Digitale und analoge Übertragung	4
1.3 Komponenten des Datenübertragungssystems	6
<b>2 Übertragungswege</b>	<b>9</b>
2.1 Metallische Leiter	10
2.1.1 Übertragungseigenschaften der homogenen Leitung	10
2.1.2 Adernpaare	13
2.1.3 Koaxialkabel	18
2.2 Lichtwellenleiter	21
2.2.1 Übertragungseigenschaften von Lichtwellenleitern	22
2.2.2 Optische Sender	26
2.2.3 Optische Empfänger	27
2.3 Übertragung im freien Raum	28
2.3.1 Satellitenstrecken	30
2.3.2 Mobilfunkstrecken	31
2.4 Fernsprechanäle	35
2.4.1 Eigenschaften von Fernsprechanälen	35
2.4.2 Fernsprechanäle zur Datenübertragung	37
2.5 Beschreibung von Kanälen durch Modelle	40
2.5.1 Lineare Kanaleigenschaften	41
2.5.2 Störeeigenschaften von Kanälen	41

<b>3 Übertragung über bandbegrenzte und gestörte Kanäle</b>	<b>44</b>
3.1 Impulsnebensprechen bei bandbegrenzten Kanälen	47
3.1.1 Nyquist-Impulse	50
3.1.2 Partial-Response-Impulse	54
3.2 Einfluß der Kanalstörungen	60
3.2.1 Kanal ohne lineare Verzerrungen	60
3.2.2 Kanal mit linearen Verzerrungen	65
3.3 Realisierbare Übertragungssysteme	68
<b>4 Signalformung im Basisband</b>	<b>72</b>
4.1 Basisband-Codierung	73
4.1.1 Doppelstromimpuls-Code	75
4.1.2 Manchester-Code	81
4.1.3 Bipolar- oder AMI-Code	84
4.1.4 Partial-Response-Codes	89
4.1.5 kBnT-Codes	92
4.2 Verwürfler	96
4.2.1 Pseudozufallsfolgen	96
4.2.2 Selbstsynchronisierende Verwürfler	100
4.2.3 Blocksynchronisierende Verwürfler	102
<b>5 Digitale Modulationsverfahren</b>	<b>104</b>
5.1 Amplitudenumtastung	110
5.1.1 ASK-Modulation	111
5.1.2 QASK-Modulation	114
5.2 Phasenumtastung	117
5.2.1 Phasendifferenzumtastung	120
5.2.2 Kombinierte Amplituden-Phasenumtastung	121
5.3 Frequenzumtastung	123
5.3.1 Frequenzumtastung mit orthogonalen Signalen	130
5.3.2 Frequenzumtastung mit Basisbandvorfilterung	137
5.4 Optimalempfänger für digital modulierte Signale	140
5.4.1 Modell des optimalen Empfängers	141
5.4.2 Berechnung der Fehlerwahrscheinlichkeit	144
5.5 Modems für Fernsprechanäle	154
5.5.1 Schnittstellen	156
5.5.2 Standardisierte Modems für serielle Übertragung	157

<b>6 Entzerrung von Datenkanälen</b>	165
6.1 Konzepte zur Kanalentzerrung	166
6.2 Lineare Entzerrer	171
6.2.1 Optimalitätskriterium zum Entzerrerentwurf	173
6.2.2 Adaptiver Entzerrer	179
6.2.3 Rekursive Entzerrer	185
6.3 Entscheidungsrückgekoppelte Entzerrer	188
6.4 Entzerrer mit reduziertem Takt	191
6.5 Sequentieller Maximum–Likelihood–Empfänger	193
6.5.1 Komponenten des Maximum–Likelihood–Empfängers	194
6.5.1 Entscheidung mit dem Viterbi–Algorithmus	199
6.6 Echokompensation	205
6.6.1 Echokompensation im Basisband	207
6.6.2 Adaption des Echokompensators	211
 <b>7 Synchronisation von Träger und Takt</b>	 213
7.1 Phasenregelkreise	214
7.2 Schätzung von Träger und Takt	218
7.2.1 Schätzung der Trägerphase	222
7.2.1 Schätzung des Takts	224
7.3 Realisierung der Trägerphasenregelung	226
7.3.1 Entscheidungsrückgekoppelte Trägerphasenregelung	227
7.3.1 Trägerphasenregelung ohne Kenntnis der Sendedaten	231
7.4 Realisierung der Taktregelung	233
7.4.1 Entscheidungsrückgekoppelte Taktregelung	235
7.4.2 Taktregelung ohne Kenntnis der Sendedaten	241
 <b>8 Codierung</b>	 245
8.1 Quellencodierung	247
8.2 Kanalcodierung	249
8.3 Kanalcodierung mit Block–Codes	251
8.3.1 Matrizendarstellung von Block–Codes	251
8.3.2 Zyklische Codes	253
8.3.3 Beispiele für Block–Codes	256
8.3.4 Decodierung von Block–Codes	259
8.3.5 Restfehlerwahrscheinlichkeiten von Block–Codes	267
8.4 Kanalcodierung mit Faltungs–Codes	270
8.4.1 Decodierung von Faltungs–Codes	274

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>XI</b>
8.5 Kanalcodierung mit Trellis-Codes	284
8.5.1 Beispiele für Trellis-Codierer	286
8.5.2 Die allgemeine Form des Trellis-Codierers	289
<b>9 Datenübertragung in Netzen</b>	<b>297</b>
9.1 Eigenschaften von Netzen	298
9.1.1 Netztopologien	298
9.1.2 Vermittlungsprinzipien	300
9.1.3 Protokolle	303
9.2 Das diensteintegrierende digitale Netz ISDN	306
9.2.1 Schnittstellen des ISDN-Anschlusses	308
9.2.2 Der ISDN-Teilnehmeranschluß	310
 <b>Literaturverzeichnis</b>	 <b>313</b>
 <b>Namen- und Sachverzeichnis</b>	 <b>320</b>