

**Herbert Klimant, Rudi Piotraschke,
Dagmar Schönfeld**

Informations- und Kodierungstheorie

2., überarbeitete und erweiterte Auflage



B. G. Teubner Stuttgart · Leipzig · Wiesbaden

Inhalt

1	Einführung	9
1.1	Gegenstand der Informations- und Kodierungstheorie	9
1.2	Informationsbegriff und Informationsmaß	11
2	Informationsquellen	13
2.1	Modellierung und Klassifizierung von Quellen	13
2.2	Diskrete Quellen	15
2.2.1	Diskrete Quellen mit unabhängigen Ereignissen	15
2.2.2	Diskrete Quellen mit abhängigen Ereignissen	20
2.2.3	Verbundquellen	27
2.3	Kontinuierliche Quellen	33
2.4	Aufgaben	37
3	Kodierung diskreter Quellen	40
3.1	Einführung	40
3.2	Dekodierungsbedingungen	41
3.3	Koderedundanz und erstes SHANNONsches Kodierungstheorem	45
3.4	Optimalkodierung	48
3.4.1	Grundsätzliches	48
3.4.2	Verfahren auf der Grundlage der Quellenstatistik	49
3.4.3	Verfahren ohne Kenntnis der Quellenstatistik	59
3.5	Aufgaben	65
4	Nachrichten und Kanäle	68
4.1	Einführung	68
4.2	Signale für die Informationsübertragung	68
4.2.1	Beschreibung der Signale im Zeitbereich	69
4.2.2	Beschreibung der Signale im Frequenzbereich	71
4.2.3	Wechselbeziehungen im Zeit- und Frequenzbereich	73
4.2.4	Abtasttheorem für frequenzbegrenzte Signale	73
4.3	Beschreibung der Kanäle aus Sicht der Signalübertragung	75

4.4	Beschreibung der Kanäle aus Sicht der Informationsübertragung	77
4.4.1	Reale Kanäle	77
4.4.2	Kanalmodell	77
5	Diskrete Kanäle	80
5.1	Darstellung gestörter diskreter Kanäle	80
5.2	Kanalkapazität diskreter Kanäle	83
5.3	Binärkanal	90
5.3.1	Gestörter Binärkanal	90
5.3.2	Spezialfälle des gestörten Binärkanals	92
5.3.3	Kanalkapazität des Binärkanals	98
5.4	Aufgaben	99
6	Analoge Kanäle	102
6.1	Transinformation analoger Kanäle	102
6.2	Kanalkapazität analoger Kanäle	104
6.3	Aufgaben	106
7	Quantisierung analoger Signale	108
7.1	Zeitquantisierung	110
7.2	Amplitudenquantisierung	111
7.2.1	Allgemeines	111
7.2.2	Quantisierungskennlinien	112
7.2.3	Darstellung der Information quantisierter Signale	114
7.2.4	Signal-Rauschabstand in quantisierten Signalen	117
7.2.5	Quantisierung eines gestörten Signals	120
7.2.6	Kenngrößen der Analog-Digital-Umwandlung	122
7.3	Aufgaben	123
8	Kanalkodierung	125
8.1	Einführung	125
8.1.1	Zweites SHANNONSches Kodierungstheorem	125
8.1.2	Prinzipien der Fehlerkorrektur	126
8.1.3	Allgemeine Kenngrößen von Kanalkodes	130
8.1.4	Aufgaben	137
8.2	Kurzbeschreibung von Kanalkodes	138
8.2.1	Blockcodes	138
8.2.2	Blockfreie Codes	141
8.2.3	Aufgaben	141
8.3	Lineare Blockcodes	142
8.3.1	Begriffsbestimmung	142
8.3.2	Darstellung von Linearkodes als Gruppen	142

8 Inhalt

8.3.3	Darstellung von Linearkodes durch Vektorräume	143
8.3.4	Darstellung von Linearkodes durch Matrizen	145
8.3.5	Fehlererkennung und Fehlerkorrektur von Linearkodes . .	151
8.3.6	Aufgaben	154
8.4	Fehlerkorrigierende HAMMING-Kodes	155
8.4.1	Korrekturschema	155
8.4.2	Verkürzte HAMMING-Kodes	158
8.4.3	Erweiterte HAMMING-Kodes	159
8.4.4	Aufgaben	161
8.5	Zyklische Codes	162
8.5.1	Ausgewählte algebraische Grundlagen	162
8.5.2	Kodierung und Fehlererkennung	169
8.5.3	BCH-Kodes	175
8.5.4	REED-SOLOMON-Kodes	182
8.5.5	Fehlerkorrekturverfahren	185
8.5.6	Aufgaben	196
8.6	Faltungskodes	199
8.6.1	Kodierschaltung und Beschreibungsformen	200
8.6.2	Punktierung	208
8.6.3	Dekodierung	209
8.6.4	Blockkodes und Trellisstruktur	227
8.6.5	Aufgaben	229
8.7	Kodeverkettung	231
8.7.1	Serielle Kodeverkettung	232
8.7.2	Parallele Kodeverkettung	238
9	Bewertung von Kanalkodes	251
9.1	Kanalunabhängige Bewertung	251
9.2	Kanalabhängige Bewertung	254
9.2.1	Bewertungsgrößen für lineare Blockkodes	254
9.2.2	Restfehlerwahrscheinlichkeit bei Auslösungen	260
9.2.3	Restfehlerwahrscheinlichkeit bei verketteten Blockkodes .	264
9.2.4	Bewertung von Faltungskodes	266
9.3	Aufgaben	268
	Algebraische Strukturen und Vektorräume	269
	Lösungen der Aufgaben	272
	Literatur	283
	Sachverzeichnis	286