

Inhaltsverzeichnis

1	Geschichte der Nachrichtentechnik	13
1.1	Von Fackeln und Feuern der Antike	15
1.1.1	Fackelpost des Agamemnon	15
1.1.2	Synchrontelegraf des Aineias	17
1.1.3	Fackelcode des Polybios	18
1.2	Das mechanische Internet	19
1.2.1	Semaphoren-Telegraf von Claude Chappe	19
1.2.2	Klappentelegrafen	23
1.3	Elektrische Nachrichtenübertragung	26
1.3.1	Nadeltelegrafen	29
1.3.2	Der Morse-Telegraf	33
1.4	Mission Transatlantik	40
1.5	Von der Telegrafie zur Telefonie	45
1.5.1	Suche nach dem harmonischen Telegraf	46
1.5.2	Drahtlos durch den Äther	56
1.6	Von der Röhre zum Supercomputer	61
1.7	Informations- und Codierungstheorie	65
1.8	Übungsaufgaben	74
2	Mathematische Grundlagen	81
2.1	Motivation	82
2.2	Modulare Arithmetik	83
2.3	Algebraische Strukturen	89
2.3.1	Gruppen	89
2.3.2	Körper	97
2.3.3	Ringe	105
2.3.4	Ideale	110
2.4	Endliche Körper	111
2.4.1	Polynomringe	111
2.4.2	Konstruktion endlicher Körper	116
2.4.3	Schnelles Rechnen in endlichen Körpern	123
2.5	Vektorräume	136
2.5.1	Generatormatrizen	147
2.5.2	Orthogonalräume	148
2.6	Übungsaufgaben	152
3	Codierungen, Codes und Information	167
3.1	Motivation	168

3.2	Definition und Eigenschaften	168
3.3	Längenvariable Codes	171
3.3.1	Präfixfreie Codes	171
3.3.2	Kraft'sche Ungleichung	175
3.4	Blockcodes	178
3.4.1	Zeichencodes	181
3.4.2	Zahlencodes	186
3.4.3	Lineare Codes	188
3.5	Der Übertragungskanal	198
3.5.1	Kanalkapazität	199
3.5.2	Kapazität des Morse-Kanals	200
3.6	Der Informationsbegriff	203
3.7	Übungsaufgaben	216
4	Quellencodierung	227
4.1	Motivation	228
4.2	Die Informationsquelle	229
4.2.1	Gedächtnislose Quellen	230
4.2.2	Markov-Quellen	231
4.3	Datenkompression	237
4.4	Entropiecodierungen	242
4.4.1	Shannon-Codierung	242
4.4.2	Fano-Codierung	245
4.4.3	Huffman-Codierung	247
4.4.4	Decodierung präfixfreier Codes	251
4.5	Arithmetische Codierung	254
4.6	ANS-Codierung	260
4.6.1	rANS-Codierung	261
4.6.2	uABS-Codierung	271
4.7	Substitutionscodierungen	274
4.7.1	Lempel-Ziv-77-Kompression	275
4.7.2	LZSS-Kompression	279
4.7.3	Lempel-Ziv-78-Kompression	280
4.7.4	Lempel-Ziv-Welch-Kompression	284
4.8	Burrows-Wheeler-Transformation	288
4.8.1	Move-to-front-Codierung	295
4.9	Übungsaufgaben	297
5	Grenzen der Quellencodierung	315
5.1	Motivation	316
5.2	Entropie, Information, Redundanz	317
5.3	Das Quellencodierungstheorem	325
5.4	Blockweise Codierung	330
5.5	Übungsaufgaben	334

6	Kanalcodierung	339
6.1	Motivation	340
6.2	Prüfziffercodes	341
6.2.1	Erkennung von Einzelfehlern	342
6.2.2	Erkennung von Vertauschungsfehlern	344
6.2.3	Prüfziffercodes aus der Praxis	346
6.3	Fehlererkennung und -korrektur	353
6.3.1	Hamming-Distanz	354
6.3.2	Code-Distanz	356
6.4	Lineare Kanalcodes	361
6.4.1	Syndromdecodierung	361
6.4.2	Hamming-Codes	370
6.4.3	Zyklische Codes	377
6.4.3.1	Codierung	382
6.4.3.2	Hardware-Implementierung	389
6.4.4	BCH-Codes	394
6.4.4.1	Vandermonde-Matrizen	396
6.4.5	Reed-Solomon-Codes	414
6.4.5.1	Codierung	415
6.4.5.2	Decodierung	423
6.4.5.3	Reed-Solomon-Codes unter der Lupe	428
6.4.5.4	Cross-interleaved Reed-Solomon Code	435
6.4.6	Hadamard-Codes	445
6.4.7	Simplex-Codes	456
6.4.8	Reed-Muller-Codes	460
6.4.8.1	Reed-Muller-Codes erster Ordnung	462
6.4.8.2	Reed-Muller-Codes höherer Ordnung	466
6.5	Faltungscodes	469
6.5.1	Viterbi-Algorithmus	476
6.6	Übungsaufgaben	482
7	Grenzen der Kanalcodierung	509
7.1	Motivation	510
7.2	Was kostet die Fehlerkorrektur?	511
7.2.1	Singleton-Schranke	511
7.2.2	MDS-Codes	512
7.2.3	Perfekte Codes	514
7.3	Golay-Codes	522
7.3.1	Zyklischer Golay-Code	524
7.3.2	Erweiterter Golay-Code	529
7.3.3	Ternärer Golay-Code	531
7.4	Restfehlerwahrscheinlichkeit	533
7.4.1	Restfehler bei der Fehlererkennung	533
7.4.2	Restfehler bei der Fehlerkorrektur	537

7.5	Das Kanalcodierungstheorem	541
7.5.1	Inhaltliche Aussage	541
7.5.2	Beweisskizze	545
7.6	Übungsaufgaben	558
8	Leitungscodierung und Modulation	565
8.1	Motivation	566
8.2	Leitungscodierungen	567
8.2.1	Bitcodierungen	569
8.2.2	Blockcodes	574
8.2.2.1	MMS43-Codierung	576
8.2.2.2	RLL-Codierungen	578
8.2.3	Externe Resynchronisation	582
8.2.3.1	Bit Stuffing	582
8.2.3.2	Scrambler	584
8.3	Modulationsverfahren	585
8.3.1	Digitale Modulation	586
8.3.2	Kombinierte Modulationsverfahren	589
8.4	Multiplexverfahren	590
8.4.1	Frequenzmultiplexverfahren	590
8.4.2	Raummultiplexverfahren	592
8.4.3	Zeitmultiplexverfahren	593
8.4.4	Codemultiplexverfahren	597
8.5	Spreizcodes	602
8.5.1	OVSF-Codes	602
8.5.2	Pseudozufallsfolgen	609
8.5.3	Gold-Folgen	614
8.5.4	Kasami-Folgen	621
8.6	Übungsaufgaben	626
	Literaturverzeichnis	643
	Namensverzeichnis	647
	Sachwortverzeichnis	649