

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Geschichte der Nachrichtentechnik</b>	<b>13</b>
1.1	Von Fackeln und Feuern der Antike . . . . .	15
1.1.1	Fackelpost des Agamemnon . . . . .	15
1.1.2	Synchronelelegraf 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	Nadellelegrafen . . . . .	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 Telegrafen . . . . .	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
<b>2</b>	<b>Mathematische Grundlagen</b>	<b>81</b>
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 . . . . .	104
2.3.4	Ideale . . . . .	109
2.4	Endliche Körper . . . . .	110
2.4.1	Polynomringe . . . . .	110
2.4.2	Konstruktion endlicher Körper . . . . .	115
2.4.3	Schnelles Rechnen in endlichen Körpern . . . . .	122
2.5	Vektorräume . . . . .	135
2.5.1	Generatormatrizen . . . . .	146
2.5.2	Orthogonalräume . . . . .	147
2.6	Übungsaufgaben . . . . .	151

<b>3</b>	<b>Codierungen, Codes und Information</b>	<b>167</b>
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
<b>4</b>	<b>Quellencodierung</b>	<b>227</b>
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	Substitutionscodierungen . . . . .	260
4.6.1	Lempel-Ziv-77-Kompression . . . . .	261
4.6.2	LZSS-Kompression . . . . .	265
4.6.3	Lempel-Ziv-78-Kompression . . . . .	266
4.6.4	Lempel-Ziv-Welch-Kompression . . . . .	270
4.7	Burrows-Wheeler-Transformation . . . . .	274
4.7.1	Move-to-front-Codierung . . . . .	281
4.8	Übungsaufgaben . . . . .	283
<b>5</b>	<b>Grenzen der Quellencodierung</b>	<b>299</b>
5.1	Motivation . . . . .	300
5.2	Entropie, Information, Redundanz . . . . .	301
5.3	Blockweise Codierung . . . . .	309

5.4	Das Quellencodierungstheorem . . . . .	312
5.5	Übungsaufgaben . . . . .	319
<b>6</b>	<b>Kanalcodierung</b>	<b>323</b>
6.1	Motivation . . . . .	324
6.2	Prüfziffercodes . . . . .	325
6.2.1	Erkennung von Einzelfehlern . . . . .	326
6.2.2	Erkennung von Vertauschungsfehlern . . . . .	329
6.2.3	Prüfziffercodes aus der Praxis . . . . .	330
6.3	Fehlererkennung und -korrektur . . . . .	337
6.3.1	Hamming-Distanz . . . . .	338
6.3.2	Code-Distanz . . . . .	340
6.4	Lineare Kanalcodes . . . . .	345
6.4.1	Syndromdecodierung . . . . .	345
6.4.2	Hamming-Codes . . . . .	354
6.4.3	Zyklische Codes . . . . .	361
6.4.3.1	Codierung . . . . .	366
6.4.3.2	Hardware-Implementierung . . . . .	373
6.4.4	BCH-Codes . . . . .	378
6.4.4.1	Vandermonde-Matrizen . . . . .	380
6.4.5	Reed-Solomon-Codes . . . . .	398
6.4.5.1	Codierung . . . . .	399
6.4.5.2	Rechnen in endlichen Körpern . . . . .	404
6.4.5.3	Berlekamp-Welch-Algorithmus . . . . .	408
6.4.5.4	Reed-Solomon-Codes unter der Lupe . . . . .	412
6.4.5.5	Cross-interleaved Reed-Solomon Code . . . . .	419
6.4.6	Hadamard-Codes . . . . .	429
6.4.7	Simplex-Codes . . . . .	440
6.4.8	Reed-Muller-Codes . . . . .	444
6.4.8.1	Reed-Muller-Codes erster Ordnung . . . . .	446
6.4.8.2	Reed-Muller-Codes höherer Ordnung . . . . .	450
6.5	Faltungscodes . . . . .	453
6.5.1	Viterbi-Algorithmus . . . . .	460
6.6	Übungsaufgaben . . . . .	466
<b>7</b>	<b>Grenzen der Kanalcodierung</b>	<b>493</b>
7.1	Motivation . . . . .	494
7.2	Was kostet die Fehlerkorrektur? . . . . .	495
7.2.1	Singleton-Schranke . . . . .	495
7.2.2	MDS-Codes . . . . .	496
7.2.3	Perfekte Codes . . . . .	498

7.3	Golay-Codes . . . . .	506
7.3.1	Zyklischer Golay-Code . . . . .	508
7.3.2	Erweiterter Golay-Code . . . . .	513
7.3.3	Ternärer Golay-Code . . . . .	515
7.4	Restfehlerwahrscheinlichkeit . . . . .	517
7.4.1	Restfehler bei der Fehlererkennung . . . . .	517
7.4.2	Restfehler bei der Fehlerkorrektur . . . . .	521
7.5	Das Kanalcodierungstheorem . . . . .	525
7.5.1	Inhaltliche Aussage . . . . .	525
7.5.2	Beweisskizze . . . . .	529
7.6	Übungsaufgaben . . . . .	542
<b>8</b>	<b>Leitungscodierung und Modulation</b>	<b>549</b>
8.1	Motivation . . . . .	550
8.2	Leitungscodierungen . . . . .	551
8.2.1	Bitcodierungen . . . . .	553
8.2.2	Blockcodes . . . . .	558
8.2.2.1	MMS43-Codierung . . . . .	560
8.2.2.2	RLL-Codierungen . . . . .	562
8.2.3	Externe Resynchronisation . . . . .	566
8.2.3.1	Bit Stuffing . . . . .	566
8.2.3.2	Scrambler . . . . .	568
8.3	Modulationsverfahren . . . . .	569
8.3.1	Digitale Modulation . . . . .	570
8.3.2	Kombinierte Modulationsverfahren . . . . .	573
8.4	Multiplexverfahren . . . . .	574
8.4.1	Frequenzmultiplexverfahren . . . . .	574
8.4.2	Raummultiplexverfahren . . . . .	576
8.4.3	Zeitmultiplexverfahren . . . . .	577
8.4.4	Codemultiplexverfahren . . . . .	581
8.5	Spreizcodes . . . . .	586
8.5.1	OVSF-Codes . . . . .	586
8.5.2	Pseudozufallsfolgen . . . . .	591
8.5.3	Gold-Folgen . . . . .	598
8.5.4	Kasami-Folgen . . . . .	605
8.6	Übungsaufgaben . . . . .	610
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>627</b>
	<b>Namensverzeichnis</b>	<b>631</b>
	<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>633</b>



<http://www.springer.com/978-3-642-54002-8>

Einführung in die Informations- und Codierungstheorie

Hoffmann, P.D.D.

2014, XII, 628 S. 428 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-642-54002-8