

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
2	Grundlagen digitaler Datenübertragung	12
2.1	Einführung	12
2.2	Kanalcodierung	13
2.2.1	Grundlegende Prinzipien	13
2.2.2	Rekursive Faltungscodes	16
2.2.3	Punktierung von Faltungscodes	18
2.2.4	Ratenkompatibilität	20
2.2.5	Distanzanalyse von Faltungscodes	21
2.2.6	Distanzanalyse punktierter Faltungscodes	24
2.3	Mobilfunkkanal	26
2.3.1	Einführung	26
2.3.2	Statistische Beschreibung	26
2.3.3	Modellierung	30
2.4	Fehlerverhalten von verschiedenen Kanalmodellen	32
2.4.1	Approximation der Fehlerwahrscheinlichkeit	32
2.4.2	Fehlerabschätzung für den AWGN-Kanal	34
2.4.3	Fehlerabschätzung für den idealen 1-Pfad-Rayleigh-Kanal	36
2.4.4	Exponentiell korrelierter Fading-Kanal	39
3	Turbo-Codes	42
3.1	Einführung	42
3.2	Turbo-Codierer	43
3.3	Turbo-Decodierer	44
3.3.1	Verwendung von Zuverlässigkeitsinformationen	44
3.3.2	MAP-Decodierung	46
3.3.3	Iterativer Decodierprozess	51

3.4	Distanzanalyse und Beurteilung der Leistungsfähigkeit . . .	54
3.4.1	Motivation	54
3.4.2	Distanzanalyse unter Beachtung konkreter Verschach- teler	54
3.4.3	Abschätzung der Bitfehlerwahrscheinlichkeit	58
3.4.4	Einfluss der iterativen Decodierung	61
3.5	Systematischer Entwurf von Turbo-Codes	66
3.5.1	Voraussetzungen	66
3.5.2	Entwurf mit <i>Finite-State-Permuter</i>	67
3.5.3	Kriterien zum Entwurf von Turbo-Codes	69
3.5.4	Berücksichtigung der iterativen Decodierung	73
3.5.5	Ratenkompatibel punktierte Turbo-Codes	76
3.6	Zusammenfassung	80
4	Turbocodierte Modulation	82
4.1	Einführung und Motivation	82
4.2	Voraussetzungen	83
4.2.1	Trelliscodierte Modulation	83
4.2.2	MAP-Demodulator für höherstufige Modulationsver- fahren	86
4.3	Pragmatischer Ansatz	89
4.3.1	Aufbau des Modulators	89
4.3.2	Demodulationsprozess	91
4.4	Turbo-Trelliscodierte Modulation	92
4.4.1	TTCM-Modulator	92
4.4.2	Demodulation mit aufwandsgünstiger Näherungslösung	94
4.5	Parallel verkettete Trelliscodierte Modulation	98
4.5.1	PCTCM-Modulator	98
4.5.2	Demodulation mit aufwandsgünstiger Näherungslösung	99
4.6	Vergleich der Methoden	103
4.6.1	Leistungsfähigkeit beim AWGN-Kanal	103
4.6.2	Einsatz variabler spektraler Effizienzen beim 1-Pfad- Rayleigh-Kanal	106
4.7	Zusammenfassende Beurteilung zur Eignung in modernen Mobilfunksystemen	108

5	Turbocodierte Modulation in CDMA-Mobilfunksystemen	110
5.1	Einführung	110
5.2	Grundlagen des Codemultiplex	111
5.2.1	Prinzip der Bandspreizung nach dem <i>Direct-Sequence</i> -Verfahren	111
5.2.2	Diversität und Diversitätsempfang	116
5.2.3	Rake-Empfänger	118
5.2.4	Kanalschätzung mit Pilotsignal	120
5.3	Beschreibung der Simulationsmodelle	123
5.3.1	Nachbildung eines CDMA-Mobilfunksystems	123
5.3.2	Erweiterung durch Makro-Diversität	125
5.4	Entwurf für moderne Mobilfunksysteme	129
5.4.1	Simulationsergebnisse für die unterschiedlichen Methoden	129
5.4.2	Berücksichtigung einer inhärenten Kanalverschachtelung	131
5.4.3	Ansatz für einen adaptiven Turbocodierten Modulator	135
5.4.4	Integration des <i>Turbo-Diversity-Combining</i>	136
5.5	Zusammenfassung	140
6	Zusammenfassung	141
A	Analytische Abschätzung der Leistungsfähigkeit	154
A.1	Erläuterungen zur Distanzanalyse von Faltungscodes	154
A.2	Ergänzungen zur analytischen Fehlerabschätzung	158
B	Algorithmen für iterative Decodierverfahren	163
B.1	Herleitung des MAP- und des Max-Log-MAP-Algorithmus	163