

Dipl.-Ing. Marcus Benthin, Hildesheim

**Vergleich kohärenter
und inkohärenter Code-
multiplex-Übertragungs-
konzepte für zellulare
Mobilfunksysteme**

Reihe **10**: Informatik/
Kommunikationstechnik Nr. **424**

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Konzeption der vorliegenden Arbeit	3
2	Codemultiplex-Zugriffsverfahren	5
2.1	Prinzipien des Codemultiplex-Zugriffs	5
2.2	Direct-Sequence-CDMA	7
3	Mobilfunkkanal-Modellierung	11
3.1	Breitbandbeschreibung des Mobilfunkkanals	11
3.1.1	Normierung der Kanalimpulsantwort	19
3.2	Chiptaktmodell eines Mobilfunkkanals	20
3.2.1	Berücksichtigung von verschiedenen Abtastphasen	24
3.2.2	Vereinfachung des Chiptaktmodells	25
3.3	Modellprozeß für die Störung durch andere Teilnehmer	29
4	M-stufige orthogonale Modulation	33
4.1	Walsh-Funktionen als orthogonale Modulationssymbole	34
4.1.1	Definition	34
4.1.2	Hadamard-Transformation – Butterfly Struktur	35
4.1.3	Deutung als lineare Blockcodierung	37
4.2	Kohärente Detektion M -stufiger orthogonaler Signale	40
4.2.1	Optimalempfänger bei Mehrwegeempfang	42
4.2.2	Analytischer Ausdruck für die Bitfehlerwahrscheinlichkeit	47
4.3	Interpretation einer M -stufigen Übertragung	52
4.4	Inkohärente Detektion M -stufiger orthogonaler Signale	57
4.4.1	Optimalempfänger für den AWGN-Kanal	57
4.4.2	Bitfehlerwahrscheinlichkeit für den AWGN-Kanal	57
4.4.3	Bitfehlerwahrscheinlichkeit bei Mehrwegeempfang mit Square-Law-Combining	62
4.5	Effizienz unter Einfluß von Rayleigh-Fading	64

5	CDMA-Systemkonzept für inkohärenten Empfang	70
5.1	QUALCOMM-Uplink-Konzept	71
5.1.1	Erzeugung der PN-Sequenzen	75
5.1.2	Prüfung der Sendesymbolhypothesen	77
5.2	Realisierungsaspekte	79
5.2.1	Schätzung der Kanalenergie	79
5.2.2	Leistungsregelung	84
5.3	Soft-Bit-Decodierung	88
5.4	Simulationsergebnisse	90
5.4.1	Einführende Beispiele	92
5.4.2	Quantisierung des Viterbi-Decoder-Eingangssignals . .	95
5.4.3	Einfluß einer Leistungsregelung	97
5.4.4	Leistungsfähigkeit des QUALCOMM-Uplink-Konzepts .	101
5.4.5	Austausch von Codierung und Spreizung	103
6	Konzept für einen kohärenten Basisstation-Empfänger	104
6.1	CODIT-Uplink-Konzept	105
6.1.1	Detektion und Kanalschätzung im Kontrollkanal . . .	107
6.1.2	Detektion des Datenkanals	110
6.1.3	Analytischer Ausdruck für die Symbolfehlerwahrscheinlichkeit im Datenkanal	111
6.2	Illustrationen	115
6.2.1	Codesymbolfehlerwahrscheinlichkeit im Datenkanal – Vergleich von Theorie und Simulation	116
6.2.2	Minimale Symbolfehlerwahrscheinlichkeit unter Berücksichtigung einer Kanalschätzung	118
6.3	Realisierungsaspekte	120
6.3.1	Kanalenergieschätzung und Leistungsregelung	120
6.4	Leistungsfähigkeit des CODIT-Uplinks	122
7	Maximum-Likelihood Datendetektion	124
7.1	Maximum-Likelihood-Detektion von Faltungscodes	124
7.1.1	ML-Kriterium für BPSK im AWGN-Kanal	129
7.1.2	ML-Kriterium für BPSK im symmetrischen Binärkanal	130
7.2	ML-Kriterium bei M -stufiger Modulation	132
7.2.1	Soft-Bit-Decodierung im Vergleich: BPSK und M -stufige Modulation	137
7.3	ML-Kriterium für antipodale DECPSK	139
8	Zusammenfassung	142
A	Systemtheorie linearer zeitvarianter Systeme	144
B	Alternative Formulierung des Likelihood-Funktional	146

INHALTSVERZEICHNIS	VII
Abkürzungs- und Symbolverzeichnis	148
Literaturverzeichnis	151
Sachverzeichnis	155