

Forschungsberichte aus dem Arbeitsbereich Nachrichtentechnik
der Universität Bremen

Band 6

Armin Dekorsy

**Kanalcodierungskonzepte für Mehrträger-
Codemultiplex in Mobilfunksystemen**

D 46 (Diss. Universität Bremen)

Shaker Verlag
Aachen 2001

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Dekorsy, Armin:

Kanaldierungskonzepte für Mehrträger-Codemultiplex in Mobilfunksystemen/
Armin Dekorsy. Aachen: Shaker, 2001

(Forschungsberichte aus dem Arbeitsbereich Nachrichtentechnik
der Universität Bremen; Bd. 6)

Zugl.: Bremen, Univ., Diss., 2000

ISBN3-8265-8298-5

Copyright Shaker Verlag 2001

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen
oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungs-
anlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8265-8298-5

ISSN 1437-000X

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen

Telefon: 02407/9596-0 • Telefax: 02407/9596-9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Kanalcodierungskonzepte für Mehrträger-Codemultiplex in Mobilfunksystemen

Gegenstand dieser Arbeit ist die Synthese von Kanalcodierungskonzepten für die moderne Kombination des Mehrträgerverfahrens OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) mit dem Vielfach-Zugriffsverfahren CDMA (*Code Division Multiple Access*). Während OFDM im Standard HIPERLAN-2 (*High Performance Local Area Network*) zum Einsatz kommen wird, ist CDMA als Übertragungsverfahren für den Standard UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) vorgesehen.

Nach einer ausführlichen Einführung dieser beiden Basistechnologien wird zunächst ein Vergleich zwischen der OFDM-CDMA- und der Einzelträger-CDMA-Übertragung durchgeführt. Anschließend widmet sich die Arbeit dem Ziel, die Leistungsfähigkeit eines OFDM-CDMA-Systems in der Aufwärtsstrecke mittels effizienter Kanalcodierungsverfahren zu verbessern. Hierzu bilden *Walsh-Hadamard-Blockcodes* den Ausgangspunkt. Die wesentlichen Vorteile dieser Codes sind eine effiziente Decodierung mittels der schnellen Hadamard-Transformation und eine flexibel einstellbare Coderate.

Zunächst wird ein Walsh-Hadamard-Code lediglich mit einem Wiederholungscode verkettet. Die Arbeit beschreibt erstmalig das Zusammenspiel dieser Codierung mit einer *entscheidungs-rückgekoppelten Phasenregelung* als Kanalschätzung.

Schaltet man einen Faltungscodierer vor den Walsh-Hadamard-Codierer, so ergibt sich eine seriell verkettete Codekonstruktion, welche die Anwendung des iterativen Decodierprinzips ermöglicht. Es wird der Optimierung einzelner Systemkenngrößen intensiv nachgegangen. Folgende drei Punkte sind festzuhalten:

- Bei einer unveränderten Gesamtcoderate ist grundsätzlich das *innere* System zu stärken. Lediglich asymptotisch ist ein stärkerer äußerer Faltungscode vorzuziehen.
- *Kleinere* Einflusslängen des Faltungscodes führen zu einem besseren Fehlerverhalten im Bereich interessierender Fehlerraten.
- Gegenüber einem Blockinterleaver ist ein *Zufallsinterleaver* von Vorteil.

Zur Einordnung wird das optimierte seriell verkettete Codiersystem modernen, alternativen Codiersystemen gegenübergestellt. Ergänzend zur iterativen Decodierung erfolgt bei allen Codiersystemen auch eine analytische Abschätzung ihrer Leistungsfähigkeit. Die Unterschiede zur iterativen Decodierung werden deutlich herausgearbeitet.

Abschließend befasst sich diese Arbeit mit der Idee, die komplexe Ebene zur Kanalcodierung zu nutzen. Es werden *komplexwertige Blockcodes* eingeführt, welche auf Walsh-Hadamard-Codes basieren. Für diese Codes wird eine neuartige Abschätzung der Bitfehlerwahrscheinlichkeit, die *Union-Bound* und der SS-MAP-Algorithmus vorgestellt. Eine Analyse der seriellen Codeverkettung – Faltungscode, komplexwertiger Blockcode und Wiederholungscode – zeigt, dass für ein *voll* ausgelastetes Übertragungssystem lediglich in etwa 6 dB zum Erreichen einer Fehlerrate von 10^{-6} erforderlich sind.

Zusammenfassend kann das Resümee gezogen werden, dass die in dieser Arbeit beschriebenen Codierstrukturen die Leistungsfähigkeit eines CDMA-Systems in der Aufwärtsstrecke erheblich steigern. Deutlich zum Ausdruck kommt dies insbesondere bei einem voll ausgelasteten System. Zu beachten ist vor allem die *geringe* Decodierkomplexität der inneren Blockcodes, welche auf Grund des hohen Systemtakts an dieser Stelle dringend erforderlich ist.