

Dipl.-Ing. Markus Schilpp, Otterberg

# **Hierarchische Verfahren für Modulation und Kanalcodierung am Beispiel des digitalen Fernsehens**

Reihe **10**: Informatik/  
Kommunikationstechnik Nr. **527**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Das DVB-System</b>	<b>4</b>
2.1	Das DVB-Projekt . . . . .	4
2.2	Satellitenübertragung . . . . .	7
2.3	Kabelübertragung . . . . .	9
2.4	Terrestrische Übertragung . . . . .	11
2.5	MMDS . . . . .	15
2.6	Modell der Übertragungskanäle für DVB . . . . .	17
<b>3</b>	<b>Einträger- und Mehrträgersysteme</b>	<b>18</b>
3.1	Einträgersysteme . . . . .	18
3.2	Allgemeine Mehrträgersysteme . . . . .	22
3.3	OFDM-Verfahren . . . . .	26
3.3.1	Einfluß von Zeitabweichungen . . . . .	29
3.3.2	Verwendung eines Schutzintervalls . . . . .	30
3.3.3	OFDM mit Mehrwegekanal . . . . .	32
3.3.4	Entzerrung von OFDM . . . . .	33
3.3.5	Einfluß von Frequenzabweichungen . . . . .	35
3.4	Oszillatorphasenrauschen . . . . .	36
3.4.1	Lokaler Oszillator . . . . .	37
3.4.2	Lokaler Oszillator als Synthesizer . . . . .	39
3.4.3	Modellierung des Oszillatorphasenrauschens . . . . .	40
3.5	Nichtlineare Sendeverstärker . . . . .	41
3.5.1	Nichtlineares Modell für TWTA . . . . .	44
3.5.2	Nichtlineares Modell für SSPA . . . . .	45
3.5.3	Ideale Vorverzerrung und analytische Berechnungen . . . . .	46
<b>4</b>	<b>Informationstheorie der hier. Übertragungssysteme</b>	<b>49</b>
4.1	Kanalmodelle und Kanalkapazität . . . . .	49
4.2	Der Verbreitungs- oder Broadcast-Kanal . . . . .	53

<b>5</b>	<b>Methoden für hierarchische Übertragungsverfahren</b>	<b>63</b>
5.1	Hierarchische Quellencodierung . . . . .	63
5.2	Teilmengenzerlegung . . . . .	64
5.3	Hierarchische Modulation . . . . .	67
5.3.1	Differentielle Modulation . . . . .	71
5.4	Codeverkettung und hier. Übertragungssysteme . . . . .	73
5.4.1	Codeverkettung mit Interleaving . . . . .	73
5.4.2	Verallgemeinerte Codeverkettung . . . . .	74
5.5	Codierte Modulation . . . . .	75
5.6	Hierarchische Codierung . . . . .	79
5.6.1	Codierung von Mehrstufencodes . . . . .	79
5.6.2	Detektion und Decodierung von Mehrstufencodes . . . . .	81
5.6.3	Soft-In/Soft-Out-Algorithmus . . . . .	83
5.6.4	Hierarchische Codierte Modulation . . . . .	86
<b>6</b>	<b>Simulationsergebnisse ...</b>	<b>88</b>
6.1	DVB . . . . .	88
6.1.1	DVB Satellit . . . . .	89
6.1.2	DVB-Kabel . . . . .	91
6.1.3	DVB-Terrestrisch . . . . .	92
6.1.4	DVB-MMDS . . . . .	92
6.2	Hierarchisches System . . . . .	93
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>100</b>
<b>A</b>		<b>101</b>
A.1	OFDM . . . . .	101
A.1.1	Interferenzfunktion zwischen verschiedenen Unterträgern . . . . .	101
A.1.2	Orthogonalität der Unterträger . . . . .	101
A.2	Symbol- und Bitfehlerraten . . . . .	102
A.2.1	Gleichförmige 16-QAM . . . . .	102
A.2.2	Gleichförmige und hierarchische 64-QAM . . . . .	103
A.3	Faltungscodes . . . . .	105
A.3.1	Punktierte Faltungscodes . . . . .	109
A.4	Reed-Solomon-Codes . . . . .	112

---

A.4.1	Galois-Felder . . . . .	112
A.4.2	Reed-Solomon-Code und Diskrete Fourier Transformation . . . . .	114
A.4.3	Reed-Solomon-Codiermethoden . . . . .	116
A.4.4	Algebraische Decodierung . . . . .	118
	<b>Verzeichnis häufig verwendeter Formelzeichen und Abkürzungen</b>	<b>121</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>125</b>