

FORTSCHRITT-
BERICHTE **VDI**

Georg Dickmann, Hannover

Analyse und Anwendung des DMT-Mehrträger- verfahrens zur digitalen Datenübertragung

Reihe **10**: Informatik/
Kommunikationstechnik Nr. **530**

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Einführung in Mehrträgersysteme	6
2.1	Das DMT-Übertragungsverfahren	10
2.2	Verfahren mit überlappender Impulsformung	14
2.3	Literaturübersicht	15
3	Systembedingte Störeinflüsse	17
3.1	Störung durch einen Abtastfrequenzoffset	17
3.2	Störung durch begrenzte Aussteuerbarkeit	21
3.2.1	Verwürfelung der Trägerphasen	23
3.2.2	Wahl eines geeigneten Referenzsignals	24
3.2.3	Kompression durch nichtlineare Kennlinie	25
3.2.4	Verwürfelung der Daten	26
3.2.5	Mehrstufige Modulation	26
4	Synchronisation	27
4.1	Symbolsynchronisation	27
4.2	Detektion eines Abtastfrequenzoffsets	29
4.3	Korrektur einer Taktabweichung	31
4.3.1	Variation des Guardintervalls	31

4.3.2	Digitale Abtastratenumsetzung	32
4.3.3	Verwendung eines spannungsgesteuerten Quarzoszillators . . .	42
4.3.4	Approximation mit Hilfe eines schnellen Referenztaktes . . .	42
4.4	Taktregelung	45
4.4.1	Variation des Guardintervalls.	45
4.4.2	Direkte Korrektur des Empfangstaktes.	46
4.4.3	Spezielle Anforderungen an die Taktregelung bei verketteten Modemstrecken	52
5	Kanalentzerrung und Echokompensation	57
5.1	Kanalentzerrung	57
5.1.1	Einstellung der Koeffizienten des Kanalentzerrers	59
5.1.2	Entzerrung im laufenden Betrieb	63
5.1.3	Einfluß verauschter Entzerrerkoeffizienten auf die Entzerrung amplitudenmodulierter Signale	65
5.2	Echokompensation	67
5.2.1	Datengetriebene Echokompensation im Frequenzbereich . . .	68
5.2.2	Adaption der Echokoeffizienten im laufenden Betrieb	69
5.2.3	Maßnahmen zur Dekorrelation von Nah- und Fernsignalen . .	70
5.2.4	Messung des Signal- zu Rauschverhältnisses unter Berücksich- tigung der Echokompensation	72
5.2.5	Anforderungen der Echokompensation an die Synchronisation	72
6	Kanalangepaßte Modulation	75
6.1	Das „Water-Pouring“-Theorem	76
6.2	Fehlerwahrscheinlichkeit bei QAM	77
6.3	Leistungs- und Bitaufteilung bei QAM	79
6.3.1	Optimale Aufteilung für beliebige Stufigkeit der QAM	79

6.3.2	Aufteilung für QAM mit ganzzahliger Bitanzahl	82
6.3.3	Übermittlung von Bit- und Leistungsverteilung an den Sender	87
7	Initialisierung	90
7.1	Beispiel für einen Verbindungsaufbau	90
8	Anwendungen	95
8.1	Datenübertragung in der Fernwirktechnik	95
8.2	Datenübertragung zur Flughafen-Rollbahnführung	98
9	Zusammenfassung	101
	Literatur	104