

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2 SYSTEMAUFBAU UND POWERLINE-KANÄLE .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Datenübertragung über das elektrische Energieversorgungsnetz .....</b>	<b>2</b>
2.1.1 Topologie von Energieverteilnetzen .....	2
2.1.2 Die Norm EN 50065 .....	3
<b>2.2 System- und Signalmodelle .....</b>	<b>4</b>
2.2.1 Modell des PLC-Systems .....	4
2.2.2 Systemmodell mit diskretem Kanal .....	5
2.2.3 Vektorbasiertes Signalmodell .....	7
<b>2.3 OFDM-Übertragung .....</b>	<b>7</b>
2.3.1 Funktionsprinzip .....	8
2.3.2 Vor- und Nachteile von OFDM-Systemen .....	17
<b>2.4 Kanalmodell .....</b>	<b>18</b>
2.4.1 Kanalimpulsantwort und Übertragungsfunktion .....	19
2.4.2 Additive Störungen .....	22
<b>2.5 Fehlermuster in den Empfangsdaten .....</b>	<b>33</b>
2.5.1 Beschreibung der Fehlermuster .....	33
2.5.2 Auswirkungen des Mehrträgersystems .....	34
2.5.3 Auswirkungen der Modulationsart .....	35
2.5.4 Auswirkungen des Hintergrundrauschen .....	36
2.5.5 Auswirkungen der Schmalbandstörer .....	38
2.5.6 Auswirkungen der periodischen Impulsstörer .....	39
2.5.7 Auswirkungen der aperiodischen Impulsstörer .....	41
<b>3 KANALCODIERUNGSVERFAHREN .....</b>	<b>42</b>
<b>3.1 Codierung in der Nachrichtenübertragung .....</b>	<b>42</b>
<b>3.2 Grundlagen der Kanalcodierung .....</b>	<b>44</b>
3.2.1 Grundprinzip der Kanalcodierung .....	44
3.2.2 Mathematische Hilfsmittel .....	44
3.2.3 Begriffe und Definitionen aus dem Kontext der Kanalcodierung .....	46
3.2.4 Begriffe aus der Informationstheorie .....	47
<b>3.3 Blockcodes .....</b>	<b>48</b>
3.3.1 Grundbegriffe .....	49
3.3.2 Lineare Blockcodes .....	49
3.3.3 Zyklische Blockcodes .....	50
3.3.4 Erkennung und Korrektur von Fehlern .....	50
3.3.5 BCH Codes .....	51
<b>3.4 Faltungscodes .....</b>	<b>55</b>
3.4.1 Beschreibung von Faltungscodes .....	55
3.4.2 Encodierung von Faltungscodes .....	59
3.4.3 Decodierung mit dem Viterbi-Algorithmus .....	59
<b>3.5 Fehlerverteilung .....</b>	<b>64</b>
3.5.1 Interleaving-Verfahren .....	65

3.5.2	Dimensionierung eines Interleavers für periodische Impulsstörer.....	67
<b>3.6</b>	<b>Randbedingungen für die Codeauswahl.....</b>	<b>68</b>
3.6.1	Charakteristische Fehlerstrukturen / Signalmode / Kanalmodell .....	68
3.6.2	Begrenzung der Verzögerungszeit.....	69
3.6.3	Begrenzung der Übertragungsbandbreite .....	69
3.6.4	Begrenzung der Sendeleistung .....	69
3.6.5	Implementierungsaufwand / Resourcenbedarf .....	69
3.6.6	Systembedingte Datenstrukturen .....	70
<b>3.7</b>	<b>Übertragungsstrategien.....</b>	<b>70</b>
3.7.1	Strategien ohne Kanalkenntnis .....	70
3.7.2	Strategien mit Kanalkenntnis.....	72
<b>4</b>	<b>SIMULATIONEN .....</b>	<b>75</b>
<b>4.1</b>	<b>Die Simulationsumgebung .....</b>	<b>75</b>
4.1.1	Die Simulationssoftware MATLAB .....	75
4.1.2	Das Simulationsmodell.....	75
<b>4.2</b>	<b>Implementierung der Systemkomponenten .....</b>	<b>80</b>
4.2.1	Sender.....	80
4.2.2	Kanal .....	83
4.2.3	Empfänger .....	86
4.2.4	Auswertung.....	87
<b>4.3</b>	<b>Referenzsysteme und Referenzkanäle .....</b>	<b>88</b>
4.3.1	Referenzsysteme .....	88
4.3.2	Referenzkanäle .....	90
<b>4.4</b>	<b>Simulationsergebnisse .....</b>	<b>96</b>
4.4.1	Verifizierung der Systeme im AWGN-Kanal.....	96
4.4.2	Leistungsfähigkeit des OFDM-Systems in typischen Referenzkanälen .....	101
4.4.3	Leistungsfähigkeit einstufig codierter Systeme .....	102
4.4.4	Einfluss der Fehlerverteilung auf die Leistungsfähigkeit .....	105
4.4.5	Vergleich der Simulationsergebnisse.....	110
<b>5</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>112</b>