

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Das optische Übertragungssystem.....	3
2.1	Aufbau des optischen Senders	4
2.1.1	Continuous Wave Laser	4
2.1.2	Elektrisches Datensignal	4
2.2	Externe Modulatoren	5
2.2.1	Phasenmodulator	6
2.2.2	Mach-Zehdner-Modulator.....	7
2.2.3	Alternative: Direkt modulierter Laser.....	11
2.3	Multiplexer/Demultiplexer	11
2.4	Übertragungseffekte auf der Glasfaser	12
2.4.1	Dämpfung	12
2.4.2	Chromatische Dispersion	13
2.4.3	Polarisationsmodendispersion.....	14
2.4.4	Nichtlinearitäten	16
2.5	Optischer Verstärker	20
2.6	Empfänger.....	22
2.6.1	O/E-Konversion: Fotodiode.....	22
2.6.2	Differenzieller Empfang mit Balanced Receiver	22
2.6.3	Kohärenter Empfang	24
2.7	Filterung.....	25
2.7.1	Filterkaskadierung im Netz.....	25
2.7.2	Empfängerfilter	26
2.8	Faser-Bragg-Gitter zur Dispersionskompensation.....	29
2.8.1	Funktionsweise eines DCFBG	30
2.8.2	DCFBG-Typen.....	31
2.8.3	Störungen in der Übertragungsfunktion - Phasenrippel.....	32

2.9 Gütekriterien für die optische Übertragung	35
2.9.1 Augendiagramm - Eye Opening Penalty.....	35
2.9.2 Empfängerempfindlichkeit und Bitfehlerrate.....	36
3 Modulationsformate für optischen Direktempfang	39
3.1 Amplitudenmodulation	39
3.1.1 Sender- und Empfängerstruktur	40
3.1.2 Empfangslogik.....	41
3.1.3 Augendiagramme und Spektren	43
3.2 Optische Duobinärmodulation	46
3.3 Phasenmodulation	47
3.3.1 Sender- und Empfängerstruktur	47
3.3.2 Augendiagramme und Spektren	48
3.3.3 Differenzielle Vorcodierung.....	49
3.4 Kombinationen aus Phasen- und Amplitudenmodulation.....	51
3.4.1 Sender- und Empfängerstruktur	51
3.4.2 Empfangslogik.....	53
3.4.3 Augendiagramme und Spektren	53
4 Systemeinfluss von Phasenrippelstörungen in DCFBGs	57
4.1 Sinusförmige Phasenrippel.....	57
4.1.1 Binäre Amplitudenmodulation	58
4.1.2 Optische Duobinärmodulation	59
4.1.3 Differenzielle binäre Phasenmodulation	60
4.1.4 Differenzielle Quaternäre Phasenmodulation	62
4.2 Zufällige Phasenrippel im linearem Einkanalssystem.....	63
4.2.1 Statistische Simulation	63
4.2.2 Messung.....	69
4.3 Zufällige Phasenrippel im realen WDM-Szenario	73
4.4 Elektronische Entzerrung von Phasenrippelstörungen im realen WDM-Szenario.....	79
5 Optimierung amplitudenmodulierter Modulationsformate für Metronetze	84

5.1 Empfängerempfindlichkeit	84
5.2 Einfluss optischer und elektrischer Filter	86
5.2.1 Filteroptimierung	86
5.2.2 Kaskadierung optischer Filter im Netz	90
5.3 Optimierung von Amplitudenstufen	90
5.3.1 Optimierung hinsichtlich chromatischer Dispersion	91
5.3.2 Optimierung hinsichtlich Polarisationsmodendispersion	98
5.3.3 Optimierung hinsichtlich Selbstphasenmodulation	102
5.4 Zusammenfassung und Bewertung	107
6 DQPSK für das optische 100 Gb/s-Metronetz	108
6.1 Mehrstufige ASK-und ODB-Formate	109
6.1.1 Optische Duobinärmodulation	109
6.1.2 Quadratische-Polarisations-ASK	110
6.1.3 Quadratische ASK und quadratische ODB	112
6.2 Voruntersuchungen zum Aufbau von 33%-RZ-DQPSK	114
6.3 Back-to-Back Charakterisierung von 33%-RZ-DQPSK	120
6.3.1 Filterung und chromatische Dispersion	120
6.3.2 Polarisationsmodendispersion	123
6.4 Übertragungseigenschaften von 33%-RZ-DQPSK	127
6.4.1 Taktrückgewinnung	127
6.4.2 Einkanal-Übertragung	128
6.4.3 WDM-Übertragung	136
6.5 Zusammenfassung DQPSK	143
7 Zusammenfassung und Bewertung	144
Anhang A: Einfluss von Filterung auf NRZ-und RZ-Pulse	146
Anhang B: Abkürzungen	148
Anhang C: Formelzeichen	155
Anhang D: Geräte und Komponenten	166
Literaturverzeichnis	170

Eigene Veröffentlichungen	180
Liste der Veröffentlichungen der Lehrstuhl-Reihe	182