

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen der faseroptischen Datenübertragung	5
2.1	Modulationsformate	5
2.1.1	Amplitudenumtastung – OOK	6
2.1.2	Phasenumtastung – PSK	7
2.2	Aktive Bauelemente	10
2.2.1	Sender	10
2.2.2	Empfänger	11
2.2.3	Optischer Verstärker	12
2.3	Beurteilungskriterien optischer Übertragungssysteme	16
2.3.1	Bitfehlerwahrscheinlichkeit	17
2.3.2	Augendiagramme	19
2.3.3	Elektrischer Q-Faktor	19
2.3.4	Differentieller Phasen-Q-Faktor	21
2.3.5	Optisches Signal-zu-Rausch-Verhältnis – OSNR	23
2.4	Physikalische Grundlagen der Übertragungsfaser	23
2.4.1	Aufbau einer Glasfaser	24
2.4.2	Lichtausbreitung in optischen Glasfasern	25
2.4.3	Dämpfung	27
2.4.4	Dispersion	30
2.4.5	Nichtlinearität	34
2.4.6	Numerische Lösungsverfahren der NLSE	42
3	Optische Signalregeneration	45
3.1	Optische Amplitudenregeneratoren	47
3.1.1	Grundlagen der Amplitudenregeneration	47
3.1.2	Phasenerhaltende Amplitudenregeneration	51
3.1.3	Arten der Transmissionskennlinien	51
3.2	Kompensation der nichtlinearen Phasendrehung	55
3.3	Untersuchte Regeneratorkonzepte	58
3.3.1	Der NALM	58
3.3.2	Abwandlungen des NALM	64
3.3.3	Der NOLM	66
3.3.4	Der DILM	68
3.4	Phasenerhaltende Amplitudenregeneratoren	70
3.5	Eigenrauschen von NALM-ähnlichen Regeneratoren	72

4 Simulationen	77
4.1 Grundlagen der numerischen Untersuchungen	77
4.1.1 Übersicht über die Vereinfachungen für die numerischen Simulationen	78
4.1.2 Simulation eines bidirektionalen Faser-Sagnac-Interferometers	79
4.1.3 Simulationsmodell der Rayleigh-Rückstreuung	80
4.1.4 Normierung der Kennlinien	83
4.2 Parameteroptimierung eines nichtlinearen Faser-Sagnac-Interferometers	85
4.2.1 Eignung verschiedener Fasertypen für einen NALM	85
4.2.2 Parameterabhängigkeiten der Transmissionsfunktionen des NALM	88
4.2.3 Einfluss der Dispersion der HNLF im NALM	96
4.2.4 Toleranz gegenüber Schwankungen der Faserdispersion im NALM	102
4.2.5 Toleranz eines NALM gegen einen Chirp des Eingangssignals	104
4.2.6 Einfluss der Rayleigh-Rückstreuung auf die Regenerationseffizienz des NALM	105
4.2.7 Pulsverzerrungen durch den NALM	108
4.3 Untersuchung der phasenerhaltenden Amplitudenrauschreduktion durch einen NALM	109
4.4 Übertragungsstrecke mit einem NALM als Regenerator	113
4.4.1 Effizienz des NALM zur Verhinderung von nichtlinearem Phasenrauschen	114
4.4.2 Wirkung eines NALM-Regenerators vor einem Streckenabschnitt	116
4.5 Mehrniveau-Amplitudenregeneration durch einen NALM	120
4.6 Der NALM als Kompensator der nichtlinearen Phasendrehung	124
4.6.1 Optimierung eines NALM zur Kompensation der nichtlinearen Phasendrehung	124
4.6.2 Kompensation der Fasernichtlinearität durch einen NALM	129
4.6.3 Der NALM als Kompensator der nichtlinearen Phasendrehung bei der Übertragung	131
5 Ausblick	135
Literaturverzeichnis	137