

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	1
2 Elementare Grundlagen	6
2.1 Grundlagen von Lichtwellenleitern	6
2.1.1 Brechung und Totalreflexion	6
2.1.2 Die Stufenfaser	7
2.1.3 Die Gradientenfaser	9
2.1.4 Lichteinkopplung und Lichtleistungsverteilung	11
2.1.5 Die Monomodefaser	13
2.1.6 Lichtverluste und ihre Ursachen	14
2.1.7 Herstellungsverfahren für Lichtwellenleiter	17
2.2 Grundbegriffe der Lichtwellenleiter-Meßtechnik	19
2.2.1 Photodetektoren für Meßzwecke	20
2.2.2 Dämpfungsmessung	20
2.2.3 Rückstreumessung	22
2.2.4 Bandbreitenmessung	24
2.2.5 Sonstige Meßmethoden	26
3 Systemtheoretische Grundlagen	32
3.1 Zeitfunktion und Frequenzspektrum	32
3.1.1 Die Fouriertransformation	32
3.1.2 Momente der Zeitfunktion	40
3.1.3 Momentenentwicklung der Spektralfunktion	43
3.2 Die Übertragungsfunktion eines linearen Systems	46
3.2.1 Übertragung von Impulsen	46
3.2.2 Auswertung von Impulsmessungen	51
4 Ausbreitung von Lichtwellen	55
4.1 Ausbreitung von Lichtwellen in Gläsern	55
4.1.1 Die ebene Lichtwelle	55
4.1.2 Wellenlängenabhängigkeit der Brechzahl von Gläsern	56
4.1.3 Materialdispersion	61
4.2 Wellenausbreitung in Lichtwellenleitern	67
4.2.1 Die seitlich begrenzte Lichtwelle und der Gaußstrahl	67
4.2.2 Wellengleichung und Moden des Lichtwellenleiters	72
4.2.3 Die Gruppenlaufzeit von Moden	81

5 Monomodefasern	92
5.1 Charakterisierung von Monomodefasern	92
5.1.1 Grundmodus und Monomodegrenze	92
5.1.2 Messung von Brechzahlprofil und Grenzwellenlänge	98
5.1.3 Der Feldradius	108
5.1.4 Das äquivalente Stufenprofil	118
5.2 Betriebsverhalten von Monomodefasern	124
5.2.1 Dämpfung und Dämpfungsmessung	124
5.2.2 Gruppenlaufzeit und Übertragungsbandbreite	134
5.2.3 Bandbreitenbeeinflussung durch verschiedene Effekte	142
6 Multimodefasern	151
6.1 Erweiterte Strahlenoptik der Multimodefasern	151
6.1.1 Modenberechnung mit der WKB-Näherung	151
6.1.2 Modenzahl und Leckwellen	158
6.1.3 Moden im Phasenraum	162
6.1.4 Besonderheiten bei Multimodemessungen	171
6.2 Betriebsverhalten von Multimodefasern	176
6.2.1 Die Gruppenlaufzeit in Multimodefasern	176
6.2.2 Laufzeitunterschiede und Profiloptimierung	181
6.2.3 Die Bandbreite langer Fasern	191
6.2.4 Ketten ungleicher Fasern	197
7 Übertragungssysteme mit Lichtwellenleitern	206
7.1 Mathematisches Modell eines Übertragungssystems	206
7.1.1 Mathematische Beschreibung der Elemente des Systems	207
7.1.2 Zusammenwirken der Elemente des Systems	212
7.2 Optische Sender	216
7.2.1 Lumineszenzdioden	217
7.2.2 Laserdioden	226
7.2.3 Schwankungerscheinungen bei optischen Sendern	237
7.3 Photoempfänger	248
7.3.1 Photodetektoren	249
7.3.2 Rauschen in Photoempfängern	252
7.3.3 Überlagerungsempfang	264
7.4 Möglichkeiten und Grenzen von Übertragungssystemen	269
Anhang: BASIC-Programme für Lichtwellenleiter	274
Erklärung häufig verwendeter Formelzeichen	300
Literaturverzeichnis	304
Sachverzeichnis	322