

Inhalt

Vorwort	5
1 Einleitung	13
2 Grundlagen der Wellenausbreitung in optischen Übertragungsmedien	17
2.1 Wellenausbreitung	18
2.2 Interferenz	21
2.3 Kohärenz	23
2.4 Polarisierung	27
2.5 Brechung und Reflexion	33
3 Lichtwellenleiter	39
3.1 Schichtwellenleiter	39
3.2 Fasern	40
3.3 Dämpfung	51
3.3.1 Dämpfungsmechanismen	52
3.3.2 Dämpfungsmessverfahren	55
3.4 Dispersionen	59
3.4.1 Dispersionsmechanismen	61
3.4.2 Zusammenwirken der Dispersionsmechanismen	68
3.4.3 Dispersionsmessverfahren	71
4 Lichtwellenleiterherstellung und -verkabelung	75
4.1 Herstellung von Glasfasern	75
4.1.1 Herstellung einer Vorform	75
4.1.2 Ausziehen einer Glasfaser	80
4.1.3 Mechanische Eigenschaften von Glasfasern	82
4.1.4 Alternative Faserherstellverfahren	83
4.2 Lichtwellenleiterverkabelung	84

5	Kopplungselemente für Lichtwellenleitersysteme	89
5.1	Ankopplung einer Lichtquelle an einen Lichtwellenleiter	89
5.2	Verkopplung von Wellenleitern untereinander	96
5.2.1	Optische Spleiße	100
5.2.2	Optische Stecker	102
5.2.3	Optische Koppler	104
5.2.4	Optische Schalter	109
5.3	Ankopplung des Lichtwellenleiters an eine Empfangsdiode	109
6	Integriert-optische Bauelemente	111
6.1	Integriert-optische Wellenleiter	111
6.2	Integriert-optische Modulatoren	113
6.3	Integriert-optische Polarisatoren	117
6.4	Integriert-optische Fabry-Perot-Interferometer	118
6.5	Verluste in integriert-optischen Bauelementen	121
7	Optische Sende- und Empfangsdioden	123
7.1	Grundlagen	123
7.2	Lichtquellen	128
7.2.1	Die Lumineszenzdiode	130
7.2.2	Der Halbleiterlaser	133
7.3	Lichtsenken	160
7.3.1	Ausführungsformen von Fotodioden	163
8	Optische Sender und Empfänger	169
8.1	Optische Sender	169
8.2	Optische Empfänger	171
8.2.1	Empfängerkonzepte	174
8.2.2	Rauschen in optischen Empfängern	179
9	Optische Übertragungssysteme	181
9.1	Direktübertragungssysteme als Punkt-zu-Punkt-Verbindung	183
9.2	Multiplex-Systeme	193
9.3	Kohärente Übertragungssysteme	195
9.3.1	Prinzip der kohärenten Übertragung	195
9.3.2	Systemkomponenten	199
9.3.3	Modulationsverfahren	201
9.3.4	Detektionsverfahren und Demodulation	202

9.4	Weiterentwicklungen optischer Übertragungssysteme bis Ende des 20. Jahrhunderts	205
9.4.1	Faserverstärker	207
9.4.2	Polarisationsmodendispersion	211
9.4.3	Übertragung mit Solitonen	213
9.4.4	Optische Nachrichtenübertragung im Ortsnetz und im Metrobereich	216
9.5	Neue Trends in optischen Weitverkehrssystemen	224
9.5.1	Überblick	224
9.5.2	Stand der Technik	225
9.5.3	Signalerzeugung	227
9.5.4	Signaldetektion	229
9.5.5	Übertragungseigenschaften	230
9.6	Optische Freiraumübertragung	231
9.6.1	Motivation	231
9.6.2	Grundlagen	232
9.6.3	Beispiele für Infrarotanwendungen	236
9.6.4	Beispiele für Lichtenwendungen	237
9.6.5	Verwendung von ultraviolettem Licht	238
9.7	Lichtwellenleiter in der Automatisierungstechnik	238
9.7.1	Lichtwellenleiterkabel	239
9.7.2	Steckverbindungen	241
9.7.3	Netzwerk und Netzwerkkomponenten	243
9.8	Optische Datenübertragung in Automobil und Flugzeug	247
9.8.1	MOST – Media Oriented Systems Transport	247
9.8.2	FlexRay mit Polymer-Clad-Silica-Faser als Übertragungsmedium in der Luftfahrt	250
9.8.3	Optical Wireless Communications, OWC im Automotivbereich ...	254
10	Fasersensorsysteme	259
10.1	Mehrmodenfasersysteme	261
10.2	Einmodenfasersysteme	265
10.2.1	Faseroptisches Sagnac-Interferometer	266
10.2.2	Faseroptisches Michelson-Interferometer	271
10.2.3	Faseroptisches Mach-Zehnder-Interferometer	275
10.2.4	Faseroptisches Fabry-Perot-Interferometer	276
10.2.5	Faseroptischer Faraday-Effektsensor zur Strommessung	278
10.2.6	Faseroptische Spektralapparate	281

10.3	Neue Trends in Fasersensorsystemen	286
10.3.1	Fasergekoppelter fotoakustischer Ozonsensor	286
10.3.2	Fasergeführte Mikro-Ringresonatoren	288
10.3.3	Faser-Bragg-Gitter-Sensoren	291
	Verzeichnis der verwendeten Symbole	297
	Literatur	303
	Stichwortverzeichnis	331