

## Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>13</b>
<b>2 Grundlagen der Wellenausbreitung in optischen Übertragungsmedien</b> .....	<b>17</b>
2.1 Wellenausbreitung .....	18
2.2 Interferenz .....	21
2.3 Kohärenz .....	23
2.4 Polarisierung .....	27
2.5 Brechung und Reflexion .....	33
<b>3 Lichtwellenleiter</b> .....	<b>39</b>
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
<b>4 Lichtwellenleiterherstellung und -verkabelung</b> .....	<b>75</b>
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

<b>5</b>	<b>Kopplungselemente für Lichtwellenleitersysteme</b>	<b>89</b>
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
<b>6</b>	<b>Integriert-optische Bauelemente</b>	<b>111</b>
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
<b>7</b>	<b>Optische Sende- und Empfangsdioden</b>	<b>123</b>
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
<b>8</b>	<b>Optische Sender und Empfänger</b>	<b>169</b>
8.1	Optische Sender	169
8.2	Optische Empfänger	171
8.2.1	Empfängerkonzepte	174
8.2.2	Rauschen in optischen Empfängern	179
<b>9</b>	<b>Optische Übertragungssysteme</b>	<b>181</b>
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 Lichtanwendungen .....	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 Automotivebereich ...	254
<b>10</b>	<b>Fasersensorsysteme .....</b>	<b>259</b>
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
	<b>Verzeichnis der verwendeten Symbole .....</b>	<b>297</b>
	<b>Literatur .....</b>	<b>303</b>
	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>331</b>