

## 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>