

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	1
<b>2</b>	<b>Physikalische Eigenschaften des Lichtes</b>	6
2.1	Bestimmung der Eigenschaften des Lichtes durch physikalische Experimente	6
2.2	Dualismus Welle - Korpuskel	9
2.3	Vorgänge, die mit Hilfe der Teilcheneigenschaft des Lichtes beschrieben werden	13
2.3.1	Absorption und Emission von Licht	13
2.3.2	Äußerer Photoeffekt	15
2.3.3	Innerer Photoeffekt	17
2.3.4	Compton-Effekt	18
2.3.5	Paarbildung und Paarzerstrahlung	19
2.3.6	Gravitationswirkung auf Lichtquanten	20
2.4	Vorgänge, die mit Hilfe der Welleneigenschaft des Lichtes beschrieben werden	21
2.4.1	Interferenz	22
2.4.2	Polarisation	26
2.4.3	Reflexion, Brechung, Totalreflexion	30
2.4.4	Beugung des Lichtes	33
2.4.5	Streuung des Lichtes	35
2.5	Dispersion der Lichtgeschwindigkeit	38
2.6	Phasen- und Gruppengeschwindigkeit	42
2.7	Ausbreitung des Lichtes in verschiedenen Medien	46
2.8	Energiebilanz bei Ausbreitung des Lichtes	47
<b>3</b>	<b>Eigenschaften und Kennwerte optischer Strahlungsquellen</b>	51
3.1	Physikalische Größen zur Beschreibung und Messung der optischen Strahlung	51
3.2	Eigenschaften optischer Strahlungsquellen	55
3.3	Von Temperaturstrahlern emittierte optische Strahlung	57

<b>4</b>	<b>Der Laser als Quelle monochromatischer und kohärenter optischer Strahlung</b>	59
4.1	Bedeutung, Eigenschaften und Anwendungen des Lasers	59
4.2	Energiestufen eines atomaren Systems	62
4.3	Spontane und stimulierte Emission, Anregung	63
4.4	Allgemeines Funktionsprinzip eines Lasers	65
4.5	Gaslaser	72
4.6	Festkörperlaser	76
<b>5</b>	<b>Eigenschaften des Lichtwellenleiters</b>	81
5.1	Prinzipieller Aufbau eines Systems zur optischen Signalübertragung mit Lichtwellenleitern	82
5.2	Anwendungsmöglichkeiten für optische Übertragungssysteme	86
5.3	Reflexion, Brechung und Totalreflexion im Lichtwellenleiter	87
5.4	Prinzipieller Aufbau eines Lichtwellenleiters	88
5.5	Grundtypen für Lichtwellenleiter	90
5.6	Allgemeine Eigenschaften eines Lichtwellenleiters	94
5.7	Übertragungseigenschaften eines Lichtwellenleiters	96
5.8	Akzeptanzwinkel und numerische Apertur	96
5.9	Impulsdispersion	99
5.9.1	Ursachen der Impulsdispersion	101
5.9.2	Vergleich der Dispersionskomponenten	105
5.9.3	Wirkung der Dispersionskomponenten in den drei Fasertypen	107
5.9.4	Modendispersion in der Multimoden-Stufenprofilfaser	108
5.9.5	Modendispersion in der Multimoden-Gradientenfaser	110
5.10	Dämpfung der Siliciumdioxidfaser	113
5.11	Moden eines Lichtwellenleiters	118
5.12	Modengleichgewichtsverteilung	122
5.13	Kerndurchmesser von Monomodefasern	123
5.14	Maximale Länge einer optischen Übertragungsstrecke mit Lichtwellenleiter	125
5.15	Zwischenverstärker zur Vergrößerung der Systemreichweite	127
5.16	Dispersionsfreie Signalübertragung mit Solitonen	130
5.17	Frequenzmultiplextechnik zur Erweiterung der Übertragungskapazität eines Lichtwellenleiters	131
<b>6</b>	<b>Strahlungsquellen für Lichtwellenleiter-Übertragungssysteme</b>	134
6.1	Übersicht und Anforderungen an Strahlungsquellen für Lichtwellenleiter	134
6.2	Der Halbleiter-pn-Übergang	137

6.3	Absorptions- und Emissionsprozesse in Halbleitern	141
6.4	Anregung und Rekombination in Halbleitern	142
6.4.1	Erzeugung einer Besetzungsinvolution in Halbleitern	142
6.4.2	Direkte und indirekte Halbleiter	143
6.4.3	Rekombinationsprozesse in HL-Strahlungsquellen	144
6.5	Materialien für HL-Strahlungsquellen	146
6.6	Funktionsprinzip der Lumineszenzdiode (LED)	150
6.7	Ausführungsformen von LED	153
6.7.1	Flächenstrahler-LED für 850 nm	153
6.7.2	Flächenstrahler-LED für 1,3 µm	155
6.7.3	Kantenstrahler-LED	156
6.7.4	Super-Lumineszenzdiode SLD	157
6.8	Wirkungsgrad der Lichterzeugung bei LED	158
6.9	Funktionsprinzip der Laserdiode (LD)	163
6.10	Longitudinales Modenspektrum der Laserdiode	167
6.11	Halbleiterstrukturen für Laserdioden	169
6.12	Ausführungsformen von Laserdioden	172
6.13	Wirkungsgrad von Laserdioden	176
6.14	Einsatzbedingungen für Laserdioden	178
6.15	Ankopplung der Strahlungsquelle an den LWL	179
6.16	Lebensdauer von HL-Strahlungsquellen	182
<b>7</b>	<b>Strahlungsempfänger für Lichtwellenleiter-Übertragungssysteme</b>	185
7.1	Übersicht und allgemeine Anforderungen an Strahlungsdetektoren	185
7.2	Funktionsprinzip der Halbleiter-Photodiode	187
7.3	Wirkungsgrad der Photodiode	189
7.3.1	Reflexionswirkungsgrad	190
7.3.2	Absorptionswirkungsgrad	191
7.4	Berechnung des Photostromes	194
7.5	Bildung von Ladungsträgerpaaren	198
7.6	Materialien für Halbleiter-Photodioden	201
7.7	Dimensionierung von Photodioden	203
7.8	Photodioden vom pn-Typ	205
7.9	Photodioden vom pin-Typ	207
7.10	Photodioden mit Lawineneffekt	209
7.11	Zusammenfassender Vergleich der drei Photodioidentypen	212

<b>8</b>	<b>Technologie der Faserproduktion</b>	214
8.1	Stab-Rohr-Methode	215
8.2	Doppeltiegelmethode	215
8.3	CVD-Verfahren	216
8.3.1	MCVD-Verfahren	217
8.3.2	PCVD-Verfahren	217
8.3.3	OVD-Verfahren	218
8.3.4	VAD-Verfahren	218
8.4	Aufbereitung des Grundmaterials im CVD-Verfahren	218
8.5	Aufbau der Vorform durch Innenabscheidung nach PCVD-Verfahren	221
8.6	Aufbau der Vorform durch Außenabscheidung in Achsrichtung nach VAD-Verfahren	223
8.7	Faserziehprozeß	224
8.8	Erzeugung der Brechzahldifferenz von Quarzglasfasern	227
8.9	Andere Gläser geringer Dämpfung für LWL	228
 <b>Literaturhinweise</b>		230
 <b>Sachwortverzeichnis</b>		232