

Inhaltsverzeichnis

1	Eigenschaften des Lichts	1
1.1	Wie Licht entsteht	2
1.1.1	Spontane Emission	3
1.1.2	Photonenenergie	4
1.1.3	Natürliche Linienbreite	5
1.1.4	Der Welle-Teilchen-Dualismus	6
1.2	Licht als elektromagnetische Welle	6
1.2.1	Die Maxwell'schen Gleichungen	7
1.2.2	Charakteristische Größen einer Lichtwelle	9
1.2.3	Polarisation von Licht	11
1.2.4	Kohärenz	12
1.2.5	Das Huygens'sche Prinzip	13
1.3	Das Lichtspektrum	13
1.3.1	Wellenlängenbereiche und Lichtfarben	14
1.3.2	Lichtquellen	15
1.4	Licht-Materie-Wechselwirkungen	16
1.4.1	Absorption von Licht	16
1.4.2	Lineare und nichtlineare Wechselwirkungen	17
1.5	Eigenschaften des Lichts mathematisch	19
1.5.1	Die wichtigsten Gleichungen auf einen Blick	19
1.6	Übungsaufgaben zu Eigenschaften des Lichts	20
2	Grundbegriffe der Optik	23
2.1	Brechungsindex und Brechung	24
2.1.1	Der Brechungsindex	24
2.1.2	Die optische Weglänge	25
2.1.3	Brechung und Snellius'sches Brechungsgesetz	26
2.1.4	Nichtlinearer Brechungsindex und Suszeptibilität	27
2.1.5	Doppelbrechung	29
2.2	Dispersion	30
2.2.1	Zur Entstehung der Dispersion	30
2.2.2	Die Sellmeier-Gleichung	31

2.3	Absorption und Transmission	31
2.3.1	Der komplexe Brechungsindex	32
2.3.2	Der Transmissionsgrad	34
2.4	Reflexion	35
2.4.1	Die Fresnel'schen Formeln	37
2.4.2	Der Brewster-Winkel	38
2.4.3	Der Grenzwinkel der Totalreflexion	39
2.5	Interferenz	41
2.5.1	Konstruktive und destruktive Interferenz	41
2.5.2	Interferenzbedingungen	42
2.5.3	Farben dünner Blättchen	43
2.6	Beugung	43
2.6.1	Beugung am Spalt	44
2.6.2	Beugung an Hindernissen	46
2.7	Streuung	47
2.8	Grundbegriffe der Optik mathematisch	49
2.8.1	Die wichtigsten Gleichungen auf einen Blick	49
2.9	Übungsaufgaben zu Grundbegriffen der Optik	51
3	Optische Materialien	55
3.1	Optische Gläser	56
3.1.1	Bestandteile optischer Gläser	56
3.1.2	Der Aggregatzustand von Glas	57
3.1.3	Herstellung optischer Gläser	58
3.1.4	Charakterisierung optischer Gläser	59
3.2	Optische Sondermaterialien	63
3.2.1	Kristalle	63
3.2.2	Glaskeramik	65
3.2.3	Gradientenindexmaterialien	65
3.2.4	Kunststoffe	66
3.2.5	Optische Flüssigkeiten	67
3.3	Optische Materialien mathematisch	68
3.3.1	Die wichtigsten Gleichungen auf einen Blick	68
3.4	Übungsaufgaben zu optischen Materialien	69
4	Optische Komponenten	71
4.1	Planplatten	72
4.2	Prismen	74
4.2.1	Umlenkprismen und Umkehrprismen	76
4.2.2	Dispersionsprismen	78
4.3	Spiegel	78
4.4	Linsen	80
4.5	Optische Schichten	86
4.5.1	Reflexionsschichten	86
4.5.2	Antireflexschichten	88
4.5.3	Filterschichten	88

4.6	Beugungsgitter	90
4.7	Polarisatoren und Verzögerungsplatten	91
4.7.1	Polarisatoren und Polarisationsfilter	91
4.7.2	Verzögerungsplatten.	95
4.8	Strahlteiler	95
4.9	Optische Fasern	97
4.9.1	Stufenindexfasern	97
4.9.2	Gradientenindexfasern	100
4.10	Optische Komponenten mathematisch.	100
4.10.1	Die wichtigsten Gleichungen auf einen Blick	100
4.11	Übungsaufgaben zu optischen Komponenten	104
5	Optische Abbildung und Abbildungsfehler	109
5.1	Abbildungsmodelle	110
5.1.1	Das paraxiale Abbildungsmodell.	111
5.1.2	Das geometrisch-optische Abbildungsmodell	112
5.1.3	Das wellenoptische Abbildungsmodell	112
5.1.4	Die Auflösungsgrenze	113
5.2	Optische Abbildungen	114
5.2.1	Paraxiale Größen	114
5.2.2	Reelle und virtuelle Abbildungen	116
5.3	Die Abbildungsgleichungen.	117
5.3.1	Abbildung durch eine Einzellinse	117
5.3.2	Abbildung durch zwei Einzellinsen.	118
5.4	Matrizenoptik.	119
5.5	Abbildungsfehler	122
5.5.1	Sphärische Aberration	122
5.5.2	Chromatische Aberration	124
5.5.3	Asymmetriefehler	127
5.5.4	Astigmatismus	128
5.5.5	Petzval'sche Bildfeldwölbung	129
5.5.6	Die Verzeichnung.	129
5.5.7	Geisterbilder.	130
5.5.8	Wellenaberration	131
5.5.9	Kontrastübertragung.	132
5.5.10	Darstellung von Abbildungsfehlern.	132
5.6	Optische Abbildung und Abbildungsfehler mathematisch	133
5.6.1	Die wichtigsten Gleichungen auf einen Blick:	133
5.7	Übungsaufgaben zu optischer Abbildung und Abbildungsfehlern	136
6	Optische Systeme und Geräte	141
6.1	Das Auge	142
6.1.1	Aufbau des Auges	142
6.1.2	Sehfehler	143
6.2	Lupen	144
6.3	Objektive und Okulare.	145

6.4	Teleskope	146
6.4.1	Linsenteleskope	146
6.4.2	Spiegelteleskope	147
6.5	Mikroskope	148
6.6	Interferometer	149
6.6.1	Das Michelson-Interferometer	150
6.6.2	Das Mach-Zehnder-Interferometer	151
6.6.3	Das Fizeau-Interferometer	152
6.6.4	Das Fabry-Pérot-Interferometer	152
6.7	Optische Profilometer	153
6.7.1	Autofokussensoren	154
6.7.2	Weißlichtsensoren	154
6.7.3	Konfokalsensoren	154
6.8	Spektrometer	155
6.8.1	Gitterspektrometer	155
6.8.2	Prismenspektrometer	157
6.9	Optische Schalter und Isolatoren	158
6.9.1	Akustooptische Modulatoren	158
6.9.2	Faraday-Rotatoren und Isolatoren	158
6.9.3	Pockels-Zellen	158
6.9.4	Passive optische Schalter	159
6.10	Optische Systeme und Geräte mathematisch	159
6.10.1	Die wichtigsten Gleichungen auf einen Blick	159
6.11	Übungsaufgaben zu optischen Systemen und Geräten	161
7	Laserquellen und Laserlicht	163
7.1	Das Laserprinzip	165
7.1.1	Die Besetzungsinversion	166
7.1.2	Stimulierte Emission	167
7.2	Aufbau eines Lasers	169
7.2.1	Bestandteile eines Lasers	169
7.2.2	Betriebsarten eines Lasers	171
7.3	Lasertypen	173
7.3.1	Gas-, Festkörper- und Farbstofflaser	173
7.3.2	Laserschutzklassen	174
7.4	Eigenschaften von Laserlicht	175
7.4.1	Lasermoden	175
7.4.2	Divergenz von Laserlicht	177
7.4.3	Ausbreitung von Laserstrahlen	178
7.5	Laseranwendungen	181
7.5.1	Laserbasierte Fertigung	181
7.5.2	Laserbasierte Messtechnik	182
7.5.3	Datenspeicherung und -übertragung	183
7.5.4	Lasermedizin	183

7.6	Laserquellen und Laserlicht mathematisch	185
7.6.1	Die wichtigsten Gleichungen auf einen Blick	185
7.7	Übungsaufgaben zu Laserquellen und Laserlicht	186
Anhang		189
Weiterführende Literatur		223
Stichwortverzeichnis		225