

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
1 Im Wasser wird's bunt: Licht, Brechung und Farben	1
1.1 Lichtbrechung an Grenzflächen	1
1.1.1 Die Fresnelschen Formeln	4
1.1.2 Totalreflexion	6
1.2 Was ist Licht? - Das elektromagnetische Spektrum	7
1.3 Farben	12
1.3.1 Biologie	13
1.3.2 Die Farbe Weiß	13
1.3.3 Bunt	16
1.3.4 Farbmischung	17
1.4 Ein tieferer Blick nach oben - der Regenbogen	20
1.4.1 Form und Lage des Regenbogens	20
1.4.2 Die Physik des Regenbogens	22
1.4.3 Die Mathematik dahinter	27
1.4.4 Die zweite Ordnung	32
Aufgaben	33
Lösungen	34
2 Von Weingläsern und verschwommener Sicht: Linsen	41
2.1 Gebogene Grenzflächen	42
2.1.1 Berechnung von Brechung an gebogenen Grenzflächen	42
2.1.2 Ein genauere Blick auf die Formel	43
2.2 Abbildungen mit Linsen	45
2.2.1 Die Brennweite einer Linse	46
2.2.2 Konvexe und konkave Linsen	46
2.2.3 Die Linsengleichung, virtuelle und reelle Bilder	47
2.2.4 Abbildungen mit konvexen Linsen	49
2.2.5 Abbildungen mit konkaven Linsen	53
2.2.6 Konstruktion von Strahlengängen	53
2.3 Fehlsichtigkeit	56
2.3.1 Das gesunde Auge	56
2.3.2 Weitsichtigkeit	58
2.3.3 Kurzsichtigkeit	60
2.3.4 Altersweitsichtigkeit	61
2.4 Linsenfehler	61
2.4.1 Chromatische Abberation	62
2.4.2 Sphärische Abberation	62
2.4.3 Koma	63
2.4.4 Astigmatismus	63
2.5 Die Fresnel-Linse	64

Aufgaben	67
Lösungen	68
3 Nah und fern, groß und klein: Optische Geräte und Spiegel	73
3.1 Linsensysteme und optische Geräte	73
3.1.1 Die Lupe	73
3.1.2 Die Kamera	76
3.1.3 Das Mikroskop - eine verbesserte Lupe	80
3.1.4 Das Kepler-Teleskop	80
3.1.5 Das Galilei-Teleskop	82
3.2 Spiegelabbildungen	82
3.2.1 Der ebene Spiegel	83
3.2.2 Der konvexe Spiegel	83
3.2.3 Der konkave Spiegel	85
Aufgaben	88
Lösungen	89
4 Auf und ab mit Höchstgeschwindigkeit: Welleneigenschaften	93
4.1 Das Licht als elektromagnetische Welle	93
4.1.1 Grundsätzliches zu Lichtwellen	94
4.1.2 Ebene Wellen	95
4.1.3 Wellenlänge und Frequenz	97
4.1.4 Das Huygenssche Prinzip	98
4.1.5 Intensität	99
4.1.6 Phasenverschiebung	99
4.1.7 Der Begriff „elektromagnetisch“	101
4.2 Verschiedene Geschwindigkeiten des Lichts	101
4.2.1 Die Lichtgeschwindigkeit	101
4.2.2 Phasen- und Gruppengeschwindigkeit	103
4.3 Kohärenz	108
4.3.1 Zeitliche und räumliche Kohärenz	109
4.3.2 Kohärenz verschiedener Lichtquellen	110
4.4 Polarisation	111
4.4.1 Unpolarisiertes Licht	111
4.4.2 Lineare Polarisation	112
4.4.3 Zirkulare Polarisation	113
4.4.4 Mischformen der Polarisation	114
4.5 Zusammenfassung	115
Aufgaben	118
Lösungen	119
5 Von Joghurt, Displays und 3D-Filmen: Polarisation	123
5.1 Polfilter	123
5.1.1 Funktionsweise	123
5.1.2 Das Gesetz von Malus	125

5.1.3 Wiedergewonnener Durchblick	126
5.2 Anwendungen der Polfilter	127
5.2.1 LCD-Displays	127
5.2.2 Sonnenbrillen und Brewster-Winkel	128
5.2.3 Im Kino, Teil 1	132
5.3 Optische Aktivität	133
5.4 Doppelbrechung	134
5.4.1 Die optische Achse	135
5.4.2 Ein genauerer Blick – Das Brechungsindexellipsoid	138
5.4.3 Weitere Arten der Doppelbrechung	142
5.5 Verzögerungsplättchen	143
5.5.1 Im Kino, Teil 2	143
5.5.2 $\frac{\lambda}{4}$ -Plättchen	144
5.5.3 $\frac{\lambda}{2}$ -Plättchen	145
Aufgaben	148
Lösungen	148
6 Wechselnde Wirkung durch Wechselwirkung: Interferenz	151
6.1 Drehendes Essen und stehende Wellen	151
6.1.1 Stehende Wellen	151
6.1.2 Entstehung von stehenden Wellen	153
6.2 Antireflexschichten auf Brillen	155
6.2.1 Phasensprung an Grenzflächen	155
6.2.2 Strahlengänge bei Antireflexschichten	156
6.2.3 Berechnung der optimalen Werte	157
6.3 Interferenz von Licht inkohärenter Quellen	158
6.3.1 Räumliche Kohärenz	158
6.3.2 Zeitliche Kohärenz	158
6.4 Interferenz durch Beugung	159
6.4.1 Beugung	159
6.4.2 Interferenz am idealen Doppelspalt	162
6.4.3 Interferenz am Einfachspalt	167
6.4.4 Interferenz am realen Doppelspalt	169
6.4.5 Interferenz am optischen Gitter	172
6.4.6 Auflösungsvermögen von optischen Geräten	176
6.4.7 Haare und das Babinetsche Prinzip	177
6.5 Interferometer	179
6.5.1 Das Michelson-Interferometer	180
6.5.2 Das Mach-Zehnder-Interferometer	183
6.5.3 Das Fabry-Pérot-Interferometer	184
6.6 Dünnschichtinterferenz	185
6.6.1 Interferenz gleicher Dicke	186
6.6.2 Interferenz gleicher Neigung	189

Aufgaben	192
Lösungen	194
7 Von heißen Körpern zur Quantenphysik: Das Licht als Teilchen	197
7.1 Schwarze Körper und ihre Strahlung	197
7.1.1 Schwarze Körper	197
7.1.2 Wärmestrahlung	198
7.2 Das Licht als Teilchen	202
7.2.1 Photonenenergie	203
7.2.2 Der Photoeffekt	204
7.2.3 Der Welle-Teilchen-Dualismus	207
7.2.4 Materiewellen	207
Aufgaben	209
Lösungen	209
8 Wichtige Formeln	211
8.1 Lösen von Rechenaufgaben – Ein Kochrezept	211
8.2 Lichtausbreitung	212
8.2.1 Das Snelliussche Brechungsgesetz	212
8.2.2 Die Fresnelschen Formeln	213
8.2.3 Totalreflexion	215
8.2.4 Brechende Kugelflächen	215
8.3 Linsen und Linsensysteme	216
8.3.1 Die Linsengleichung	216
8.3.2 Die Linsenschleiferformel	216
8.3.3 Die Winkelvergrößerung	217
8.3.4 Die lineare Vergrößerung	217
8.3.5 Vergrößerung einer Lupe	218
8.3.6 Vergrößerung eines Mikroskops	218
8.3.7 Vergrößerung eines Kepler-Teleskops	218
8.3.8 Vergrößerung eines Galilei-Teleskops	219
8.3.9 Auflösung optischer Geräte	219
8.4 Das Licht als Welle	220
8.4.1 Die elektromagnetische Welle	220
8.4.2 Die Lichtgeschwindigkeit	220
8.4.3 Phasen- und Gruppengeschwindigkeit	221
8.4.4 Die Phasenverschiebung	221
8.4.5 Die Kohärenzlänge	222
8.5 Polarisierung	222
8.5.1 Das Gesetz von Malus	222
8.5.2 Der Brewster-Winkel	223
8.5.3 Die Phasenretardation in Verzögerungsplättchen	223
8.6 Interferenz	223
8.6.1 Allgemeine Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz ..	223

8.6.2 Der Einfachspalt	224
8.6.3 Der ideale Doppelspalt	225
8.6.4 Der reale Doppelspalt	226
8.6.5 Das optische Gitter	227
8.6.6 Dünnschichtinterferenz	228
8.7 Quantenoptik	229
8.7.1 Wiensches Verschiebungsgesetz	229
8.7.2 Stefan-Boltzmann-Gesetz	229
8.7.3 Planksches Strahlungsgesetz	229
8.7.4 Photonenenergie, Frequenz und Wellenlänge	230
8.7.5 Elektronenvolt und Joule	230
8.7.6 Photoeffekt	230
8.7.7 Materiewellen	230
9 Prüfungsfragen	231
9.1 Lichtausbreitung	231
9.2 Farben	232
9.3 Linsen und Linsensysteme	233
9.4 Das Licht als Welle	234
9.5 Polarisation	235
9.6 Interferenz	236
9.7 Quantenoptik	238
10 Weiterführende Literatur	241
Index	243



Springer

<http://www.springer.com/978-3-662-58938-0>

Durchblick in Optik

Mit Phänomenen, Formeln und Fragen zum Verständnis

M. Gmelch, S. Reineke

2019, 242 S., Softcover

ISBN: 978-3-662-58938-0