

Inhalt

1	Einleitung.....	9
2	Grundlagen zur Laseroptik.....	11
2.1	Elektromagnetische Wellen.....	11
2.1.1	Grundlagen.....	11
2.1.2	Elektromagnetisches Spektrum.....	15
2.1.3	Monochromasie und Kohärenz.....	16
2.1.4	Polarisation.....	17
2.2	Photonen.....	18
2.3	Eigenschaften optischer Komponenten.....	19
2.3.1	Reflexion und Transmission.....	19
2.3.2	Absorption und Streuung.....	24
2.3.3	Beugung.....	25
2.4	Laseroptische Komponenten.....	26
2.4.1	Dielektrische Schichten.....	26
2.4.2	Polarisatoren.....	30
2.4.3	Verzögerungsplatten.....	34
2.5	Lichtwellenleiter.....	36
2.5.1	Funktionsprinzip optischer Fasern.....	37
2.6	Übungen.....	48
3	Grundlagen zur Laserphysik.....	51
3.1	Größen.....	51
3.2	Absorption.....	52
3.3	Spektrale Breite von Übergängen.....	55
3.3.1	Grundlagen.....	55
3.3.2	Verbreiterungsmechanismen.....	58
3.3.3	Sättigung der Absorption.....	62
3.4	Einstein-Koeffizienten und Wirkungsquerschnitte.....	63
3.4.1	Absorption.....	64
3.4.2	Spontane Emission.....	64
3.4.3	Stimulierte Emission.....	65
3.4.4	Kombination der Prozesse.....	66
3.4.5	Wirkungsquerschnitte.....	68
3.4.6	Verstärkung.....	69
3.5	Laserprinzip.....	77

3.5.1	Anschwingbedingung	78
3.5.2	Idealer Vier-Niveau-Dauerstrich-Laser	81
3.5.3	Einschwingvorgänge und Rauschen	91
3.6	Übungen	92
4	Resonatoren	95
4.1	Transversale Moden	95
4.1.1	Grundlagen	96
4.1.2	Grundmode	97
4.1.3	Höhere Modenordnungen	99
4.1.4	Beugungsmaßzahl M^2	100
4.1.5	Strahlausbreitung durch optische Systeme	101
4.2	Longitudinale Moden	103
4.2.1	Modenabstand	103
4.2.2	Modenanzahl	104
4.3	Stabile Resonatoren	107
4.3.1	Stabilitätsdiagramm	107
4.3.2	Beugungsverluste	109
4.3.3	Auswahl eines Resonatortyps	110
4.4	Instabile Resonatoren	111
4.5	Übungen	113
5	Betriebsarten	115
5.1	Dauerstrichbetrieb	115
5.2	Pulsbetrieb	115
5.3	Güteschaltung	117
5.3.1	Prinzip der Güteschaltung	117
5.3.2	Modell für die Güteschaltung	119
5.3.3	Aktive Güteschaltung	121
5.3.4	Passive Güteschaltung	123
5.4	Pulsauskopplung	124
5.5	Modenkopplung	125
5.5.1	Grundlagen	125
5.5.2	Technische Methoden	128
5.6	Modenselektion	131
5.6.1	Transversalmoden	131
5.6.2	Longitudinalmoden	132
5.6.3	Frequenzstabilisierung	134
5.7	Abstimmen der Wellenlänge	135
5.7.1	Etalon	136
5.7.2	Prisma	136
5.7.3	Gitter	137

5.7.4	Doppelbrechende Filter	139
5.8	Nichtlineare Frequenzerzeugung	141
5.8.1	Frequenzverdopplung	141
5.8.2	Frequenzmischung	148
5.8.3	Optisch parametrische Verstärker und Oszillatoren	149
5.9	Übungen	150
6	Lasertypen	153
6.1	Gas-Laser	153
6.1.1	Grundlagen	153
6.1.2	Helium-Neon-Laser	156
6.1.3	Kupfer-/Golddampf-Laser	158
6.1.4	Argon-Ionen-Laser	159
6.1.5	Excimer-Laser	161
6.1.6	Stickstoff-Laser	164
6.1.7	Kohlendioxid-Laser	164
6.2	Farbstoff-Laser	169
6.3	Halbleiter-Laser	171
6.4	Festkörper-Laser	176
6.4.1	Grundlagen	176
6.4.2	Rubin-Laser	183
6.4.3	Neodym-Laser	184
6.4.4	Ytterbium-Laser	187
6.4.5	Holmium-, Thulium-Laser	188
6.4.6	Erbium-Laser	191
6.4.7	Titan-Saphir-Laser	192
6.4.8	Chrom-Laser	194
7	Strahlungsdetektoren	195
7.1	Einleitung	195
7.2	Optische Detektoren	196
7.2.1	Fotovervielfacher (Photomultiplier)	196
7.2.2	Halbleiterdetektoren	199
7.3	Thermische Detektoren	209
7.3.1	Thermosäulen	209
7.3.2	Pyroelektrische Detektoren	210
7.4	Leistungs- und Energiemessgeräte	212
7.4.1	Grundlagen	212
7.4.2	Leistungsmessgeräte	213
7.4.3	Energiemessgeräte	213

8	Laser-Sicherheit.....	215
8.1	Grundlagen.....	215
8.2	Normen	219
8.2.1	Sicherheit von Laser-Einrichtungen – DIN EN 60825-1, -2 (VDE 0837-1, -2).....	219
8.2.2	Persönlicher Augenschutz (DIN EN 207, DIN EN 208).....	223
8.2.3	Medizinische elektrische Geräte – DIN EN 60601-2-22 (VDE 0750-2-22).....	225
8.2.4	Weitere Normen.....	226
8.3	Unfallverhütungsvorschriften	226
9	Anhang.....	229
9.1	Lösungen der Übungen.....	229
9.2	Verwendete Formelzeichen, Größen und Einheiten	232
9.3	Physikalische Konstanten.....	234
9.4	Glossar	235
9.4.1	Deutsch-Englisch	235
9.4.2	Englisch-Deutsch	240
9.5	Weiterführende Literatur.....	245
9.3	Stichwortverzeichnis	248