

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