

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

VII

1	Einführung in die Quantenoptik	1
1.1	Absorption und Emission von Strahlung	1
1.1.1	Die Beobachtung von Hallwachs und die Folgen	1
1.1.2	Das Bohrsche Atommodell	2
1.1.3	Das quantenmechanische Atommodell	5
1.1.4	Schwingungsübergänge	6
1.1.5	Rotationsübergänge	13
1.2	Eigenschaften von Energieniveaus und Übergängen	16
1.2.1	Die natürliche Linienbreite	16
1.2.2	Die Boltzmann-Verteilung	23
1.2.3	Die Dopplerverbreiterung	26
1.2.4	Stoßverbreiterung	30
1.2.5	Kohärenzlänge und ihre Auswirkung auf Interferenzen	32
1.3	Lichterzeugung in Laserlichtquellen	35
1.3.1	Absorption im Zwei-Niveau-System	35
1.3.2	Spontane und stimulierte Emission	38
1.3.3	Besetzungsinversion und Lichtverstärkung	42
1.3.4	Das Vier-Niveau-System	46
1.3.5	Energiebänder der Halbleiter	48
1.3.6	Laserlicht aus dem pn-Übergang	52
	Aufgaben	54
2	Technische Realisierung von Laserlichtquellen	57
2.1	Allgemeine Grundlagen	57
2.1.1	Axiale Moden	57
2.1.2	Der Einfluss von Längenänderungen des Resonators	60
2.1.3	Güteschaltung	61
2.1.4	Modenkopplung	66
2.1.5	Frequenzvervielfachung	71
	Aufgaben	74
2.2	Optische Resonatoren und Gauß-Bündel	75
2.2.1	Transversale Moden	75
2.2.2	Entstehung eines Gauß-Bündels im optischen Resonator	78
2.2.3	Veränderung der Bündelparameter durch dünne Linsen und Spiegel	81

2.2.4	Spitzenintensität und Leistung.....	85
2.2.5	Beugungsmaßzahl und Brillanz.....	87
	Aufgaben	88
2.3	Festkörperlaser	95
2.3.1	Dotierungen und Wirtsmaterialien.....	95
2.3.2	Pumpanordnungen.....	97
2.3.3	Einige Festkörper-Lasermaterialien im Detail.....	104
2.4	Gaslaser	109
2.4.1	Klassifizierung.....	109
2.4.2	Grundlegendes zum CO ₂ -Laser	113
2.4.3	Bauformen des CO ₂ -Lasers	115
2.4.4	Ionenlaser	122
2.4.5	Helium-Neon-Laser	125
2.4.6	Excimer-Laser	127
2.5	Halbleiterlaser.....	129
2.5.1	Einzelemitter.....	129
2.5.2	Laserbarren und Laserstapel	134
2.5.3	Strahlbündelung.....	136
2.6	Weitere Lasertypen.....	139
2.6.1	Metalldampfaser	139
2.6.2	Farbstofflaser	140
2.6.3	Freier-Elektronen-Laser.....	143
3	Einige Anwendungsbeispiele für Laser	145
3.1	Nutzung der starken räumlichen Bündelung.....	145
3.1.1	Laserschneiden	145
3.1.2	Laserschweißen	151
3.2	Ultrakurze Laserimpulse.....	153
3.2.1	Mikrojustierung	153
3.2.2	Laser in-situ Keratomileusis (LASIK).....	156
3.2.3	Ultrakurzzeitspektroskopie	157
3.3	Nutzung der Kohärenzeigenschaften	159
3.3.1	Holographie	159
3.3.2	Laser-Doppler-Anemometrie.....	162
3.4	Bei allen Anwendungen unabdingbar: Lasersicherheit	166
3.4.1	Gefahrensituation.....	166
3.4.2	Die Laserklassen.....	168
3.4.3	Schutzmaßnahmen.....	170

A	Anhang	175
A.1	Lösungen zu den Aufgaben von Kapitel 1	175
A.2	Lösungen zu den Aufgaben von Kapitel 2.1	177
A.3	Lösungen zu den Aufgaben von Kapitel 2.2	178
Lexikon		187
deutsch–englisch		187
englisch–deutsch		200
Literatur		213
Index		219