

Inhaltsverzeichnis

1. Historische Übersicht	1
2. Eigenschaften von Licht; Wechselwirkungen zwischen Licht und Materie	
2.1. Moden der schwarzen Strahlung	4
2.2. Moden in reflektierenden Volumina	8
2.3. Kohärenz und Rauschen	10
2.4. Energieaustausch durch Strahlung	14
2.5. Absorption und Verstärkung durch stimulierte Übergänge	19
2.6. Die spontane Emission als Rauschquelle	25
3. Erzeugung der Inversion	
3.1. Inversionsverfahren	29
3.2. Die Drei-Niveau-Methode	30
3.3. Optisches Drei-Niveau-System	33
3.4. Optisches Vier-Niveau-System	36
3.5. Zwei-Bosonen-Laser	39
4. Praktische Inversionsverfahren und typische Lasermaterialien	
4.1. Optisch gepumpte Laser	41
4.2. Gasentladungslaser	52
4.2.1. Entleerung des unteren Laserterms	52
4.2.2. Anregung des oberen Laserterms durch Elektronenstoß	54
4.2.3. Anregung des oberen Laserterms durch Dissoziation	55
4.2.4. Anregung des oberen Laserterms durch unelastischen Stoß zwischen Atomen; Helium-Neon-Laser	57
4.2.5. Inversion in gepulsten Entladungen	59
4.2.6. Anregung durch Zusammenwirken mehrerer Prozesse	60
4.2.7. Linienbreiten und Übergangswahrscheinlichkeiten	62
4.2.8. Anregung der Gasentladung	64
4.3. Halbleiter-Laser	67

5. Laser-Verstärker und nichtresonante Oszillatoren	
5.1. Wanderfeldverstärker	72
5.2. Sättigung des Wanderfeldverstärkers	81
5.3. Rauschen des Wanderfeld-Verstärkers; nichtresonante Oszillatoren (Superstrahler).	85
5.4. Ausführungsformen von Wanderfeld-Verstärkern	94
5.5. Regenerative Resonanzverstärker	97
6. Der Laser-Oszillator	
6.1. Schwelle des Oszillators	106
6.2. Der Laser-Oszillator als gesättigter regenerativer Rauschverstärker	113
7. Effekte, die zu Multi-Mode-Oszillationen führen	
7.1. Sättigung homogen und inhomogen verbreiteter Linien	127
7.2. Multimode-Oszillationen bei inhomogener Linienverbreiterung	131
7.3. Räumlich konzentrierter Inversionsabbau bei homogen verbreiteter Linie	136
7.4. Effekte bei Halbleiter-Lasern	140
8. Optische Resonatoren – modenselektive Effekte erster Ordnung	
8.1. Offene und geschlossene Resonatoren	142
8.2. Wanderungs-Verluste; offener Resonator.	142
8.3. Laser-Oszillatoren mit geschlossenen Resonatoren	145
8.4. Unerwünschte, totalreflektierte Moden in Fabry-Perot-Lasern	149
8.5. Faser-Laser	153
9. Eigenmoden offener, optischer Resonatoren	
9.1. Der Beugungsverlust offener Resonatoren	155
9.2. Mathematische Formulierung als Eigenwertproblem; Iterations- lösungen	159
9.3. Transversale Moden des ebenen Fabry-Perot-Resonators	163
9.4. Beugungsverluste und Resonanzfrequenzen verschiedener Moden; Modenselektion	165
9.5. Modell und näherungsweise Berechnung der transversalen Moden eines ebenen Resonators.	170
9.6. Entartete Moden – Modenbilder des ebenen Resonators	184

9.7. Modenselektion bei geringer Linienbreite; Einfluß von Spiegel- fehlern	187
9.8. Konzentrischer und hemikonzentrischer Resonator	190
9.9. Allgemeine konfokale Resonatoren	193
9.10. Begrenzter Modenquerschnitt des allgemeinen konfokalen Reso- nators	196
9.11. Kaustiken des konfokalen Resonators	199
9.12. Eigenfunktionen des konfokalen Resonators ($r = l$).	203
9.13. Allgemeiner konfokaler Resonator ($r \neq l$)	211
9.14. Fleckgröße, Modenvolumen und Modenselektion verschiedener Resonatoren	213
9.15. Praktische Resonatorausführungen	216
9.16. Sonstige Resonatoren	226
9.17. Abstrahlung des optischen Resonators und Anpassung verschie- dener Resonatoren	227
10. Erhöhung der Modenselektion optischer Resonatoren	
10.1. Zwang zur erhöhten Modenselektion	230
10.2. Bevorzugung einzelner Linien	231
10.3. Transversale Modenselektion	233
10.4. Axiale Modenselektion	244
10.5. Gekoppelte axiale und transversale Selektion	253
10.6. Beseitigung der Multimode-Ursachen	256
10.7. Oszillator-Verstärker	262
11. Oszillatorleistung und optimale Auskopplung	
11.1. Ausgangsleistung unter Berücksichtigung der Verluste	264
11.2. Optimale Auskopplung	269
11.3. Auskopplung von Festkörperlasern hoher Leistung	275
11.4. Messung der Ausgangsleistung	278
11.5. Zusätzliche Effekte; Auskoppelmethoden	280
12. Zeitliches Emissionsverhalten und Einschwingvorgänge in Laser- Oszillatoren	
12.1. Allgemeiner Emissionsverlauf von Impuls-Lasern	285
12.2. Relaxationsschwingungen	291
12.3. Bilanzgleichungen	298

12.4.	Gleichgewichtswerte	303
12.5.	Lineare Näherung der Bilanzgleichungen	306
12.6.	Numerische Lösungen der Bilanzgleichungen	314
12.7.	Laser mit äußeren Spiegeln	318
12.8.	Wechselwirkung zwischen Moden; unregelmäßige und ungedämpfte Relaxationsschwingungen	320
12.9.	Analyse des Einschwingverhaltens eines konfokalen Rubin-Lasers	339
12.10.	Einzelimpulse	345
12.11.	Kompensationsmöglichkeiten für die Liniendrift	351
13. Riesenimpuls-Laser, gesteuerte Laser		
13.1.	Eigenschaften von Riesenimpuls-Lasern	355
13.2.	Riesenimpuls-Laser mit langsamen Schaltern	365
13.3.	Schnelle Polarisationschalter	373
13.4.	Sättigbare Absorber als schnelle Schalter	375
13.5.	Besondere Ausführungsformen; Kombinationen mit Verstärkern	395
13.6.	Stabilisierung der Emission durch Steuerung der Resonatorspiegel	399
13.7.	Modulation der Laseremission mit der Pumpleistung	401
14. Optische Pumpsysteme		
14.1.	Allgemeine Regeln	405
14.2.	Lichtquellen	409
14.3.	Pumplichtverteilung im Lasermaterial	430
14.4.	Homogene Ausleuchtung mit spiraligen Blitzlampen	442
14.5.	Fokale abbildende Beleuchtung in elliptischen Zylinderspiegeln	445
14.6.	Nichtfokale elliptische Zylinder und Kreiszyinderspiegel	461
14.7.	Nichtfokale ellipsoide Anordnung	465
14.8.	Kondensoranordnungen	475
14.9.	Sonstige Pumpanordnungen	476
14.10.	Bemessung des Materialvolumens	478
15. Anwendung von Lasern		
15.1.	Einschätzung der Anwendbarkeit	483
15.2.	Nachrichtenübertragung mit Laserstrahlen; Modulation von Licht	486
15.3.	Demodulation und Photomischung	493

15.4. Übertragung von Laserlicht	495
15.5. Laser-Radar	498
15.6. Ionisation und Materialbearbeitung im fokussierten Laserstrahl	500
15.7. Anwendung für Präzisionsmessungen und Plasmadiagnose . . .	504
15.8. Verschiedene Experimente mit Laserstrahlen	505
15.9. Laser als logische Elemente	506
15.10. Laser als Pumpquelle für Mehrquanten-Prozesse — Nichtlineare Optik	509
16. Übersicht über die bekannten Lasermaterialien	516
Tabelle (16-1). Übergänge in Gasen	526
Tabelle (16-3). Halbleiterlaser	559
Tabelle (16-2). Übergänge in dielektrischen Festkörpern und Flüssig- keiten	560a
17. Bibliographie	561
Literatur	563
Sachregister	714