

Inhaltsübersicht

1	EINLEITUNG	1
1.1	DIE BESTANDTEILE DES LASERS	1
1.2	AUFBAU UND ZIELE DES BUCHES	2
2	ELEKTROMAGNETISCHE GRUNDLAGEN DER LICHTAUSBREITUNG....	4
2.1	DIE MAXWELLSCHEN GLEICHUNGEN	4
2.1.1	Das Grundgesetz der Elektrostatik	5
2.1.2	Das Grundgesetz des Magnetismus	6
2.1.3	Induktionsgesetz von Faraday	6
2.1.4	Das Durchflutungsgesetz von Ampère und Maxwell	8
2.2	DIE MAXWELLSCHEN GLEICHUNGEN IN DIFFERENTIELLER FORM	8
2.3	ENERGIE DES ELEKTROMAGNETISCHEN FELDES	10
2.4	ELEKTROMAGNETISCHE WELLEN	12
2.4.1	Die ebenen Wellen	13
2.4.2	Die Intensität elektromagnetischer Wellen	19
2.4.3	Die Kohärenz	21
2.4.4	Die Kugelwellen	22
2.4.5	Der Gauß-Strahl	23
2.4.6	Paraxiale Wellen höherer transversaler Ordnung	30
2.4.7	Wellen in optischen Fasern	38
2.5	DIE AUSBREITUNG VON WELLEN	50
2.6	DIE AUSBREITUNG VON LICHTSTRAHLEN	53
2.6.1	Die Eikonalgleichung	53
2.6.2	Geometrische Lichtstrahlen	55
2.6.3	Das Prinzip von Fermat	56
3	DIE STRAHLMATRIZEN	59
3.1	GEOMETRISCHE OPTIK	59
3.1.1	Die drei Grundoperationen Ausbreitung, Reflexion und Brechung	59
3.1.2	Hintereinanderschalten optischer Elemente	65
3.1.3	Die GRIN-Linse	67
3.1.4	Gekippte optische Elemente	72
3.2	KUGELWELLEN	73
3.2.1	Das ABCD-Gesetz	74
3.3	DAS COLLINS-INTEGRAL	74
3.3.1	Das Kirchhoff-Integral im homogenen Medium	75
3.3.2	Das Kirchhoff-Integral mit Strahlmatrizen: Collins-Integral	77
3.3.3	Das Collins-Integral in Zylinderkoordinaten	80
3.3.4	Der Geltungsbereich des Collins-Integrals	81

3.4	AUSBREITUNG VON GAUß-MODEN.....	81
3.5	REFLEXION UND BRECHUNG AN ELLIPTISCHEN OBERFLÄCHEN	83
3.5.1	Die Reflexion	86
3.5.2	Die Brechung	87
3.5.3	Vergleich mit geometrischen Strahlen.....	89
3.6	BESONDERE EIGENSCHAFTEN VON STRAHLMATRIZEN	91
3.6.1	Die Determinante von Strahlmatrizen	91
3.6.2	Spiegelung optischer Systeme	91
3.6.3	Die Bedeutung einzelner Matrixelemente	93
4	DER OPTISCHE RESONATOR	94
4.1	DIE RESONATORSTABILITÄT	94
4.2	DAS STABILITÄTSDIAGRAMM.....	97
4.2.1	Der Ring-Resonator	98
4.2.2	Der Fabry-Perot Resonator	99
5	IM LASERRESONATOR ERZEUGTE STRAHLEN	103
5.1	DIE GRUNDMODE IM STABILEN LASERRESONATOR	103
5.2	IM STABILEN RESONATOR ERZEUGTE MULTIMODE-STRAHLEN	109
5.2.1	Radius und Divergenz von Laserstrahlen.....	110
5.3	DIE BEUGUNGSMAßZAHL	115
5.4	MODEN IM INSTABILEN RESONATOR	118
5.4.1	Der konfokale instabile Resonator	119
5.5	DIE SPEKTRALEN RESONANZLINIEN OPTISCHER RESONATOREN.....	121
5.5.1	Die Modenkopplung	127
5.5.2	Das longitudinale Spektrum der Hermite-Gauß-Moden	130
6	ERZEUGUNG UND VERSTÄRKUNG VON LICHT	133
6.1	DAS PHOTONENBILD DES LICHTES	133
6.1.1	Das Spektrum der thermischen Schwarzkörperstrahlung	136
6.2	DIE DISKRETEN ENERGIEZUSTÄNDE ATOMARER SYSTEME	139
6.3	ABSORPTION UND EMISSION VON LICHT	142
6.3.1	Die Absorption von Strahlung.....	142
6.3.2	Die spontane Strahlungsemission	145
6.3.3	Die stimulierte Strahlungsemission.....	145
6.3.4	Die Linienverbreiterung.....	147
6.3.5	Die Beziehung zwischen Emissionen und Absorption von Strahlung	149
6.3.6	Die Besetzungsinversion.....	150
6.3.7	Die Anregung: Pumpen.....	153
6.4	LASERSTRAHLQUELLEN	157
6.4.1	Festkörperlaser.....	157
6.4.2	Gaslaser.....	173
6.4.3	Farbstofflaser	180
6.5	DIE RATEGLEICHUNGEN DES LASERPROZESSES	180
6.5.1	Die Resonator-Abklingzeit	183
6.5.2	Der Beitrag der Spontanemission.....	184

6.5.3	Voraussetzung zum Aufbau einer Besetzungsinversion.....	187
6.5.4	Der stationäre Fall	189
6.5.5	Das Sättigungsverhalten	190
6.5.6	Die aus einem laseraktiven Medium extrahierbare Intensität	193
6.5.7	Die Laserschwelle	193
6.5.8	Der kontinuierliche Laserbetrieb	196
6.5.9	Die optimale Auskopplung	199
6.5.10	Der Laserwirkungsgrad	202
6.5.11	Der Einfluss der Linienverbreiterung	204
6.5.12	Einschwingvorgänge.....	205
6.5.13	Die Güteschaltung	206
7	THERMISCHE EFFEKTE IM LASERMATERIAL	209
7.1	WÄRMEQUELLEN IM LASERMEDIUM	209
7.1.1	Wärmeerzeugende Übergänge in Nd:YAG.....	209
7.2	DIE WÄRMELEITUNG IM FESTKÖRPERLASER	214
7.2.1	Die Wärmeleitungsgleichung	214
7.2.2	Der Slablaser	216
7.2.3	Der Stablaser	219
7.2.4	Die Kühlung von Scheibenlaser und Faserlaser	224
7.3	DIE THERMISCHE DISPERSION.....	225
7.3.1	Die thermisch induzierte Linse.....	225
7.4	DIE THERMISCH INDUZIERTER SPANNUNG.....	226
7.4.1	Spannung und Dehnung im Laserstab	227
7.4.2	Elasto-optische Effekte.....	230
7.4.3	Die Bruchgrenze	238
8	STABILITÄT VON RESONATOREN MIT VARIABLEN LINSEN.....	241
8.1	DER RESONATOR MIT EINER THERMISCHEN LINSE	241
8.2	STABILITÄTBEREICH UND STRAHLQUALITÄT	252
8.2.1	Der Fabry-Perot Resonator mit einer thermischen Linse.....	253
8.3	DER SYMMETRISCHE MEHRSTABRESONATOR	255
8.3.1	Der hybride Resonator.....	260
9	STRAHLFORMUNG IN OPTISCHEN RESONATOREN.....	262
9.1	RÄUMLICHE FORMUNG DER INTENSITÄTSVERTEILUNG	262
9.1.1	Massgeschneiderte Moden im Resonator	262
9.1.2	Kompensation der Phasendeformation im Scheibenlaser.....	267
9.2	RÄUMLICHE FORMUNG DER POLARISATIONSVERTEILUNG.....	269
9.3	Spektrale und zeitliche Strahlformung mittels Gitter-Wellenleiter-Strukturen	271
10	LITERATURVERZEICHNIS	274
11	SACHWORTVERZEICHNIS.....	280