

# Inhaltsübersicht

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1	DIE BESTANDTEILE DES LASERS .....	1
1.2	AUFBAU UND ZIELE DES BUCHES .....	2
<b>2</b>	<b>ELEKTROMAGNETISCHE GRUNDLAGEN DER LICHTAUSBREITUNG ....</b>	<b>4</b>
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 LICHTSTRÄHLEN .....	53
2.6.1	Die Eikonalgleichung .....	53
2.6.2	Geometrische Lichtstrahlen .....	55
2.6.3	Das Prinzip von Fermat .....	56
<b>3</b>	<b>DIE STRAHLMATRIZEN .....</b>	<b>59</b>
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-INTTEGRAL .....	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
<b>4 DER OPTISCHE RESONATOR .....</b>	<b>94</b>
4.1 DIE RESONATORSTABILITÄT .....	94
4.2 DAS STABILITÄTSIDIAGRAMM.....	97
4.2.1 Der Ring-Resonator .....	98
4.2.2 Der Fabry-Perot Resonator .....	99
<b>5 IM LASERRESONATOR ERZEUGTE STRAHLEN .....</b>	<b>103</b>
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 BEUGUNGSMÄßZAHL .....	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
<b>6 ERZEUGUNG UND VERSTÄRKUNG VON LICHT .....</b>	<b>133</b>
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 Besetzungsinvolution .....	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 RATENGLEICHUNGEN 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
<b>7</b>	<b>THERMISCHE EFFEKTE IM LASERMATERIAL .....</b>	<b>209</b>
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 INDUZIERTE SPANNUNG.....	226
7.4.1	Spannung und Dehnung im Laserstab .....	227
7.4.2	Elasto-optische Effekte.....	230
7.4.3	Die Bruchgrenze .....	238
<b>8</b>	<b>STABILITÄT VON RESONATOREN MIT VARIABLEN LINSEN.....</b>	<b>241</b>
8.1	DER RESONATOR MIT EINER THERMISCHEN LINSE .....	241
8.2	STABILITÄTSBEREICH 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
<b>9</b>	<b>STRAHLFORMUNG IN OPTISCHEN RESONATOREN.....</b>	<b>262</b>
9.1	RÄUMLICHE FORMUNG DER INTENSITÄTSVERTEILUNG .....	262
9.1.1	Massgeschneiderte Moden im Resonator .....	262
9.1.2	Kompensation der Phasendeforrmation im Scheibenlaser.....	267
9.2	RÄUMLICHE FORMUNG DER POLARISATIONSVERTEILUNG.....	269
9.3	SPEKTRALE UND ZEITLICHE STRAHLFORMUNG MITTELS GITTER-WELLENLEITER-STRUKTUREN .....	271
<b>10</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>274</b>
<b>11</b>	<b>SACHWORTVERZEICHNIS .....</b>	<b>280</b>