

Jürgen Eichler
Theo Seiler

Lasertechnik in der Medizin

Grundlagen · Systeme · Anwendungen

Mit 146 Abbildungen

Physikalische Bibliothek
Fachbereich 5
Technische Hochschule Darmstadt
Hochschulstraße 4
D-64289 Darmstadt

I/4315

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo
Hong Kong Barcelona Budapest

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen medizinischer Lasergeräte	1
1.1 Prinzipien des Lasers	1
1.1.1 Eigenschaften von Licht	2
1.1.2 Verstärkung von Licht	5
1.1.3 Erzeugung der Inversion	9
1.1.4 Entstehung von Laserstrahlung	11
1.2 Innere Bauelemente des Lasers	14
1.2.1 Optik von Resonatoren	14
1.2.2 Beeinflussung der Wellenlänge	19
1.2.3 Veränderung der Pulsbreite	24
1.3 Äußere Optische Bauelemente	28
1.3.1 Linsen und Prismen	28
1.3.2 Optische Materialien	30
1.3.3 Schichten und Filter	31
1.3.4 Modulatoren	34
1.3.5 Optische Fasern	36
1.4 Optische Medizinische Geräte	42
1.4.1 Operationsmikroskope	42
1.4.2 Starre Endoskope	45
1.4.3 Flexible Endoskope	49
1.4.4 Ophthalmologische Geräte	50

2	Eigenschaften verschiedener Lasertypen	55
2.1	Gaslaser	55
2.1.1	CO ₂ -Moleküllaser	55
2.1.2	He-Ne-Laser	62
2.1.3	Edelgas-Ionenlaser	66
2.1.4	Excimerlaser	70
2.1.5	Metалldampf-Laser	75
2.1.6	Chemische Laser	78
2.1.7	Stickstofflaser	80
2.2	Festkörper- und Farbstofflaser	81
2.2.1	Neodymlaser	81
2.2.2	Frequenzvervielfacher Nd:YAG	86
2.2.3	Erbiumlaser	88
2.2.4	Andere Festkörperlaser	89
2.2.5	Farbstofflaser	91
2.2.6	Diodenlaser	96
3	Lasengeräte für medizinische Anwendungen	101
3.1.	Laser in der Ophthalmologie	101
3.1.1	Ophthalmologischer Argonlaser	101
3.1.2	Alternativen zum Argonlaser	103
3.1.3	Gepulster Nd:YAG-Laser	105
3.1.4	Neuere Entwicklungen - Excimerlaser, cw-Nd:YAG-Laser	107
3.2	Chirurgische Laser	108
3.2.1	Chirurgischer CO ₂ -Laser	108
3.2.2	Neodym-Koagulationslaser	113
3.2.3	Medizinischer Ar-Laser	119

3.3 Lasergeräte zur Biostimulation	121
3.3.1 Medizinische Bestrahlungslaser	121
3.3.2 Bestrahlungs-Scanner	124
3.3.3 Reiztherapie-Laser	126
3.4 Laser-Endoskope und -Mikroskope	129
3.4.1 Laser-Endoskope	129
3.4.2 Laser-Mikroskope	135
3.4.3 Geräte für die Angioplastie	137
3.4.4 Geräte für die Lithotripsie	140
3.5 Medizinisches Zubehör	141
3.5.1 Laser-Handstücke	141
3.5.2 Spiegelgelenkarme	143
3.5.3 Absaugung und Spülung	144
3.5.4 Chirurgisches Zubehör	146
3.5.5 Narkose-Zubehör	147
3.5.6 Strahlungsdetektoren	148
3.6 Schutz vor Laserstrahlung	150
3.6.1 Gefährdung des Auges	151
3.6.2 Grenzwerte	154
3.6.3 Laserklassen	156
3.6.4 Schutzbrillen	161
3.6.5 Strahlenschutz im OP	166
4 Wirkung von Laserstrahlung auf Gewebe	171
4.1 Optische Eigenschaften von Gewebe	171
4.1.1 Modelle zur Lichtausbreitung	171
4.1.2 Optische Daten von Gewebe	180
4.1.3 Zur Optik der Haut	186

4.1.4	Daten biologischer Substanzen	192
4.1.5	Optische Dosimetrie	195
4.2	Thermische Eigenschaften von Gewebe	197
4.2.1	Thermische Daten	198
4.2.2	Lösungen der Wärmeleitungsgleichung	200
4.2.3	Praktische Temperatur-Beispiele	204
4.3	Wirkung von Strahlung auf Gewebe	210
4.3.1	Übersicht über die Wechselwirkungen	210
4.4	Thermische Effekte von Strahlung	213
4.4.1	Thermische Nekrosezone	214
4.4.2	Verdampfen und Karbonisierung	217
4.4.3	Schneiden von Gewebe	222
4.5	Photoablation von Gewebe	224
4.5.1	Mechanismen der Photoablation	225
4.5.2	Verhalten einzelner Lasertypen	230
4.6	Photodisruption	233
4.6.1	Laserinduzierter Durchbruch	233
4.6.2	Stoßwellen zur Lithotripsie	235
4.7	Photosensibilisierung von Tumoren	237
4.7.1	Optische Eigenschaften von HpD	237
4.7.2	Einsatz verschiedener Laser	242
4.7.3	Fluoreszenzdiagnose	244
4.8	Photochemische Wirkungen - Biostimulation	245
4.8.1	Laserakupunktur	245
4.8.2	Untersuchungen zur Biostimulation	246

4.9 Lasereffekte in der Ophthalmologie	248
4.9.1 Optische Eigenschaften okulärer Gewebe	249
4.9.2 Koagulationseffekte des Netzhaut/ Aderhautkomplexes	254
4.9.3 Photodisruptive Effekte	256
5 Klinischer Einsatz des Lasers	267
5.1 Ophthalmologie	268
5.1.1 Hintere Abschnitte des Auges	269
5.1.2 Vordere Abschnitte des Auges	280
5.2 Gynäkologie	286
5.2.1 Bereich der Vulva	287
5.2.2 Vaginalbereich	288
5.2.3 Cervix uteri	288
5.2.4 Intrauteriner Lasereinsatz	290
5.2.5 Intraabdominale Laseroperationen	291
5.2.6 Laseroperationen an der weiblichen Brust	291
5.3 Urologie	292
5.3.1 Äußere Genitale	293
5.3.2 Blasentumore	294
5.3.3 Laserlithotripsie von Harnsteinen	296
5.4 Neurochirurgie	296
5.5 Dermatologie	299
5.6 Gastroenterologie	302
5.6.1 Blutstillung	302

5.6.2	Rekanalisierung	303
5.6.3	Andere Anwendungen	304
5.7	Hals-Nasen-Ohrenheilkunde	305
5.7.1	Larynx	305
5.7.2	Nase, Nasopharynx, Mundhöhle	307
5.7.3	Ohr	308
5.8	Biostimulation	308
5.9	Gefäßchirurgie	310
5.9.1	Rekanalisierung	311
5.9.2	Gefäßwandverschweißung	313
5.9.3	Revaskularisierung des Myocards	313
5.10	Andere Laseranwendungen	314
5.10.1	Orthopädie	314
5.10.2	Abdominalchirurgie	315
5.10.3	Pulmologie	316
5.10.4	Dentologie	317
	Stichwortverzeichnis	325