

Inhaltsverzeichnis

1	Mathematische Grundlagen	1
1.1	Funktionen	1
1.1.1	Beispiele von Funktionen	2
1.1.2	Trigonometrie — Winkelfunktionen	2
1.2	Differentialrechnung	4
1.3	Integralrechnung	4
1.4	Vektoren und Skalare	6
1.4.1	Rechenregeln	7
1.5	Statistik und Fehlerrechnung	8
1.5.1	Grundlagen	8
1.5.2	Häufigkeitsverteilung	9
1.5.3	Mittelwerte und Streuungsmaße	9
1.5.4	Fehler — Fehlerfortpflanzung	10
1.5.5	Regression, Korrelation, statistische Tests	11
2	Grundlagen des Messens und Modelle in der Physik	13
2.1	Physikalische Größen und Einheiten — SI-System	13
2.1.1	Definition der Basiseinheiten Länge, Zeit und Masse	13
2.2	Physikalische Gesetze	16
2.3	Modelle — Ähnlichkeiten in Physik und Biologie	16
3	Mechanik	17
3.1	Mechanik starrer Körper	17
3.1.1	Bewegungslehre (Kinematik)	17
3.1.2	Lehre von den Kräften (Dynamik)	20
3.1.3	Beispiele für Kräfte	20
3.1.4	Arbeit, Energie, Leistung	22
3.1.5	Stoß, Kraftstoß, Impuls	23
3.1.6	Drehmoment, Hebelgesetz	23
3.1.7	Trägheitsmoment, Drehimpuls	24
3.1.8	Schwerpunkt, Gleichgewicht	24
3.1.9	Erhaltungssätze für Energie, Impuls, Drehimpuls	25
3.2	Mechanik deformierbarer Körper	26
3.2.1	Mikroskopische Eigenschaften	26
3.2.2	Aggregatzustände	27
3.2.3	Stoffmenge und Dichte	28
3.2.4	Grenzflächen	28
3.2.5	Festkörper — Verformung	30
3.2.6	Flüssigkeiten und Gase — statische Prozesse	32
3.2.7	Flüssigkeiten und Gase — dynamische Prozesse	34
4	Akustik — Medizinische Akustik	39
4.1	Schwingungen	39
4.1.1	Harmonische Schwingungen	39
4.1.2	Gedämpfte und ungedämpfte Schwingungen	40
4.1.3	Überlagerung von Schwingungen, Resonanz	41
4.1.4	Anharmonische Schwingungen — Schwingungsanalyse nach Fourier	41

4.2	Wellen	42
4.2.1	Kennwerte	42
4.2.2	Wellenarten, Longitudinal- und Transversalwellen	42
4.2.3	Interferenz, Beugung, Polarisierung	42
4.2.4	Dopplereffekt	43
4.3	Schall	43
4.3.1	Schallarten	43
4.3.2	Schallausbreitung, Schallfeldgrößen	44
4.3.3	Physiologische Akustik	44
4.3.4	Das Ohr — physikalische Grundlagen	46
4.4	Ultraschall	47
4.4.1	Erzeugung und Nachweis von Ultraschall	47
4.4.2	Ausbreitung von Ultraschall	48
4.4.3	Ultraschallanwendung in Diagnostik und Therapie	49
4.4.4	Wechselwirkung von Ultraschall mit der Materie — biologische Wirkungen	50
5	Wärmelehre	51
5.1	Temperatur	51
5.1.1	Temperaturskalen	51
5.1.2	Temperaturmessung	52
5.1.3	Ausdehnung durch Wärme	53
5.1.4	Ideale Gase — Zustandsgleichung	54
5.1.5	Gleichverteilungssatz	54
5.1.6	Partialdruck	55
5.1.7	Reale Gase	55
5.1.8	Zustandsdiagramm	55
5.1.9	Adiabatische Zustandsänderungen	56
5.2	Wärme als Energie	56
5.2.1	Wärmemenge, Wärmekapazität	56
5.2.2	Transportvorgänge — thermische Bewegung	57
5.3	Phasenumwandlungen	60
5.3.1	Dampfdruck — Phasendiagramm	61
5.3.2	Dampfdruckerniedrigung, Siedepunkterhöhung, Gefrierpunkterniedrigung	62
5.3.3	Absorption von Gasen	62
5.4	Luftfeuchtigkeit	63
5.5	Hauptsätze der Wärmelehre	63
5.5.1	Der 1. Hauptsatz	63
5.5.2	Der 2. Hauptsatz	64
5.6	Zum Wärmehaushalt des Menschen	64
5.7	Wirkung tiefer Temperaturen auf biologisches Gewebe	64
5.8	Gasvolumina in der Physiologie und Lungenfunktionsdiagnostik	65
6	Elektrizitätslehre — Bioelektrik	67
6.1	Wichtige Grundgrößen	67
6.1.1	Elektrische Leistung und Energie	67
6.2	Elektrostatik	68
6.2.1	Ladung — elektrisches Feld	68
6.2.2	Dipol — Dipolfeld	69
6.2.3	Potential und Spannung	69
6.2.4	Materie im elektrischen Feld	70
6.2.5	Kapazität, Kondensator	71
6.3	Magnetostatik	72
6.3.1	Magnetfeld — magnetische Feldstärke	72
6.3.2	Stromdurchflossene Leiter	73
6.3.3	Materie im magnetischen Feld	74
6.4	Magnetodynamik	74
6.4.1	Induktion	74

6.4.2	Selbstinduktion	75
6.5	Gleichstromkreis	76
6.5.1	Elektrischer Widerstand	76
6.5.2	Ohmsches Gesetz	77
6.5.3	Elektrische Netzwerke	78
6.5.4	Kirchhoffsche Regeln	78
6.5.5	Spannungsteiler	79
6.5.6	Innenwiderstand	79
6.6	Wechselstromkreis	80
6.6.1	Kenngrößen des Wechselstromkreises	81
6.6.2	Elektromagnetische Schwingungen	82
6.6.3	Elektrische Filter	83
6.7	Physikalische Grundlagen einiger elektronischer Bauelemente	83
6.7.1	Thermospannung — thermoelektrischer Effekt	83
6.7.2	Halbleiterbauelemente	84
6.7.3	Elektronen im Vakuum	84
6.7.4	Gasentladungen	85
6.7.5	Elektrische Leitung in Elektrolyten, Elektrolyse	85
6.7.6	Elektrophorese	86
6.8	Grenzflächen — elektrische Phänomene	87
6.8.1	Elektrische Spannungen an Grenzflächen	87
6.8.2	Diffusionspotential an Membranen	88
6.8.3	Membranpotential an biologischen Membranen	88
6.8.4	Elektrische Polarisierung	89
6.8.5	Bezugselektroden, Messelektroden	90
6.9	Elektrounfälle — Schutzmaßnahmen	90
6.9.1	Elektromagnetische Wellen im biologischen Gewebe	90
6.9.2	Unfallgefahren und Schutz bei Wechselstrom	90
7	Messwertverarbeitung — Grundlagen der Regelprozesse in der Medizin	93
7.1	Messwertverarbeitung	93
7.1.1	Messwertaufnehmer (Sensoren)	93
7.1.2	Signal und Information	94
7.1.3	Signalarten	94
7.1.4	Analog-Digital-Wandlung	94
7.1.5	Signalverarbeitung	95
7.1.6	Signaldarstellung	95
7.2	Grundlagen der Regelprozesse	96
7.2.1	Grundlagen	96
7.2.2	Biologische Regelkreise	96
8	Optik	97
8.1	Licht als elektromagnetische Welle	97
8.2	Geometrische Optik	98
8.2.1	Ausbreitung des Lichtes	98
8.2.2	Reflexion	98
8.2.3	Brechung	100
8.2.4	Optische Abbildungen	101
8.3	Wellenoptik	105
8.3.1	Polarisation	105
8.3.2	Interferenz und Kohärenz	106
8.3.3	Beugung	106
8.4	Optische Geräte und Systeme in Medizin und Technik	107
8.4.1	Mikroskop (Lichtmikroskop)	107
8.4.2	Elektronenmikroskop	109
8.4.3	Weitere Verfahren der Mikroskopie	109
8.5	Das Auge — physikalische Grundlagen	111

8.5.1	Die optische Abbildung im menschlichen Auge (Dioptrik)	111
8.5.2	Korrektur von Augenfehlern	112
8.5.3	Empfindlichkeit und zeitliches Auflösungsvermögen des Auges	113
8.5.4	Physiologische Aspekte — Farbsehen	113
8.6	Charakterisierung von Licht und Strahlung	113
8.6.1	Strahlungs- und Lichtmessgrößen (Photometrie)	114
8.6.2	Optische Absorption und Extinktion	116
8.6.3	Temperaturstrahlung	117
8.7	Quantenoptik	117
9	Atom- und Kernphysik	119
9.1	Aufbau der Atome	119
9.2	Elektronenhülle — Bohrsches Atommodell	119
9.2.1	Energiezustände — Lichtemission	119
9.2.2	Spektren — Spektralphotometrie	121
9.2.3	Laser	121
9.3	Atomkern	122
9.4	Radioaktivität	123
9.4.1	Kernumwandlungen	123
9.4.2	Gesetz des radioaktiven Zerfalls	124
9.4.3	Natürliche und künstliche Radioaktivität	125
9.5	Röntgenstrahlung	126
9.5.1	Erzeugung der Röntgenstrahlung	126
9.5.2	Eigenschaften und Nachweis von Gamma- und Röntgenstrahlung	127
9.6	Wechselwirkungen zwischen Strahlung und Materie	128
9.7	Dosimetrie	130
9.8	Biologische Wirkung ionisierender Strahlen	131
9.9	Strahlenschutz	133
10	Medizinische Radiologie	137
10.1	Röntgendiagnostik	137
10.2	Nuklearmedizin	139
10.2.1	Messtechnik	139
10.3	Strahlentherapie	141
10.3.1	Bestrahlungsarten	141
10.3.2	Vorteile ultraharter gegenüber energieärmerer Photonen-Strahlung	141
10.3.3	Vorteile hochenergetischer Elektronenstrahlen	142
10.3.4	Elektronenbeschleuniger	142
10.3.5	Räumliche Dosisverteilung, Bestrahlungsmethoden	143
10.3.6	Bestrahlungsplanung	143
11	Bildgebende Verfahren	145
11.1	Prinzipien der Abbildung	145
11.1.1	Planare Abbildung	145
11.1.2	Digitale Bildaufnahme	146
11.1.3	Konfokale Abbildung	146
11.1.4	Tomographie	146
11.1.5	Funktionelle Bildgebung	147
11.2	Bildgebung mit Hilfe ionisierender Strahlung: Röntgen	147
11.2.1	Planares Röntgen	147
11.2.2	Röntgen-Computertomographie	148
11.3	Bildgebung durch nuklearmedizinische Verfahren	148
11.3.1	Szintillationskamera (Gamma-Kamera)	149
11.3.2	Planare Szintigraphie	149
11.3.3	Emissions-Computer-Tomographie, SPECT	149
11.3.4	Positronen-Emissions-Tomographie (PET)	149
11.4	Verfahren ohne Einsatz ionisierender Strahlung	150

11.4.1	Ultraschall	150
11.4.2	Kernmagnetische Resonanz (NMR)	151
11.4.3	Magnetische Resonanztomographie (MRT)	151
A	Anhang: Wichtige Größen und Konstanten	153