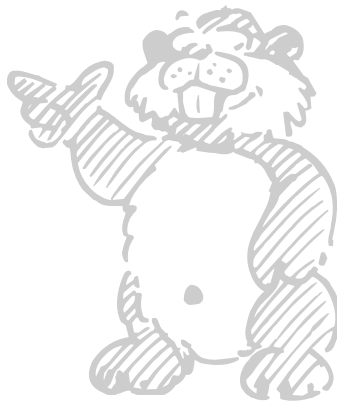


K. Dähnert  
K. Arnold

# **Physik für Mediziner**



# Inhaltsverzeichnis

---

<b>0</b>	<b>Physikalische Größen</b>	<b>10</b>
0.1	Größe, Einheit, Zahlenwert	10
0.2	Grundeinheiten des SI	10
0.3	Supplementeinheiten des SI	11
0.4	Abgeleitete Einheiten im SI	12
0.5	Dezimale Vielfache und Teile im SI	13
<b>1</b>	<b>Biomechanik</b>	<b>14</b>
1.1	<b>Darstellung elementarer Bewegungen</b>	<b>14</b>
1.1.1	Geschwindigkeit	15
1.1.2	Beschleunigung	15
1.1.3	Orts-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsvektoren	16
1.1.4	Beispiele eindimensionaler Bewegungen	17
1.1.5	Gleichförmige Kreisbewegung	19
1.2	<b>Kräfte</b>	<b>20</b>
1.2.1	Newtonsche Axiome	20
1.2.2	Zusammensetzen und Zerlegen von Kräften	21
1.2.3	Beispiele für Kräfte	22
1.2.4	Zusammenwirken von Kräften bei der Sedimentation	28
1.3	<b>Mechanische Energie</b>	<b>30</b>
1.3.1	Physikalische Arbeit	30
1.3.2	Potentielle und kinetische Energie	31
1.3.3	Energieerhaltungssatz der Mechanik	32
1.4	<b>Impuls und Impulserhaltung</b>	<b>35</b>
1.4.1	Elastischer Stoß zweier Teilchen	36
1.4.2	Vollkommen unelastischer Stoß	37
1.4.3	Massenmittelpunkt (Schwerpunkt)	37
1.5	<b>Bewegung starrer Körper</b>	<b>39</b>
1.5.1	Translation und Rotation	39
1.5.2	Die kinetische Energie des starren Körpers	40
1.5.3	Analogien zwischen Translation und Rotation	40

<b>2</b>	<b>Deformationen fester Körper</b>	<b>43</b>
<b>2.1</b>	<b>Elastische Deformationen</b>	<b>43</b>
2.1.1	Einfache Dehnung	43
2.1.2	Biegung	45
2.1.3	Allseitige Kompression	46
2.1.4	Einfache Scherung	47
2.1.5	Verdrillung (Torsion)	48
2.1.6	Homogenität und Isotropie	49
<b>2.2</b>	<b>Plastische Deformation</b>	<b>50</b>
<b>2.3</b>	<b>Viskoelastisches Verhalten</b>	<b>51</b>
<b>3</b>	<b>Flüssigkeiten und Gase</b>	<b>53</b>
<b>3.1</b>	<b>Hydrostatik</b>	<b>53</b>
3.1.1	Pascalsches Gesetz	53
3.1.2	Schweredruck in Flüssigkeiten	54
3.1.3	Flüssigkeitsmanometer	54
3.1.4	Blutdruck (venös)	55
3.1.5	Flüssigkeitsdruck in elastisch gedehnten Gefäßen	55
3.1.6	Blutdruck (arteriell)	56
3.1.7	Oberflächenspannung, spezifische Grenzflächenenergie	57
<b>3.2</b>	<b>Gasgesetze</b>	<b>60</b>
3.2.1	Zustandsgleichung idealer Gase	60
3.2.2	Lunge als offenes System	61
3.2.3	Gasgemische	62
3.2.4	Lösen von Gasen in Flüssigkeiten	63
3.2.5	Verdunsten und Verdampfen von Flüssigkeiten	63
3.2.6	Atmosphäre im Schwerfeld der Erde	65
<b>3.3</b>	<b>Strömende Flüssigkeiten und Gase</b>	<b>66</b>
3.3.1	Flüssigkeitsstromstärke	66
3.3.2	Gleichung von Bernoulli	67
3.3.3	Hydrodynamisches Paradoxon	69
3.3.4	Strömung realer (reibungbehafteter) Flüssigkeiten	70
3.3.5	Das Hagen-Poiseuillesche Gesetz	71
3.3.6	Parallel- und in Reihe durchströmte Rohre	72
3.3.7	Laminare und turbulente Strömung	73

<b>4</b>	<b><i>Diffusion und Osmose</i></b>	<b>75</b>
<b>4.1</b>	<b>Universelle Teilchenbewegung</b>	<b>75</b>
4.1.1	Temperatur und Energie der Teilchen	75
4.1.2	Thermische Geschwindigkeit	75
4.1.3	Brownsche Molekularbewegung	76
<b>4.2</b>	<b>Diffusion</b>	<b>77</b>
4.2.1	Diffusionsstrom	77
4.2.2	Diffusion und Konzentrationsausgleich	78
4.2.3	Stationäre Diffusion	78
<b>4.3</b>	<b>Osmose</b>	<b>80</b>
4.3.1	Pfeffersche Zelle	80
4.3.2	van't Hoff'sche Formel	80
4.3.3	Isotonische Lösungen	81
<b>4.4</b>	<b>Elektrisches Diffusionspotential</b>	<b>82</b>
4.4.1	Ruhepotential	82
4.4.2	Aktionspotential	83
<b>5</b>	<b><i>Wärme und Wärmetransport</i></b>	<b>85</b>
<b>5.1</b>	<b>Temperaturmessung</b>	<b>85</b>
5.1.1	Ausdehnungsthermometer	85
5.1.2	Widerstandsthermometer	86
5.1.3	Thermoelement	86
5.1.4	Flüssigkristalle als Thermometer	87
5.1.5	Infrarotthermographie	87
<b>5.2</b>	<b>Messung von Wärmemengen</b>	<b>88</b>
5.2.1	Grundgleichung der Wärmemessung	88
5.2.2	Wärmemenge und Phasenumwandlung	88
5.2.3	Temperaturnausgleich	89
<b>5.3</b>	<b>Wärmetransportmechanismen</b>	<b>90</b>
5.3.1	Wärmeleitung	90
5.3.2	Konvektion	91
5.3.3	Verdunstung	91
5.3.4	Wärmestrahlung	92
<b>5.4</b>	<b>Erster Hauptsatz der Wärmelehre</b>	<b>92</b>
5.4.1	Arbeitsleistung thermischer Systeme	92
5.4.2	Kreisprozesse	93
5.4.3	Innere Energie	94

<b>6</b>	<b>Medizinische Akustik</b>	<b>95</b>
<b>6.1</b>	<b>Schallwellen</b>	<b>95</b>
6.1.1	Wellenlänge und Frequenz	95
6.1.2	Schallfeldgrößen	96
6.1.3	Bewertung des Schalls durch das menschliche Gehör	97
<b>6.2</b>	<b>Schallerzeugung</b>	<b>100</b>
6.2.1	Die Saite	100
6.2.2	Schwingende Luftsäulen	101
6.2.3	Elektrisch- akustische Wandler	102
<b>6.3</b>	<b>Ultraschallanwendungen in der Medizin</b>	<b>102</b>
6.3.1	Blutströmungsmessung mit Dopplereffekt	102
6.3.2	Ultraschalltherapie	104
6.3.3	Ultraschallsonographie	105
<b>7</b>	<b>Elektrizitätslehre</b>	<b>108</b>
<b>7.1</b>	<b>Elektrostatik</b>	<b>108</b>
7.1.1	Coulombsches Gesetz	108
7.1.2	Elektrische Felder	109
7.1.3	Materie im elektrischen Feld	111
7.1.4	Elektrisches Potential	112
7.1.5	Anwendungen statischer elektrischer Felder	114
<b>7.2</b>	<b>Elektrischer Strom</b>	<b>118</b>
7.2.1	Ohmsches Gesetz	118
7.2.2	Spezifische Leitfähigkeit	120
7.2.3	Temperaturabhängigkeit des spezifischen Widerstands	121
<b>7.3</b>	<b>Einfache elektrische Netzwerke</b>	<b>122</b>
7.3.1	Die Kirchhoffschen Regeln	122
7.3.2	Reihen- und Parallelschaltung, Ersatzwiderstand	124
7.3.3	Elektrische Arbeit und Leistung im Gleichstromkreis	127
7.3.4	Spannungsquellen	127
<b>7.4</b>	<b>Magnetische Wirkung des elektrischen Stroms</b>	<b>129</b>
7.4.1	Einfache magnetische Felder	129
7.4.2	Die Lorentzkraft	130
7.4.3	Elektromagnetische Induktion	132
<b>7.5</b>	<b>Wechselstrom und Wechselspannung</b>	<b>134</b>
7.5.1	Graphische Darstellung	136
7.5.2	Strom und Spannung an Grundbauelementen	137
7.5.3	Einfache Netzwerke der Wechselstromtechnik	137
7.5.4	Energie und Leistung im Wechselstromkreis	140

<b>7.6</b>	<b>Anwendungen des elektrischen Stroms zur Therapie</b>	<b>142</b>
7.6.1	Primäre Stromwirkung - Elektrounfall	142
7.6.2	Iontophorese - Elektroporation	143
7.6.3	Reizstromtherapie, Herzschrittmacher, Elektroschock	143
7.6.4	Elektrochirurgie	143
7.6.5	Hochfrequenztherapie	144
<b>7.7</b>	<b>Anwendung von Elektronik in der Diagnostik</b>	<b>146</b>
7.7.1	Spektraldarstellung von Signalen	146
7.7.2	Frequenzgang von Signalübertragungssystemen	146
7.7.3	Zeitkonstante und Übergangsfunktion	147
<b>7.8</b>	<b>Elektromagnetische Wellen</b>	<b>149</b>
7.8.1	Interferenz und Beugung von Wellen	150
7.8.2	Wellen und Teilchen	151
7.8.3	MR- Spektroskopie und -Tomographie	153
<b>8</b>	<b>Röntgenstrahlen</b>	<b>155</b>
<b>8.1</b>	<b>Erzeugung von Röntgenstrahlen</b>	<b>155</b>
8.1.1	Aufbau und Wirkungsweise einer Röntgenröhre	155
8.1.2	Bremsstrahlung und charakteristische Strahlung	156
8.1.3	Erzeugung besonders harter Röntgenstrahlung	158
<b>8.2</b>	<b>Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Materie</b>	<b>159</b>
8.2.1	Allgemeines Absorptionsgesetz	159
8.2.2	Primäreffekte der Wechselwirkung	161
8.2.3	Interferenz von Röntgenstrahlen	163
<b>8.3</b>	<b>Grundlagen der Röntgendiagnostik</b>	<b>165</b>
8.3.1	Grundprinzip der klassischen Röntgenabbildung	165
8.3.2	Unzulänglichkeiten der Zentralprojektion	166
8.3.3	Grundprinzip der Computertomographie	167
<b>9</b>	<b>Physikalische Grundlagen der Nuklearmedizin</b>	<b>169</b>
<b>9.1</b>	<b>Grundlagen der Kernphysik</b>	<b>169</b>
9.1.1	Aufbau der Atomkerne	169
9.1.2	Massendefekt und Kernbindungsenergie	171
9.1.3	Kernfusion und Kernspaltung	171
<b>9.2</b>	<b>Radioaktivität</b>	<b>173</b>
9.2.1	Arten des Radioaktiven Zerfalls	173
9.2.2	Zerfallsgesetz und Aktivität	176
9.2.3	Natürliche und künstliche Radioaktivität	177

<b>9.3</b>	<b>Nachweismethoden, Dosierung und Anwendungsgebiete von Radionukliden in der Medizin</b>	<b>179</b>
9.3.1	Nachweismethoden	179
9.3.2	Anwendung von Radionukliden in der Medizin	182
9.3.3	Dosimetrie und Strahlenschutz	185
<b>10</b>	<b>Medizinische Optik</b>	<b>187</b>
<b>10.1</b>	<b>Das abbildende System Auge</b>	<b>187</b>
10.1.1	Brechung des Lichts und Reflexion	187
10.1.2	Abbildung mit Hilfe von Linsen	191
10.1.3	Das Reduzierte Auge	195
10.1.4	Fehlsichtigkeiten	197
10.1.5	Das Auflösungsvermögen des Auges	198
<b>10.2</b>	<b>Abbildung durch optische Instrumente</b>	<b>199</b>
10.2.1	Schwinkelvergrößerung von Lupe und Mikroskop	200
10.2.2	Das Auflösungsvermögen des Mikroskops	202
10.2.3	Methoden der Kontrasterzeugung	203
10.2.4	Elektronenmikroskopie	205
<b>10.3</b>	<b>Konzentrationsbestimmung mit optischen Methoden</b>	<b>207</b>
10.3.1	Das Fotometer	207
10.3.2	Das Polarimeter	208
<b>Index</b>		<b>209</b>