

# Inhaltsverzeichnis

Physik – Naturwissenschaft und Grundlage der Technik	8	2.4.5	Auflagerkräfte	53
<b>1 Physikalische Größen und ihre Messung</b>	<b>10</b>	2.4.6	Schwerpunkt	54
<b>1.1 Physikalische Größen</b>	<b>10</b>	2.4.7	Gleichgewichtsarten	54
<b>1.2 Internationales Einheitensystem SI</b>	<b>11</b>	2.4.8	Standicherheit	55
1.2.1 Basisgrößen	11	<b>2.5 Arbeit und Energie</b>	<b>57</b>	
1.2.2 Abgeleitete Größen	12	2.5.1 Mechanische Arbeit	57	
1.2.3 Vorsätze zu Einheiten	13	2.5.2 Arten mechanischer Arbeit	57	
<b>1.3 Grundbegriffe der Messtechnik</b>	<b>14</b>	2.5.3 Energie	58	
<b>1.4 Rechnen mit Messwerten</b>	<b>15</b>	2.5.4 Energieerhaltungssatz der Mechanik	59	
1.4.1 Signifikante Ziffern	15	2.5.5 Rotationsenergie, Trägheitsmoment	61	
1.4.2 Runden	16	2.5.6 Vergleich von Translation und Rotation	63	
1.4.3 Mittelwertbildung	16	<b>2.6 Mechanische Hilfen und Bauteile</b>	<b>65</b>	
1.4.4 Rechnen mit Messwerten	16	<b>2.7 Leistung</b>	<b>67</b>	
<b>2 Mechanik der festen Körper</b>	<b>18</b>	<b>2.8 Wirkungsgrad</b>	<b>69</b>	
<b>2.1 Grundgrößen der Mechanik</b>	<b>18</b>	<b>2.9 Mechanisch-technologische Eigenschaften der Feststoffe</b>	<b>70</b>	
2.1.1 Länge	18	<b>Gemischte Aufgaben</b>	<b>72</b>	
2.1.2 Fläche	20	<b>3 Mechanische Schwingungen und Wellen</b>	<b>74</b>	
2.1.3 Volumen	21	<b>3.1 Mechanische Schwingungen</b>	<b>74</b>	
2.1.4 Winkel	22	3.1.1 Federpendel	74	
2.1.5 Masse	23	3.1.2 Größen von Schwingungen	75	
2.1.6 Dichte	24	3.1.3 Schwingungsgleichung	75	
2.1.7 Zeit	25	3.1.4 Periodendauer des Federpendels	76	
<b>2.2 Bewegungslehre</b>	<b>27</b>	3.1.5 Energie der Federschwingung	77	
2.2.1 Bewegungsarten	27	3.1.6 Fadenpendel	78	
2.2.2 Gleichförmig geradlinige Bewegung	28	3.1.7 Dämpfung von Schwingungen	78	
2.2.3 Gleichmäßig beschleunigte Bewegung aus der Ruhe	29	3.1.8 Erzwungene Schwingung – Resonanz	79	
2.2.4 Freier Fall	30	3.1.9 Technische Bedeutung der Resonanz	80	
2.2.5 Gleichmäßig beschleunigte Bewegung mit Anfangsgeschwindigkeit	31	<b>3.2 Mechanische Wellen</b>	<b>82</b>	
2.2.6 Gleichmäßig verzögerte Bewegung	31	3.2.1 Erzeugen mechanischer Wellen	82	
2.2.7 Zusammengesetzte geradlinige Bewegungen	33	3.2.2 Größen zur Beschreibung von Wellen	83	
2.2.8 Gleichförmige Drehbewegung	34	3.2.3 Wellengleichung	84	
<b>2.3 Kräfte</b>	<b>36</b>	3.2.4 Wellenarten	84	
2.3.1 Das Wesen der Kraft	36	3.2.5 Überlagerung von Wellen	85	
2.3.2 Die Trägheit der Körper	37	3.2.6 Ausbreitung von Wellen	86	
2.3.3 Grundgesetz der Dynamik	38	3.2.7 Interferenz kreisförmiger Wellen	86	
2.3.4 Gewichtskraft	39	<b>4 Akustik</b>	<b>88</b>	
2.3.5 Federkraft	40	<b>4.1 Schallerreger</b>	<b>88</b>	
2.3.6 Reibungskräfte	42	<b>4.2 Schallwellen, Schallausbreitung</b>	<b>89</b>	
2.3.7 Kräfte bei Drehbewegungen	45	<b>4.3 Aufzeichnung und Beschreibung von Schallschwingungen</b>	<b>89</b>	
2.3.8 Zusammensetzen und Zerlegen von Kräften	47	<b>4.4 Schallgeschwindigkeit</b>	<b>90</b>	
2.3.9 Kräftegleichgewicht	48	<b>4.5 Schallempfänger</b>	<b>91</b>	
<b>2.4 Drehmoment und Hebel</b>	<b>50</b>	<b>4.6 Lautstärke und ihre Messung</b>	<b>91</b>	
2.4.1 Drehmoment	50	<b>4.7 Ton, Klang, Geräusch</b>	<b>92</b>	
2.4.2 Hebel	50	<b>4.8 Technische Anwendungen</b>	<b>93</b>	
2.4.3 Drehmomentengleichgewicht	51	<b>4.9 Sonderphänomene des Schalls</b>	<b>94</b>	
2.4.4 Technische Anwendungen des Hebels	52	<b>4.10 Schallschutzmaßnahmen</b>	<b>95</b>	
		<b>4.11 Technische Anwendungen Ultraschall</b>	<b>96</b>	
		<b>Gemischte Aufgaben</b>	<b>97</b>	

<b>5</b>	<b>Mechanik der Flüssigkeiten und Gase</b>	<b>98</b>	6.4.3	Schmelzen und Erstarren	138
			6.4.4	Verdampfen und Kondensieren	139
			6.4.5	Gesamtwärmemenge	140
<b>5.1</b>	<b>Flüssigkeiten</b>	<b>98</b>	<b>6.5</b>	<b>Kalorische Mischungen</b>	<b>141</b>
5.1.1	Eigenschaften von Flüssigkeiten	98	6.5.1	Kalorimeter	141
5.1.2	Druck in Flüssigkeiten	100	6.5.2	Wärmeenergiebilanzen	142
5.1.3	Technische Anwendungen des Drucks	101	<b>6.6</b>	<b>Wärmeübertragung</b>	<b>143</b>
5.1.4	Hydrostatischer Druck	103	6.6.1	Wärmeleitung	143
5.1.5	Anwendungen hydrostatischer Druck	104	6.6.2	Konvektion (Wärmeströmung)	145
5.1.6	Auftrieb in Flüssigkeiten	105	6.6.3	Wärmedurchgang durch eine Wand	146
5.1.7	Dichtebestimmung mit der Auftriebsmethode	106	6.6.4	Wärmestrahlung	147
5.1.8	Versinken und Schwimmen	106	6.6.5	Technische Wärmeübertragungen	149
5.1.9	Auftrieb bei Hohlkörpern	107	<b>6.7</b>	<b>Technische Wärmeerzeugung und Energiegewinnung</b>	<b>151</b>
<b>5.2</b>	<b>Gase</b>	<b>108</b>	6.7.1	Verbrennung fossiler Brennstoffe	151
5.2.1	Eigenschaften der Gase	108	6.7.2	Heizen mit elektrischem Strom	153
5.2.2	Luftdruck	109	6.7.3	Stromerzeugung im Kernkraftwerk	154
5.2.3	Messung des Luftdrucks	110	6.7.4	Wasserkraftwerke	154
5.2.4	Wirkungen des Luftdrucks	110	6.7.5	Windkraftanlagen	155
5.2.5	Druck und Volumen einer eingeschlossenen Gasportion	112	6.7.6	Nutzung der Solarenergie	156
5.2.6	Angabe von Druckwerten	112	6.7.7	Solartechniken der Zukunft	157
5.2.7	Anwendungen des Luftdrucks	113	6.7.8	Energiewende	158
5.2.8	Pumpen und Verdichter	114	<b>6.8</b>	<b>Wärmekraftmaschinen</b>	<b>159</b>
<b>5.3</b>	<b>Strömende Flüssigkeiten und Gase</b>	<b>115</b>	6.8.1	Kolbendampfmaschinen	159
5.3.1	Strömungsarten	115	6.8.2	Verbrennungsmotoren	159
5.3.2	Volumenstrom, Strömungsgeschwindigkeit	116	6.8.3	Dampfturbinen	161
5.3.3	Druckarten in strömenden Fluiden	117	6.8.4	Gasturbinen	161
5.3.4	Wirkungen und Anwendungen	118	6.8.5	Flugzeug- und Raketenantriebe	162
5.3.5	Innere Reibung, Viskosität	120	<b>Gemischte Aufgaben</b>	<b>163</b>	
5.3.6	Strömungsformen	121	<b>7</b>	<b>Gase und Gasgemische</b>	<b>164</b>
5.3.7	Strömungswiderstand	121	<b>7.1</b>	<b>Zustandsänderungen idealer Gase</b>	<b>165</b>
5.3.8	Druckverlust in Rohrleitungen	122	7.1.1	Isotherme Zustandsänderung	165
5.3.9	Dynamischer Auftrieb am Tragflügel	123	7.1.2	Isobare Zustandsänderung	166
<b>Gemischte Aufgaben</b>	<b>124</b>		7.1.3	Isochore Zustandsänderung	167
<b>6</b>	<b>Wärmelehre</b>	<b>125</b>	7.1.4	Allgemeine Zustandsänderung	168
			7.1.5	Adiabatische Zustandsänderung	169
<b>6.1</b>	<b>Temperatur und ihre Messung</b>	<b>125</b>	<b>7.2</b>	<b>Zustandsänderungen realer Gase</b>	<b>170</b>
6.1.1	Temperaturskalen	125	7.2.1	Van der Waals'sche Zustandsgleichung	171
6.1.2	Temperaturmessung	126	7.2.2	Kritische Temperatur, kritischer Druck	171
<b>6.2</b>	<b>Wärmeausdehnung der Stoffe</b>	<b>128</b>	<b>7.3</b>	<b>Gastechnische Anwendungen</b>	<b>172</b>
6.2.1	Längenausdehnung fester Stoffe	128	7.3.1	Verflüssigung von Gasen	172
6.2.2	Volumenausdehnung fester Stoffe	129	7.3.2	Kühlschrank	172
6.2.3	Wärmeausdehnung in der Technik	129	7.3.3	Wärmepumpe	173
6.2.4	Wärmeausdehnung von Flüssigkeiten	130	<b>7.4</b>	<b>Gasgemische</b>	<b>174</b>
6.2.5	Anomalie des Wassers	131	7.4.1	Zustandsgrößen idealer Gasgemische	174
6.2.6	Wärmeausdehnung von Gasen	132	7.4.2	Gehaltsgrößen von Gasgemischen	175
<b>6.3</b>	<b>Wesen der Wärme</b>	<b>134</b>	<b>7.5</b>	<b>Feuchte Luft</b>	<b>176</b>
6.3.1	Wärme – eine Energieform	134	7.5.1	Partialdampfdruck feuchter Luft	176
6.3.2	Kinetische Vorstellung der Wärme	134	7.5.2	Kenngößen der Luftfeuchtigkeit	177
6.3.3	Wärmemenge	135	7.5.3	Messung der Luftfeuchtigkeit	178
6.3.4	Spezifische Wärmekapazität	136	7.5.4	Klimatisierung von Räumen	179
<b>6.4</b>	<b>Aggregatzustände und Zustandsänderungen</b>	<b>137</b>	<b>7.6</b>	<b>Verdampfen von Flüssigkeiten</b>	<b>180</b>
6.4.1	Aggregatzustände	137	7.6.1	Dampfdruckkurve von Flüssigkeiten	180
6.4.2	Umwandlungstemperaturen	137	7.6.2	Dampfdruck von Gemischen	180
			<b>7.7</b>	<b>Destillieren</b>	<b>181</b>
			<b>Gemischte Aufgaben</b>	<b>182</b>	

<b>8</b>	<b>Optik</b>	<b>183</b>	<b>8.9</b>	<b>Wellenoptik</b>	<b>226</b>
<b>8.1</b>	<b>Grundeigenschaften des Lichts</b>	<b>183</b>	8.9.1	Das Licht als elektromagnetische Welle	226
8.1.1	Lichtwahrnehmung und Sehen	183	8.9.2	Beugung von Wellen	226
8.1.2	Reflexion, Absorption, Durchlässigkeit	183	8.9.3	Lichtbeugung am Beugungsgitter	227
8.1.3	Wesen des Lichts	184	8.9.4	Reflexion von Lichtwellen	229
8.1.4	Ausbreitung des Lichts	185	8.9.5	Brechung von Lichtwellen	229
8.1.5	Absorption des Lichts	187	8.9.6	Farberscheinungen an Schichten	230
<b>8.2</b>	<b>Reflexion des Lichts</b>	<b>188</b>	8.9.7	Entspiegelung von Gläsern	230
8.2.1	Reflexionsgesetze am ebenen Spiegel	188	8.9.8	Polarisiertes Licht	230
8.2.2	Bildentstehung am ebenen Spiegel	189	8.9.9	Laserlicht	231
8.2.3	Anwendungen ebener Spiegel	190	8.9.10	Spektrum elektromagnetische Wellen	233
8.2.4	Reflexion am Hohlspiegel	192	<b>Gemischte Aufgaben</b>	<b>234</b>	
8.2.5	Bildentstehung am Hohlspiegel	193	<b>9</b>	<b>Elektrizitätslehre</b>	<b>235</b>
8.2.6	Reflexion am Wölbspiegel	194	<b>9.1</b>	<b>Elektrische Ladung</b>	<b>235</b>
8.2.7	Bildentstehung am Wölbspiegel	194	<b>9.2</b>	<b>Elektrisches Feld</b>	<b>237</b>
8.2.8	Technische Anwendungen	194	9.2.1	Darstellung durch Feldlinien	237
<b>8.3</b>	<b>Brechung des Lichts</b>	<b>196</b>	9.2.2	Technische Anwendungen	238
8.3.1	Brechungsgesetz	196	<b>9.3</b>	<b>Elektrische Spannung</b>	<b>239</b>
8.3.2	Optische Effekte durch Lichtbrechung	197	<b>9.4</b>	<b>Elektrischer Strom</b>	<b>240</b>
8.3.3	Totalreflexion	198	9.4.1	Stromkreis	241
8.3.4	Totalreflexion in der Natur	199	9.4.2	Stromstärke	241
8.3.5	Technische Anwendungen	199	9.4.3	Wirkungen des elektrischen Stroms	242
<b>8.4</b>	<b>Optische Linsen</b>	<b>202</b>	9.4.4	Messung Spannung, Stromstärke	242
8.4.1	Optische Wirkung, Linsenformen	202	<b>9.5</b>	<b>Plattenkondensator</b>	<b>243</b>
8.4.2	Strahlengang durch Sammellinsen	202	<b>9.6</b>	<b>Elektrische Leitungsvorgänge</b>	<b>245</b>
8.4.3	Strahlengang bei Zerstreuungslinsen	203	9.6.1	Stromleitung in Feststoffen	245
8.4.4	Abbildung durch Sammellinsen	204	9.6.2	Stromleitung in Flüssigkeiten	246
8.4.5	Fresnellinse	206	9.6.3	Stromleitung in Gasen	246
8.4.6	Abbildung durch Zerstreuungslinsen	206	<b>9.7</b>	<b>Elektrischer Widerstand</b>	<b>248</b>
8.4.7	Linsensysteme	207	9.7.1	Ohmsches Gesetz	248
<b>8.5</b>	<b>Das Auge</b>	<b>208</b>	9.7.2	Leiterwiderstand	249
8.5.1	Augenfehler und ihre Korrektur	209	9.7.3	Temperaturabhängigkeit	251
8.5.2	Erkennen der Größe und Entfernung	209	9.7.4	Technische Anwendungen	252
<b>8.6</b>	<b>Optische Geräte mit Linsen</b>	<b>210</b>	<b>9.8</b>	<b>Schaltungen elektrischer Widerstände</b>	<b>254</b>
8.6.1	Lupe	210	9.8.1	Reihenschaltung	254
8.6.2	Mikroskop	211	9.8.2	Technische Anwendungen	255
8.6.3	Fernrohre	212	9.8.3	Parallelschaltung	257
8.6.4	Projektoren	213	9.8.4	Technische Anwendungen	258
8.6.5	Fotoapparate	214	9.8.5	Gruppenschaltungen	259
8.6.6	Bewegungsmelder	215	9.8.6	Wheatstone'sche Brückenschaltung	261
<b>8.7</b>	<b>Farbenlehre</b>	<b>216</b>	<b>9.9</b>	<b>Elektrische Arbeit und Leistung</b>	<b>262</b>
8.7.1	Zerlegen des weißen Lichtes	216	9.9.1	Elektrische Arbeit	262
8.7.2	Spektralanalyse	217	9.9.2	Elektrische Leistung	263
8.7.3	Mischen von Farben	217	9.9.3	Wirkungsgrad	264
8.7.4	Farbdruck mit Druckmaschinen	219	<b>9.10</b>	<b>Stromversorgung und elektrische Installation</b>	<b>265</b>
8.7.5	Farbfotografie mit Fotopapier	219	9.10.1	Leitungsnetz	265
8.7.6	Kopierer	220	9.10.2	Elektrischer Anschluss	266
8.7.7	Drucker	221	9.10.3	Sicherungen	267
8.7.8	Flachbildschirm-Farbfernseher	221	<b>9.11</b>	<b>Gefahren des elektrischen Stroms</b>	<b>268</b>
<b>8.8</b>	<b>Lichttechnische Größen</b>	<b>223</b>	9.11.1	Wirkungen des Stroms im Körper	268
8.8.1	Lichtstrom	223	9.11.2	Fehlerarten, Berührungsarten	269
8.8.2	Lichtstärke	223	9.11.3	Schutzmaßnahmen	270
8.8.3	Beleuchtungsstärke	224	<b>Gemischte Aufgaben</b>	<b>272</b>	
8.8.4	Leuchtdichte	225			

<b>10</b>	<b>Magnetismus</b>	<b>273</b>	<b>12.3</b>	<b>Anwendungsgebiete der Informatik</b>	<b>321</b>
<b>10.1</b>	<b>Magnetische Stoffe</b>	<b>273</b>	<b>12.4</b>	<b>Internet</b>	<b>322</b>
10.1.1	Eigenschaften der Magnete	274	12.4.1	Netzwerke	322
10.1.2	Ursache des Magnetismus	275	12.4.2	Internetzugang	323
<b>10.2</b>	<b>Magnetisches Feld</b>	<b>276</b>	12.4.3	Vereinbarungen des Internets	324
10.2.1	Darstellung mit Feldlinien	276	12.4.4	Internetdienste	325
10.2.2	Eigenschaften der Magnetfelder	277	12.4.5	Datensicherheit	325
10.2.3	Magnetfeld der Erde	277	<b>13</b>	<b>Atom- und Kernphysik</b>	<b>326</b>
<b>10.3</b>	<b>Elektromagnetismus</b>	<b>278</b>	<b>13.1</b>	<b>Aufbau der Materie</b>	<b>326</b>
10.3.1	Magnetfeld eines Leiters	278	13.1.1	Rutherford'sches Atommodell	326
10.3.2	Leiterschleifen und Spulen	279	13.1.2	Bohr'sches Atommodell	327
10.3.3	Magnetische Größen	281	<b>13.2</b>	<b>Atombau und das Periodensystem</b>	<b>328</b>
10.3.4	Anwendungen	282	<b>13.3</b>	<b>Aufbau des Atomkerns</b>	<b>330</b>
<b>10.4</b>	<b>Kraftwirkungen im Magnetfeld</b>	<b>285</b>	<b>13.4</b>	<b>Isotope</b>	<b>331</b>
10.4.1	Leiter im Magnetfeld	285	<b>13.5</b>	<b>Vorgänge in der Atomhülle</b>	<b>331</b>
10.4.2	Lorentzkraft	286	<b>13.6</b>	<b>Röntgenstrahlen</b>	<b>332</b>
10.4.3	Leiterschleife im Magnetfeld	287	<b>13.7</b>	<b>Radioaktive Stoffe</b>	<b>332</b>
10.4.4	Prinzip des Gleichstrommotors	287	13.7.1	Strahlung radioaktiver Stoffe	332
10.4.5	Drehspulmesswerk	288	13.7.2	Radioaktiver Zerfall	333
10.4.6	Dreheisenmesswerk	288	13.7.3	Kennwerte des radioaktiven Zerfalls	334
10.4.7	Hall-Effekt	289	13.7.4	Messung radioaktiver Strahlung	335
<b>10.5</b>	<b>Magnetische Induktion</b>	<b>290</b>	13.7.5	Anwendung radioaktiver Stoffe	335
10.5.1	Induktion der Bewegung	290	<b>13.8</b>	<b>Radiocarbonmethode (Archäologie)</b>	<b>337</b>
10.5.2	Induktion durch Flussänderung	291	<b>13.9</b>	<b>Ionisierende Strahlung</b>	<b>338</b>
10.5.3	Wirbelströme	292	13.9.1	Strahlendosis	339
10.5.4	Selbstinduktion	293	13.9.2	Strahlenbelastung und -schäden	339
<b>10.6</b>	<b>Technische Anwendungen</b>	<b>295</b>	13.9.3	Diagnose mit ionisierender Strahlung	340
10.6.1	Wechselstromgenerator	295	13.9.4	Therapie mit ionisierender Strahlung	341
10.6.2	Drehstromgenerator	297	<b>13.10</b>	<b>Vorgänge bei der Kernspaltung</b>	<b>342</b>
10.6.3	Gleichstromgenerator	298	<b>13.11</b>	<b>Kerntechnik</b>	<b>343</b>
10.6.4	Transformator	299	13.11.1	Kernspaltung im Kernreaktor	343
10.6.5	Technische Anwendungen	300	13.11.2	Aufbau eines Kernreaktors	344
<b>10.7</b>	<b>Elektromotoren</b>	<b>302</b>	13.11.3	Reaktorsicherheit	344
10.7.1	Gleichstrommotoren	302	13.11.4	Entsorgung der Kernbrennstoffe	345
10.7.2	Drehstrommotoren	303	13.11.5	Risiken der Kernenergie	346
<b>Gemischte Aufgaben</b>		<b>304</b>	13.11.6	Rückbau von Kernkraftwerken	346
<b>11</b>	<b>Elektronik</b>	<b>305</b>	<b>13.12</b>	<b>Kernwaffen</b>	<b>347</b>
<b>11.1</b>	<b>Halbleiter-Werkstoffe</b>	<b>306</b>	<b>13.13</b>	<b>Kernfusion</b>	<b>347</b>
<b>11.2</b>	<b>pn-Übergang</b>	<b>307</b>	<b>Anhang</b>		<b>348</b>
<b>11.3</b>	<b>Halbleiterdioden</b>	<b>308</b>	<b>1</b>	<b>Physikalische Größen</b>	<b>348</b>
<b>11.4</b>	<b>Fotohalbleiter</b>	<b>310</b>	1.1	Basisgrößen	348
11.4.1	Fotoelemente und Solarzellen	310	1.2	Abgeleitete physikalische Größen	349
11.4.2	Fotodioden	310	1.3	Physikalische Konstanten	352
11.4.3	Leuchtdioden	311	1.4	Britisch-amerikanische Größen	352
11.4.4	Fotowiderstände	311	<b>2</b>	<b>Physikalische Eigenschaften von Stoffen</b>	<b>353</b>
<b>11.5</b>	<b>Transistoren</b>	<b>312</b>	2.1	Metalle und Metalllegierungen	353
11.5.1	Bipolare Transistoren	312	2.2	Nichtmetallische Werkstoffe	354
11.5.2	Unipolare Transistoren	313	2.3	Flüssigkeiten und Gase	354
11.5.3	Anwendungen mit Transistoren	313	<b>3</b>	<b>Lösungen der Aufgaben im Buch</b>	<b>355</b>
<b>11.6</b>	<b>Logische Grundschaltungen</b>	<b>315</b>	<b>Sachwortverzeichnis</b>		<b>362</b>
<b>11.7</b>	<b>Aufbau der Elektronik eines Gerätes</b>	<b>317</b>	<b>Bildquellenverzeichnis</b>		<b>370</b>
<b>12</b>	<b>Informatik</b>	<b>319</b>			
<b>12.1</b>	<b>Aufbau eines Computers</b>	<b>319</b>			
<b>12.2</b>	<b>Arbeitsweise eines Computers</b>	<b>320</b>			