

# Inhaltsverzeichnis

Physik – Naturwissenschaft und Grundlage der Technik	8	2.4.2	Hebel	50
<b>1 Physikalische Größen und ihre Messung</b>	<b>10</b>	2.4.3	Drehmomentengleichgewicht	51
1.1 Physikalische Größen	10	2.4.4	Technische Anwendungen des Hebels	52
1.2 Internationales Einheitensystem SI	11	2.4.5	Auflagerkräfte	53
1.2.1 Basisgrößen	11	2.4.6	Schwerpunkt	54
1.2.2 Abgeleitete Größen	12	2.4.7	Gleichgewichtsarten	54
1.2.3 Vorsätze zu Einheiten	13	2.4.8	Standfestigkeit	55
1.3 Grundbegriffe der Messtechnik	14	<b>2.5 Arbeit und Energie</b>		<b>57</b>
1.4 Rechnen mit Messwerten	15	2.5.1	Mechanische Arbeit	57
1.4.1 Signifikante Ziffern	15	2.5.2	Arten mechanischer Arbeit	57
1.4.2 Runden	16	2.5.3	Energie	58
1.4.3 Mittelwertbildung	16	2.5.4	Energieerhaltungssatz der Mechanik	59
1.4.4 Rechnen mit Messwerten	16	<b>2.6 Mechanische Hilfen und Bauteile</b>		<b>61</b>
<b>2 Mechanik der festen Körper</b>	<b>18</b>	<b>2.7 Leistung</b>		<b>63</b>
2.1 Grundgrößen der Mechanik	18	<b>2.8 Wirkungsgrad</b>		<b>65</b>
2.1.1 Länge	18	<b>2.9 Mechanische Eigenschaften der Feststoffe</b>		<b>66</b>
2.1.2 Fläche	20	Gemischte Aufgaben		68
2.1.3 Volumen	21	<b>3 Mechanik der Flüssigkeiten und Gase</b>		<b>70</b>
2.1.4 Winkel	22	3.1 Flüssigkeiten		70
2.1.5 Masse	23	3.1.1 Eigenschaften von Flüssigkeiten		70
2.1.6 Dichte	24	3.1.2 Druck in Flüssigkeiten		72
2.1.7 Zeit	25	3.1.3 Technische Anwendungen des Drucks		73
2.2 Bewegungslehre	27	3.1.4 Hydrostatischer Druck		75
2.2.1 Bewegungsarten	27	3.1.5 Anwendungen des hydrostatischen Drucks		76
2.2.2 Gleichförmig geradlinige Bewegung	28	3.1.6 Auftrieb in Flüssigkeiten		77
2.2.3 Gleichmäßig beschleunigte Bewegung aus der Ruhe	29	3.1.7 Dichtebestimmung mit der Auftriebsmethode		78
2.2.4 Freier Fall	30	3.1.8 Versinken und Schwimmen		78
2.2.5 Gleichmäßig beschleunigte Bewegung mit Anfangsgeschwindigkeit	31	3.1.9 Auftrieb bei Hohlkörpern		79
2.2.6 Gleichmäßig verzögerte Bewegung	31	<b>3.2 Gase</b>		<b>80</b>
2.2.7 Zusammengesetzte geradlinige Bewegungen	33	3.2.1 Eigenschaften der Gase		80
2.2.8 Gleichförmige Drehbewegung	34	3.2.2 Luftdruck		81
<b>2.3 Kräfte</b>	<b>36</b>	3.2.3 Messung des Luftdrucks		82
2.3.1 Das Wesen der Kraft	36	3.2.4 Wirkungen des Luftdrucks		82
2.3.2 Die Trägheit der Körper	37	3.2.5 Druck und Volumen einer eingeschlossenen Gasportion		84
2.3.3 Grundgesetz der Dynamik	38	3.2.6 Angabe von Druckwerten		84
2.3.4 Gewichtskraft	39	3.2.7 Anwendungen des Luftdrucks		85
2.3.5 Federkraft	40	3.2.8 Pumpen und Verdichter		86
2.3.6 Reibungskräfte	42	<b>3.3 Strömende Flüssigkeiten und Gase</b>		<b>87</b>
2.3.7 Kräfte bei Drehbewegungen	45	3.3.1 Strömungsarten		87
2.3.8 Zusammensetzen und Zerlegen von Kräften	47	3.3.2 Volumenstrom, Strömungsgeschwindigkeit		88
2.3.9 Kräftegleichgewicht	49	3.3.3 Druckarten in strömenden Fluiden		89
<b>2.4 Drehmoment und Hebel</b>	<b>50</b>	3.3.4 Wirkungen und Anwendungen		90
2.4.1 Drehmoment	50	3.3.5 Innere Reibung, Viskosität		92



3.3.6	Strömungsformen	93
3.3.7	Strömungswiderstand	93
3.3.8	Druckverlust in Rohrleitungen	94
3.3.9	Dynamischer Auftrieb am Tragflügel	95
	<b>Gemischte Aufgaben</b>	96
<b>4</b>	<b>Wärmelehre</b>	<b>97</b>
4.1	<b>Temperatur und ihre Messung</b>	97
4.1.1	Temperaturskalen	97
4.1.2	Temperaturmessung	97
4.2	<b>Wärmeausdehnung der Stoffe</b>	100
4.2.1	Längenausdehnung fester Stoffe	100
4.2.2	Volumenausdehnung fester Stoffe	101
4.2.3	Wärmeausdehnung in der Technik	101
4.2.4	Wärmeausdehnung von Flüssigkeiten	102
4.2.5	Anomalie der Wärmeausdehnung des Wassers	103
4.2.6	Wärmeausdehnung von Gasen	104
4.3	<b>Wärme</b>	106
4.3.1	Wärme – eine Energieform	106
4.3.2	Kinetische Vorstellung der Wärme	106
4.3.3	Wärmeenergie	107
4.3.4	Spezifische Wärmekapazität	108
4.4	<b>Aggregatzustände und Zustandsänderungen</b>	109
4.4.1	Aggregatzustände	109
4.4.2	Umwandlungstemperaturen	109
4.4.3	Schmelzen und Erstarren	110
4.4.4	Verdampfen und Kondensieren	111
4.4.5	Gesamtwärmeenergie	112
4.5	<b>Kalorische Mischungen</b>	113
4.5.1	Kalorimeter	113
4.5.2	Wärmeenergiebilanzen bei technischen Heizvorgängen	114
4.6	<b>Technische Wärmeerzeugung und Energiegewinnung</b>	115
4.6.1	Verbrennung fossiler Brennstoffe	115
4.6.2	Heizen mit elektrischem Strom	117
4.6.3	Wärmegewinnung durch Kernspaltung im Kernkraftwerk	118
4.6.4	Wasser- und Windkraftwerke	118
4.6.5	Nutzung der Solarenergie	119
4.6.6	Solartechniken der Zukunft	119
4.7	<b>Wärmeübertragung</b>	121
4.7.1	Wärmeleitung	121
4.7.2	Konvektion (Wärmeströmung)	123
4.7.3	Wärmedurchgang durch eine Wand	124
4.7.4	Wärmestrahlung	125
4.7.5	Technische Wärmeübertragungen	127
4.8	<b>Wärmekraftmaschinen</b>	129
4.8.1	Kolbendampfmaschinen	129

4.8.2	Verbrennungsmotoren	129
4.8.3	Dampfturbinen	131
4.8.4	Gasturbinen	131
4.8.5	Flugzeug- und Raketenantriebe	132
	<b>Gemischte Aufgaben</b>	133

## 5 Gase und Gasgemische 134

5.1	<b>Zustandsänderungen idealer Gase</b>	135
5.1.1	Isotherme Zustandsänderung	135
5.1.2	Isobare Zustandsänderung	136
5.1.3	Isochore Zustandsänderung	137
5.1.4	Allgemeine Zustandsänderung	138
5.1.5	Adiabatische und polytrope Zustandsänderung	139
5.2	<b>Zustandsänderungen realer Gase</b>	140
5.2.1	Van der Waals'sche Zustandsgleichung	141
5.2.2	Kritische Temperatur, kritischer Druck	141
5.3	<b>Gastechnische Anwendungen</b>	142
5.3.1	Verflüssigung von Gasen	142
5.3.2	Kühlschrank	142
5.3.3	Wärmepumpe	143
5.4	<b>Gasgemische</b>	144
5.4.1	Zustandsgrößen idealer Gasgemische	144
5.4.2	Gehaltsgrößen von Gasgemischen	145
5.5	<b>Feuchte Luft</b>	146
5.5.1	Partialdampfdruck feuchter Luft	146
5.5.2	Kenngößen der Luftfeuchtigkeit	147
5.5.3	Geräte zur Messung der Luftfeuchtigkeit	148
5.5.4	Klimatisierung von Räumen	149
5.6	<b>Verdampfen von Flüssigkeiten, Destillieren</b>	150
5.6.1	Dampfdruck von Flüssigkeiten	150
5.6.2	Dampfdruck von Flüssigkeitsgemischen	150
5.6.3	Destillieren	151
	<b>Gemischte Aufgaben</b>	152

## 6 Optik 153

6.1	<b>Grundeigenschaften des Lichts</b>	153
6.1.1	Lichtwahrnehmung und Sehen	153
6.1.2	Reflexion, Absorption, Durchlässigkeit	153
6.1.3	Wesen des Lichts	154
6.1.4	Ausbreitung des Lichts	155
6.1.5	Lichttechnische Größen	157
6.1.6	Absorption des Lichts	158
6.2	<b>Reflexion des Lichts</b>	159
6.2.1	Reflexionsgesetze am ebenen Spiegel	159
6.2.2	Bildentstehung am ebenen Spiegel	160
6.2.3	Anwendungen ebener Spiegel	161

6.2.4	Reflexion am Hohlspiegel .....	163	<b>7</b>	<b>Elektrizitätslehre</b>	<b>197</b>
6.2.5	Bildentstehung am Hohlspiegel .....	164	<b>7.1</b>	<b>Elektrische Ladung</b> .....	<b>197</b>
6.2.6	Reflexion am Wölbspiegel .....	165	<b>7.2</b>	<b>Elektrisches Feld</b> .....	<b>199</b>
6.2.7	Bildentstehung am Wölbspiegel .....	165	7.2.1	Darstellung durch Feldlinien .....	199
6.2.8	Technische Anwendungen des Hohl- und des Wölbspiegels .....	165	7.2.2	Technische Anwendungen .....	200
<b>6.3</b>	<b>Brechung des Lichts</b> .....	<b>167</b>	<b>7.3</b>	<b>Elektrische Spannung</b> .....	<b>201</b>
6.3.1	Brechungsgesetz .....	167	<b>7.4</b>	<b>Elektrischer Strom</b> .....	<b>202</b>
6.3.2	Optische Effekte durch Lichtbrechung .....	168	7.4.1	Stromkreis .....	203
6.3.3	Totalreflexion .....	169	7.4.2	Stromstärke .....	203
6.3.4	Totalreflexion in der Natur .....	170	7.4.3	Wirkungen des elektrischen Stroms ..	204
6.3.5	Technische Anwendungen der Totalreflexion .....	170	7.4.4	Messung von Spannung und Stromstärke .....	204
<b>6.4</b>	<b>Optische Linsen</b> .....	<b>173</b>	<b>7.5</b>	<b>Plattenkondensator</b> .....	<b>205</b>
6.4.1	Optische Wirkung von Linsen, Linsenformen .....	173	<b>7.6</b>	<b>Elektrische Leitungsvorgänge</b> .....	<b>207</b>
6.4.2	Strahlengang durch Sammellinsen ...	173	7.6.1	Stromleitung in Feststoffen .....	207
6.4.3	Strahlengang durch Zerstreuungslinsen .....	174	7.6.2	Stromleitung in Flüssigkeiten .....	208
6.4.4	Optische Abbildung durch Sammel- linsen .....	175	7.6.3	Stromleitung in Gasen .....	208
6.4.5	Optische Abbildung durch Zerstreuungslinsen .....	177	<b>7.7</b>	<b>Elektrischer Widerstand</b> .....	<b>210</b>
6.4.6	Linsensysteme .....	178	7.7.1	Ohm'sches Gesetz .....	210
<b>6.5</b>	<b>Das Auge</b> .....	<b>178</b>	7.7.2	Leiterwiderstand .....	211
6.5.1	Augenfehler und ihre Korrektur .....	179	7.7.3	Temperaturabhängigkeit des Widerstands .....	213
6.5.2	Erkennen der Größe und Entfernung ..	179	7.7.4	Technische Anwendungen .....	214
<b>6.6</b>	<b>Optische Geräte mit Linsen</b> .....	<b>180</b>	<b>7.8</b>	<b>Schaltungen elektrischer Widerstände</b> .....	<b>216</b>
6.6.1	Lupe .....	180	7.8.1	Reihenschaltung .....	216
6.6.2	Mikroskop .....	181	7.8.2	Technische Anwendungen .....	217
6.6.3	Fernrohre .....	182	7.8.3	Parallelschaltung .....	219
6.6.4	Fotoapparate .....	183	7.8.4	Technische Anwendungen .....	220
6.6.5	Projektoren .....	183	7.8.5	Gruppenschaltungen .....	221
<b>6.7</b>	<b>Farbenlehre</b> .....	<b>184</b>	7.8.6	Wheatstone'sche Brückenschaltung ..	223
6.7.1	Zerlegen und Zusammensetzen des weißen Lichtes .....	184	<b>7.9</b>	<b>Elektrische Arbeit und Leistung</b> .....	<b>224</b>
6.7.2	Spektralanalyse .....	185	7.9.1	Elektrische Arbeit .....	224
6.7.3	Mischen von Farben .....	185	7.9.2	Elektrische Leistung .....	225
6.7.4	Technische Anwendungen des Farbmischens .....	187	7.9.3	Wirkungsgrad .....	226
<b>6.8</b>	<b>Wellenoptik</b> .....	<b>189</b>	<b>7.10</b>	<b>Stromversorgung und elektrische Installation</b> .....	<b>227</b>
6.8.1	Eigenschaften der Wellen .....	189	7.10.1	Leitungsnetz .....	227
6.8.2	Interferenz bei Wasserwellen .....	190	7.10.2	Elektrischer Anschluss .....	228
6.8.3	Das Licht als elektromagnetische Welle .....	190	7.10.3	Sicherungen .....	229
6.8.4	Interferenz bei Lichtwellen .....	191	<b>7.11</b>	<b>Gefahren des elektrischen Stroms</b> ...	<b>230</b>
6.8.5	Farberscheinungen an dünnen Schichten .....	192	7.11.1	Wirkungen des elektrischen Stroms im Körper .....	230
6.8.6	Entspiegelung von Gläsern .....	192	7.11.2	Fehlerarten, Berührungsarten .....	231
6.8.7	Polarisiertes Licht .....	192	7.11.3	Schutzmaßnahmen .....	232
6.8.8	Laserlicht .....	193	<b>Gemischte Aufgaben</b> .....	<b>234</b>	
6.8.9	Spektrum der elektromagnetischen Wellen .....	195	<b>8</b>	<b>Magnetismus</b>	<b>235</b>
<b>Gemischte Aufgaben</b> .....	<b>196</b>		<b>8.1</b>	<b>Magnetische Stoffe</b> .....	<b>235</b>
			8.1.1	Eigenschaften der Magnete .....	236
			8.1.2	Ursache des Magnetismus .....	237



<b>8.2</b>	<b>Magnetisches Feld</b>	238	<b>10.1.2</b>	Atombau und das Periodensystem der Elemente	282
8.2.1	Darstellung mit Feldlinien	238	<b>10.1.3</b>	Aufbau des Atomkerns	284
8.2.2	Eigenschaften der Magnetfelder	239	<b>10.1.4</b>	Isotope	285
8.2.3	Magnetfeld der Erde	239	<b>10.1.5</b>	Vorgänge in der Atomhülle	285
<b>8.3</b>	<b>Elektromagnetismus</b>	240	<b>10.1.6</b>	Röntgenstrahlen	286
8.3.1	Magnetfeld eines Leiters	240	<b>10.2</b>	<b>Radioaktive Stoffe</b>	286
8.3.2	Leiterschleifen und Spulen	240	10.2.1	Strahlung radioaktiver Stoffe	286
8.3.3	Magnetische Größen	243	10.2.2	Radioaktiver Zerfall	287
8.3.4	Anwendungen des Elektro- magnetismus	244	10.2.3	Kennwerte des radioaktiven Zerfalls	288
<b>8.4</b>	<b>Kraftwirkungen im Magnetfeld</b>	247	10.2.4	Messung radioaktiver Strahlung	289
8.4.1	Leiter im Magnetfeld	247	10.2.5	Anwendungen radioaktiver Stoffe	289
8.4.2	Lorentzkraft	248	10.2.6	Radiocarbonmethode	292
8.4.3	Leiterschleife im Magnetfeld	249	<b>10.3</b>	<b>Atomare Vorgänge bei der Kernspaltung</b>	293
8.4.4	Gleichstrommotor	249	<b>10.4</b>	<b>Kerntechnik</b>	294
8.4.5	Drehspulmesswerk	250	10.4.1	Kernspaltung im Kernreaktor	294
8.4.6	Dreheisenmesswerk	250	10.4.2	Aufbau eines Kernreaktors	294
8.4.7	Hall-Effekt	251	10.4.3	Reaktorsicherheit	295
<b>8.5</b>	<b>Magnetische Induktion</b>	252	10.4.4	Risiken der Kernenergie	296
8.5.1	Induktion der Bewegung	252	10.4.5	Entsorgung der Kernbrennstoffe	296
8.5.2	Induktion durch Flussänderung	253	10.4.6	Atombombe	297
8.5.3	Wirbelströme	254	10.4.7	Kernfusion	297
8.5.4	Selbstinduktion	255			
<b>8.6</b>	<b>Technische Anwendungen der Induktion</b>	257	<b>Anhang</b>		298
8.6.1	Generatoren und Stromarten	257	<b>1</b>	<b>Physikalische Größen</b>	298
8.6.2	Transformator	261	1.1	Basisgrößen	298
8.6.3	Technische Anwendungen von Transformatoren	262	1.2	Abgeleitete physikalische Größen	299
<b>8.7</b>	<b>Elektromotoren</b>	264	1.3	Physikalische Konstanten	301
8.7.1	Gleichstrommotoren	264	<b>2</b>	<b>Physikalische Eigenschaften wichtiger Stoffe</b>	302
8.7.2	Drehstrommotoren	265	2.1	Metalle und Legierungen	302
<b>Gemischte Aufgaben</b>		266	2.2	Nichtmetallische Werkstoffe	303
			2.3	Flüssigkeiten und Gase	303
<b>9</b>	<b>Elektronik</b>	267	<b>3</b>	<b>Lösungen der Aufgaben im Buch</b>	304
9.1	Halbleiter-Werkstoffe	268	<b>Sachwortverzeichnis</b>		310
9.2	pn-Übergang	269	<b>Firmenverzeichnis und Bildquellenverzeichnis</b>		316
9.3	Halbleiterdioden	270			
9.4	Fotohalbleiter	272			
9.4.1	Fotoelemente und Solarzellen	272			
9.4.2	Fotodioden	272			
9.4.3	Leuchtdioden	273			
9.4.4	Fotowiderstände	273			
9.5	Transistoren	274			
9.6	Logische Grundsaltungen	276			
9.7	Aufbau der Elektronik eines Gerätes	278			
<b>10</b>	<b>Atom- und Kernphysik</b>	280			
10.1	Aufbau der Materie	280			
10.1.1	Atommodelle	280			