

Inhaltsverzeichnis

1	Physikalische Größen und ihre Messung	10
1.1	Physikalische Größen	10
1.2	Internationales Einheitensystem SI	11
1.2.1	Basisgrößen	11
1.2.2	Abgeleitete Größen	12
1.2.3	Vorsätze zu Einheiten	13
1.3	Grundbegriffe der Messtechnik	14
1.4	Rechnen mit Messwerten	15
1.4.1	Signifikante Ziffern	15
1.4.2	Runden	16
1.4.3	Mittelwertbildung	16
1.4.4	Rechnen mit Messwerten	16
2	Mechanik der festen Körper	18
2.1	Grundgrößen der Mechanik	18
2.1.1	Länge	18
2.1.2	Fläche	20
2.1.3	Volumen	21
2.1.4	Winkel	22
2.1.5	Masse	23
2.1.6	Dichte	24
2.1.7	Zeit	25
2.2	Bewegungslehre (Kinematik)	27
2.2.1	Bewegungsarten	27
2.2.2	Gleichförmige geradlinige Bewegung	28
2.2.3	Gleichmäßig beschleunigte Bewegung aus der Ruhe	29
2.2.4	Freier Fall	30
2.2.5	Gleichmäßig beschleunigte Bewegung mit Anfangsgeschwindigkeit	31
2.2.6	Gleichmäßig verzögerte Bewegung	31
2.2.7	Zusammengesetzte geradlinige Bewegungen	33
2.2.8	Gleichförmige Drehbewegung	34
2.3	Kräfte	36
2.3.1	Das Wesen der Kraft	36
2.3.2	Die Trägheit der Körper	37
2.3.3	Grundgesetz der Dynamik	38
2.3.4	Gewichtskraft	39
2.3.5	Federkraft	40
2.3.6	Reibungskräfte	42
2.3.7	Kräfte bei Drehbewegungen	45
2.3.8	Zusammensetzen und Zerlegen von Kräften	47
2.3.9	Kräftegleichgewicht	48
2.4	Drehmoment und Hebel	50
2.4.1	Drehmoment	50
2.4.2	Hebel	50
2.4.3	Drehmomentengleichgewicht	51
2.4.4	Technische Anwendungen des Hebels	52
2.4.5	Auflagerkräfte	53
2.4.6	Schwerpunkt	54
2.4.7	Gleichgewichtsarten	54
2.4.8	Standsicherheit	55
2.5	Arbeit und Energie	57
2.5.1	Mechanische Arbeit	57
2.5.2	Arten mechanischer Arbeit	57
2.5.3	Energie	58
2.5.4	Energieerhaltungssatz der Mechanik	59
2.5.5	Rotationsenergie, Trägheitsmoment	61
2.5.6	Vergleich von Translation und Rotation	63
2.6	Mechanische Hilfen und Bauteile	65
2.7	Leistung	67
2.8	Wirkungsgrad	69
2.9	Mechanisch-technologische Eigenschaften der Feststoffe	70
Gemischte Aufgaben		72
3	Mechanische Schwingungen und Wellen	74
3.1	Mechanische Schwingungen	74
3.1.1	Federpendel	74
3.1.2	Größen zur Beschreibung von Schwingungen	75
3.1.3	Schwingungsgleichung des Pendels	75
3.1.4	Periodendauer des Federpendels	76
3.1.5	Energie der Federschwingung	77
3.1.6	Fadenpendel	78
3.1.7	Dämpfung von Schwingungen	78
3.1.8	Erzwungene Schwingung – Resonanz	79
3.1.9	Technische Bedeutung der Resonanz von Schwingungen	80
3.2	Mechanische Wellen	82
3.2.1	Erzeugen mechanischer Wellen	82
3.2.2	Größen zur Beschreibung von Wellen	83
3.2.3	Wellengleichung	84
3.2.4	Wellenarten	84
3.2.5	Überlagerung von Wellen	85
3.2.6	Ausbreitung von Wellen	86
3.2.7	Interferenz kreisförmiger Wellen	86
4	Akustik	88
4.1	Schallerreger	88
4.2	Schallwellen, Schallausbreitung	89
4.3	Aufzeichnung und Beschreibung von Schallschwingungen	89
4.4	Schallgeschwindigkeit	90
4.5	Schallempfänger	91
4.6	Lautstärke und ihre Messung	91
4.7	Ton, Klang, Geräusch	92
4.8	Technische Anwendungen	93
4.9	Sonderphänomene des Schalls	94
4.10	Schallschutzmaßnahmen	95
4.11	Technische Anwendungen des Ultraschalls	96
5	Mechanik der Flüssigkeiten und Gase	98
5.1	Flüssigkeiten	98
5.1.1	Eigenschaften von Flüssigkeiten	98
5.1.2	Druck in Flüssigkeiten	100
5.1.3	Technische Anwendungen des Drucks	101
5.1.4	Hydrostatischer Druck	103
5.1.5	Anwendungen des hydrostatischen Drucks	104
5.1.6	Auftrieb in Flüssigkeiten	105

5.1.7	Dichtebestimmung mit der Auftriebsmethode	106	6.6.3	Wärmedurchgang durch eine Wand	146
5.1.8	Versinken und Schwimmen	106	6.6.4	Wärmestrahlung	147
5.1.9	Auftrieb bei Hohlkörpern	107	6.6.5	Technische Wärmeübertragungen	149
5.2	Gase	108	6.7	Technische Wärmeerzeugung	151
5.2.1	Eigenschaften der Gase	108	6.7.1	Wärmeerzeugung mit fossilen Energieträgern	151
5.2.2	Luftdruck	109	6.7.2	Block-Heizkraftwerk	152
5.2.3	Messung des Luftdrucks	110	6.7.3	Wärmebereitstellung mit elektrischem Strom	153
5.2.4	Wirkungen des Luftdrucks	110	6.7.4	Heizen mit einer Wärmepumpe	153
5.2.5	Druck und Volumen einer eingeschlossenen Gasportion	112	6.8	Wärmekraftmaschinen	156
5.2.6	Angabe von Druckwerten	112	6.8.1	Kolbendampfmaschinen	156
5.2.7	Anwendungen des Luftdrucks	113	6.8.2	Verbrennungsmotoren	156
5.2.8	Pumpen und Verdichter	114	6.8.3	Dampfturbinen	158
5.3	Strömende Flüssigkeiten und Gase	115	6.8.4	Gasturbinen	158
5.3.1	Strömungsarten	115	6.8.5	Flugzeug- und Raketenantriebe	159
5.3.2	Volumenstrom, Strömungsgeschwindigkeit	116	7	Gase und Gasgemische	161
5.3.3	Druckarten in strömenden Fluiden	117	7.1	Zustandsänderungen idealer Gase	162
5.3.4	Wirkungen und Anwendungen	118	7.1.1	Isotherme Zustandsänderung	162
5.3.5	Innere Reibung, Viskosität	120	7.1.2	Isobare Zustandsänderung	163
5.3.6	Strömungsformen	121	7.1.3	Isochore Zustandsänderung	164
5.3.7	Strömungswiderstand	121	7.1.4	Allgemeine Zustandsgleichung	165
5.3.8	Druckverlust in Rohrleitungen	122	7.1.5	Adiabatische und polytrope Zustandsänderung	166
5.3.9	Dynamischer Auftrieb am Tragflügel eines Flugzeugs	123	7.2	Zustandsänderungen realer Gase	167
Gemischte Aufgaben		124	7.2.1	Van der Waals'sche Zustandsgleichung	168
6	Wärmelehre	125	7.2.2	Kritische Temperatur, kritischer Druck	168
6.1	Temperatur und ihre Messung	125	7.3	Gasteknische Anwendungen	169
6.1.1	Temperaturskalen	125	7.3.1	Verflüssigung von Gasen	169
6.1.2	Temperaturmessung	126	7.3.2	Kühlschrank	169
6.2	Wärmeausdehnung der Stoffe	128	7.3.3	Wärmepumpe	170
6.2.1	Thermische Längenausdehnung fester Körper	128	7.4	Gasgemische	171
6.2.2	Thermische Volumenausdehnung fester Körper	129	7.4.1	Zustandsgrößen idealer Gasgemische	171
6.2.3	Wärmeausdehnung in der Technik	129	7.4.2	Gehaltsgrößen von Gasgemischen	172
6.2.4	Wärmeausdehnung von Flüssigkeiten	130	7.5	Feuchte Luft	173
6.2.5	Anomalie der Wärmeausdehnung des Wassers	131	7.5.1	Partialdampfdruck feuchter Luft	173
6.2.6	Wärmeausdehnung von Gasen	132	7.5.2	Kenngrößen der Luftfeuchtigkeit	174
6.3	Das Wesen der Wärme	134	7.5.3	Geräte zur Messung der Luftfeuchtigkeit	175
6.3.1	Wärme – eine Energieform	134	7.5.4	Klimatisierung von Räumen	176
6.3.2	Kinetische Vorstellung der Wärme	134	7.6	Verdampfen von Flüssigkeiten, Destillieren	177
6.3.3	Wärmeenergie	135	7.6.1	Dampfdruck von Flüssigkeiten	177
6.3.4	Spezifische Wärmekapazität	136	7.6.2	Dampfdruck von Flüssigkeitsgemischen	177
6.4	Aggregatzustände und Zustandsänderungen	137	7.6.3	Destillieren	178
6.4.1	Aggregatzustände	137	Gemischte Aufgaben		179
6.4.2	Umwandlungstemperaturen	137	8	Optik	180
6.4.3	Schmelzen und Erstarren	138	8.1	Grundeigenschaften des Lichts	180
6.4.4	Verdampfen und Kondensieren	139	8.1.1	Lichtwahrnehmung und Sehen	180
6.4.5	Gesamtwärmeenergie bei Aggregatzustandsänderungen	140	8.1.2	Reflexion, Absorption, Durchlässigkeit	180
6.5	Kalorische Mischungen	141	8.1.3	Wesen des Lichts	181
6.5.1	Kalorimeter	141	8.1.4	Ausbreitung des Lichts	182
6.5.2	Wärmeenergiebilanzen bei technischen Heizvorgängen	142	8.1.5	Absorption des Lichts	184
6.6	Wärmeübertragung	143	8.2	Reflexion des Lichts	185
6.6.1	Wärmeleitung	143	8.2.1	Reflexionsgesetze am ebenen Spiegel	185
6.6.2	Konvektion (Wärmeströmung)	145	8.2.2	Bildentstehung am ebenen Spiegel	186
			8.2.3	Anwendungen ebener Spiegel	187
			8.2.4	Reflexion am Hohlspiegel	189
			8.2.5	Bildentstehung am Hohlspiegel	190
			8.2.6	Reflexion am Wölbspiegel	191
			8.2.7	Bildentstehung am Wölbspiegel	191

8.2.8	Technische Anwendungen des Hohl- und des Wölbspiegels	191	9	Elektrizitätslehre	232
8.3	Brechung des Lichts	193	9.1	Elektrische Ladung	232
8.3.1	Brechungsgesetz	193	9.2	Elektrisches Feld	234
8.3.2	Optische Effekte durch Lichtbrechung ...	194	9.2.1	Darstellung durch Feldlinien	234
8.3.3	Totalreflexion	195	9.2.2	Technische Anwendungen	235
8.3.4	Totalreflexion in der Natur	196	9.3	Elektrische Spannung	236
8.3.5	Technische Anwendungen der Totalreflexion	196	9.4	Elektrischer Strom	237
8.4	Optische Linsen	199	9.4.1	Stromkreis	238
8.4.1	Optische Wirkung von Linsen, Linsenformen	199	9.4.2	Stromstärke	238
8.4.2	Strahlengang durch Sammellinsen	199	9.4.3	Wirkungen des elektrischen Stroms	239
8.4.3	Strahlengang durch Zerstreuungslinsen ..	200	9.4.4	Messung von Spannung und Stromstärke	239
8.4.4	Optische Abbildung durch Sammellinsen ..	201	9.5	Plattenkondensator	240
8.4.5	Fresnellinse	203	9.6	Elektrische Leitungsvorgänge	242
8.4.6	Optische Abbildung durch Zerstreuungslinsen	203	9.6.1	Stromleitung in Feststoffen	242
8.4.7	Linsensysteme	204	9.6.2	Stromleitung in Flüssigkeiten	243
8.5	Das Auge	205	9.6.3	Stromleitung in Gasen	243
8.5.1	Augenfehler und ihre Korrektur	206	9.7	Elektrischer Widerstand	245
8.5.2	Erkennen der Größe und Entfernung	206	9.7.1	Ohm'sches Gesetz	245
8.6	Optische Geräte mit Linsen	207	9.7.2	Leiterwiderstand	246
8.6.1	Lupe	207	9.7.3	Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstands	248
8.6.2	Mikroskop	208	9.7.4	Technische Anwendungen	249
8.6.3	Fernrohre	209	9.8	Schaltungen elektrischer Widerstände ..	251
8.6.4	Projektoren	210	9.8.1	Reihenschaltung	251
8.6.5	Fotoapparate	211	9.8.2	Technische Anwendungen	252
8.6.6	Bewegungsmelder	212	9.8.3	Parallelschaltung	254
8.7	Farbenlehre	213	9.8.4	Technische Anwendungen	255
8.7.1	Zerlegen und Zusammensetzen des weißen Lichts	213	9.8.5	Gruppenschaltungen	256
8.7.2	Spektralanalyse	214	9.8.6	Wheatstone'sche Brückenschaltung	258
8.7.3	Mischen von Farben	214	9.9	Elektrische Arbeit und Leistung	259
8.7.4	Farbdruck mit Druckmaschinen	216	9.9.1	Elektrische Arbeit	259
8.7.5	Farbfotografie mit lichtempfindlichem Fotopapier	216	9.9.2	Elektrische Leistung	260
8.7.6	Kopierer	217	9.9.3	Wirkungsgrad	261
8.7.7	Drucker	218	9.10	Stromerzeugung	262
8.7.8	Flachbildschirm-Farbfernseher	218	9.10.1	Stromerzeugung im Verbrennungs-Kraftwerk	262
8.8	Lichttechnische Größen	220	9.10.2	Stromerzeugung im Kernkraftwerk	263
8.8.1	Lichtstrom	220	9.10.3	Stromerzeugung in Wasserkraftwerken ..	263
8.8.2	Lichtstärke	220	9.10.4	Strom aus Windkraftanlagen	264
8.8.3	Beleuchtungsstärke	221	9.10.5	Nutzung der Solarenergie	266
8.8.4	Leuchtdichte	222	9.10.5.1	Solarkollektoren	266
8.9	Wellenoptik	223	9.10.5.2	Solarzellen (Fotovoltaikzellen)	266
8.9.1	Das Licht als elektromagnetische Welle ..	223	9.10.5.3	Solaranlagen für die Stromerzeugung ...	268
8.9.2	Beugung von Wellen	223	9.10.6	Solartechniken der Zukunft	269
8.9.3	Lichtbeugung am Beugungsgitter	224	9.10.6.1	Solarstrom-Fernübertragung mit Hochspannungs-Gleichstrom	269
8.9.4	Reflexion von Lichtwellen	226	9.10.6.2	Solar-Wasserstoff-Technik	270
8.9.5	Brechung von Lichtwellen	226	9.10.7	Energiewende	270
8.9.6	Farberscheinungen an dünnen Schichten ..	227	9.11	Stromversorgung und elektrische Installation	272
8.9.7	Entspiegelung von Gläsern	227	9.11.1	Leitungsnetz	272
8.9.8	Polarisiertes Licht	227	9.11.2	Elektrischer Anschluss	273
8.9.9	Laserlicht	228	9.11.3	Sicherungen	274
8.9.10	Das Spektrum der elektromagnetischen Wellen	230	9.12	Gefahren des elektrischen Stroms	275
Gemischte Aufgaben	231		9.12.1	Wirkungen des elektrischen Stroms im Körper	275
			9.12.2	Fehlerarten, Berührungsarten	276
			9.12.3	Schutzmaßnahmen	277
			Gemischte Aufgaben	279	

10	Magnetismus	280	12.4.4	Internet-Dienste	333
10.1	Magnetische Stoffe	280	12.4.5	Datensicherheit	333
10.1.1	Eigenschaften der Magnete	281	13	Atom- und Kernphysik	334
10.1.2	Ursache des Magnetismus	282	13.1	Aufbau der Materie	334
10.2	Magnetisches Feld	283	13.1.1	Rutherford'sches Atommodell	334
10.2.1	Darstellung mit Feldlinien	283	13.1.2	Bohr'sches Atommodell	335
10.2.2	Eigenschaften der Magnetfelder	284	13.2	Atombau und das Periodensystem der Elemente	336
10.2.3	Magnetfeld der Erde	284	13.3	Aufbau des Atomkerns	338
10.3	Elektromagnetismus	285	13.4	Isotope	339
10.3.1	Magnetfeld eines Leiters	285	13.5	Vorgänge in der Atomhülle	339
10.3.2	Leiterschleifen und Spulen	286	13.6	Röntgenstrahlen	340
10.3.3	Magnetische Größen	288	13.7	Radioaktive Stoffe	340
10.3.4	Anwendungen des Elektromagnetismus	289	13.7.1	Strahlung radioaktiver Stoffe	340
10.4	Kraftwirkungen im Magnetfeld	292	13.7.2	Radioaktiver Zerfall	341
10.4.1	Leiter im Magnetfeld	292	13.7.3	Kennwerte des radioaktiven Zerfalls	342
10.4.2	Lorentzkraft	293	13.7.4	Messung radioaktiver Strahlung	343
10.4.3	Leiterschleife im Magnetfeld	294	13.7.5	Anwendungen radioaktiver Stoffe in der Technik	343
10.4.4	Prinzip des Gleichstrommotors	294	13.8	Radiocarbonmethode zur Altersbestimmung in der Archäologie	345
10.4.5	Drehspulmesswerk	295	13.9	Ionisierende Strahlung in der Medizin	346
10.4.6	Dreheisenmesswerk	295	13.9.1	Strahlendosis	346
10.4.7	Hall-Effekt	296	13.9.2	Strahlenbelastung und Strahlenschäden	347
10.5	Magnetische Induktion	297	13.9.3	Medizinische Diagnose mit ionisierender Strahlung	348
10.5.1	Induktion der Bewegung	297	13.9.4	Medizinische Therapie mit ionisierender Strahlung	349
10.5.2	Induktion durch Flussänderung	298	13.10	Atomare Vorgänge bei der Kernspaltung	350
10.5.3	Wirbelströme	299	13.11	Kernteknik	351
10.5.4	Selbstinduktion	300	13.11.1	Kernspaltung im Kernreaktor	351
10.6	Technische Anwendungen der Induktion	302	13.11.2	Aufbau eines Kernreaktors	352
10.6.1	Wechselstromgenerator	302	13.11.3	Reaktorsicherheit	352
10.6.2	Drehstromgenerator	304	13.11.4	Aufbereitung und Entsorgung der Kernbrennstoffe	353
10.6.3	Gleichstromgenerator	305	13.11.5	Risiken der Kernenergie	354
10.6.4	Transformator	306	13.11.6	Rückbau stillgelegter Kernkraftwerke	354
10.6.5	Technische Anwendungen von Transformatoren	307	13.12	Kernwaffen	354
10.7	Elektromotoren	309	13.13	Kernfusion	355
10.7.1	Gleichstrommotoren	309	Anhang		356
10.7.2	Drehstrommotoren	310	1	Physikalische Größen	356
Gemischte Aufgaben		311	1.1	Basisgrößen und Basiseinheiten des internationalen Einheitensystems SI	356
11	Elektronik	312	1.2	Naturkonstanten zur Definition der Basiseinheiten des SI	357
11.1	Halbleiter-Werkstoffe	313	1.3	Abgeleitete physikalische Größen	358
11.2	pn-Übergang	314	1.4	Physikalische Konstanten	361
11.3	Halbleiterdioden	315	1.5	Umrechnung in britisch-amerikanische Größen und Einheiten	361
11.4	Fotohalbleiter	317	2	Physikalische Eigenschaften wichtiger Stoffe	362
11.4.1	Fotodioden	317	2.1	Metalle und Legierungen	362
11.4.2	Fotoelemente und Solarzellen	317	2.2	Nichtmetallische Werkstoffe	363
11.4.3	Fotowiderstände	318	2.3	Flüssigkeiten und Gase	363
11.4.4	Leuchtdioden	319	3	Lösungen der Aufgaben im Buch	364
11.5	Transistoren	320	Sachwortverzeichnis		370
11.5.1	Bipolare Transistoren	320	Danksagung		376
11.5.2	Unipolare Transistoren	321	Firmenverzeichnis und Bildquellennachweis		376
11.5.3	Anwendungen mit Transistoren	321			
11.6	Logische Grundschaltungen	323			
11.7	Aufbau der Elektronik eines Gerätes	325			
12	Informatik	327			
12.1	Aufbau eines Computers	327			
12.2	Arbeitsweise eines Computers	328			
12.3	Anwendungsgebiete der Informatik	329			
12.4	Internet	330			
12.4.1	Netzwerke	330			
12.4.2	Internetzugang	331			
12.4.3	Vereinbarungen des Internets	332			