

Inhaltsverzeichnis

<i>Einleitung</i>	21
Über dieses Buch	21
Konventionen in diesem Buch	21
Was Sie nicht lesen müssen	22
Annahmen über die Leser	22
Wie dieses Buch aufgebaut ist	23
Teil I: Die Grundlagen werden gelegt	23
Teil II: Kraftvoll in Bewegung: Die Mechanik	23
Teil III: Sie kommen niemals zur Ruhe: Schwingungen und Wellen	23
Teil IV: Den Durchblick haben: Die Optik	24
Teil V: Zwei Seiten einer Medaille: Elektrizität und Magnetismus	24
Teil VI: Manche mögen's heiß: Die Thermodynamik	24
Teil VII: Der Top-Ten-Teil	24
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	24
Wie es weitergeht	25
<i>Teil I</i>	
<i>Die Grundlagen werden gelegt</i>	27
<i>Kapitel 1</i>	
<i>Eine Wissenschaft zur Beschreibung der Welt: Die Physik</i>	29
Was ist eigentlich Physik?	29
Die Welt erkunden: Die Experimentalphysik	30
Bedeutung der Physik für Biologie, Chemie und weitere Naturwissenschaften	30
Keine Einbahnstraße: Physik und die anderen Naturwissenschaften	32
Die Ingenieurwissenschaften und die Physik	32
Rolle der Mathematik	33
Übersicht über das Buch	34
Teil A: Die Grundlagen werden gelegt	34
Teil B: Kraftvoll in Bewegung: Die Mechanik	34
Teil C: Sie kommen niemals zur Ruhe: Schwingungen und Wellen	35
Teil D: Den Durchblick haben: Die Optik	35
Teil E: Zwei Seiten einer Medaille: Elektrizität und Magnetismus	36
Teil F: Manche mögen's heiß: Die Thermodynamik	36
Teil G: Der Top-Ten-Teil	36

Kapitel 2

Mathematischer Hintergrund **37**

Die Richtung vorgeben: Vektoren	37
Eine Zahl allein reicht nicht aus	37
Vektoren als Pfeile	38
Zwei Angaben sind notwendig: Betrag und Richtung	39
Rechnen mit Vektoren	40
Gleich drei Multiplikationen	42
Differentialrechnung und Integralrechnung	46
$y' = dy/dx$: Ableitungen	46
Integration	49

Kapitel 3

Physik bedeutet Messen **55**

Messungen und ihre Fehler	55
Fuß, Elle und Schritt: Physikalische Maßeinheiten	56
Äpfel und Birnen: Rechnen mit Einheiten	57
International einheitlich: Einheitensysteme	57
Sieben sind unabhängig: Die Grundeinheiten	58
Abkürzungen: Zehnerpotenzen und Vorsilben	60

Teil II

Mechanik **65**

Kapitel 4

Bewegung pur: Die Kinematik **67**

Die Reduzierung auf das Notwendigste: Das Konzept des Massenpunkts	67
Bewegung schafft Raum und Zeit	68
Bei Stillstand gibt es keine Zeit: Die Sekunde	69
Raum und Bewegung	70
Vier Größen zur Beschreibung von Bewegungen	71
Geschwindigkeit ist keine Hexerei	71
Aufs Gaspedal drücken: Die Beschleunigung	71
Superposition von Bewegungen	73
Immer konstant: Energie und Impuls	74
Auch die Masse spielt eine Rolle: Der Impuls	74
Geschwindigkeit bedeutet Energie: Die kinetische Energie	74
Nichts geht verloren, nichts wird gewonnen: Die Erhaltungssätze	75
Austausch von Energie und Impuls: Stöße	76
Drei Größen zur Beschreibung von Kreisbewegungen	77
Besser geeignet: Der überstrichene Winkel	79
Eine neue Größe: Die Winkelgeschwindigkeit	80
Zwei Arten von Beschleunigung	81
Gradlinige Bewegungen und Kreisbewegungen: Ein erster Vergleich	83

Kapitel 5	
Dynamik	87
Sie bilden die Grundlage: Die Newton'schen Gesetze	87
Ohne Kraft geht gar nichts	88
Der berühmte Apfelbaum: Die Newton'schen Gesetze	88
Sowohl träge als auch schwer: Die Masse	92
Massen ziehen sich gegenseitig an: Das Gravitationsgesetz	93
Die Masse der Erde ist gewaltig groß	94
Überlagerung und Zerlegung von Kräften: Fall- und Wurfbewegungen	95
Es geht abwärts: Der freie Fall	95
Er wirkt stets nach oben: Der Auftrieb	96
Sie wirkt stets bremsend: Die Reibung	97
Zerlegung von Kräften: Die schiefe Ebene	100
Speere, Hammer und andere Wurfgeschosse: Wurfbewegungen	101
Weitere wichtige Größen der Dynamik	103
Arbeit ist Kraft mal Weg	103
Arbeit geht nicht verloren: Energie und Energieerhaltungssatz	106
Auf die Leistung kommt es an	109
Was lange wirkt, wirkt endlich gut	109
Kapitel 6	
Der Abschied vom Massenpunkt: Rotationsbewegungen	113
Sie wirkt nach innen: Die Zentripetalkraft	113
Sich um die eigene Achse drehen: Die Rotation	114
Es kommt auf den Angriffspunkt an: Das Drehmoment	114
Jeder Punkt spielt eine gewichtige Rolle: Das Trägheitsmoment	115
Der Satz von Steiner	118
Drehimpuls und Drehimpulserhaltungssatz	119
Vergleich Translation mit Rotation	119
Kapitel 7	
Hinderlich und doch auch nützlich: Die Reibung	121
Irgendwo hakt es: Haft- und Gleitreibung	122
Ins Rollen kommen: Die Haftreibung	122
In Bewegung bleiben: Die Gleitreibung	125
Haften oder Gleiten: Die Fläche spielt keine Rolle	126
Wenn Räder Rollen: Die Rollreibung	126
Vor- und Nachteile der Reibung	128
Der Wind kommt immer von vorn: Vor- und Nachteile der Reibung	
am Beispiel des Fahrrads	129
Manchmal lebensrettend: Das Bremsen	129

Kapitel 8

Nachgeben, aber nicht versagen: Die Elastizitätslehre **133**

Es kommt auf die Fläche an: Mechanische Spannungen	133
Der Stab wird gezogen, bis er bricht: Die Spannungs-Dehnungs-Kurve	134
Gilt nur im elastischen Bereich: Das Hooke'sche Gesetz	135
Man kann sie ungeschehen machen: Die elastische Verformung	136
Die Ohren langziehen: Der Elastizitätsmodul	136
Ich will dich drücken: Der Kompressionsmodul	137
Schubmodul	137
Längs und quer: Die Poissonzahl	138
Wenn man zwei kennt, kennt man alle	140
Elastische Verformung ist gespeicherte Energie	142
Über die Grenze hinaus: Plastische Verformung und Bruch	142
Besser Nachgeben: Die plastische Verformung	143
Nichts geht mehr: Der Bruch	145

Teil III

Sie kommen niemals zur Ruhe: Schwingungen und Wellen **147**

Kapitel 9

Auf und ab, hin und her: Schwingungen **149**

Viele Bewegungen, ein Mechanismus: Harmonische Schwingungen	150
Auf und ab: Das Federpendel	150
Der Antrieb einer Uhr: Das Fadenpendel	152
Brettpendel	154
Schwingungsgleichung	155
Spezielle Schwingungen	162
Gedämpfte Schwingungen	162
Erzwungene Schwingungen	163
Resonanzen können katastrophal enden	164
Schwingungssysteme	165
Überlagerung von Schwingungen	165
Miteinander oder gegeneinander: Gekoppelte Schwingungen	169
Gemeinsam schwingen macht mehr Spaß	170
Auch Stäbe können schwingen	172

Kapitel 10

Surfing the Waves: Wellen **177**

Zeit und Raum: Ausbreitung von Schwingungen	178
Eine Welt voller Wellen	178
Bewegung in Zeit und Raum: Die Wellengleichung	180
Ebene Wellen und Kugelwellen	183
Entweder konstruktiv oder destruktiv: Die Interferenz	184
Nichts als Druckdifferenzen: Schallwellen	185

Laut und Leise: Die Interferenz von Schallwellen	186
Interferenz: Überlagerung von Wellen	187
Huygenssches Prinzip	188
Wellen können um die Ecke gehen: Die Beugung	189
An der Bahnschranke: Der Doppler-Effekt	195

Teil IV

Den Durchblick haben: Die Optik **201**

Kapitel 11

Geheimnisvoll und doch erhellend: Das Licht **203**

Die Wellennatur des Lichts	203
Was schwingt beim Licht: Elektromagnetische Wellen	204
Intensität und Intensitätsverlust	205
Vom Wechselstrom zur Höhenstrahlung: Elektromagnetische Wellen	206
Von Rot nach Violett: Das sichtbare Spektrum	206
Eine ungeheure Vielfalt: Das elektromagnetische Spektrum	206
Licht interferiert! Beugung am Spalt und am Gitter	209
Auf die Richtung kommt es an: Die Polarisierung	210

Kapitel 12

Im Spiegelkabinett: Die Reflexion **215**

Äußerst gradlinig: Licht als Strahl	215
Strahlenmodell	216
Dies Bildnis ist bezaubernd schön: Reelle und virtuelle Bilder	216
Reflexionsgesetz	218
Spieglein, Spieglein an der Wand: Reflexion am ebenen Spiegel	219
Vergrößern oder Verkleinern: Reflexion an gewölbten Spiegeln	221
Hohlspiegel	221
Auf sie kommt es an: Die Hauptstrahlen	224
Nach außen gewölbt: Konvexe Spiegel	230

Kapitel 13

Die Richtung ändert sich: Die Brechung **233**

Optische Täuschungen	233
Übergang an Grenzflächen: Brechungsindex und Brechungsgesetz	234
Hier kommt nichts durch: Die Totalreflexion	237
Brechung im alltäglichen Leben	239
Abbildung durch Linsen	242
Sammeln oder Zerstreuen: Arten von Linsen	242
Linsengesetz	243
Auf sie kommt es an: Die Hauptstrahlen	246
Abbildung durch Sammellinsen	247
Zerstreuungslinsen	249

Linsenfehler	250
Schwächen ausbügeln: Linsenkombinationen	252
Vergrößern oder Verkleinern: Optische Instrumente	253
Im Prinzip nur eine Sammellinse: Das Auge	253
Einfach, aber praktisch: Die Lupe	257
Kleine Dinge ganz groß: Das Mikroskop	259

Teil V

Zwei Seiten einer Medaille: Elektrizität und Magnetismus **265**

Kapitel 14

In Ruhe, aber voller Kraft: Die Elektrostatik **267**

Elektrostatische Phänomene	267
Das Zack!-Gefühl: Ladungstrennung durch Reibung	268
Ladungen: Anziehend und abstoßend zugleich	269
Unterschiede ziehen sich an: Die Influenz	270
Alles über Ladungen in Kürze	272
Auf den Abstand kommt es an: Das Coulombgesetz	273
Wirkung auf eine Probeladung: Das Elektrische Feld	276
Parallel: Das Feld eines Plattenkondensators	276
Auf ihre Dichte kommt es an: Darstellung durch Feldlinien	278
Einfache Überlagerung	279
Elektrische Energie und Spannung	280
Arbeit und elektrische Energie	280
Potential und Spannung	283
Zusammenfassung elektrischer Feldgrößen	286
Kapazität	287
Die Kapazität erhöhen: Die Rolle eines Dielektrikums	287
Reihen- und Parallelschaltung	289

Kapitel 15

Immer in die gleiche Richtung: Gleichstromkreise **293**

Er kommt aus der Steckdose: Der elektrische Strom	293
Strom ist Ladung pro Zeit	293
Strom erfordert Spannung: Spannungsquellen	294
Nur Elektronen können sich bewegen: Der Ladungstransport	295
Widerstand leisten: Das ohmsche Gesetz	297
Strom und Spannung im Gleichmarsch: Das ohmsche Gesetz	297
Spannungsabfall	298
Jeder besitzt seinen eigenen Widerstand: Der spezifische Widerstand	298
Gleichstromnetze	299
Ein Widerstand kommt selten allein: Kombinationen von Widerständen	300
Knoten und Maschen: Die Kirchhoffschen Regeln	302
Glühende Drähte: Die elektrische Leistung	304

Kapitel 16	
Magnetismus	307
Magnetische Phänomene	307
Sie wirken immer: Permanentmagnete	307
Auch magnetisch: Stromdurchflossene Leiter	308
Ursache sind immer bewegte Ladungen: Magnetische Felder	311
Magnetfeldgröße #1: Die magnetische Induktion	311
Magnetfeldgröße #2: Die Magnetfeldstärke	312
Elektromagnetismus pur: Spulen	314
Alle Materialien sind magnetisch	315
Bewegte Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern	317
Immer gerade aus: Bewegte Ladungen im elektrischen Feld	317
Im Kreis herum: Bewegte Ladungen im Magnetfeld	319
Induktion	324
Wenn sich der Fluss ändert: Die Induktion	324
Es geht rund: Das Motor-Generatorprinzip	327
Rauf und runter: Transformator	330
Selbstinduktion	331
Elektrisches und Magnetisches Feld	332
Zum Schluss ein Augenöffner: Die Lichtgeschwindigkeit	334
Kapitel 17	
Wechselstromkreise	337
Stetige Veränderung: Der Wechselstrom	337
Nur die Effektivwerte zählen: Die Leistung eines Wechselstromkreises	338
Jede Menge Widerstände	340
Ohmscher Widerstand	340
Kapazitiver Widerstand	341
Induktiver Widerstand	344
Den Widerstand vereinigen	345
Wirkleistung und Blindleistung	347
Zeigerdiagramme	349
Swing, When You Are Winning: Schwingkreise	350
Kapitel 18	
Grundlage einer technologischen Revolution: Halbleiter	353
Zwischen Isolatoren und Leitern: Halbleiter	354
Elektronen und Löcher: Die Eigenleitung	354
Elektronen oder Löcher? Die Dotierung	357
Die Grundlage der Halbleitertechnologie: Bauelemente	360
Einbahnstraßen: Dioden	361
Schalten und Verstärken: Transistoren	363
Feldeffektbauelemente	366
Aus n wird p: Der MOS-Feldeffekttransistor	366
Eine große Vielfalt: Feldeffektbauelemente	368

Teil VI

Manche mögen's heiß: Die Thermodynamik **369**

Kapitel 19

Wärmephänomene und Wärmetransport **371**

Temperatur und Wärme	371
36 Grad, und es wird noch heißer: Temperaturmessung	371
Volumen- und Längenausdehnung	374
Wärme quantitativ	377
Objektiv werden: Von der Wärme zur Wärmemenge	377
Beim Aperitif beobachtet: Phasenübergänge	377
Sie wirkt im Verborgenen: Die latente Wärme	379
Er braucht seine Zeit: Der Wärmetransport	380
Vorsicht, heiß! Die Wärmeleitung	380
Heiße Luft steigt nach oben: Die Konvektion	382
Sonnig und warm: Die Wärmestrahlung	383

Kapitel 20

Wenn die heiße Luft vibriert: Die Thermodynamik von Gasen **385**

Wichtige Zustandsgrößen: Volumen, Druck und Temperatur	385
Je geringer das Volumen, umso höher der Druck:	
Das Gesetz von Boyle-Mariotte	385
Je höher die Temperatur, umso größer das Volumen:	
Das Gesetz von Gay-Lussac	386
Je höher die Temperatur, umso größer der Druck:	
Das Gesetz von Amontons	387
Eine große Anzahl von Teilchen: Die Avogadrozahl	388
Nahezu perfekt: Das ideale Gasgesetz	389
Für alle Gase gleich: Das Molvolumen	390
Die Feinheiten beachten: Das reale Gasgesetz	391
Gasteilchen: Schnell und energetisch	393
Gasteilchen besitzen Freiheit	393
Gasteilchen sind ganz schön schnell	394
Das Ganze betrachten	395

Kapitel 21

Thermodynamik auf den Punkt gebracht: Die Hauptsätze der Thermodynamik **399**

Null, aber wichtig: Der nullte Hauptsatz	399
Auch Wärme ist Energie: Der erste Hauptsatz	400
Die Namen sind seltsam, die Prozesse wichtig	401
Zurück zur Wärmekapazität	404
Der zweite Hauptsatz	406
Aus Wärme wird Kraft: Wärmekraftmaschinen	406

Hundert Prozent sind nicht möglich: Der Wirkungsgrad	407
Das Optimum: Carnot-Prozesse	407
Absolut Null ist nicht möglich: Der dritte Hauptsatz	411

Teil VII

Top-Ten Teil 413

Kapitel 22

Zehn Physiker, die die klassische Physik geprägt haben 415

Er wollte die Welt aus den Angeln heben: Archimedes von Syrakus	415
Tycho Brahe	416
Und sie bewegt sich doch: Galileo Galilei	416
Evangelista Torricelli	417
Sie brachten die Optik voran: Ernst Abbe, Carl Zeiss und Otto Schott	418
Albert Michelson	418
Alessandro Volta	419
André-Marie Ampère	419
Guglielmo Marconi	420
Drei Männer, drei Temperaturskalen: Celsius, Fahrenheit und Kelvin	420

Kapitel 23

Zehn Experimente, die die klassische Physik geprägt haben 423

Im freien Fall: Galileo Galilei	423
Voll unter Druck: Die Magdeburger Halbkugeln	424
Die Drehwaage oder der Cavendish-Versuch	424
Die Erde dreht sich: Das Foucaultsche Pendel	425
Licht ist eine Welle: Der Youngsche Doppelspaltversuch	426
Es gibt keinen Äther: Der Michelson-Morley-Versuch	427
Die Bestimmung der Elementarladung: Der Millikan-Versuch	428
Elektrizität und Magnetismus gehören zusammen: Der Oersted-Versuch	429
Magnetismus in Elektrizität umwandeln: Faradays Induktionsversuche	430
Es gibt elektromagnetische Wellen: Der Hertzsche Oszillator	431

Stichwortverzeichnis 433

