



# Auf einen Blick

<b>Über den Autor</b> .....	<b>9</b>
<b>Einführung</b> .....	<b>23</b>
<b>Teil I: Die Grundlagen</b> .....	<b>27</b>
<b>Kapitel 1:</b> Mit Physik die Welt verstehen .....	29
<b>Kapitel 2:</b> Die Grundlagen verstehen .....	35
<b>Kapitel 3:</b> Geschwindigkeit ist keine Hexerei .....	47
<b>Kapitel 4:</b> Richtungsweisend: Wo geht es lang? .....	63
<b>Teil II: Mögen die Kräfte der Physik mit Ihnen sein</b> .....	<b>81</b>
<b>Kapitel 5:</b> Ziehen und Schieben: Kräfte .....	83
<b>Kapitel 6:</b> Auf der schiefen Bahn: Geneigte Ebenen und Reibung .....	101
<b>Kapitel 7:</b> Ringelreihen und Kettenkarussell: Kreisbewegungen .....	119
<b>Teil III: Energie und Arbeit</b> .....	<b>137</b>
<b>Kapitel 8:</b> Physik in Aktion .....	139
<b>Kapitel 9:</b> Schwungvoll: Impuls und Kraftstoß .....	157
<b>Kapitel 10:</b> Wie man's dreht und wendet: Rotationsbewegungen .....	173
<b>Kapitel 11:</b> Immer rundherum: Dynamik von Rotationsbewegungen .....	191
<b>Kapitel 12:</b> Hin und her, hin und her: Harmonische Bewegungen .....	207
<b>Teil IV: Alles über Wärme</b> .....	<b>223</b>
<b>Kapitel 13:</b> Heiß auf Thermodynamik .....	225
<b>Kapitel 14:</b> Hier, nimm meine Jacke: Wärmeübertragung .....	237
<b>Kapitel 15:</b> Wärme trifft Arbeit: Die Hauptsätze der Thermodynamik .....	253
<b>Teil V: Elektrischer Strom und Magnete</b> .....	<b>269</b>
<b>Kapitel 16:</b> Wie elektrisiert .....	271
<b>Kapitel 17:</b> Ständig unter Strom .....	289
<b>Kapitel 18:</b> Überaus anziehend: Magnetismus .....	305
<b>Kapitel 19:</b> Spannende Ströme .....	321
<b>Kapitel 20:</b> Linsen und Spiegel im Rampenlicht .....	339
<b>Teil VI: Der Top-Ten-Teil</b> .....	<b>355</b>
<b>Kapitel 21:</b> Alles ist relativ(istisch) .....	357
<b>Kapitel 22:</b> Zehn wilde Theorien .....	365
<b>Anhang: Lösungen</b> .....	<b>371</b>
<b>Glossar</b> .....	<b>387</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>393</b>







# Inhaltsverzeichnis

<b>Über den Autor .....</b>	<b>9</b>
<b>Einführung .....</b>	<b>23</b>
Über dieses Buch .....	23
Konventionen in diesem Buch .....	23
Was Sie nicht lesen müssen .....	24
Törichte Annahmen über den Leser .....	24
Wie dieses Buch aufgebaut ist .....	24
Teil I: Die Grundlagen .....	24
Teil II: Mögen die Kräfte der Physik mit Ihnen sein .....	25
Teil III: Energie und Arbeit .....	25
Teil IV: Alles über Wärme .....	25
Teil V: Elektrischer Strom und Magnete .....	25
Teil VI: Der Top-Ten-Teil .....	25
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden .....	26
Wie es weitergeht .....	26
<b>TEIL I</b>	
<b>DIE GRUNDLAGEN .....</b>	<b>27</b>
<b>Kapitel 1</b>	
<b>Mit Physik die Welt verstehen .....</b>	<b>29</b>
Womit sich die Physik beschäftigt .....	29
Mit Bewegung fängt es an .....	30
Überall ist Energie .....	31
Warm und gemütlich .....	32
Vom Blitzschlag zum Laserstrahl .....	32
Verrückt, verrückter ... Physik! .....	33
<b>Kapitel 2</b>	
<b>Die Grundlagen verstehen .....</b>	<b>35</b>
Nicht erschrecken, es ist nur Physik .....	36
Messen und Voraussagen .....	37
Die Einheiten im Auge behalten .....	38
Von Meter zu Ellen und zurück: Einheiten umrechnen .....	39
Nieder mit den Nullen: Die wissenschaftliche Schreibweise .....	41
Die Genauigkeit von Messwerten .....	42
Ziffern, die zählen .....	42
Fehler zugeben .....	43
Etwas einfache Algebra .....	44
... und noch ein bisschen Trigonometrie .....	45





## 14 Inhaltsverzeichnis

<b>Kapitel 3</b>	
<b>Geschwindigkeit ist keine Hexerei</b>	<b>47</b>
Strecken und Entfernungen	48
Achsen gliedern die Welt	49
Von der Strecke zur Geschwindigkeit	50
Was ist eigentlich Geschwindigkeit?	51
Ein Blick auf den Tacho: Momentangeschwindigkeit	52
Gleichmäßig voran: Konstante Geschwindigkeit	52
Stop-and-go: Wechselnde Geschwindigkeit	52
Mittelmaß: Durchschnittsgeschwindigkeit	52
Mittlere gegen konstante Geschwindigkeit	53
Schneller oder langsamer: Beschleunigung	54
Die Definition der Beschleunigung	55
Die Einheit der Beschleunigung	55
Positive und negative Beschleunigungen	57
Mittlere und momentane Beschleunigung	57
Konstante und variable Beschleunigung	57
Die Beziehung zwischen Beschleunigung, Zeit und Strecke	58
Eine nahe liegende Beziehung	58
Noch mehr Geschwindigkeit	59
Die Beziehung zwischen Geschwindigkeit, Beschleunigung und Strecke	61
<b>Kapitel 4</b>	
<b>Richtungsweisend: Wo geht es lang?</b>	<b>63</b>
Vektoren verstehen	63
Orientierungshilfe: Das Vektorprinzip	64
Von A nach B: Vektoren addieren	65
Neue Wege gehen: Vektoren subtrahieren	66
Zahlenspiele mit Vektoren	67
Vektoren und ihre Komponenten	69
Komponenten von Vektoren aus Beträgen und Winkeln bestimmen	69
Beträge und Winkel aus Vektorkomponenten bestimmen	71
Vektoren enträtseln	73
Strecken sind auch Vektoren	74
Noch ein Vektor: Geschwindigkeit	75
Einer geht noch: Beschleunigung	75
Im Bann der Schwerkraft: Der freie Fall	77
<b>TEIL II</b>	
<b>MÖGEN DIE KRÄFTE DER PHYSIK MIT IHNEN SEIN</b>	<b>81</b>
<b>Kapitel 5</b>	
<b>Ziehen und Schieben: Kräfte</b>	<b>83</b>
Kräfte walten überall	83
Bühne frei für das erste newtonsche Gesetz	84
In Schwung kommen: Masse und Trägheit	85
Maße für Masse	86





## Inhaltsverzeichnis 15

Darf ich vorstellen: Das zweite newtonsche Gesetz .....	86
Krafteinheit .....	87
Resultierende Kräfte .....	87
Das große Finale: Das dritte newtonsche Gesetz .....	92
Reibung und das dritte newtonsche Gesetz .....	93
Winkel und Kräfte im dritten newtonschen Gesetz .....	95
Im Gleichgewicht .....	97

### Kapitel 6

#### **Auf der schiefen Bahn: Geneigte Ebenen und Reibung ..... 101**

Nur nicht runterziehen lassen: Gravitation .....	101
Rolltreppe abwärts: Die schiefe Ebene .....	102
Winkelzüge .....	103
Beschleunigung macht Spaß .....	105
Reibereien .....	105
Reibung und Normalkraft .....	106
Der Reibungskoeffizient .....	106
Haften und Gleiten .....	108
Mit Reibung bergauf .....	109
Schwerkraft und Flugbahnen .....	114
Hoch hinaus: Die Maximalhöhe .....	114
In höchste Höhen: Flugzeit .....	115
Hin und zurück: Die gesamte Flugdauer .....	115
Ein Schuss in einem beliebigen Winkel .....	116

### Kapitel 7

#### **Ringelreihen und Kettenkarussell: Kreisbewegungen ..... 119**

Immer rundherum: Gleichförmige Kreisbewegung .....	120
Richtungsänderung: Die Zentripetalbeschleunigung .....	121
Unter dem Einfluss der Zentripetalbeschleunigung .....	122
Der Betrag der Zentripetalbeschleunigung .....	122
Wie am Schnürchen: Zentripetalkraft .....	122
Mit Vollgas durch die Kurve: Die Zentripetalkraft hilft .....	124
Winkelkoordinaten: Entfernung, Geschwindigkeit, Beschleunigung .....	126
Der Apfel fällt nicht weit vom Stamm: Das newtonsche Gravitationsgesetz .....	128
Gravitation an der Erdoberfläche: Die Erdbeschleunigung .....	129
Kreisbahnen und das Gravitationsgesetz .....	130
Rundherum: Vertikale Kreisbewegung .....	134

### TEIL III

#### **ENERGIE UND ARBEIT ..... 137**

### Kapitel 8

#### **Physik in Aktion ..... 139**

Es ist nicht so, wie Sie denken ... ..	139
Arbeit messen .....	140





## 16 Inhaltsverzeichnis

Gewichte stemmen.....	140
Zug um Zug.....	141
Negative Arbeit.....	142
Mit Schwung voran: Kinetische Energie.....	143
Eine Formel für die kinetische Energie.....	144
Kinetische Energie in der Praxis.....	145
Das wahre Leben: Resultierende Kräfte.....	147
Energievorrat: Potenzielle Energie.....	148
Der Kampf gegen die Schwerkraft.....	149
Bäumchen, wechsele dich! Die Umwandlung von kinetischer in potenzielle Energie.....	150
Am Scheideweg: Konservative und nicht-konservative Kräfte.....	150
Vorwärts, rückwärts, rundherum: Energieerhaltung.....	152
Wie im freien Fall.....	153
Hoch hinaus.....	154
Arbeite schneller, die Leistung zählt!.....	154
Leistung messen.....	155
Was Leistung sonst noch bedeutet.....	156

### Kapitel 9

#### **Schwungvoll: Impuls und Kraftstoß..... 157**

Rempelei: Der Kraftstoß.....	157
Impulse geben.....	159
Der Zusammenhang zwischen Impuls und Kraftstoß.....	160
Noch einmal Poolbillard: Kraftstoß und Impuls.....	161
Kraftvoll durch den Regen.....	162
Impulserhaltung.....	163
Geschwindigkeit im Griff: Impulserhaltung in der Praxis.....	164
Impulserhaltung und Schussgeschwindigkeit.....	165
Auto gegen Auto: Elastische und inelastische Stöße.....	167

### Kapitel 10

#### **Wie man's dreht und wendet: Rotationsbewegungen..... 173**

Von der geradlinigen Bewegung zur Rotation.....	173
Die Tangentialbewegung.....	174
Die Tangentialgeschwindigkeit.....	174
Die Tangentialbeschleunigung.....	176
Die Zentripetalbeschleunigung.....	177
Vektoren und Rotationsbewegungen.....	178
Der Vektor der Winkelgeschwindigkeit.....	178
Der Vektor der Winkelbeschleunigung.....	179
Drehen und Wenden: Das Drehmoment.....	180
Die Drehmomentgleichung.....	181
Hebelarme verstehen.....	183
Drehmomente bestimmen.....	183
Das Drehmoment als Vektor.....	185



## Inhaltsverzeichnis 17

Nicht wackeln: Rotationsgleichgewicht.....	186
Flagge zeigen: Immer schön im Gleichgewicht .....	186
Ein Rotationsgleichgewicht mit Reibung .....	188

### Kapitel 11

#### Immer rundherum: Dynamik von Rotationsbewegungen..... 191

Das zweite newtonsche Gesetz in Rotation .....	191
Tangentialbeschleunigung und Winkelbeschleunigung.....	193
Das Trägheitsmoment.....	193
Das Trägheitsmoment unter der Lupe .....	194
Angewandte Trägheit: Drehmomente im CD-Player .....	195
Winkelbeschleunigung und Drehmoment: Noch ein Beispiel.....	197
Arbeit und kinetische Energie bei Rotationsbewegungen.....	198
In der Tretmühle: Arbeit bei Rotationen.....	198
Kinetische Energie bei Rotationsbewegungen.....	200
Die kinetische Energie der Rotation auf einer Rampe.....	201
Nicht zu bremsen: Der Drehimpuls .....	203
Die Drehimpulserhaltung .....	204
Satellitenbahnen: Die Drehimpulserhaltung in der Praxis.....	204

### Kapitel 12

#### Hin und her, hin und her: Harmonische Bewegungen..... 207

Federkraft: Das hookesche Gesetz .....	207
Immer schön nachfedern .....	208
Das hookesche Gesetz und die Richtung der Kraft.....	209
Die einfache harmonische Bewegung.....	209
Senkrecht und waagrecht .....	210
Ein genauerer Blick auf die harmonische Bewegung.....	211
Die Kreisfrequenz einer Masse an einer Feder .....	217
Die Energie in einfachen harmonischen Bewegungen .....	219
Schwingende Pendel .....	221

### TEIL IV

#### ALLES ÜBER WÄRME..... 223

### Kapitel 13

#### Heiß auf Thermodynamik..... 225

Der Sprung ins warme Wasser .....	225
Das Thermometer sagt Celsius.....	226
US-Thermometer sagen Fahrenheit.....	226
Das Thermometer sagt Kelvin.....	226
Es wird warm: Längenausdehnung.....	227
Noch ein Koeffizient.....	228
Ein Beispiel für Gleisarbeiter .....	229
Es bleibt warm: Volumenausdehnung.....	230
Mit dem (Wärme-)Strom schwimmen.....	230





## 18 Inhaltsverzeichnis

Die Phase ändert sich, die Temperatur nicht.....	233
Phasenumwandlung: Das Eis ist gebrochen!.....	233
Gut versteckt: Latente Wärme.....	234

### Kapitel 14

#### **Hier, nimm meine Jacke: Wärmeübertragung..... 237**

In Wallung versetzt: Konvektion.....	237
Autsch, das war heiß! Wärmeleitung.....	239
Wovon die Wärmeleitung abhängt.....	239
Die Gleichung für die Wärmeleitung anwenden.....	241
Warme Strahlung.....	242
Die Strahlung ist da, auch wenn man sie nicht sieht.....	242
Schwarze Körper.....	244
Das Geheimnis der Avogadro-Zahl.....	245
Das Gasgesetz wird geschmiedet.....	246
Ein Beispiel: Der Druck eines idealen Gases.....	248
Alternativen: Die Gesetze von Boyle-Mariotte und Gay-Lussac.....	248
Gasmoleküle haben's eilig.....	249
Die Geschwindigkeit von Luftmolekülen.....	250
Die kinetische Energie eines idealen Gases.....	250

### Kapitel 15

#### **Wärme trifft Arbeit: Die Hauptsätze der Thermodynamik.... 253**

Das thermische Gleichgewicht erreichen: Nullter Hauptsatz.....	253
Wärme und Arbeit erhalten: Der erste Hauptsatz.....	254
Energieerhaltung mit Zahlen.....	255
Die Zustände ändern sich.....	256
Vom Umgang mit spezifischen Wärmekapazitäten.....	262
Wohin die Wärme fließt: Der zweite Hauptsatz.....	263
Arbeit aus Wärme mit Wärmekraftmaschinen.....	264
Vom Wirkungsgrad einer Dampfmaschine.....	264
Man kann nicht alles haben, sagt Carnot.....	265
Kälter geht's nicht: Der dritte (und absolut letzte) Hauptsatz.....	267

## TEIL V

### **ELEKTRISCHER STROM UND MAGNETE..... 269**

#### Kapitel 16

#### **Wie elektrisiert..... 271**

Plus oder minus? Die Ladung von Elektron und Proton.....	271
Ziehen und Schieben: Elektrische Kräfte.....	272
Das coulombsche Gesetz.....	272
Abstand halten.....	273
Die Geschwindigkeit von Elektronen.....	274
Kräfte zwischen mehreren Ladungen.....	274







## Inhaltsverzeichnis 19

Wirkung aus der Ferne: Elektrische Felder .....	276
Aus allen Richtungen: Felder von Punktladungen .....	277
Ganz schön geladen: Das elektrische Feld im Plattenkondensator .....	278
Die Spannung hochdrehen .....	280
Berechnung der elektrischen potenziellen Energie .....	280
Spannung ist Potenzial .....	282
Das elektrische Potenzial bleibt erhalten .....	283
Das elektrische Potenzial von Punktladungen .....	284
Aufladen, was die Kapazität hergibt .....	285

## Kapitel 17 Ständig unter Strom ..... 289

Der lange Marsch der Elektronen: Strom .....	289
Strom definieren .....	290
Strom in Batterien berechnen .....	290
Widerstandsfähig: Das ohmsche Gesetz .....	291
Der Strom durch einen Widerstand .....	291
Ganz spezifische Widerstände .....	292
Leistung lohnt sich .....	293
Schön der Reihe nach: Reihenschaltungen .....	293
Alles auf einmal: Parallelschaltungen .....	294
Maschendraht und Knoten: Die kirchhoffschen Regeln .....	295
Anwendung der Maschenregel .....	296
Rechnen mit vielen Maschen .....	297
Kondensatoren im Kreis .....	299
Kondensatoren in Parallelschaltung .....	299
Kondensatoren in Reihenschaltung .....	300
Kondensator plus Widerstand gleich RC-Schaltkreis .....	302

## Kapitel 18 Überaus anziehend: Magnetismus ..... 305

Anziehen und Abstoßen .....	305
Die Wirkung auf bewegte Ladungen .....	307
Die Stärke magnetischer Kräfte .....	308
Gebogene Bahnen: Ladungen im Magnetfeld .....	309
Magnetfelder arbeiten nicht ... ..	310
... aber sie wirken trotzdem! .....	310
Ströme verbiegen .....	312
Kräfte auf Ströme .....	312
Rotierende Schleifen .....	313
Das Magnetfeld eines Drahts .....	315
Magnetfelder in Leiterschleifen .....	317
Schön gleichmäßig: Magnetfelder von Spulen .....	319



## 20 Inhaltsverzeichnis

### Kapitel 19

<b>Spannende Ströme</b> .....	<b>321</b>
Eine Spannung wird induziert .....	321
Spannende Bewegung im Magnetfeld .....	322
Induktionsspannung und Fläche .....	323
Faraday und der Fluss .....	324
Richtige Vorzeichen: Die lenzsche Regel .....	326
Induktivitäten .....	328
Auf und ab: Wechselstromkreise .....	329
Harmonische Sinusspannung .....	330
Im Gleichschritt durch den Widerstand .....	330
Am Kondensator eilt der Strom voraus .....	331
An der Spule trödelt der Strom .....	334
Dreifache Herausforderung: RCL-Stromkreise .....	336

### Kapitel 20

<b>Linse und Spiegel im Rampenlicht</b> .....	<b>339</b>
Alles über Spiegel – legeipS rebü sella .....	339
Licht wird abgelenkt .....	340
Licht brechen mit Snellius .....	340
Gemessene und gefühlte Tiefe .....	341
Spieglein, Spieglein an der Wand .....	343
Hohlspiegel wirken vergrößernd .....	343
Konvexe Spiegel wirken verkleinernd .....	348
Mit Linsen sieht man besser .....	349
Sammellinsen wirken vergrößernd .....	349
Zerstreuungslinsen wirken verkleinernd .....	353

### TEIL VI

<b>DER TOP-TEN-TEIL</b> .....	<b>355</b>
-------------------------------	------------

### Kapitel 21

<b>Alles ist relativ(istisch)</b> .....	<b>357</b>
Die Natur behandelt alle gleich .....	357
Licht ist immer gleich schnell .....	358
Bei hoher Geschwindigkeit dehnt sich die Zeit .....	359
Raumfahrer altern langsamer .....	359
Bei hoher Geschwindigkeit schrumpft die Länge .....	360
Materie ist gleich Energie .....	360
Materie plus Antimaterie gleich ... bumm .....	361
Die Sonne verliert an Masse .....	361
Es geht nicht schneller .....	362
Und Newton hat trotzdem recht! .....	362

**Inhaltsverzeichnis 21**

<b>Kapitel 22</b>	
<b>Zehn wilde Theorien .....</b>	<b>365</b>
Ganz klein ... und ganz anders .....	365
Hier und da zugleich .....	366
Gravitation krümmt den Raum .....	367
Schwarze Löcher halten Licht fest .....	367
Geht's noch kleiner? .....	368
Explosive Mischung: Materie und Antimaterie .....	368
Auch nicht schlecht: Supernovae .....	369
Vom Urknall zum Endknall .....	369
Dunkle Bedrohung .....	369
Zukunftsphysik .....	370
<b>Anhang: Lösungen .....</b>	<b>371</b>
<b>Glossar .....</b>	<b>387</b>
<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>393</b>



