

LERNEN EINFACH GEMACHT



3. Auflage

# Physik

kompakt  
für  
**dummies**<sup>®</sup>

Grundlegende  
Vorgehensweisen der  
Physik kennen

Alles über Wärme, Elektrizität,  
Magnetismus und Kernphysik

Mit Kräften, Arbeit und  
Energie die Welt  
erklären



**Steven Holzner**

# Physik kompakt für Dummies

## Schummelseite

---

### WICHTIGE GLEICHUNGEN DER PHYSIK

Die Welt der Physik ist voller Gleichungen. Hier eine Liste der wichtigsten Formeln zum Nachschlagen, übersichtlich nach Themen sortiert (in den einzelnen Kapiteln des Buches gibt es noch mehr):

#### Bewegung

- ✓ Weg:  $s = v_A(t_E - t_A) + \frac{1}{2} a(t_E - t_A)^2$
- ✓ lineare Geschwindigkeit:  $v = \Delta x / \Delta t$   
 $= (x_E - x_A) / (t_E - t_A)$
- ✓ lineare Beschleunigung:  $a = \Delta v / \Delta t$   
 $= (v_E - v_A) / (t_E - t_A)$
- ✓  $v_E^2 - v_A^2 = 2as = 2a(x_E - x_A)$

#### Kräfte

- ✓ Gewichtskraft:  $F_G = Gm_1m_2/r^2$
- ✓ Reibung:  $F_R = \mu F_N$
- ✓ 2. Newtonsches Gesetz:  $\Sigma F = ma$

#### Rotationsbewegungen

- ✓ Winkelgeschwindigkeit:  $\omega = \Delta \theta / \Delta t$
- ✓ Winkelbeschleunigung:  $\alpha = \Delta \omega / \Delta t$
- ✓ Drehwinkel:  $\theta = \omega_0(t_E - t_A) + \frac{1}{2} \alpha(t_E - t_A)^2$
- ✓ linearer Weg:  $s = r\theta$
- ✓ lineare Geschwindigkeit:  $v = r\omega$
- ✓ lineare Beschleunigung:  $a = r\alpha$

- ✓ Zentripetalbeschleunigung:  $a_z = v^2/r$
- ✓ Zentripetalkraft:  $F_z = mv^2/r$

## Arbeit, Impuls und Energie

- ✓ Arbeit:  $W = Fs \cos \theta$
- ✓ Impuls:  $p = mv$
- ✓ kinetische Energie:  $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2$
- ✓ potenzielle Energie/Lageenergie:  $E_{\text{kin}} = mgh$

## Trägheitsmomente

- ✓ dünnwandiger Hohlzylinder mit Radius  $r$ , der um seine Mittelachse rotiert:  $I = mr^2$
- ✓ Reifen mit Radius  $r$ , der um seine Mittelachse rotiert (zum Beispiel Riesenrad):  $I = mr^2$
- ✓ homogener Zylinder mit Radius  $r$ , der um seine Zylinderachse rotiert:  $I = \frac{1}{2}mr^2$
- ✓ Stab der Länge  $r$ , der um eine senkrecht zum Stab stehende Achse durch seinen Mittelpunkt rotiert:  $I = \frac{1}{12}mr^2$
- ✓ homogene Kugel mit Radius  $r$ , die um eine Achse durch ihren Mittelpunkt rotiert:  $I = \frac{2}{5}mr^2$
- ✓ Hohlkugel mit Radius  $r$ , die um eine Achse durch ihren Mittelpunkt rotiert:  $I = \frac{2}{3}mr^2$

## Einfache harmonische Schwingung

- ✓ Auslenkung:  $x = A \cos \omega t$
- ✓ Geschwindigkeit:  $v_x = -A\omega \sin \omega t$
- ✓ Beschleunigung:  $a_x = -A\omega^2 \cos \omega t$

## Thermodynamik

- ✓ Temperatureinheiten:  $^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} \cdot (^{\circ}\text{F} - 32)$ ;  $^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} \cdot (^{\circ}\text{C} + 32)$ ;  $\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,15$
- ✓ Wärmemenge:  $Q = c m \Delta T$
- ✓  $Q = kAt \cdot \Delta T/L$
- ✓ Wirkungsgrad:  $\eta = \frac{\text{Arbeit}}{\text{zugeführte Wärme}} = \frac{W}{Q_w}$

## Elektrizität

- ✓ Coulomb-Kraft:  $F = kq_1q_2/r^2$
- ✓ elektrisches Feld:  $E = F/q$
- ✓ Kapazität beim Plattenkondensator:  $C = \kappa \epsilon_0 A/s$
- ✓ Feld beim Plattenkondensator:  $E = \frac{1}{2} CU^2$
- ✓ elektrische Arbeit:  $W = qU$
- ✓ Ohmsches Gesetz:  $U = IR$
- ✓ elektrische Leistung:  $P = IU = U^2/R = I^2R$

## Magnetismus

- ✓  $B = F/(qv \sin \theta)$
- ✓  $F = qvB \cdot \sin \theta$
- ✓  $r = mv/qB$
- ✓  $F = lB \cdot \sin \theta$
- ✓ Magnetfeld einer Leiterschleife:  $B = \mu_0 I/(2R)$
- ✓ Magnetfeld eines Drahtes:  $B = \mu_0 I/2\pi r$

## Optik

- ✓ Reflexionsgesetz:  $\theta_E = \theta_R$
- ✓ Brechungsgesetz:  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

## NATURKONSTANTEN

Naturkonstanten sind Größen mit konstanten Werten, die in vielen physikalischen Gleichungen auftauchen. Ihre Werte sind entweder experimentell sehr genau bestimmt oder definiert. Die folgende Liste enthält einige der am häufigsten vorkommenden Konstanten.

- ✓ Erdbeschleunigung:  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- ✓ Gravitationskonstante  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$
- ✓ Lichtgeschwindigkeit:  $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- ✓ Allgemeine Gaskonstante:  $R = 8,31 \text{ J}/(\text{mol K})$
- ✓ Avogadro-Konstante:  $N = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- ✓ Boltzmann-Konstante:  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
- ✓ Coulomb-Konstante:  $k = 8,99 \cdot 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
- ✓ Dielektrizitätskonstante des Vakuums:  $\epsilon\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N m}^2)$
- ✓ Vakuumpermeabilität:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T m/A} = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ T m/A}$
- ✓ Elementarladung:  $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- ✓ Masse des Elektrons:  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- ✓ Masse des Protons:  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$



**Steven Holzner**

# **Physik kompakt**

**für**  
**dummies**<sup>®</sup>

## **3. Auflage**

Übersetzung aus dem Amerikanischen von  
Dr. Michael Bär, Dr. Anna Schleitzer, Dr. Regine  
Freudenstein unter Mitarbeit von Dr. Wilhelm  
Kulisch

Fachkorrektur von Dr. Matthias Delbrück,  
Ramona Ettig, Dr. Regine Freudenstein,  
Dr. Patrick Kühnel und Alexander Pawlak

**WILEY**  
WILEY-VCH GmbH

## **Physik kompakt für Dummies**

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

3. Auflage 2023

© 2023 Wiley-VCH GmbH, Boschstraße 12, 69469 Weinheim, Germany

Original English language edition Physics Essentials For Dummies © 2010 by Wiley Publishing, Inc. All rights reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form. This translation published by arrangement with John Wiley and Sons, Inc.

Copyright der englischsprachigen Originalausgabe Physics Essentials For Dummies © 2010 by Wiley Publishing, Inc. Alle Rechte vorbehalten inklusive des Rechtes auf Reproduktion im Ganzen oder in Teilen und in jeglicher Form. Diese Übersetzung wird mit Genehmigung von John Wiley and Sons, Inc. publiziert.

Wiley, the Wiley logo, Für Dummies, the Dummies Man logo, and related trademarks and trade dress are trademarks or registered trademarks of John Wiley & Sons, Inc. and/or its affiliates, in the United States and other countries. Used by permission.

Wiley, die Bezeichnung »Für Dummies«, das Dummies-Mann-Logo und darauf bezogene Gestaltungen sind Marken oder eingetragene Marken von John Wiley & Sons, Inc., USA, Deutschland und in anderen Ländern.

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren und Verlag für die

Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen  
sowie eventuelle Druckfehler keine Haftung.

**Coverfoto:** Stefano Garau - [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)

**Korrektur:** Shangning Postel-Heutz

**Print ISBN:** 978-3-527-72018-7

**ePub ISBN:** 978-3-527-84033-5

# Über den Autor

---

**Steve Holzner** ist preisgekrönter Autor zahlreicher Bücher, darunter beispielsweise auch das *Übungsbuch Physik für Dummies*. Er studierte Physik am Massachusetts Institute of Technology (MIT) und promovierte an der Cornell University. Er unterrichtete dort sowie am MIT über zehn Jahre lang, wobei er auch Physik-Grundkurse gab.

# Inhaltsverzeichnis

Cover

Titelblatt

Impressum

Über den Autor

Einleitung

Über dieses Buch

Konventionen in diesem Buch

Törichte Annahmen über den Leser

Wie dieses Buch aufgebaut ist

Symbole, die in diesem Buch verwendet werden

Wie es weitergeht

**Teil I: Die Grundlagen: Worauf die Physik steht**

**Kapitel 1: Mit Physik die Welt verstehen**

Womit sich die Physik beschäftigt

Eine gute Grundlage ...

Mit Bewegung, Kraft und Arbeit geht es weiter

Beschwingt oder wellig?

Warm und gemütlich

Vom Blitzschlag zum Laserstrahl

Ein Schritt in die Moderne

**Kapitel 2: Physik als solche**

Nicht erschrecken, es ist nur Physik

Messen und Voraussagen

Nieder mit den Nullen: Die wissenschaftliche Schreibweise

Ein bisschen Buchstabenrechnen

... und noch ein bisschen Trigonometrie

**Kapitel 3: Richtungsweisend: Vektoren**

Vektoren verstehen

Im Bann der Schwerkraft: Der freie Fall

## **Teil II: Bewegung, Kraft und Arbeit**

### **Kapitel 4: Geschwindigkeit ist keine Hexerei**

Strecken und Entfernungen

Geschwindigkeiten und was man damit machen kann

Schneller oder langsamer: Beschleunigung

Beschleunigung, Zeit und Strecke

### **Kapitel 5: Ziehen und Schieben: Kräfte**

Kräfte walten überall

Bühne frei für das erste Newtonsche Gesetz

Das berühmteste Gesetz von allen: Newton 2

Das große Finale: Das dritte Newtonsche Gesetz

### **Kapitel 6: Im Banne der Schwerkraft: Geneigte Ebenen und Würfe**

Nur nicht runterziehen lassen: Gravitation

Rolltreppe abwärts: Die geneigte Ebene

Reibereien

Schwerkraft und Flugbahnen

### **Kapitel 7: Ringelreihen und Kettenkarussell: Kreisbewegungen**

Immer rundherum: Gleichförmige Kreisbewegung

Richtungweisend: Die Zentripetalbeschleunigung

Wie am Schnürchen: Zentripetalkraft

Der Apfel fällt nicht weit vom Stamm: Das Newtonsche Gravitationsgesetz

### **Kapitel 8: Physik in Aktion**

Es ist nicht so, wie Sie denken ...

Energisch voran: Kinetische Energie

Energie auf Vorrat: Potenzielle Energie

Nichts ist verloren: Energieerhaltung

Arbeite schneller, Leistung zählt!

## **Kapitel 9: Schwungvoll: Kraftstoß und Impuls**

Rempelei: Der Kraftstoß

Impulse geben

Der Zusammenhang zwischen Impuls und Kraftstoß

Impulserhaltung

## **Teil III: Schwingungen und Wellen**

### **Kapitel 10: Hin und her, hin und her: Harmonische Schwingungen**

Das Hookesche Gesetz

Die einfache harmonische Schwingung

### **Kapitel 11: Die Wellen reiten**

Wellen: Transport von Energie

Wie Wellen ticken

## **Teil IV: Alles über Wärme**

### **Kapitel 12: Heiß auf Thermodynamik**

Der Sprung ins warme Wasser

Was warm wird, wird länger

Das Wesen der Wärme

Die Phasen ändern sich

### **Kapitel 13: Wärme trifft Arbeit: Die Hauptsätze der Thermodynamik**

Im (thermischen) Gleichgewicht: Nullter Hauptsatz

Energieerhaltung auf thermisch: Der erste Hauptsatz

Wohin Wärme will: Der zweite Hauptsatz

So kalt wird's dann doch nicht: Der absolut letzte Hauptsatz

## **Teil V: Voll geladen: Elektromagnetismus**

### **Kapitel 14: Es knistert: Elektrostatik**

Plus oder minus? Die Ladung von Elektron und Proton

Mal anziehend, mal abstoßend: Elektrische Kräfte

Wirkung aus der Ferne: Elektrische Felder

Jetzt wird's spannend: Das elektrische Potenzial

## **Kapitel 15: Bewegung mit Widerstand: Stromkreise**

Elektronen auf Achse: Elektrischer Strom

Widerstandsfähig: Das Ohmsche Gesetz

Leistung lohnt sich

Immer der Reihe nach: Reihenschaltungen

Schön verteilt: Parallelschaltungen

## **Kapitel 16: Nord und Süd: Magnetismus**

Anziehen und Abstoßen

Was Magnete mit bewegten Ladungen machen

Die Stärke magnetischer Kräfte

Gebogene Bahnen

Das Magnetfeld eines stromdurchflossenen Drahtes

## **Kapitel 17: Ströme mit Spannung fließen lassen**

Eine Spannung wird induziert

Faraday und der Fluss

Auf und ab: Wechselstromkreise

## **Kapitel 18: Ein Lichtstrahl auf Linsen und Spiegeln**

Alles über Spiegel

Licht wird abgelenkt

Spieglein, Spieglein an der Wand

Durch Linsen linsen

## **Teil VI: Über die Schulweisheit hinaus...**

### **Kapitel 19: Atome und wie die Welt sie sieht**

Beschreibung der Atome: das Planeten-Modell

Quantensprung: das Bohrsche Atommodell

### **Kapitel 20: Kernphysik und Radioaktivität**

Die Struktur des Atomkerns

Von  $\alpha$  bis  $\gamma$ : Arten des radioaktiven Zerfalls

Griff zum Geiger-Zähler: Halbwertszeit

## **Kapitel 21: Alles ist relativ(istisch)**

Das Relativitätsprinzip: Die Natur behandelt alle gleich

Licht ist sogar noch gleicher

Je schneller, desto langsamer geht die Uhr

Je schneller, desto kürzer

Masse ist gleich Energie

Schneller geht's

Und Newton hat trotzdem recht!

## **Teil VII: Top-Ten-Teil**

### **Kapitel 22: Zehn geniale physikalische Ideen**

Messfehler

Der Apfel fällt so weit vom Stamm wie der Mond um die Erde

Elektrisch? Magnetisch? Elektromagnetisch!

Es ist anders, als es aussieht

Die Theorie von Allem

Heiliger Gral oder Eldorado?

Nichts geht verloren

Der Wärmetod

Physik kann alles

Verschränkt

## **Abbildungsverzeichnis**

## **Glossar**

## **Stichwortverzeichnis**

## **End User License Agreement**

# **Tabellenverzeichnis**

## Kapitel 2

[Tabelle 2.1: Maßeinheiten im MKS-System](#)

## Kapitel 20

[Tabelle 20.1: Halbwertszeiten radioaktiver Elemente](#)

# Illustrationsverzeichnis

## Kapitel 2

[Abbildung 2.1: Ein rechtwinkliges Dreieck mit Bezeichnungen zur Bestimmung der tr...](#)

## Kapitel 3

[Abbildung 3.1: Der Pfeil besitzt genau wie ein Vektor einen Betrag \(seine Länge\) ...](#)

[Abbildung 3.2: Zwei Pfeile \(Vektoren\) mit derselben Richtung und demselben Betrag](#)

[Abbildung 3.3: Um zwei Vektoren zu addieren, gehen Sie vom Start \(den »Federn«\) d...](#)

[Abbildung 3.4: Die Summe zweier Vektoren ist ein neuer Vektor.](#)

[Abbildung 3.5: Die Abmessungen eines Tennisplatzes und die Diagonale für den perf...](#)

[Abbildung 3.6: Ein über eine Klippe fallender Golfball als Beispiel für die Lösun...](#)

## Kapitel 4

[Abbildung 4.1: Ein rollender Golfball auf einem Meterstab](#)

[Abbildung 4.2: Eine Bewegung in zwei Dimensionen](#)

[Abbildung 4.3: Zunehmende Geschwindigkeit bei konstanter Beschleunigung](#)

## Kapitel 5

[Abbildung 5.1: Beschleunigung eines Eishockeypucks](#)

[Abbildung 5.2: Verschiedene Kräfte, die auf einen Ball wirken](#)

[Abbildung 5.3: Die resultierende Kraft ist die Vektorsumme aller auf den Ball wir...](#)

[Abbildung 5.4: Die resultierenden Kräfte an einem Reifen während der Beschleunigu...](#)

[Abbildung 5.5: Mit einem Seil können Sie auch einen 500-Kilogramm-Puck vom Eis zi...](#)

[Abbildung 5.6: Eine einfache Seilrolle zur Umkehrung der Krafrichtung](#)

## **Kapitel 6**

[Abbildung 6.1: Ein Wagen rollt eine geneigte Ebene hinunter, die Schwerkraft  \$mg\$  z...](#)

[Abbildung 6.2: Die Kraftkomponente in Richtung der abschüssigen Ebe...](#)

[Abbildung 6.3: Die Reibung macht es schwierig, schwere Gegenstände zu ziehen.](#)

## **Kapitel 7**

[Abbildung 7.1: Ein Golfball an einer Schnur bewegt sich mit konstanter Geschwindi...](#)

[Abbildung 7.2: Auf einer Kreisbahn ändert die Geschwindigkeit beständig ihre Rich...](#)

## **Kapitel 8**

[Abbildung 8.1: Zum Schieben eines Gegenstands muss man Arbeit leisten – auch in d...](#)

[Abbildung 8.2: Wenn man nicht in dieselbe Richtung zieht, in der sich der Gegenst...](#)

[Abbildung 8.3: Ein Gegenstand, der sich ganz ohne Reibung durch einen Looping bew...](#)

## **Kapitel 9**

[Abbildung 9.1: Aus dem zeitlichen Verlauf der Kraft während eines Stoßes erhält m...](#)

[Abbildung 9.2: Die mittlere Kraft hängt von der Dauer ab, für die Sie die Kraft a...](#)

## **Kapitel 10**

[Abbildung 10.1: Die Richtung der Kraft einer Feder](#)

[Abbildung 10.2: Ein Ball an einer Feder unterliegt zusätzlich noch dem Einfluss d...](#)

[Abbildung 10.3: Die einfache harmonische Bewegung eines Balls als Funktion der Ze...](#)

[Abbildung 10.4: Ein Gegenstand auf einer Kreisbahn erzeugt eine Sinuskurve.](#)

Abbildung 10.5: Ein Referenzkreis hilft bei der Analyse harmonischer Bewegungen.

## **Kapitel 11**

Abbildung 11.1: Bei einer Transversalwelle bewegen sich die Teilchen des Mediums ...

Abbildung 11.2: Bei einer Longitudinalwelle bewegen sich die Teilchen des Mediums...

Abbildung 11.3: Die wichtigsten Größen zur Beschreibung einer Welle

## **Kapitel 12**

Abbildung 12.1: Die meisten festen Körper dehnen sich bei Wärmeeinwirkung aus.

Abbildung 12.2: Wasser ändert seine Phase.

## **Kapitel 13**

Abbildung 13.1: Eine Wärmekraftmaschine wandelt Wärme in Arbeit um.

## **Kapitel 14**

Abbildung 14.1: Anziehungs- und Abstoßungskräfte zwischen Ladungen

Abbildung 14.2: Auf eine »fremde« Ladung wirkt in einem elektrischen Feld eine Kr...

Abbildung 14.3: Durch Addition elektrischer Felder entsteht ein neues Feld.

Abbildung 14.4: Ein positives elektrisches Feld zeigt von einer positiven Punktladung...

Abbildung 14.5: Die Summe der elektrischen Felder zweier Punktladungen

Abbildung 14.6: Ein paralleler Plattenkondensator erzeugt ein gleichmäßiges elektr...

Abbildung 14.7: Eine positive Probeladung in einem parallelen Plattenkondensator

## **Kapitel 15**

Abbildung 15.1: Zwischen den Polen einer Batterie fließt Strom durch eine Leitung...

Abbildung 15.2: Strom fließt durch zwei in Reihe geschaltete Widerstände.

[Abbildung 15.3: Der Strom teilt sich auf zwei parallel geschaltete Widerstände au...](#)

## **Kapitel 16**

[Abbildung 16.1: Zwei Permanentmagneten mit entgegengesetzter Polung ziehen sich a...](#)

[Abbildung 16.2: Das Magnetfeld eines permanenten Stabmagneten](#)

[Abbildung 16.3: Die Kraft auf eine positive bewegte Ladung im Magnetfeld](#)

[Abbildung 16.4: In einem Magnetfeld bewegt sich eine elektrische - hier positive ...](#)

[Abbildung 16.5: Kreisbahn einer positiven Ladung](#)

[Abbildung 16.6: Ein einzelner Draht erzeugt konzentrische Magnetfeldlinien.  \$v\$  ist...](#)

## **Kapitel 17**

[Abbildung 17.1: Eine Spannung wird induziert.](#)

[Abbildung 17.2: Der im Magnetfeld bewegte Stab überstreicht die schattierte Fläch...](#)

[Abbildung 17.3: Eine Leiterschleife in einem veränderlichen Magnetfeld](#)

[Abbildung 17.4: Eine Leiterschleife im Magnetfeld, von oben betrachtet](#)

[Abbildung 17.5: Im Wechselstromkreis kehren Spannung und Strom periodisch ihre Ri...](#)

## **Kapitel 18**

[Abbildung 18.1: Einfallswinkel und Ausfallswinkel bei der Reflexion an einem Spiegel](#)

[Abbildung 18.2: Beim Eintritt in ein Stück Glas wird der einfallende Lichtstrahl ...](#)

[Abbildung 18.3: Durch die Brechung sieht der Fischer den Fisch in einer anderen T...](#)

[Abbildung 18.4: Ein ebener Spiegel erzeugt in Ihrem Auge ein virtuelles Bild.](#)

[Abbildung 18.5: Sammellinse: Der Gegenstand steht jenseits des Krümmungsmittelpun...](#)

[Abbildung 18.6: Der Gegenstand steht zwischen Krümmungsmittelpunkt und Brennpunkt...](#)

[Abbildung 18.7: Der Gegenstand steht zwischen Brennpunkt und Oberfläche der Samme...](#)

## **Kapitel 19**

[Abbildung 19.1: Bei der Rutherford-Streuung werden Alpha-Teilchen an den Atomkern...](#)

[Abbildung 19.2: Spektrallinien von Wasserstoff](#)

[Abbildung 19.3: Das Bohrsche Atommodell](#)

[Abbildung 19.4: Ein Energieniveauschema](#)

## **Kapitel 20**

[Abbildung 20.1: Schematischer Aufbau eines Atomkerns: Die Protonen sind dunkel, d...](#)

[Abbildung 20.2: Messung verschiedener Arten radioaktiver Teilchen](#)

## **Kapitel 21**

[Abbildung 21.1: Bei einem physikalischen Experiment beobachten Sie immer dasselbe...](#)

[Abbildung 21.2: In der Rakete braucht der Lichtimpuls die Zeit  \$\Delta t\_0\$ , ein Beobachte...](#)

[Abbildung 21.3: Ein schnell fliegendes Raumschiff scheint zu schrumpfen.](#)

# Einleitung

---

Alles ist Physik.

Aber was heißt hier *alles*?

Alles eben. Genau das ist der Punkt – Physik umgibt Sie ständig, bei jeder Handlung. Und da die Physik wirklich für alles und jedes zuständig ist, beschreibt sie auch einige ziemlich verrückte Sachen und ist deshalb nicht immer ganz leicht zu verstehen. Das gilt erst recht, wenn Sie ein für Spezialisten geschriebenes Lehrbuch in die Hand nehmen.

Wenn Sie mit so einem Werk in Kontakt kommen, dann heißt das meistens, dass ein 1200-Seiten-Wälzer mit einem kräftigen Bumms auf Ihrem Tisch landet. Was folgt, ist oft ein mühsamer Kampf mit der Last des Papiers und den edlen Gedanken, die darin ausgebreitet sind. Warum hat eigentlich noch niemand versucht, ein Physiklehrbuch aus der Sicht des *Lesers* zu schreiben? Ups, stimmt ja gar nicht – Sie haben dieses Buch vor sich.

## *Über dieses Buch*

*Physik kompakt für Dummies* beschreibt die Physik aus *Ihrer* Sicht. Ich habe schon vor Tausenden von Studierenden an Universitäten Physikvorlesungen gehalten und weiß daher, dass die meisten von ihnen ein gemeinsames Schicksal teilen: Verwirrung. Etwa in der Art: »Ich weiß gar nicht, womit ich *das* verdient habe ...«

Dieses Buch ist anders. Es ist nicht aus der Sicht eines Physikers oder einer Professorin geschrieben, sondern aus der eines Lesers. Nach unzähligen Stunden, die ich mit meinen Studierenden verbracht habe, weiß ich, an

welchen Stellen in den Büchern die Verwirrung beginnt, und ich habe mir große Mühe gegeben, diese Fallstricke hier zu umgehen. An der Universität wird man auf die Dauer nur glücklich, wenn man versteht, wie die Studierenden ticken – in anderen Worten, wie sie den Unterrichtsstoff erklärt bekommen wollen. Die ganzen Erfahrungen, die ich dort gesammelt habe, habe ich in dieses Buch gepackt. Ich erzähle Ihnen auch einiges über die Tricks, mit denen sich Professorinnen und Dozenten die Lösung von bestimmten Aufgaben ganz einfach machen.

## ***Konventionen in diesem Buch***

Viele Bücher verwenden eine Unzahl von Konventionen, die Sie überblicken müssen, um damit arbeiten zu können. Dieses nicht. Wir haben nur die paar hier: Neue Begriffe sind an der Stelle, an der sie zum ersten Mal erklärt werden, *kursiv* gesetzt. Variablen (Buchstaben, die in Gleichungen für bestimmte physikalische Größen stehen) sind ebenfalls *kursiv* geschrieben; so können Sie sie einfacher von den Symbolen für Einheiten unterscheiden. Vektoren (Größen, die sowohl einen Betrag als auch eine Richtung besitzen) sind ***fett kursiv*** gedruckt.

## ***Törichte Annahmen über den Leser***

Ich gehe davon aus, dass Sie keine Vorkenntnisse in Physik haben, wenn Sie mit diesem Buch beginnen. Ein wenig einfache Mathematik, vor allem Algebra, muss ich

jedoch voraussetzen. Sie müssen nicht gleich ein Profi in Algebra sein, aber Sie sollten wissen, wie Sie Ausdrücke von einer Seite einer Gleichung auf die andere bringen und eine Gleichung nach bestimmten Größen auflösen. Eine Wurzel sollten Sie vielleicht auch schon einmal gesehen (und gezogen) haben. In [Kapitel 2](#) erfahren Sie dazu noch etwas mehr. Ein wenig Trigonometrie wird auch gebraucht, aber wirklich nur ein wenig. Auch hier erfahren Sie in [Kapitel 2](#) in aller Kürze, was nötig ist (vor allem etwas über den Sinus und den Kosinus).

## ***Wie dieses Buch aufgebaut ist***

Die Natur ist ein unerschöpfliches Thema. Um dieses Thema auch nur einigermaßen behandeln zu können, zerlegt die Physik das Wissen über die Natur in unterschiedliche Fachgebiete. Entlang dieser Richtschnur ist auch das Buch aufgebaut; die einzelnen Teile behandeln verschiedene Teilgebiete der Physik.

### ***Teil I: Die Grundlagen: Worauf die Physik steht***

Bevor Sie Ihre Reise durch die Physik beginnen können, müssen Sie sozusagen Ihren Koffer packen. Sie brauchen nur leichtes Gepäck, aber ganz ohne geht es nicht. Dies machen wir zusammen in [Teil I](#). Wie schon angedeutet, benötigen wir eine kleine mathematische Grundausstattung, wovon Sie einiges bestimmt schon kennen, anderes wie die Vektoren vielleicht noch neu für Sie ist. Und dann ist es natürlich gänzlich unmöglich, Physik ohne Experimente und Messungen zu betreiben. Das können wir in einem Buch schlecht durchführen,

aber das Allerwichtigste zur physikalischen Arbeitsweise schauen wir uns kurz an.

## ***Teil II: Bewegung, Kraft und Arbeit***

Jetzt geht sie los, die Reise ins Reich der Physik. Ein ausgezeichneter Startpunkt dafür ist die Beschreibung von Bewegungen, was sie antreibt und was sich selbst im hektischsten Geschehen nie ändert. Willkommen in der Welt der Mechanik!

## ***Teil III: Schwingungen und Wellen***

An sich ist eine Schwingung bloß eine Bewegung, die nicht richtig vom Fleck kommt. Doch dieses Konzept ist so grundlegend für fast alle Bereiche der Physik, dass es einen eigenen Teil verdient hat. Erst recht, wenn es dann doch losgeht und Wellen sich in alle Richtungen ausbreiten.

## ***Teil IV: Alles über Wärme***

Was passiert, wenn Sie Ihre Hand in eine Kerzenflamme halten und dort lassen? Logisch – Sie verbrennen sich die Finger. Gleichzeitig haben Sie ein (mäßig interessantes) Experiment zum Wärmeübergang durchgeführt. [Teil IV](#) dieses Buches beschäftigt sich mit der Physik der Wärme und der Wärmeübertragung, von Physikern Thermodynamik genannt. Sie lernen auch etwas über Wärmekraftmaschinen, das Schmelzen von Eis sowie Temperaturen.

## ***Teil V: Voll geladen: Elektromagnetismus***

Hier wird es richtig spannend: Sie lernen eine ganze Menge über Elektrizität und wie sie funktioniert, von den einzelnen Elektronen bis hin zu Schaltkreisen mit ihren Spannungen und Strömen. Dann kommt noch der Magnetismus dazu: Mit harmlosen Stabmagneten fängt

es an, und aus der Kombination von Magnetismus und Elektrizität entsteht Licht – ja, die gesamte Optik ist physikalisch gesehen bloß Elektrizität auf Kreuzfahrt.

## ***Teil VI: Über die Schulweisheit hinaus***

Surfbretter, Kühlschrank und Elektroautos sind alle gut und schön, aber sie – und die für sie zuständigen physikalischen Ideen – sind noch bei Weitem nicht alles. Quantisierte Atome, radioaktive Kerne oder Geschwindigkeiten am absoluten Limit sind Dinge, die sich nur mit der modernen Physik verstehen lassen. Zwar kommen solche Sachen heute auch schon in der Schule vor, aber wenn Sie währenddessen eher von anderem geträumt haben sollten, schauen Sie in [Teil VI](#) dieses Buches!

## ***Teil VII: Top-Ten-Teil***

Auch in der Wissenschaft gibt es Hitlisten. Zehn große Ideen der Physik finden Sie im für jedes anständige ... *für Dummies*-Buch unverzichtbaren Top-Ten-Teil.

# ***Symbole, die in diesem Buch verwendet werden***

In jedem ... *für Dummies*-Buch gibt es Symbole, die spezielle Informationen kennzeichnen. Hier sind es bloß zwei – denn wir reisen ja mit leichtem Gepäck ...



Dieses Symbol kennzeichnet Informationen, die es sich zu merken lohnt. Das können besonders wichtige Gleichungen oder interessante Anwendungen von physikalischen Gesetzen sein, aber auch Hinweise, wie eine bestimmte Gleichung oder ein Gesetz am besten anzuwenden ist.



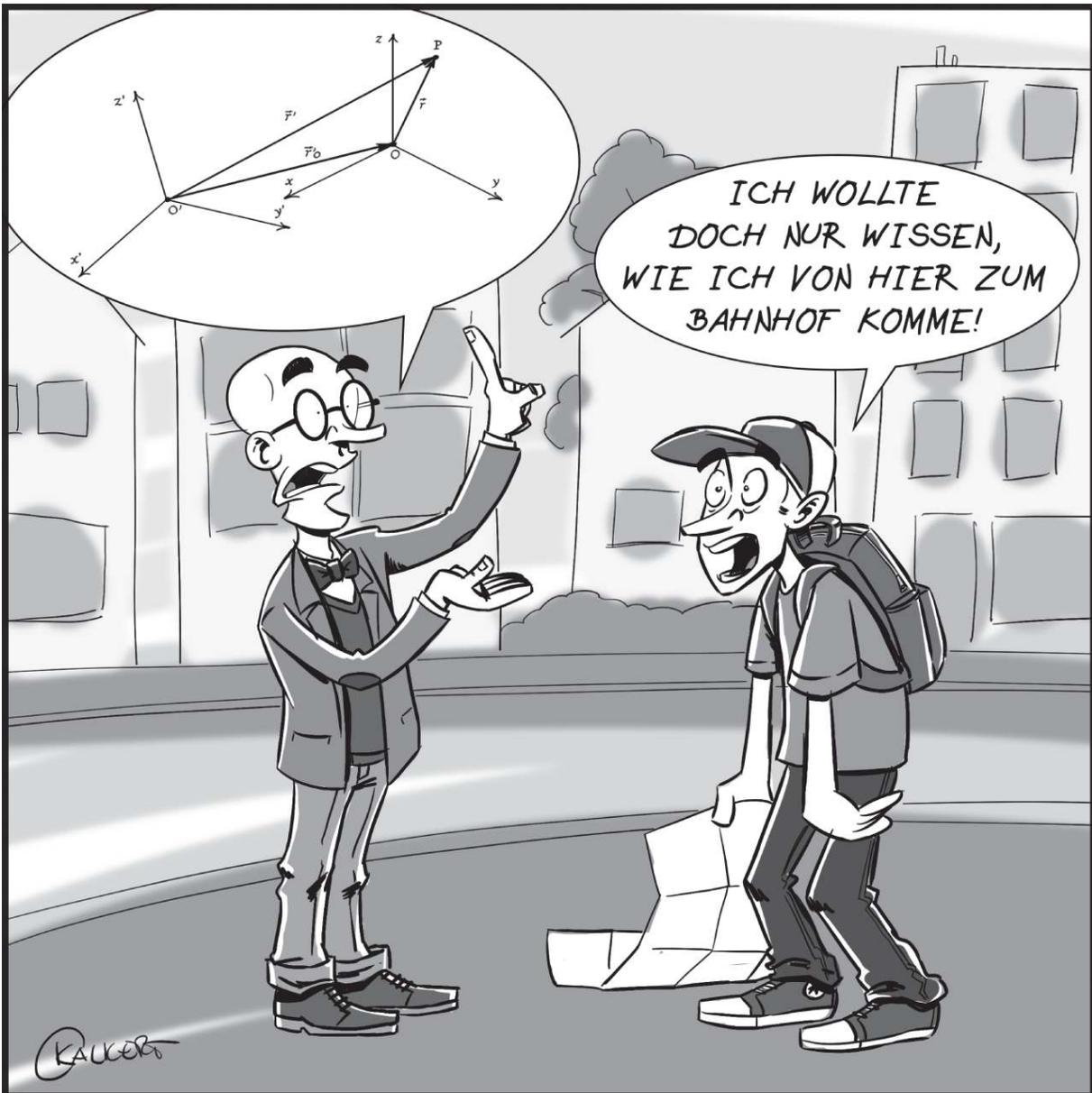
Neben diesem Symbol finden Sie Zusatzinformationen, die Ihnen helfen sollen, das betreffende Thema besser zu verstehen – oder einfach lustiger zu finden.

## ***Wie es weitergeht***

Sie können in diesem Buch schmökern; im Gegensatz zu anderen Lehrbüchern muss es nicht unbedingt von vorn nach hinten gelesen werden. Wie jedes ... *für Dummies*-Buch ist es so aufgebaut, dass Sie nach Herzenslust herumspringen können. Dadurch ergeben sich stellenweise Wiederholungen, die aber auch das Verständnis fördern. Steigen Sie ein: systematisch mit [Kapitel 1](#) oder nach Lust und Laune – vielleicht mit der Liste in [Teil VII](#)? Es ist Ihr Buch – viel Spaß damit!

# Teil I

## Die Grundlagen: Worauf die Physik steht



## IN DIESEM TEIL ...

Teil I dieses Buches soll Sie in die Denkweise der Physik einführen.

Ganz grob vereinfacht geht es in der Physik um ... messen und rechnen. Die Physik ist sehr gut darin, Dinge zu messen und dann mithilfe von Gleichungen beziehungsweise Gesetzen vorherzusagen, was als Nächstes passieren wird.

Die Gleichungen in diesem Teil zeigen Ihnen (zumindest ansatzweise), wie die Physik funktioniert. Setzen Sie Zahlen ein und überraschen Sie Ihre Umgebung mit den Berechnungen, die Sie beherrschen!

# Kapitel 1

## Mit Physik die Welt verstehen

---

### IN DIESEM KAPITEL

Physik in der Natur entdecken

Höher, schneller, weiter: Bewegung, Kraft und Energie

Eine heiße Geschichte: Thermodynamik

Magische Kräfte: Elektrizität und Magnetismus

Wo es anfängt, seltsam zu werden ...

---

Die Physik ist das Untersuchen der Welt – unserer Erde und des ganzen Universums. Für Sie ist Physik vielleicht eine Plage – eine lästige Pflicht in der Schule, die nur erfunden wurde, um Sie zu ärgern. Letzteres stimmt nicht ganz. Physik ist etwas, was Sie – unbewusst – vom ersten Augenblick Ihres Lebens an beschäftigt hat.

Es gibt buchstäblich nichts, was außerhalb der Physik liegt. Physik ist eine allumfassende Wissenschaft. Man kann ganz unterschiedliche Aspekte der Natur untersuchen und sich dabei mit verschiedenen Bereichen der Physik befassen, etwa mit bewegten Gegenständen, Kräften, elektrischen oder magnetischen Erscheinungen oder strahlenden Atomkernen. Man kann sogar untersuchen, was passiert, wenn man sich fast mit Lichtgeschwindigkeit bewegt. All diese Themen und noch viele weitere bespreche ich in diesem Buch.

# ***Womit sich die Physik beschäftigt***

Sie können vieles beobachten, während Sie in Ihrer komplizierten Welt herumspazieren: Blätter rascheln im Wind, die Sonne scheint, die Sterne funkeln, LED-Lampen leuchten warmweiß, Elektroautos fahren, Drucker drucken, Menschen gehen oder fahren Rad, Flüsse strömen und so weiter. Wenn Sie innehalten, um diese Erscheinungen zu untersuchen, wird Ihre natürliche Neugier Ihnen endlose Fragen eingeben:

- ✓ Wie sehe ich das alles eigentlich?
- ✓ Warum ist mein Körper warm?
- ✓ Woraus besteht die Luft, die ich atme?
- ✓ Warum rutsche ich aus, wenn ich einen Schneehügel hochklettere?
- ✓ Was ist mit all den Sternen? Oder sind das Planeten? Warum scheinen sie sich zu bewegen?
- ✓ Was ist das für ein Staubteilchen?
- ✓ Gibt es versteckte Welten, die ich nicht sehen kann?
- ✓ Was ist Licht?
- ✓ Warum wärmen Wolledecken?
- ✓ Was ist eigentlich Materie?
- ✓ Was passiert, wenn ich die Hochspannungsleitung berühre? (Die Antwort darauf kennen Sie hoffentlich – bitte nicht ausprobieren!)

Die Physik untersucht die Welt und die Weise, wie sie funktioniert, von grundlegenden Fragen (zum Beispiel, wie Sie die Trägheit des liegen gebliebenen Autos

überwinden, das Sie gerade anzuschieben versuchen) bis zu den exotischsten (wie der Erforschung der allerkleinsten Elementarteilchen, um zu verstehen, woraus die Materie aufgebaut ist). Letztlich geht es in der Physik um nichts anderes, als sich der Welt bewusst zu werden.

## ***Eine gute Grundlage ...***

... ist wichtig, wenn etwas gelingen soll, und das gilt natürlich auch für die Physik sowie dieses Büchlein über sie. In der Physik bedeutet das, je nach Ihrer persönlichen Vorliebe leider oder zum Glück, erst einmal ein solides mathematisches Grundverständnis. Mathematik ist die Sprache der Natur, wie ein berühmter Physiker einmal gesagt hat; sie zu verstehen hilft auch, sich in der Physik zurechtzufinden. Aber keine Angst: Praktische Fähigkeiten sind genauso wichtig! Wer nicht gut und gerne experimentiert, wird der Natur kein Geheimnis abluhsen können. Denn kein physikalisches Gesetz kann bestehen, wenn es nicht experimentell bestätigt ist. Dies und noch ein paar andere hilfreiche Dinge behandelt [Teil I](#) dieses Bandes, den Sie gerade zu lesen begonnen haben.

## ***Mit Bewegung, Kraft und Arbeit geht es weiter***

Einige der prinzipiellen Fragen, mit denen Sie sich sicherlich oft beschäftigen, wenn Sie über Gott und die Welt nachdenken, hängen sehr wahrscheinlich mit *Bewegung* zusammen. Wird der Felsbrocken, der gerade auf Sie zurollt, noch bremsen? Wie schnell müssen Sie zur Seite springen, um ihm auszuweichen? Und zu