

Physik

7/8



kostenfreie
LESEPROBE



Berlin/Brandenburg



Inhalt

Vorwort	3
---------------	---

Physik – Berlin/Brandenburg

Die Lehr- und Lernwelt von Physik 7/8	4
--	---

Konzeption

Aufbau des Lehrwerks	6
----------------------------	---

Physik 7/8

Inhaltsverzeichnis	9
--------------------------	---

A Thermisches Verhalten von Stoffen und Körpern

1 Längenänderung von Festkörpern	12
2 Volumenänderung von Flüssigkeiten und Gasen	16

B Wechselwirkung und Kraft

7 Kraft und Kraftmessung	20
8 Bewegungsänderung durch Kraft	26
Vermischte Aufgaben	30
Selbsttest	34
Zusammenfassung	36

Bildnachweis	38
--------------------	----

Unser WebSeminar-Angebot

Digitaler Unterricht mit click & teach und click & study

Digitale Lehr- und Lernwelt von Physik 7/8	40
---	----



Liebe Lehrerinnen und Lehrer,

im kommenden Jahr bieten wir Ihnen und Ihren Schülerinnen und Schülern mit **Physik 7/8** ein Lehrwerk, das die Anforderungen des Rahmenlehrplans in Berlin und Brandenburg allumfänglich abdeckt. Unsere Reihe **Physik – Berlin/Brandenburg** wurde entwickelt, um schon in der Sekundarstufe I den Grundstein für die neuen Anforderungen des Rahmenlehrplans der Sekundarstufe II zu legen und überzeugt insbesondere durch eine schüler- und praxisnahe Gestaltung und ein gezielt auf den Rahmenlehrplan ausgerichtetes Methodenkonzept. Auch unser Folgeband **Physik 9/10** ist bereits in Vorbereitung.

Unser **digitales Lehrmaterial click & teach** unterstützt Sie optimal bei der Gestaltung Ihres Unterrichts. Selbstverständlich erscheint **Physik 7/8** auch als **digitale Ausgabe click & study** für Ihre Schülerinnen und Schüler.

Wenn Sie mehr über **Physik 7/8** erfahren möchten, kontaktieren Sie uns!
Wir beraten Sie gern.

Herzlich

Ihr C.C.Buchner Verlag

Entdecken Sie die Lehr- und Lernwelt von ...

Physik – Berlin/Brandenburg

Physik 7/8

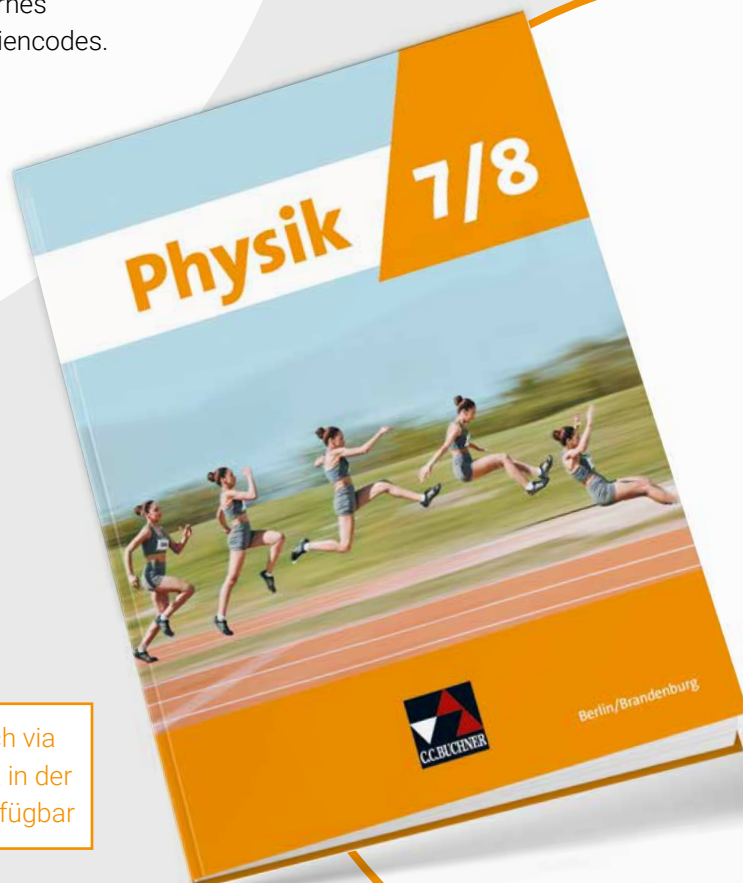
Unsere neue Reihe **Physik – Berlin/Brandenburg** legt bereits in der Sekundarstufe I den Grundstein für die neuen Anforderungen des Rahmenlehrplans für die Sekundarstufe II. Sie sticht mit ihrer schüler-nahen Gestaltung und einem gezielt auf den Rahmenlehrplan ausgerichteten Methodenkonzept hervor. Es erwartet Sie ein modernes Lehrwerk – auch dank der Einbindung zahlreicher QR- und Mediacodes.



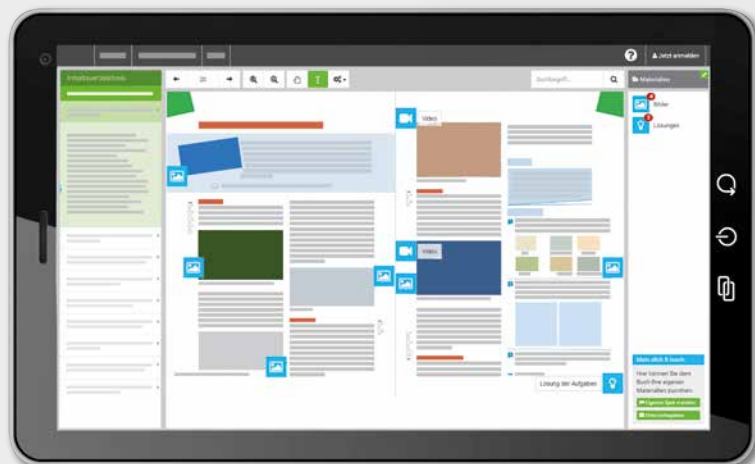
Mehr Infos

www.ccbuchner.de/bn/67201

Physik 9/10
ist in
Vorbereitung.



digitales Zusatzmaterial auch via
QR- oder Mediacodes direkt in der
Print-Ausgabe **kostenfrei** verfügbar



Ideal für den digitalen Materialaustausch

Die **digitale Ausgabe des Schülerbands click & study** und das **digitale Lehrmaterial click & teach** bilden zusammen die ideale digitale Lernumgebung: vielfältig im Angebot und einfach in der Bedienung!

Mehr Infos finden Sie auf den Seiten 40 bis 47 und auf www.click-and-teach.de und www.click-and-study.de.



Erklärvideos click & study
und click & teach

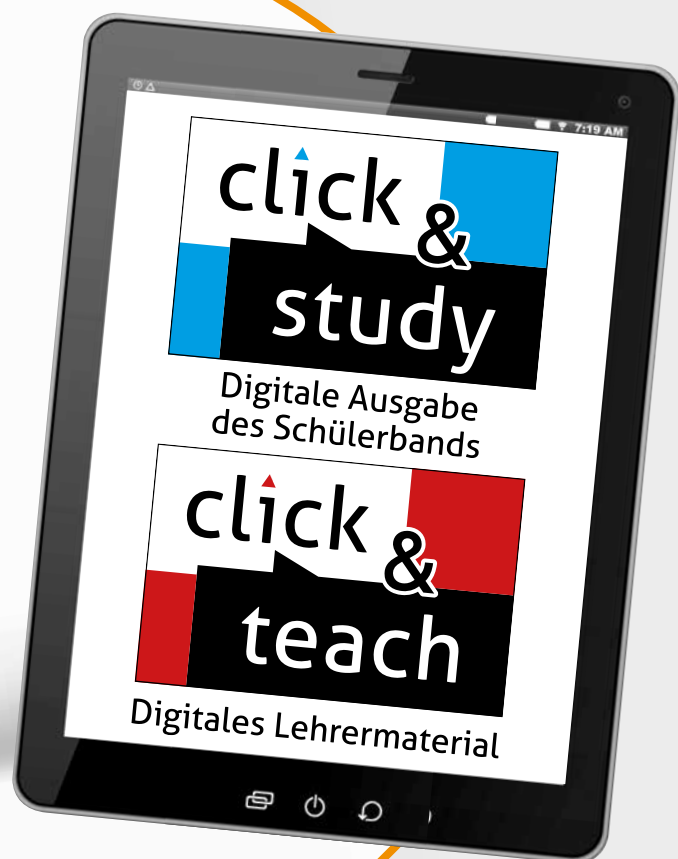
Physik 7/8 – die richtige Entscheidung für einen praxisorientierten und schülernahen Physikunterricht:

- ▶ entwickelt im Hinblick auf den **neuen Rahmenlehrplan**
- ▶ **Fachmethoden** wie „Einsatz digitaler Messwert-erfassungssysteme“
- ▶ **anschauliche Darstellung** der Inhalte mit zahlreichen Abbildungen
- ▶ **kurze, leicht verständliche Texte**
- ▶ praxistaugliche Darstellung **zentraler Schülerexperimente**
- ▶ schülernahe **Freihandexperimente**
- ▶ audiovisuelle Inhalte abrufbar über **QR- und Mediacodes**
- ▶ **Differenzierung** durch Hilfestellungen und Vertiefungen

Das erwartet Sie in unserem digitalen Lehrmaterial **click & teach**:

- ▶ Gefährdungsbeurteilungen
- ▶ ausführliche Lösungen zu allen Aufgaben
- ▶ sofort einsetzbares Unterrichtsmaterial

Profitieren Sie bei Bestellungen von **click & study** im **Schulkonto** vom **3-fach-Rabatt** oder erwerben Sie bei Einführung der Print-Ausgabe die **Print-Plus-Lizenz** ab 2,10 € pro Titel und Jahr.



Titel	ISBN 978-3-661- / Bestellnr.	Umfang	Ladenpreis	Lieferbarkeit
 Physik 7/8	67201-4		ca. 28,80 €	2. Quartal 2025
 click & study 7/8 Digitale Ausgabe	WEB 672011	Digitaler Freischaltcode	ca. 8,90 €	2. Quartal 2025
 click & teach 7/8 Digitales Lehrermaterial	WEB 672031 WEB 672035 WEB 672038	Einzellizenz Einzellizenz flex (übertragbar) Kollegiumslicenz	ca. 34,50 € ca. 47,- € ca. 170,- €	3. Quartal 2025 (sukzessive)

Material-Doppelseite

7 Kraft und Kraftmessung

Doppelseite mit Einstieg, Versuchen und weiteren Materialien vor jedem Kapitel

ansprechend gestalteter Einstieg mit motivierendem Impuls

V1 Dehnungs-Kraft-Diagramme

Bei einem typischen Kraftmesser wird die Kraft anhand der Verformung einer Schraubenfeder bestimmt. Wir wollen untersuchen, ob Kraftmesserfedern besondere

Arbeitsauftrag

- Bau das Experiment auf Basis deiner Überlegungen auf.
- Miss die Dehnung, d. h. die Längenänderung, für zwei verschiedene Kräfte bei einer Feder. Trage die Messwerte in eine Tabelle ein und stelle eine Vermutung für weitere Messwerte auf.
- Teste deine Vermutung aus b) durch weitere, sinnvoll gewählte Messwerte. Fertige ein Versuchsprotokoll an. Stelle die Messwerte in einer Tabelle zusammen. Nutze dazu eine Tabellenkalkulation (vgl. Methode auf der rechten Seite).
- Führe die Experimente bzw. die Auswertung aus b) und c) auch für einen Gummiring durch.
- Vergleiche die Ergebnisse der Messungen für die Schraubenfeder und den Gummiring miteinander.

schülernahe Freihandexperimente

Die Zugkraft erzeugen wir durch Anhängen von Massestücken. Bei der Messung sind folgende Fragen vorab zu klären:

- Mit welchen Hilfsmitteln kannst du die Größen messen?
- Welcher Versuchsaufbau wird benötigt?
- Was erwartest du als Ergebnis?

48

Vertiefungen, auch über Mediacodes

B | Wechselwirkung und Kraft

V2 Experiment: Kraft zum Kippen



Die Kraft zum Kippen eines Milchkartons soll gemessen werden. In Vorexperimenten stellt sich heraus, dass die Kraft für verschiedene Kippwinkel unterschiedlich ist. Gehe für eine systematische Arbeit in den angegebenen Arbeitsschritten vor.

praxistaugliche Darstellung zentraler Schülerexperimente

Vorbereiten der Durchführung: Eine Person konzentriert sich darauf, einen konstanten Kippwinkel zu halten. Zwei Personen lesen gleichzeitig Winkel und Kraft ab. Das Versuchsprotokoll fertigt jeder einzeln an.

- Stelle die Messwerte in einem geeigneten Diagramm dar.
- Interpretiere das Diagramm.
- Stelle Vorhersagen auf für Situationen, die im Experiment nicht realisierbar sind.
- Weitere Aufgaben zur Vertiefung findest du im Mediacode.

L67201-01

Methode

Messwerte digital auswerten und darstellen

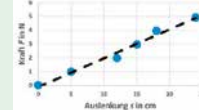
- Überlege dir zunächst, welche Daten du in dein Kalkulationsprogramm eintragen willst. Erst sende Überschriften (mit passender Einheit) und Ausdehnungslänge.
- Trage die Messwerte in die passenden Zellen ein.
- Berechnungen kannst du automatisch durchführen lassen: Im dargestellten Beispiel rechts wird in der Zelle E3 die Zelle C2 von der Zelle C3 subtrahiert, um die Ausdehnungslänge zu berechnen. Kopiert man die Zelle E3 nach unten, wird eine analoge Berechnung auch in den Zellen E4, E5 etc. durchgeführt. (Die \$-Zeichen verhindern die automatische Anpassung der Zeilenangabe, wenn die Formel nach unten kopiert wird.)

So kannst du eine Ausgleichsgerade zeichnen:

- Markiere die jeweiligen Spalten.
- Wähle die Funktion **Diagramm** → **Punkt (XY)** um die Wertepaare in einem Koordinatensystem darzustellen.
- Wähle die Funktion **Trendlinie** um automatisch eine Ausgleichsgerade zeichnen zu lassen.

An dem dargestellten Beispiel kannst du sehen, dass nicht alle Wertepaare auf der Geraden liegen. Sie stellt aber eine gute Beschreibung des Messergebnisses dar.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1																										
2																										
3																										
4																										
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										



49

11 Das ist Energie

„Was ist Energie?“ – „Naja Energie halt.“ So oder so ähnlich klingt es, wenn man ohne Hilfe der Physik versucht zu erklären, was Energie ist. In diesem Kapitel lernst du kennen, was man in der Physik unter dem Begriff „Energie“ versteht.

Im Bild sind viele Arten von Energie dargestellt. Was kannst du erkennen?

Wiederholungen bereits behandelter Inhalte

C | Mechanische Energie und Arbeit

M2 Das kann Energie

Die vier dargestellten Medien stehen stellvertretend für die vier Aspekte Energietransport, Energieerhaltung (Speicherung), Energieentwertung und Energieumwandlung.

Video eines Fadenpendels:



L67201-12



Video einer Kettenreaktion:



L67201-13

audiovisuelle Inhalte abrufbar über QR- und Mediacodes

- Nenne die Aspekte von Energie, die du in den Medien erkennen kannst. Begründe deine Entscheidungen.
- Gib zu jedem der vier Aspekte ein weiteres Beispiel an. Suche auch ein dazu passendes Bild oder Video heraus.
- Die Energieerhaltung (vgl. auch S. 15) gibt es nur in einem abgeschlossenen System. Erkläre, was damit gemeint ist.

M3 Alltagssprache und Fachsprache

Emilia ist nach einem harten Krafttraining total erschöpft: „Ich habe heute keine Kraft mehr!“ sagt sie. „Dann iss doch einfach einen Kaffee, der lädt deine Akkus schnell wieder auf!“, empfiehlt ihr der Trainer. „Gute Idee! Das Workout hat diesmal echt mehr Kraft gekostet als sonst.“



Arbeitsauftrag

- In der Alltagssprache sagt man manchmal „Kraft“ (vgl. auch S. 49), wenn man „Energie“ meint. Erkläre, warum im Beispieltext oben eigentlich Energie gemeint ist.
- Beschreibe den Unterschied zwischen der Bedeutung der physikalischen Fachbegriffe „Kraft“ und „Energie“.
- Gib weitere Beispiele an, bei denen die Begriffe „Energie“ und „Kraft“ in der Alltagssprache anders gebraucht werden als in der physikalischen Fachsprache.
- Arbeite nun zu zweit oder in einer Kleingruppe. Überlegt euch weitere Beispiele, bei denen es Unterschiede zwischen Alltagssprache und Fachsprache gibt.
- Überlegt euch zwei Gründe, warum sich die physikalische Fachsprache im Alltag nur schwer durchsetzt.

78

79

Erarbeitungsseiten

7 Kraft und Kraftmessung

B | Wechselwirkung und Kraft

anschauliche Darstellungen

Physikalische Kraft

„Kraft“ wird im Alltag in verschiedenen Situationen benutzt und hat unterschiedliche Bedeutungen. In der Physik ist die Bedeutung von dem Begriff Kraft eindeutig festgelegt. Eine physikalische Kraft zeichnet man mit dem Formelzeichen F . Man kann sie nicht sehen, sondern nur an ihrer Wirkung auf Körper erkennen:

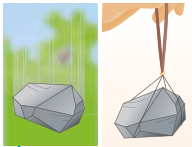
1 N ist so viel wie die Gewichtskraft einer 100 g-Tafel Schokolade.

Merke

Eine Kraft F kann einen Körper verformen oder seine Geschwindigkeit verändern. Jede Kraft hat einen Betrag und eine Richtung. Den Betrag einer Kraft misst man in N (Einheit „Newton“).

kurze und einprägsame Zusammenfassung der Lerninhalte in Merke-Kästen

Elastische Verformung

Der Körper geht in die Ausgangsform zurück (z. B. Gummiband).

 B1 Die Gewichtskraft beschleunigt den Stein nach unten bzw. verformt das Gummiband.

Plastische Verformung

Der Körper bleibt verformt (z. B. Knete).


Wenn mehrere Kräfte gleichzeitig auf einen Körper. Manchmal wirken die Kräfte zusammen keine Auswirkung. In B1 wirkt auf den Stein die Gewichtskraft nach unten und die Federkraft des Gummibands nach oben und der Stein bleibt in Ruhe.

Merke

Wenn zwei Kräfte denselben Betrag haben und an derselben Stelle aber entgegengesetzt wirken, heben sie sich gegenseitig auf.

Beim Zusammenwirken von Kräften müssen sowohl ihre Beträge als auch ihre Richtungen beachtet werden.

50

Modell Kraftpfeil

Für die Wirkung einer Kraft auf einen Körper sind drei Dinge wichtig:
 1. Der Ansatzpunkt: dort wirkt die Kraft auf den Körper
 2. Der Betrag: so stark ist die Kraft
 3. Die Richtung: in diese Richtung wirkt die Kraft

Mit der Pfeildarstellung kann man eine Kraft in ihren Eigenschaften zeichnen, siehe B2. Mit dem Modell Kraftpfeil kann man das Zusammenwirken von Kräften sehr gut vorhersagen, wie in der folgenden Musteraufgabe gezeigt wird.



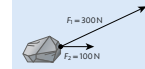
Die Länge des Pfeils gibt den Betrag der Kraft an. Hierfür musst du einen geeigneten Maßstab wählen. Zum Beispiel: 1 N entspricht der Länge von 1 cm.

Merke

Die Kraft F ist eine **vektorielle Größe**. Das bedeutet, sie hat einen Betrag und eine Richtung.

Musteraufgabe

Zwei Kräfte wirken auf einen Körper in unterschiedliche Richtungen. In der Abbildung sind die Kräfte als Kraftpfeile dargestellt. Ermittle zeichnerisch Richtung und Betrag der Gesamtkraft.



Lösung: Einer der beiden Kraftpfeile muss so parallel verschoben werden, dass sein Ansatzpunkt an der Pfeilspitze des anderen Pfeils liegt. Wir verschieben uns dafür, den Pfeil von F_2 zu verschieben. Mit dem Geodreieck wird eine parallele Linie zu F_1 durch die Pfeilspitze von F_2 gezeichnet und anschließend die Länge von F_2 markiert. Nun verbindet man den Ansatzpunkt von F_1 mit der Markierung. So erhält man die Gesamtkraft F_{Gesamt} .

Musterbeispiele mit anschaulichen Lösungen

Aufgaben auf jeder Doppelseite – an passenden Stellen mit Hilfestellungen versehen

Arbeitsaufträge

- Es gibt verschiedene physikalische Kräfte. Ein paar Beispiele: Reibungskraft; Federkraft; elektrische Kraft; magnetische Kraft; Gewichtskraft
 a) Wähle drei davon aus und beschreibe jeweils eine Situation, in der diese Kraft einen Körper verformt oder seine Geschwindigkeit verändert.
 b) Fertige jeweils eine Skizze an, in der die wirkende Kraft mit einem Kraftpfeil dargestellt ist.
- Entscheide für diese Körper, ob sie sich elastisch oder plastisch verformen: Radiergummi; Ladekabel; Getränkedose; Gummiband; Spaghetti

Schnepper bringt 700 kN Zugkraft auf und überwindet eine 600 kN, wobei die Kräfterichtungen einen Winkel von 50° einschließen. Ermittle zeichnerisch den Betrag der Gesamtkraft, die auf den Tanker wirkt.

➦ Hilfestellung auf Seite 234–235

51

7 Kraft und Kraftmessung

B | Wechselwirkung und Kraft

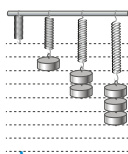
Doppelseiten-Prinzip

Eine Spiralfeder ist nur bis zu einer gewissen Länge elastisch deformierbar. Darüber hinaus wird sie überdehnt und nimmt nicht wieder ihre ursprüngliche Länge an.

Verformung einer Spiralfeder

Je mehr Massestücke man an eine Spiralfeder hängt, desto stärker wird die Feder durch die Gewichtskraft der Massestücke gedehnt. Bei systematischer Untersuchung erkennt man: doppelt so viele Massestücke dehnen die Feder doppelt so stark, dreimal so viele Massestücke dehnen die Feder dreimal so stark und so weiter. Die Spiralfeder wird also proportional zur angehängten Masse gedehnt.

Da man davon ausgehen kann, dass die Gewichtskraft von zwei identischen Massestücken gleich groß ist, lässt sich die Erkenntnis aus B1 (siehe auch V2) für beliebige Kräfte verallgemeinern. Es gilt:



B1 Die Dehnung einer Spiralfeder ist proportional zur angehängten Masse.

Merke

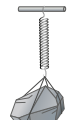
Hookesches Gesetz: Die elastische Längenänderung $\Delta l_{\text{elastisch}} = l_{\text{dehnt}} - l_{\text{ruhe}}$ der Spiralfeder ist proportional zur wirkenden Kraft F auf die Feder:
 $l_{\text{dehnt}} - l_{\text{ruhe}} = \frac{1}{D} \cdot F$ oder kurz: $\Delta l = \frac{1}{D} \cdot F$.
 Die Proportionalitätskonstante D nennt man Federkonstante.

Genau wie der Stein in Abbildung B2 hängen die Massestücke in Abbildung B1 ruhig und bewegen sich nicht, obwohl die Gewichtskraft auf sie wirkt. Ihre Gewichtskraft wird durch die Federkraft ausgeglichen. Das Hookesche Gesetz gilt also auch in seiner umgekehrten Form:

Merke

Die elastische Längenänderung Δl einer Spiralfeder bewirkt eine zu Δl proportionale Federkraft F :
 $F = D \cdot \Delta l$.
 Die Einheit der Federkonstante D ist Newton pro Meter: $1 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

Das Zeichen Δ heißt „Delta“. Es zeigt an, dass die Veränderung einer physikalischen Größe gemeint ist.



B2 Wenn ein Körper an einer Feder hängt, gleichen sich Gewichtskraft und Federkraft aus.

Für das Zusammendrücken einer Feder gelten dieselben Gesetze wie für das Dehnen der Feder (B1).

Die Federkonstante D ist eine Eigenschaft der Spiralfeder und kann für unterschiedliche Federn unterschiedlich sein. Eine harte Feder (B3) hat beispielsweise $D = 10.000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, eine weiche Feder $D = 10 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.



B3 Feder eines Autos: Verwendet wird eine Feder mit einer großen Federkonstante.

52

Aufbau eines Kraftmessers

Das Hookesche Gesetz kann man ausnutzen, um ein Gerät zu bauen, mit dem man beliebige Kräfte messen kann. Der in B4 abgebildete Federkraftmesser besteht aus einer Feder, einem Plastikröhrchen (um den Nullpunkt beim unbelasteten Kraftmesser einzustellen) und einer Skala. Auf der einen Hälfte besitzt die Skala weiße und rote Ringe, auf der anderen Hälfte befindet sich eine genaue Skalenteilung. Da die Längenänderung der Feder proportional zur Kraft ist, bewegt sich die Skala ebenfalls proportional zur Kraft.

Auf dem oberen Teil des Kraftmessers ist der Messbereich angegeben, in B4 wären z. B. 5 N die maximale Belastungsgrenze. Verschiedene Messbereiche erhält man durch die Verwendung unterschiedlicher Federn.

Die meisten Waagen basieren auf dem Prinzip des Federkraftmessers.



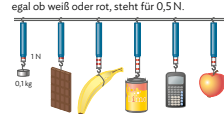
B4 Skizze eines Federkraftmessers

Wissenswert

Kräfte messen

- Überlege dir genau, in welchem Bereich die zu messende Kraft liegt. Wähle einen Kraftmesser aus, dessen Messbereich geeignet ist, notfalls z. B. einen mit mehreren Messbereichen.
- Hänge den Kraftmesser senkrecht auf, sodass seine untere Hülse die Nullpunkteinstellung des Nullpunkts ein.
- Lass die Kraft einwirken und lies die Kraft an der Skala ab. Achte darauf, dass du beim Ablesen senkrecht auf die Skala schaust.

Arbeitsaufträge

- Bestimme die Kräfte, die an den folgenden Kraftmessern angezeigt werden. Ein Ring der Skala, egal ob weiß oder rot, steht für 0,5 N.

- Befestige ein Gummiband in geeigneter Weise an einem Stativ und dehne es durch Anhängen verschiedener Massestücke.
 a) Notiere jeweils die Wertepaare Masse/Länge.
 b) Trage die Wertepaare in einem Diagramm auf. Interpretiere dann das Diagramm. Gilt für das Gummiband das Hookesche Gesetz?
- Erkläre bei der Längenänderung einer Feder den Unterschied zwischen Δl und l .

Fachmethoden (grün) und spezielle Vorgehensweisen (grau) an passenden Stellen

- Eine Feder mit der Federkonstante $D = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ wird mit der Kraft $F = 20 \text{ N}$ zusammengedrückt. Um welchen Betrag ändert sich die Länge?

- Dies sind Simones Messwerte von der Dehnung einer Schraubenfeder:

l in cm	0	3,7	7,5	11
F in N	0	0,5	1,0	1,5
l in cm	14,7	18,2	20,7	28,9
F in N	2,0	2,5	3,0	4,0

- Zeichne ein Dehnungs-Kraft-Diagramm (1 cm Dehnung $\Delta l = 0,5 \text{ cm}$; 1 N $\Delta F = 2 \text{ cm}$). Beurteile, ob ein Hookescher Bereich vorliegt.
- Simone hat eine Messung für $F = 3,5 \text{ N}$ vergessen. Bestimme den fehlenden Wert grafisch.
- Erkläre, worauf Simone bei größerer Kräfteinwirkung auf die Feder achten muss.

➦ Hilfestellung auf Seite 234–235

53

Am Ende jedes Großkapitels:

Vermischte Aufgaben

Basisaufgaben

vermischte Aufgaben mit kurzen Basisaufgaben...

Wichtskraft messen:

- 3) Berechne die fehlenden Werte in der folgenden Tabelle mit $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Keine Eintragung im Buch!

F_G	85 N		2,3 kN		
m		28 g		65 kg	8,3 mg
					2,7 t

- 4) Der Roboter „Curiosity“ hat auf dem Mars ($g_{\text{Mars}} = 3,69 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) eine Gesteinsprobe entnommen, auf die eine Gewichtskraft von $F_G = 3,5 \text{ N}$ wirkt. Berechne die Masse der Gesteinsprobe.

- 5) Öffne jeweils die zugehörigen Links hinter dem QR-Code.

- a) Miss im Bildschirm-Experiment für verschiedene Ausdehnungen der Feder von 0 cm bis 58 cm im Abstand von 1 cm jeweils die zugehörige Kraft. Notiere die Werte in einer Tabelle.

- b) Zeichne zu deinen Werten aus a) ein Dehnungs-Kraft-Diagramm und bestimme einen durchschnittlichen Wert für die Federkonstante.

- c) Hänge im Bildschirm-Experiment die vier unterschiedlichen Massestücke an die Federn. Beschreibe deine Beobachtung und erkläre.

- 6) Eine elektronische Präzisionswaage zeigt die Masse auf 0,01 g genau an. Tatsächlich misst sie aber keine Masse, sondern die Gewichtskraft. Untersuche, ob eine solche Waage ohne Veränderung an jedem Ort der Welt eingesetzt werden kann. Vergleiche dazu ein Massestück am Äquator ($g = 9,780 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) mit einem Massestück am Nordpol ($g = 9,832 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$), dessen Masse aber um 0,01 g geringer ist.

68

kompetenzorientierte Selbsttests mit ausführlichen Lösungen zur Selbstkontrolle

Selbsttest: Überprüfe deine Kenntnisse und Kompetenzen selbst



Selbsttest-Checkliste

- ✓ Bearbeite die Aufgaben schriftlich in ordentlicher Form. Die Auswertungstabelle zeigt die Kompetenzerwartungen und Hilfestellungen.
- ✓ Vergleiche deine Lösungen mit den Lösungsskizzen auf Seite 222.
- ✓ Bewerte nur deine Lösungen selbst mit den Symbolen ☺, ☹ oder ☹☹.

- 1 a) Amira war mit ihrem Vater ein Radfahrer. Sie hat ein Fahrrad mit Leuchten, die insch haben. Zeichne die Kraft-Maß-



reifen von oben und unten zusammengedrückt werden. Ein, die die Straße auf die Reifen ausübt.

in mussten die beiden den beladenen Anhänger noch hochziehen. Amira brachte dabei 80 N Zugkraft auf, ihr Vater dagegen 150 N. Zwischen ihnen war dabei ein Winkel von 25°. Ermittle zeichnerisch den Betrag der Gesamtkraft, die auf den Anhänger wirkte.

- 2 Die folgende Tabelle stellt, gegebenenfalls mit Messfehlern behaftete, real ermittelte Messwerte für die Dehnung s eines neuen Gummibands dar. Sie ergaben sich durch eine dosierte Zugkraft F beim Belasten und anschließenden Entlasten des Gummibands.

F in N	0	1	1,5	2	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10
s in cm	0	2	3	4	7	10	14	22	28	32	35	37	42
F in N	9	8	7	6	5	4	3,5	3	2	1,5	1	0	
s in cm	42	41,5	40,6	39	37,5	35	33	27	17	12	7	2	

- a) Erläutere den Grund dafür, dass beim ersten Belasten für eine Dehnung von 7 cm eine Zugkraft von 3 N gebraucht wurde, anschließend beim Entlastungsvorgang dafür aber schon eine Zugkraft von 1 N genügt. Beschreibe, wie sich die Elastizität des Gummibandes durch dieses Experiment verändert hat.
- b) Werte die Messwerte zeichnerisch aus. Gib den Bereich an, in dem das Hookesche Gesetz erfüllt ist. Erläutere den offensichtlichen Effekt auf das Gummiband durch das einmalige Belasten mit einer Zugkraft von 9–10 N.

- 3 a) Auf dem Tisch steht ein randvoll mit Suppe gefüllter Teller. Angenommen du würdest ruckartig daran ziehen. Was würde passieren? Beschreibe, was du beobachten würdest und erkläre.
- b) Erläutere den Rückstoß beim Loslassen eines aufgeblasenen Luftballons.

72

Zusammenfassende Aufgaben

B | Wechselwirkung und Kraft

... und längeren zusammenfassenden Aufgaben zur Vernetzung

durch Masse

bachemp-
astiklineal
gel. Achte
s 3 cm des
maximal
te das Li-
miss mit
e Modell-
ten durchbiegt. Erstelle in deinem Heft eine
rform in mm".

a) Führe den Versuch durch und trage die Ergebnisse in die Tabelle im Heft ein.
b) Erkläre den Rückgang der Biegung, wenn du die Münzanzahl wieder verringerst.
c) Begründe, dass die Verformung von der Münzanzahl abhängt.
d) Ein Mitschüler behauptet, dass man bei einer echten Brücke eine ähnliche Beobachtung machen würde, wie bei dem Modell. Beurteile diese Aussage.

12) Geschichten schreiben: Onkel Theo will zum Mond

Onkel Theo hat in einem Buch über Raumfahrt gelesen, dass er auf dem Mond viel leichter ist als hier auf der Erde. Weil sein Arzt ihm geraten hat abzunehmen, beschließt er, auf den Mond zu fliegen. Schreibe eine kleine Geschichte dazu und kläre physikalisch auf.

Hinweis: Du kannst dabei auch an Science-Fiction-Romane denken.

13) Untersuchungen mit dem Hookeschen Bereich

In den Abbildungen A bis C siehst du unterschiedliche Gegenstände bzw. Situationen, die Graphen darunter zeigen die zugehörigen Dehnungs-Kraft-Diagramme.

a) Gib die Graphen an, die einen Hookeschen Bereich besitzen.

b) Abbildung A zeigt eine sogenannte „weiche“ Feder, Abbildung C eine „harte“ Feder. Erkläre diese Begriffe mithilfe der Graphen.

c) Beschreibe, die Auswirkungen auf die jeweiligen Gegenstände, wenn man mit immer größerer Kraft an den Federn bzw. dem Gummiband zieht.

d) Berechne für A und C die Federkonstante.

69

Zusammenfassung

Die physikalische Kraft

Die Kraft F ist eine vektorielle Größe, das heißt, sie hat ...

- einen Ansatzpunkt (dort wirkt die Kraft).
- einen Betrag (Stärke der Kraft).
- eine Richtung.

Eine Kraft kann ...

- einen Körper verformen.
- die Geschwindigkeit eines Körpers vergrößern oder verkleinern.
- die Richtung der Bewegung eines Körpers ändern.

Wirken zwei Kräfte am gleichen Angriffspunkt auf einen Körper, aber in unterschiedliche Richtungen, so kann die Gesamtkraft zeichnerisch ermittelt werden.

Formelzeichen
Einheit: 1 N
(N = „Newton“)

kurze Zusammenfassungen zu jedem Themengebiet

Elastische und plastische Verformung

Das Hookesche Gesetz

Die elastische Längenänderung $\Delta l = l_{\text{gedehnt}} - l_{\text{ruhe}}$ einer Spiralfeder ist proportional zur wirkenden Kraft F auf die Feder:

$$\Delta l = \frac{1}{D} \cdot F$$

Die Proportionalitätskonstante D nennt man Federkonstante.

Aufgrund dieses Gesetzes können Kräfte mithilfe von Federkraftmessern gemessen werden.

Das Trägheitsgesetz

Wenn keine Kraft auf einen Körper wirkt oder die Kräfte sich gegenseitig aufheben, verändert der Körper seine Geschwindigkeit nicht.

Ein bewegter Körper bewegt sich also mit konstanter Geschwindigkeit weiter.

Je mehr Masse ein Körper hat, desto mehr Kraft ist für eine Geschwindigkeitsänderung notwendig.

Wenn der Zug bremst, bewegt sich die Orange mit der ursprünglichen Geschwindigkeit weiter.

74

Inhalt

Das ist Physik	6
Wissenswert: Sicher experimentieren	
A Thermisches Verhalten von Stoffen und Körpern	10
1 Längenänderung von Festkörpern	12
2 Volumenänderung von Flüssigkeiten und Gasen	16
Methode: Experimentieren	
3 Dichte	20
Methode: Messen	
Wissenswert: Das Formel-Dreieck	
4 Aggregatzustände und Teilchenmodell	24
Methode: Erklären mit Modellen	
5 Druck in Gasen	28
Methode: Versuche protokollieren	
6 Temperaturskalen	32
Exkurs: Anomalie des Wassers, Luftdruck	36
Vermischte Aufgaben	38
Selbsttest	42
Zusammenfassung	44
B Wechselwirkung und Kraft	46
7 Kraft und Kraftmessung	48
Methode: Messwerte digital auswerten und darstellen	
Wissenswert: Kräfte messen	
8 Bewegungsänderung durch Kraft	54
9 Masse und Gewichtskraft	58
Methode: Messgenauigkeit abschätzen	
10 Kräftegleichgewichte	64
Methode: Lineare Zusammenhänge erkennen	
Methode: Diagramme interpretieren	
Vermischte Aufgaben	68
Selbsttest	72
Zusammenfassung	74

Inhalt

C Mechanische Energie und Arbeit 76

- 11 Das ist Energie 78
- 12 Energieformen 82
- 13 Mechanische Arbeit 86
 - Methode: Erkenntnisse aus Gedankenexperimenten ziehen
 - Methode: Gesetze erkennen
- 14 Mechanische Leistung 92
 - Methode: Gesetze anwenden
- 15 Energieerhaltung 96

Vermischte Aufgaben	100
Selbsttest	104
Zusammenfassung	106

D Thermische Energie und Wärme 108

- 16 Energie, Wärme und Temperatur 110
 - Methode: Lineare Zusammenhänge anwenden
- 17 Änderung der Aggregatzustände 114
 - Methode: Modelle anwenden
- 18 Wärmeübertragung 120
 - Methode: Hypothesen bilden
- 19 Wärme in Alltag und Natur 128
 - Wissenswert: Energieübertragungsketten

Exkurs: Treibhauseffekt; Nachhaltigkeit	134
Vermischte Aufgaben	136
Selbsttest	140
Zusammenfassung	142

E Elektrischer Strom und elektrische Ladung 144

- 20 Elektrischer Stromkreis 146
 - Methode: Erklären
 - Wissenswert: Schaltpläne zeichnen
 - Wissenswert: Modell Wasserstromkreis
- 21 Quellen und Wirkungen des elektrischen Stroms 152

Inhalt

22	Elektrische Ladung	156
23	Elektrisches Feld	160
24	Ladung und elektrischer Strom	164
	Methode: Voraussagen machen	

Exkurs:	Elektrostatik in Technik und Natur	168
	Vermischte Aufgaben	170
Selbsttest		174
	Zusammenfassung	176

F Elektrische Stromstärke, Spannung, Widerstand und Leistung 178

25	Elektrische Stromstärke	180
	Wissenswert: Stromstärke messen	
26	Elektrische Spannung	184
	Wissenswert: Spannung messen	
	Methode: Digitale Messwerterfassung	
27	Elektrischer Widerstand	188
	Methode: Formeln umstellen	
28	Schaltung von Widerständen	192
	Methode: Gleichungen herleiten	
29	Elektrische Energie	198
30	Elektrische Leistung	202

	Vermischte Aufgaben	206
	Selbsttest	210
	Zusammenfassung	212

Anhang 214

	Lösungen zu „Selbsttest“	214
	Hilfestellungen	228
	Operatoren und ihre Bedeutung	236
	Stichwortverzeichnis	238

1 Längenänderung von Festkörpern

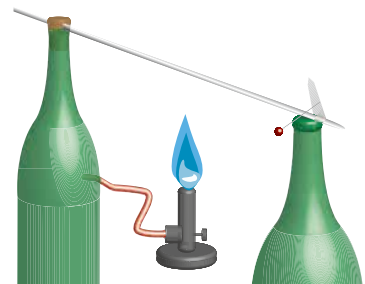
Wenn man Hochspannungsleitungen ganzjährig beobachtet, erkennt man, dass sie im Sommer stärker durchhängen als im Winter.

► Woran könnte diese Längenänderung liegen?

V1 Experiment: Längenänderung von Festkörpern

Dieses Experiment soll das Verhalten von Festkörpern unter der Einwirkung von Hitze untersuchen. Als Festkörper kann eine Aluminium-Stricknadel und zum Erhitzen ein Bunsenbrenner verwendet werden. Die Stricknadel wird in den Korken auf einer leeren Weinflasche gesteckt und das andere Ende der Stricknadel auf die Öffnung einer zweiten, gleich hohen leeren Flasche gelegt.

Mithilfe einer kleinen Stecknadel und eines Papiers wird eine Messeinrichtung für die Längenänderung der Stricknadel gebaut.



Arbeitsauftrag

- Bereite den Versuchsaufbau wie oben beschrieben vor. Die Stricknadel wird erhitzt, danach lässt man sie wieder abkühlen. Beschreibe deine Beobachtung.
- Der Versuch wird wiederholt, wobei die Messung der Längenänderung mit der Stecknadel an einer anderen Stelle der Stricknadel erfolgt. Somit wird nur eine geringere Länge der Stricknadel erwärmt. Erkläre, ob die erwärmte Länge der Stricknadel einen Einfluss auf die Ausdehnung hat.
- Der Versuch wird mit Stäben aus verschiedenen Materialien wiederholt. Gib an, ob der Zeigerausschlag sich jetzt verändert.

A \ Thermisches Verhalten von Stoffen und Körpern

M1 Längenänderung beim Brückenbau und Verlegung von Eisenbahnschienen

Eisenbahnschienen dehnen sich bei Erwärmung aus. Wird die Längenänderung bei der Verlegung der Schienen nicht berücksichtigt, kann das gravierende Folgen haben.



Eine Möglichkeit ist, an den Anschlussstücken eine Lücke von einigen Zentimetern zu lassen, bevor man sie miteinander verbindet.

Arbeitsauftrag

- Erkläre, wieso beim Bau von Brücken die Längenänderung bei Erwärmung unbedingt beachtet werden muss.
- In der Praxis werden oft Rollen oder Dehnungsfugen eingebaut. Recherchiere im Internet mit den Suchbegriffen „Rollenlager, Brücke“ und „Dehnungsstreifen, Brücke“. Erkläre die Funktionsweise der Bauteile. Gib dabei Gemeinsamkeit und Unterschiede an.

**M2 Ausdehnung in alle Richtungen?**

Wenn ein Stab erhitzt wird, ändert sich nur seine Länge oder dehnt er sich in alle Richtungen aus?
Diese Frage wollen wir jetzt mit dem Kugel-Ring-Versuch weiter untersuchen.
Zwei Hypothesen sind denkbar.

Hypothese 1:

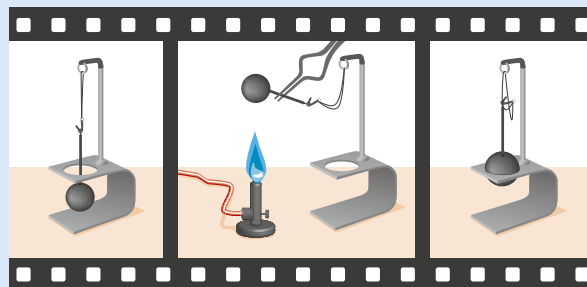
Wenn der Stab länger wird, wird er gleichzeitig auch dünner, ähnlich wie ein Gummiband.

Hypothese 2:

Er dehnt sich in alle Richtungen aus, wenn er länger wird, wird er gleichzeitig auch dicker.

Arbeitsauftrag

- Die Bilder zeigen die Abfolge des Kugel-Ring-Versuchs. Beschreibe den Versuch und die Beobachtung. Begründe, welche Hypothese für den Stab zutrifft.
- Bei dem Kugel-Ring Versuch kann man auch das Blech mit dem Loch und nicht die Kugel erwärmen. Passt die Kugel dann durch? Erkläre.



1 Längenänderung von Festkörpern

Zink	2,6 mm
Aluminium	2,3 mm
Kupfer	1,7 mm
Stahl	1,2 mm
Eisen	1,2 mm
Beton	1,2 mm
Porzellan	0,3 mm
Papier	0,1 mm

B1 Längenzunahme eines 1 m langen Stabes bei Erwärmung um 100 °C

Längenänderung von Festkörpern

Wird ein Festkörper erhitzt (beispielsweise eine Stricknadel, V1), so dehnt er sich aus. Da diese Längenänderung nur sehr gering ist, lässt es sich am besten an sehr langen Körpern erkennen (M1). Durch Experimente zeigt sich, dass die Längenänderung von der Temperaturänderung, der ursprünglichen Länge des Körpers und von der Art des Materials abhängt.

Wenn die Längenänderung pro Meter eines Festkörpers aus einem bestimmten Material bei 100 °C Erwärmung bekannt ist (B1), lassen sich weitere Längenänderungen bestimmen.

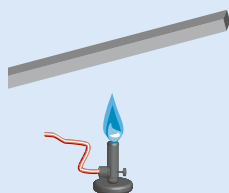
Merke

Die Längenänderung hängt vom Material ab. Sie ist umso größer,
... je größer die Temperaturänderung ist.
... je länger der Körper ist.

Die Längenänderung ist sowohl zur Temperaturänderung als auch zur Länge direkt proportional.

Musteraufgabe

Ein 3 m langer Eisenstab wird um 50 °C erwärmt. Bestimme die Längenänderung des Stabes nach der Erwärmung.



Lösung

Die Längenänderung wird in zwei Schritten ermittelt:

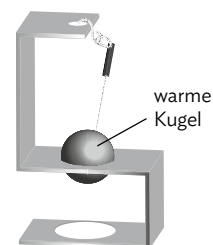
Aus Tabelle B1 kann man entnehmen:
Ein 1 m langer Eisenstab dehnt sich bei Erwärmung um 100 °C um 1,2 mm aus.

Bei Erwärmung um 50 °C dehnt er sich nur um die Hälfte, also 0,6 mm, aus.

Ein 3 m langer Stab dehnt sich um das Dreifache, also 1,8 mm aus.

Ausdehnung nach allen Seiten

Mit dem Kugel-Ring-Versuch (B2, M2) kann man sehr gut überprüfen, dass die Ausdehnung in alle Richtungen erfolgt. Wird eine Metallkugel, die vorher durch einen Ring passte, erhitzt, passt sie anschließend nicht mehr hindurch. Das ist unabhängig davon, in welche Richtung man die Kugel dreht und wendet. Erst nach dem Abkühlen passt sie wieder durch den Ring.



B2 Kugel-Ring-Versuch

Merke

Die meisten Festkörper vergrößern bei Erwärmung ihr Volumen in alle Richtungen.

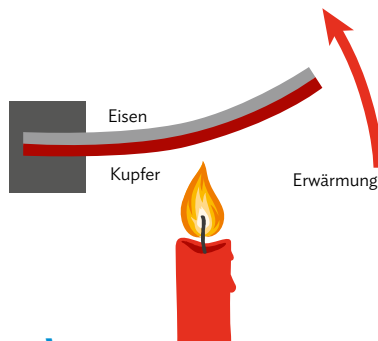
A \ Thermisches Verhalten von Stoffen und Körpern

Bimetallstreifen

Die Materialabhängigkeit zeigt sich besonders gut bei einem Bimetallstreifen. Dieser besteht aus zwei Metallen, die sich bei Erwärmung in unterschiedlichem Maß ausdehnen. Er krümmt sich bei Erwärmung (B3) und wird wieder gerade bei Abkühlung.

In vielen Geräten, zum Beispiel bei der Temperaturregelung von Bügeleisen, Toastern und Wasserkochern finden Bimetallstreifen ihre Anwendung.

Bei der Herstellung der 1- und 2-Euro-Münzen (B4) musste man darauf achten, dass die beiden verbundenen Metall-Legierungen sich bei Erwärmen gleichermaßen ausdehnen, damit sie sich bei Temperaturänderung nicht verformen.



B3 Bimetallstreifen: Kupfer dehnt sich stärker aus als Eisen.



B4 Euromünzen

Merke

Ein Bimetallstreifen biegt sich bei Erwärmung immer in die Richtung des Metalls, das sich weniger stark ausdehnt.

Arbeitsaufträge

- 1\ Der Eiffelturm ist im Sommer höher als im Winter. Erkläre diese Höhendifferenz. Der Turm ist ca 300 m hoch und besteht größtenteils aus Eisen. Berechne die Höhendifferenz zwischen einem Sommertag (35°C) und einem kalten Wintertag (-15°C).



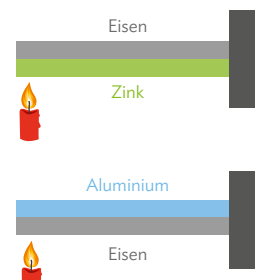
- 2\ Die Oberleitungen der Bahn müssen immer gleich gespannt sein. Für gleichmäßige Spannkraft benötigt man eine Spannvorrichtung, wie im Bild dargestellt. Erkläre den Grund für die Vorrichtung und die Funktionsweise. Recherchiere gegebenenfalls.



- 3\ Stahlbeton ist ein Baustoff, der aus Stahl und Beton besteht. Begründe, warum beide Stoffe gemeinsam verarbeitet werden können.



- 4\ Gib an, in welche Richtung sich die Bimetallstreifen bei Erwärmung biegen werden und begründe. Wie würde sich eine Kombination aus Zink und Aluminium verhalten?



2 Volumenänderung von Flüssigkeiten und Gasen

Experten empfehlen, den Tank bei Motorrädern und Autos nicht bis zum Rand zu befüllen, um ein Überlaufen zu vermeiden. Sobald die Zapfpistole automatisch abschaltet, sollte der Tankvorgang abgeschlossen sein. Insbesondere im Sommer bei starker Sonneneinstrahlung und hohen Außentemperaturen können Schäden auftreten.

► Wieso ist gerade im Sommer das Übertanken gefährlich? Welche Schäden könnten auftreten?

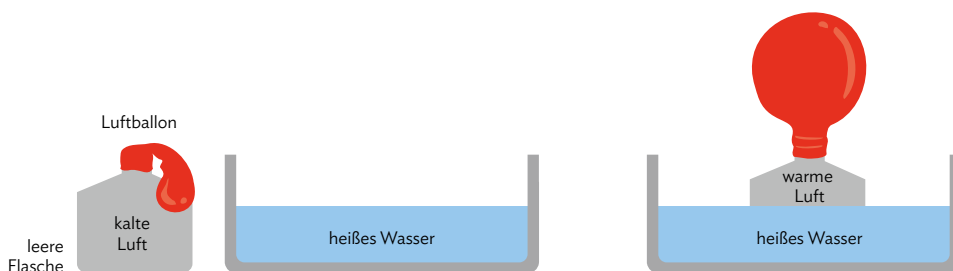
V1 Experiment „Der Geist in der Flasche“

Mit einer Flasche, einem Luftballon und einem heißen Wasserbad kannst du ganz einfach einen Flaschengeist bauen.

Stülpe zuerst den Luftballon über eine kalte leere Flasche. Gieße vorsichtig heißes Wasser in eine Schüssel. Stelle dann die Flasche mit dem Luftballon in die Schüssel mit dem heißen Wasser.

Arbeitsauftrag

- Führe das Experiment durch und beschreibe deine Beobachtungen.
- Im Anschluss kann die Flasche in kaltes Wasser gestellt werden. Was wird mit dem Luftballon passieren? Stelle eine Vermutung auf und überprüfe sie.



A \ Thermisches Verhalten von Stoffen und Körpern

Methode

Experimentieren

Experimente sind in der Physik von entscheidender Bedeutung, um neue Erkenntnisse zu gewinnen. Nachfolgend findest du eine Erläuterung, wie man beim Experimentieren systematisch vorgehen kann.

Experimente schrittweise planen:

- Als Grundlage der Planung musst du das Ziel des Experimentes klären: Welche Fragestellung oder Größe soll untersucht werden?

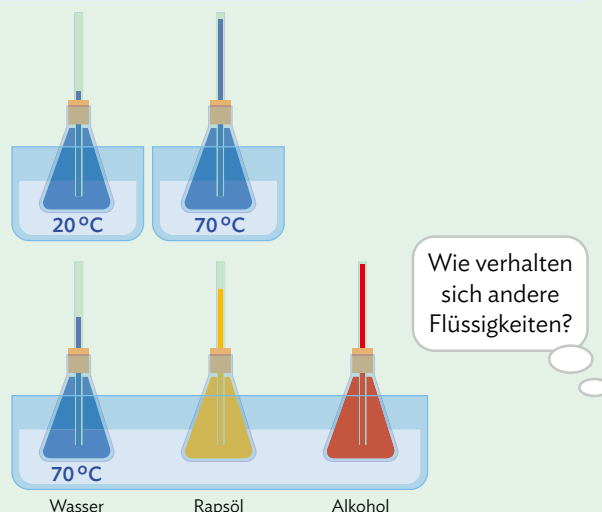
Frage:

Wie verhalten sich Flüssigkeiten bei Erwärmung?

Benötigte Materialien:

- zwei Glaskolben mit Steigrohr und Gummistopfen
- Wasser, mit Tinte gefärbt
- Wanne mit warmem Wasser
- ggf. Heizplatte

- Dann wird ein erster experimenteller Aufbau entworfen. Dabei ist auch zu überlegen, welche Materialien für den Aufbau nötig sind. In einer Materialliste werden alle benötigten Materialien angegeben.
- Betrachte nun, welche Größen zu messen sind und wie das geschieht. Halte deine Beobachtungen fest. Vergleiche dazu die Erläuterungen weiter unten auf der Seite.
- Wenn sich aus dem Experiment weitere Fragestellungen ergeben oder sich das Ziel des Experiments nicht erreichen ließ, solltest du den Aufbau oder die Durchführung überarbeiten.

**Festhalten von Beobachtungen**

In den Naturwissenschaften müssen alle Beobachtungen dokumentiert werden, damit man sie auch später noch nachvollziehen kann. Die wichtigsten Arten dabei sind Texte und Bilder.

Texte

Wenn du deine Beobachtungen aufschreibst, verwende einen sachlichen Stil. Du musst den Text nicht besonders ausschmücken, sondern solltest dich kurz fassen. Oft hilft ein Schema, z. B.

- Durchführung: Welche Gegenstände werden verwendet? Was wird mit ihnen gemacht?
- Beobachtung: Was geschieht? Was kann man sehen? Hier darfst du nur wiedergeben, was du direkt oder mit Hilfsgeräten wahrnimmst.

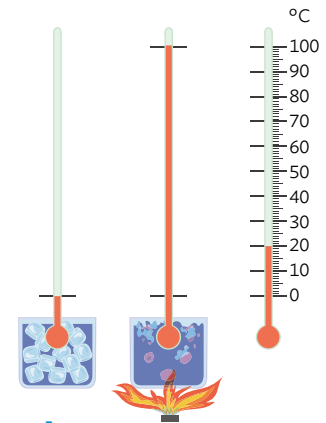
Bilder

Oft ist es viel einfacher, Gegenstände oder Wahrnehmungen mit Bildern statt mit Texten festzuhalten. Ein Foto kann hilfreich sein, aber eine gute Zeichnung hilft dir, dich auf das Wesentliche zu konzentrieren. Meistens reicht dazu eine zweidimensionale Ansicht aus. Auch hier gilt: Schmücke das Bild nicht unnötig aus. Manchmal brauchst du auch zwei Bilder, z. B. als Vergleich von „vorher“ und „nachher“.

2 Volumenänderung von Flüssigkeiten und Gasen

Volumenänderung von Flüssigkeiten

Um die Temperatur zu messen, kann man ein Flüssigkeitsthermometer benutzen. Das Thermometer besteht aus einem dünnen Glasröhrchen und einer kleinen Kugel, die mit einer Flüssigkeit gefüllt ist. Bei Temperaturerhöhung dehnt sich diese Flüssigkeit aus (siehe auch Seite 17) und fließt in das Röhrchen. Je größer die Temperaturänderung, desto größer ist auch die Volumenänderung. An einer Skala neben dem Röhrchen kann man die Temperatur ablesen (B1).



B1 Aufbau eines Flüssigkeitsthermometers

Die Skala des Thermometers in B1 wurde durch 0 °C in Eiswasser und 100 °C in kochendem Wasser festgelegt.

Merke

Die meisten Flüssigkeiten dehnen sich bei Erwärmung aus. Das Volumen nimmt zu. Bei Verringerung der Temperatur zieht sich die Flüssigkeit zusammen. Das Volumen nimmt ab.

Die Stärke der Volumenänderung hängt ab von
 ... der Art der Flüssigkeit.
 ... der Menge der Flüssigkeit.
 ... der Größe der Temperaturänderung.

Volumenänderung von Gasen

Auch Gase ändern ihr Volumen. Ist dir schon einmal aufgefallen, dass ein Marmeladenglas beim allerersten Öffnen knackt? Die Marmelade wurde heiß ins Glas gefüllt (B2). Beim Abkühlen hat sie sich, wie auch die restliche Luft im Glas, zusammengezogen. Dabei wird der Deckel fest angesogen. Das ist praktisch, denn so kann kein Schimmel ins Glas kommen. Beim Öffnen biegt sich der Deckel wieder nach außen und es knackt. (Nach dem ersten Öffnen solltest du die Marmelade im Kühlschrank lagern.)



B2 Beim Einkochen werden Lebensmittel erhitzt, in Gläser gefüllt und dadurch haltbar gemacht.

A \ Thermisches Verhalten von Stoffen und Körpern

Ein Heißluftballon (B3) unterscheidet sich von einem Luftballon: Er ist aus einem Stoff hergestellt, der sich nicht dehnen kann.

Ein Heißluftballon hat immer dieselbe Größe. Wenn der Ballonpilot mit dem Gasbrenner die Luft im Heißluftballon erwärmt, dehnt sich die Luft aus. Weil der Ballon aber nicht größer wird, strömt Luft aus der Öffnung heraus. Es ist also weniger Luft im Ballon als vorher. Die Luft im Ballon ist deshalb leichter als die Luft außerhalb des Ballons. Dadurch steigt er in die Höhe.

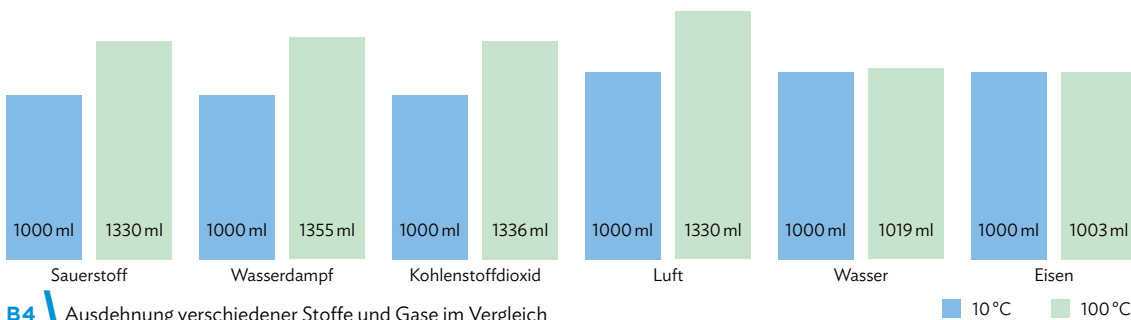
Vergleicht man verschiedene Stoffe miteinander (siehe B4), fällt auf, dass Gase sich meist stärker ausdehnen als Flüssigkeiten oder Feststoffe. Verschiedene Gase dehnen sich jedoch ungefähr gleich stark aus.



B3 Ein Heißluftballon mit Gondel

Merke

Die meisten Gase dehnen sich bei Erwärmung aus und ziehen sich bei Verringerung der Temperatur zusammen. Die Volumenänderung ist dabei stärker als bei Festkörpern oder Flüssigkeiten.



B4 Ausdehnung verschiedener Stoffe und Gase im Vergleich

Arbeitsaufträge

- 1\ Tischtennisball reparieren
 v Wenn ein Tischtennisball eine Delle hat, kannst du den Ball einfach mit warmem Wasser reparieren. Lege den Ball für 30 Sekunden in ein warmes Wasserbad. Nimm den Ball mit einem Löffel wieder heraus. Erkläre.
- 2\ Bei Sprinkleranlagen befindet sich im Sprinklerkopf eine Glasampulle, welche mit einer temperaturempfindlichen Spezialflüssigkeit gefüllt ist. Bei Wärmeentwicklung durch Feuer oder Rauch platzt diese, sodass das Löschwasser ausströmt. Erkläre physikalisch den Vorgang beim Platzen der Ampulle.



7 Kraft und Kraftmessung

Physikalische Kräfte kann man nicht sehen. Man bemerkt sie, weil sie etwas bewirken: Kräfte können einen Körper verformen oder seine Bewegung verändern.

► In dem Foto des Stabhochspringers ist die Wirkung vieler Kräfte zu erkennen. Woran kannst du erkennen, dass hier Kräfte wirken?



V1 Dehnungs-Kraft-Diagramme

Bei einem typischen Kraftmesser wird die Kraft anhand der Verformung einer Schraubenfeder bestimmt. Wir wollen untersuchen, ob Kraftmesserfedern besondere Federn sind. Denn nur, wenn die Stärke der Verformung ein Maß für die Größe der Kraft ist, eignet sie sich zum Messen der Kraft. Dazu untersuchen wir das Dehnungsverhalten einer Schraubenfeder und eines Gummiringes. Die Zugkraft erzeugen wir durch Anhängen von Massestücken. Bei der Messung sind folgende Fragen vorab zu klären:

- Mit welchen Hilfsmitteln kannst du die Größen messen?
- Welcher Versuchsaufbau wird benötigt?
- Was erwartest du als Ergebnis?

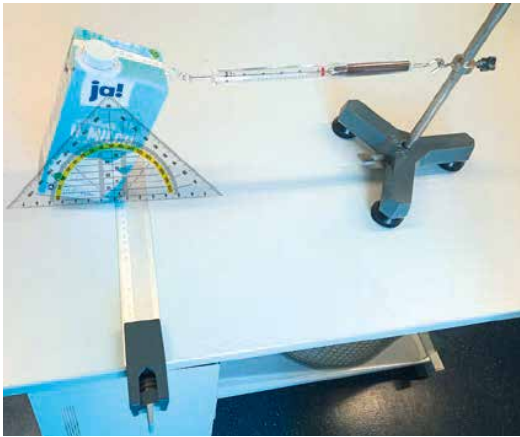


Arbeitsauftrag

- Baue das Experiment auf Basis deiner Überlegungen auf.
- Miss die Dehnung, d. h. die Längenänderung, für zwei verschiedene Kräfte bei einer Feder. Trage die Messwerte in eine Tabelle ein und stelle eine Vermutung für weitere Messwerte auf.
- Teste deine Vermutung aus b) durch weitere, sinnvoll gewählte Messwerte. Fertige ein Versuchsprotokoll an. Stelle die Messwerte in einer Tabelle zusammen. Nutze dazu eine Tabellenkalkulation (vgl. Methode auf der rechten Seite).
- Führe die Experimente bzw. die Auswertung aus b) und c) auch für einen Gummiring durch.
- Vergleiche die Ergebnisse der Messungen für die Schraubenfeder und den Gummiring miteinander.

B \ Wechselwirkung und Kraft

V2 Experiment: Kraft zum Kippen



Die Kraft zum Kippen eines Milchkartons soll gemessen werden. In Vorexperimenten stellt sich heraus, dass die Kraft für verschiedene Kippwinkel unterschiedlich ist. Gehe für eine systematische Arbeit in den angegebenen Arbeitsschritten vor.

Arbeitsauftrag

- Miss und notiere Wertepaare (Winkel/ Kraft) für mindestens 10 unterschiedliche Kippwinkel.
Teamarbeit bei der Durchführung: Eine Person konzentriert sich darauf, einen konstanten Kippwinkel zu halten. Zwei Personen lesen gleichzeitig Winkel und Kraft ab. Das Versuchsprotokoll fertigt jeder einzeln an.
- Stelle die Messwerte in einem geeigneten Diagramm dar.
- Interpretiere das Diagramm.
- Stelle Vorhersagen auf für Situationen, die im Experiment nicht realisierbar sind.
- Weitere Aufgaben zur Vertiefung findest du im Medienelement.



MC L67201-01

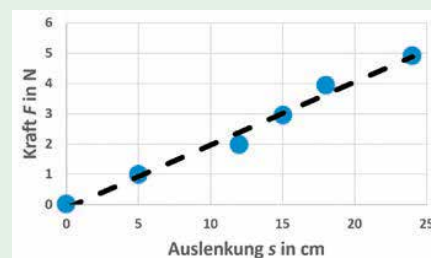
Methode

Messwerte digital auswerten und darstellen

- Überlege dir zunächst, welche Daten du in das Tabellenkalkulationsprogramm eintragen willst. Erstelle dann passende Überschriften (mit passender Einheit), z. B. Masse, Ausdehnungslänge...
- Trage die Messwerte in die passenden Zellen ein.
- Berechnungen kannst du automatisch durchführen lassen: Im dargestellten Beispiel rechts wird in der Zelle E3 die Zelle C2 von der Zelle C3 subtrahiert, um die Ausdehnungslänge s zu berechnen. Kopiert man die Zelle E3 nach unten, wird eine analoge Berechnung auch in den Zellen E4, E5 etc. durchgeführt. (Die $\$$ -Zeichen verhindern die automatische Anpassung der Zeilenangabe, wenn die Formel nach unten kopiert wird.)

Dehnungs-Kraft-Diagramm:

	A	B	C	D	E	F
1	Nr.	m in kg	x in cm	a in m/s ²	s in cm	F in N
2	1	0	5	9,81	0	=B2*D2
3	2	0,5	6,1	9,81	=C3-C2	
4	3	1	7	9,81	2	
5	4	1,5	7,9	9,81	2,9	
6	5	2	8,9	9,81	3,9	
7	6	2,5	10	9,81	5	



So kannst du eine Ausgleichsgerade zeichnen:

- Markiere die jeweiligen Spalten.
- Wähle die Funktion *Diagramme* → *Punkt (XY)* um die Wertepaare in einem Koordinatensystem darzustellen.
- Wähle die Funktion *Trendlinie* um automatisch eine Ausgleichsgerade zeichnen zu lassen.

An dem dargestellten Beispiel kannst du sehen, dass nicht alle Wertepaare auf der Geraden liegen. Sie stellt aber eine gute Beschreibung des Messergebnisses dar.

7 Kraft und Kraftmessung

Die Begriffe Waschkraft, Sehkraft, Einbildungskraft und Überzeugungskraft werden in der Alltagssprache oft verwendet. Sie bezeichnen aber keine physikalischen Kräfte!

1 N ist so viel wie die Gewichtskraft einer 100 g-Tafel Schokolade.

Die Kraft kann eine Geschwindigkeit nicht nur vergrößern oder verkleinern, sondern auch die Richtung ändern. Das sieht man, wenn ein nach vorne geworfener Stein im Bogen auf die Erde zurück fällt.

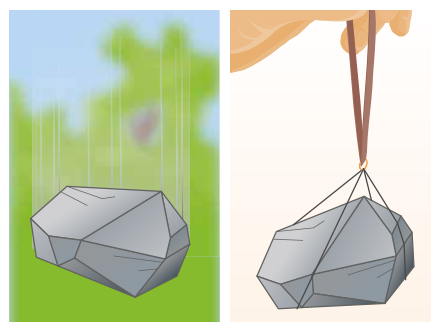
Die physikalische Kraft

Das Wort „Kraft“ wird im Alltag in verschiedenen Situationen benutzt und kann unterschiedliche Bedeutungen haben. In der Physik ist die Bedeutung von dem Begriff Kraft eindeutig festgelegt. Eine physikalische Kraft bezeichnet man mit dem Formelzeichen F . Man kann sie nicht sehen, sondern nur an ihrer Wirkung auf Körper erkennen:

Merke

Eine Kraft F kann einen Körper verformen oder seine Geschwindigkeit verändern. Jede Kraft hat einen Betrag und eine Richtung. Den Betrag einer Kraft misst man in N (Einheit „Newton“).

Auf einen fallenden Stein (B1) wirkt die Gewichtskraft nach unten. Dies vergrößert die Geschwindigkeit des Steins. Hängt der Stein dagegen an einem Gummiband, bewirkt die Gewichtskraft eine Dehnung des Gummis nach unten: Das Gummi wird verformt. Kräfte können auch weitergeleitet werden: Das Gummiband in B1 leitet die Gewichtskraft des Steins an die Hand weiter.



B1 Die Gewichtskraft beschleunigt den Stein nach unten bzw. verformt das Gummiband.

Wenn die Kraft nach einer Verformung wieder nachlässt, nehmen manche Körper wieder ihre ursprüngliche Form an. Andere bleiben verformt. Man kann zwei Fälle unterscheiden:

Elastische Verformung

Der Körper geht in die Ausgangsform zurück (z. B. Gummiball)



Plastische Verformung

Der Körper bleibt verformt (z. B. Knete).



Häufig wirken mehrere Kräfte gleichzeitig auf einen Körper. Manchmal haben die Kräfte zusammen keine Auswirkung: In B1 wirkt auf den Stein die Zugkraft des Gummibands nach oben und die Gewichtskraft nach unten. Beide Kräfte heben sich auf und der Stein bleibt in Ruhe.

Merke

Wenn zwei Kräfte denselben Betrag haben und an derselben Stelle aber entgegengesetzt wirken, heben sie sich gegenseitig auf.

Beim Zusammenwirken von Kräften müssen sowohl ihre Beträge als auch ihre Richtungen beachtet werden.

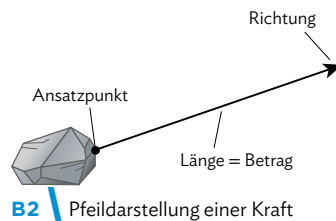
B \ Wechselwirkung und Kraft

Modell Kraftpfeil

Für die Wirkung einer Kraft auf einen Körper sind drei Dinge wichtig:

1. Der Ansatzpunkt: dort wirkt die Kraft auf den Körper
2. Der Betrag: so stark ist die Kraft
3. Die Richtung: in diese Richtung wirkt die Kraft

Mit der Pfeildarstellung kann man eine Kraft in ihren Eigenschaften zeichnen, siehe B2. Mit dem Modell Kraftpfeil kann man das Zusammenwirken von Kräften sehr gut vorher-sagen, wie in der folgenden Muster-aufgabe gezeigt wird.



Die Länge des Pfeils gibt den Betrag der Kraft an. Hierfür musst du einen geeigneten Maßstab wählen. Zum Beispiel: 1 N entspricht der Länge von 1 cm.

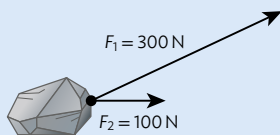
Merke

Die Kraft F ist eine **vektorielle Größe**. Das bedeutet, sie hat einen Betrag und eine Richtung.

Eine andere vektorielle Größe ist die Geschwindigkeit. Auch sie hat eine Richtung.

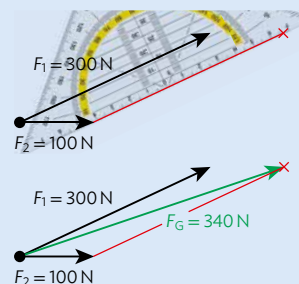
Musteraufgabe

Zwei Kräfte wirken auf einen Körper in unterschiedliche Richtungen. In der Abbildung sind die Kräfte als Kraftpfeile dargestellt. Ermittle zeichnerisch Richtung und Betrag der Gesamtkraft.

**Lösung**

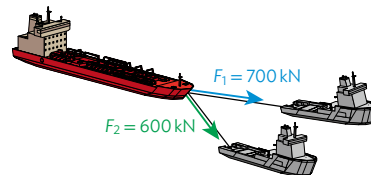
Einer der beiden Kraftpfeile muss so parallel verschoben werden, dass sein Ansatzpunkt an der Pfeilspitze des anderen Pfeils liegt. Wir entscheiden uns dafür, den Pfeil von F_1 zu verschieben. Mit dem Geodreieck wird eine parallele Linie zu F_1 durch die Pfeilspitze von F_2 gezeichnet und anschließend die Länge von F_2 markiert.

Nun verbindet man den Ansatzpunkt von F_2 mit der Markierung und erhält so die Gesamtkraft $F_G = 340$ N.

**Arbeitsaufträge**

- 1\ Es gibt verschiedene physikalische Kräfte. Ein paar Beispiele: Reibungskraft; Federkraft; elektrische Kraft; magnetische Kraft; Gewichtskraft
 - a) Wähle drei davon aus und beschreibe jeweils eine Situation, in der diese Kraft einen Körper verformt oder seine Geschwindigkeit verändert.
 - b) Fertige jeweils eine Skizze an, in der die wirkende Kraft mit einem Kraftpfeil dargestellt ist.
- 2\ Entscheide für diese Körper, ob sie sich elastisch oder plastisch verformen: Radiergummi; Ladekabel; Getränkedose; Gummiband; Spaghetti

- 3\ Zwei Schlepper ziehen einen Tanker zu seinem Platz im Hafen. Der eine Schlepper bringt 700 kN Zugkraft auf und der andere 600 kN, wobei die Krafrichtungen einen Winkel von 50° einschließen. Ermittle zeichnerisch den Betrag der Gesamtkraft, die auf den Tanker wirkt.

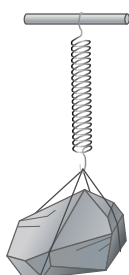


Hilfestellung auf Seite 234–235

7 Kraft und Kraftmessung

Eine Spiralfeder ist nur bis zu einer gewissen Länge elastisch dehnbar. Darüber hinaus wird sie überdehnt und nimmt nicht wieder ihre ursprüngliche Länge an.

Das Zeichen Δ heißt „Delta“. Es zeigt an, dass die Veränderung einer physikalischen Größe gemeint ist.



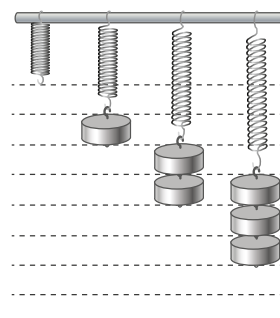
B2 Wenn ein Körper an einer Feder hängt, gleichen sich Gewichtskraft und Federkraft aus.

Für das Zusammendrücken einer Feder gelten dieselben Gesetze wie für das Dehnen der Feder (B1).

Verformung einer Spiralfeder

Je mehr Massestücke man an eine Spiralfeder hängt, desto stärker wird die Feder durch die Gewichtskraft der Massestücke gedehnt. Bei systematischer Untersuchung erkennt man: doppelt so viele Massestücke dehnen die Feder doppelt so stark, dreimal so viele Massestücke dehnen sie dreimal so stark und so weiter. Die Spiralfeder wird also proportional zur angehängten Masse gedehnt.

Da man davon ausgehen kann, dass die Gewichtskraft von zwei identischen Massestücken gleich groß ist, lässt sich die Erkenntnis aus B1 (siehe auch V2) für beliebige Kräfte verallgemeinern. Es gilt:



B1 Die Dehnung einer Spiralfeder ist proportional zur angehängten Masse.

Merke

Hookesches Gesetz: Die elastische Längenänderung $l_{\text{gedehnt}} - l_{\text{lose}}$ der Spiralfeder ist proportional zur wirkenden Kraft F auf die Feder:

$$l_{\text{gedehnt}} - l_{\text{lose}} = \frac{1}{D} \cdot F \quad \text{oder kurz:} \quad \Delta l = \frac{1}{D} \cdot F.$$

Die Proportionalitätskonstante D nennt man Federkonstante.

Genau wie der Stein in Abbildung B2 hängen die Massestücke in Abbildung B1 ruhig und bewegen sich nicht, obwohl die Gewichtskraft auf sie wirkt. Ihre Gewichtskraft wird durch die Federkraft ausgeglichen. Das Hookesche Gesetz gilt also auch in seiner umgekehrten Form:

Merke

Die elastische Längenänderung Δl einer Spiralfeder bewirkt eine zu Δl proportionale Federkraft F :

$$F = D \cdot \Delta l.$$

Die Einheit der Federkonstante D ist Newton pro Meter: $1 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

Die Federkonstante D ist eine Eigenschaft der Spiralfeder und kann für unterschiedliche Federn unterschiedlich sein. Eine harte Feder (B3) hat beispielsweise $D = 10.000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, eine weiche Feder $D = 10 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.



B3 Federung eines Autos: Verwendet wird eine Feder mit einer großen Federkonstante.

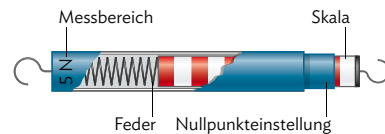
B \ Wechselwirkung und Kraft

Aufbau eines Kraftmessers

Das Hookesche Gesetz kann man ausnutzen, um ein Gerät zu bauen, mit dem man beliebige Kräfte messen kann. Der in B4 abgebildete Federkraftmesser besteht aus einer Feder, einem Plastikröhrchen (um den Nullpunkt beim unbelasteten Kraftmesser einzustellen) und einer Skala. Auf der einen Hälfte besitzt die Skala weiße und rote Ringe, auf der anderen Hälfte befindet sich eine genaue Skalenteilung. Da die Längenänderung der Feder proportional zur Kraft ist, bewegt sich die Skala ebenfalls proportional zur Kraft.

Auf dem oberen Teil des Kraftmessers ist der Messbereich angegeben, in B4 wären z. B. 5 N die maximale Belastungsgrenze. Verschiedene Messbereiche erhält man durch die Verwendung unterschiedlicher Federn.

Die meisten Waagen basieren auf dem Prinzip des Federkraftmessers.



B4 Skizze eines Federkraftmessers

Wissenswert**Kräfte messen**

1. Überlege dir genau, in welchem Bereich die zu messende Gewichtskraft liegt. Wähle dann einen Kraftmesser aus, dessen Messbereich geeignet ist, notfalls zuerst einen mit größerer Skala.
2. Hänge den Kraftmesser senkrecht auf, sodass sein unteres Ende frei in der Luft hängt. Stelle dann mit Hilfe der Nullpunkteinstellung den Nullpunkt ein.
3. Lass die Kraft einwirken und lies die Kraft an der Skala ab. Nutze dafür auch die feine Skaleneinteilung. Achte darauf, dass du beim Ablesen senkrecht auf die Skala blickst.

Arbeitsaufträge

- 1\ Bestimme die Kräfte, die an den folgenden Kraftmessern angezeigt werden. Ein Ring der Skala, egal ob weiß oder rot, steht für 0,5 N.



- 2\ Befestige ein Gummiband in geeigneter Weise an einem Stativ und dehne es durch Anhängen verschiedener Massestücke.
- a) Notiere jeweils die Wertepaare Masse/Länge.
 - b) Trage die Wertepaare in einem Diagramm auf. Interpretiere dann das Diagramm. Gilt für das Gummiband das Hookesche Gesetz?
- 3\ Erkläre bei der Längenänderung einer Feder den Unterschied zwischen Δl und l .

- 4\ Eine Feder mit der Federkonstante $D = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ wird mit der Kraft $F = 20 \text{ N}$ zusammengedrückt. Um welchen Betrag ändert sich die Länge?

- 5\ Dies sind Simones Messwerte von der Dehnung einer Schraubenfeder:

l in cm	0	3,7	7,5	11
F in N	0	0,5	1,0	1,5
l in cm	14,7	18,2	20,7	28,9
F in N	2,0	2,5	3,0	4,0

- a) Zeichne ein Dehnungs-Kraft-Diagramm (1 cm Dehnung $\triangleq$ 0,5 cm; 1 N $\triangleq$ 2 cm). Beurteile, ob ein Hookescher Bereich vorliegt.
- b) Simone hat eine Messung für $F = 3,5 \text{ N}$ vergessen. Bestimme den fehlenden Wert grafisch.
- c) Erkläre, worauf Simone bei größerer Krafteinwirkung auf die Feder achten muss.

+ Hilfestellung auf Seite 234–235

8 Bewegungsänderung durch Kraft

Unter Kraftsport versteht man meistens Gewichtheben oder Gerätetraining, bei dem Federn gedehnt werden. Aber auch Radrennfahrerinnen und Radrennfahrer benötigen Muskelkraft.

► Welche Wirkung erzielt die Radfahrerin mit ihrer Muskelkraft?



V1 Busfahren im Modell

Das Schild rechts besagt, dass man sich während der Busfahrt festhalten soll. Wir wollen mit einem Modellfahrzeug und einer Spielfigur, die du ohne Befestigung auf den Wagen stellst, den Grund für diese Regel herausfinden.

Wir betrachten die folgenden Situationen:

1. Der Wagen wird ruckartig angeschubst.
2. Der Wagen und die darauf stehende Figur fahren gleichmäßig über den Tisch.
3. Der Wagen prallt auf ein Buch, das im Weg liegt.
4. Der Wagen fährt durch eine scharfe Kurve.



Arbeitsauftrag

- a) Übertrage die Tabelle in dein Heft. Führe anschließend die Versuche durch und notiere die Ergebnisse in der passenden Spalte der Tabelle.
- b) Überlege dir sinnvolle Einträge für die Spalte „Wirkliche Situation“ und notiere diese.

	Was geschieht mit der Figur?	Wirkliche Situation
1.		
2.		
3.		

B \ Wechselwirkung und Kraft

V2 Tauziehen auf Rädern

Mit diesem Versuch soll die Wechselwirkung von Kräften untersucht werden. Du benötigst dafür eine ungefähr gleich schwere zweite Person, zwei Skateboards und ein langes Seil. Die Skateboards werden in einem Abstand von 5 m positioniert und die Mitte der Strecke markiert. Nehmt jeweils das Ende des Seils und stellt euch auf die Skateboards. Achtet bei der Durchführung darauf, dass ihr nicht ruckartig am Seil zieht.



Arbeitsauftrag

- Führt auf den Skateboards folgende Versuche durch:
 - beide Personen ziehen am Seil
 - eine Person zieht am Seil
 - die andere Person zieht am Seil
- Beschreibt eure Beobachtungen aus a). An welcher Stelle treffen sich jeweils die Skateboards?
- Versucht, eine Erklärung für eure Beobachtungen zu finden.

M1 Fahrzeuge bewegen

Der Wettkampf: strongman truck pull



Im Strongman Sport ist der Unterhaltungswert der Zuschauenden wichtiger als der faire sportliche Wettkampf. Es geht um die Attraktion. Die Teilnehmenden sind extrem muskulös.

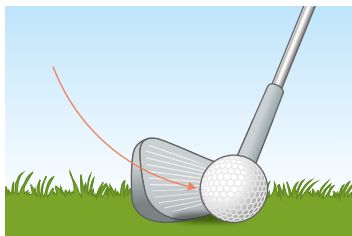
Aber auch normale Schülerinnen und Schüler können einen Pkw schieben. Am Anfang bewegt er sich nur langsam, aber nach längerem kräftigen Schieben erreicht der Pkw Schrittgeschwindigkeit.



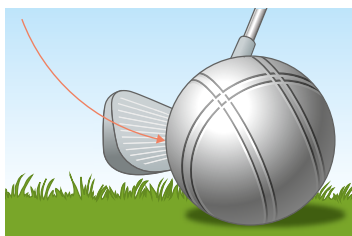
Arbeitsauftrag

- Recherchiere im Internet die Regeln für die beiden Strongman Wettbewerbe „Truck Pull“ und „Hand over Hand“. Wie schwer sind die Lkw bei den deutschen Wettbewerben?
- Hast du schon einmal versucht ein Auto anzuschieben? Teile deine Erfahrungen mit einer Partnerin oder einem Partner.
- Ein Lkw hat mehr Masse als ein Auto. Formuliere einen Merksatz für den Zusammenhang zwischen Kraft und Bewegung: „Je mehr Masse ein Fahrzeug hat, desto ...“
- Begründe: Wenn ein Auto geschoben wird, sollte immer jemand im Auto sein, der die Bremse betätigen kann!

8 Bewegungsänderung durch Kraft



B1 | Golfball beim Abschlag



B2 | Golf mit Boccia-Kugeln?

Die Trägheit von Körpern

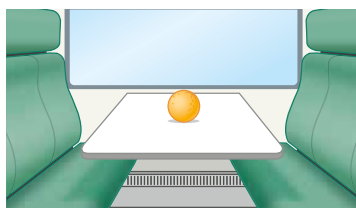
Bei unterschiedlichen Ballsportarten werden verschieden schwere Bälle eingesetzt. Beim Golfspielen beträgt die Masse des Balls nach internationalen Regeln 42 bis 45 Gramm. Würde man versuchen, eine Kugel wie beim Boccia-Spiel einzusetzen (Masse: ca. 1 kg), dann wäre es unmöglich, sie mit einem normalen Schläger genauso weit zu schlagen. Wir sehen: Je größer die Masse der Kugel ist, desto schwieriger ist es, sie aus der Ruhe in Bewegung zu bringen. Diese Eigenschaft nennen wir Trägheit.

Je größer die Masse eines Körpers ist, desto größer ist auch seine Trägheit.

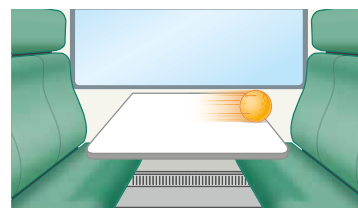
Wenn ein Torhüter beim Fußball einen scharf geschossenen Ball abfangen will, muss er ebenfalls Kraft ausüben, sonst drückt der Ball die Hände des Torhüters mit ins Tor. Ohne Kraft fliegt der Ball einfach geradeaus weiter. Auch dies ist eine Auswirkung der Trägheit des Balls.

Merke

Trägheitsgesetz: Wenn keine Kraft auf einen Körper wirkt, verändert er seine Geschwindigkeit nicht.



B3 | Eine Orange bleibt im Zug auf dem Tisch liegen, da sie aufgrund ihrer Trägheit genau die Geschwindigkeit des Zuges beibehält.



B4 | Wenn der Zug bremst, dann bewegt sich die Orange mit der ursprünglichen Geschwindigkeit weiter. Sie rollt also nach vorne.

Masse und Geschwindigkeitsänderung

Wenn du gut Fußball spielen kannst, dann wirst du nicht nur gegen einen ruhig liegenden Ball treten, sondern auch einmal einen heranfliegenden Ball ins Tor umlenken. Auch dazu ist das Wirken einer Kraft nötig, auch wenn der Ball hinterher nicht schneller ist als vorher. Jede Veränderung der Geschwindigkeit erfordert eine Kraft, auch wenn es nur die Richtung der Geschwindigkeit ist oder das Abstoppen. Ein lockerer Kick gegen einen Medizinball führt dabei sicher zu einer kleineren Geschwindigkeitsänderung als der gegen einen Fußball.



B5 | Beim Fußball spielen Stärke und Richtung eines Schusses eine große Rolle.

Merke

Je mehr Masse ein Körper hat, desto mehr Kraft ist für die Geschwindigkeitsänderung notwendig.

B \ Wechselwirkung und Kraft

Wechselwirkungsgesetz

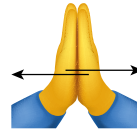
Wenn man in die Hocke geht und sich ruckartig nach oben bewegt, kann man in die Luft springen. Die Füße üben dabei eine nach unten gerichtete Kraft auf den Boden aus. Dennoch bewegt sich der Mensch nach oben. Das erscheint merkwürdig, denn es ist keine nach oben gerichtete Kraft zu erkennen. Die Auflösung zu diesem scheinbaren Widerspruch liefert das Wechselwirkungsgesetz.



B6 Um hoch zu springen drückt man die Füße nach unten. Ein Widerspruch?

Merke

Wechselwirkungsgesetz: Wenn ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft ausübt, dann übt der Körper B auf den Körper A eine Gegenkraft aus. Die Gegenkraft ist gleich groß wie die ursprüngliche Kraft und dieser entgegengesetzt.

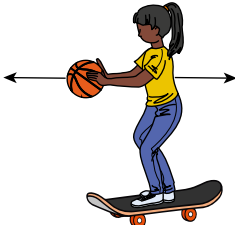


Überprüfe: Kannst du mit der linken Hand gegen deine rechte Hand drücken, ohne dass deine rechte Hand mit derselben Kraft gegen deine linke Hand drückt?

Die Füße üben eine nach unten gerichtete Kraft auf den Boden aus. Als Gegenkraft übt der Boden eine nach oben gerichtete Gegenkraft auf die Füße aus. Diese Gegenkraft bewegt den Körper nach oben.

Arbeitsaufträge

- 1\ Begründe mithilfe der Trägheit, dass das Einschlagen von Nägeln mit einem Hammer in ein Holzbrett umso einfacher gelingt, je größer die Masse des Hammerkopfes ist.
- 2\ Die Geschwindigkeit der Radfahrerin auf Seite 54 ändert sich, weil der Reifen eine Kraft auf die Straße ausübt. Gib an, in welche Richtung die Kraft des Reifens auf die Straße gerichtet ist und in welche Richtung die Gegenkraft wirkt.
- 3\ Die Person auf dem Skateboard stößt einen Medizinball weg.



- a) Beschreibe, wie sich das Skateboard nach dem Stoß bewegen wird.
 - b) Erläutere, welche zwei Kräfte in dem Bild eingezeichnet sind.
 - c) Diese Form von Antrieb nennen Physikerinnen und Physiker „Rückstoßprinzip“. Erkläre, was damit gemeint ist.
- 4\ Die Bilder zeigen Situationen, in denen Kräfte Bewegungen hervorrufen.




 - a) Erläutere anhand der Bilder das Wechselwirkungsgesetz.
 - b) Erstelle Skizzen und zeichne die Kräfte ein. Orientiere dich dabei an Aufgabe 3.
- 5\ Neben dem Sicherheitsgurt sind die Kopfstützen im Auto eine wichtige Sicherheitseinrichtung.
 - a) Erkläre die Auswirkung auf die Köpfe der Personen in einem stehenden Auto, wenn plötzlich ein zweites von hinten auffährt.
 - b) Bei einem Frontalzusammenstoß ist die Kopfstütze natürlich keine Hilfe. Beschreibe die Sicherheitseinrichtung eines Autos, um in diesem Fall Verletzungen zu verhindern, die aufgrund der Trägheit entstehen können.

Vermischte Aufgaben

Basisaufgaben

- 1\ Suche im Internet nach den Ortsfaktoren auf allen Planeten unseres Sonnensystems. Gestalte damit ein Plakat, das die unterschiedlichen Gewichtskräfte veranschaulicht, die auf einen Astronauten wirken.

- 2\ Im Haushalt gibt es diverse Waagen, zum Beispiel die Personenwaage im Badezimmer oder die Haushaltswaage in der Küche. Diskutiere die Frage, ob diese Waagen die Masse oder die Gewichtskraft messen.

- 3\ Berechne die fehlenden Werte in der folgenden Tabelle mit $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Keine Eintragung im Buch!

F_G	85 N		2,3 kN			
m		28 g		65 kg	8,3 mg	2,7 t

- 4\ Der Roboter „Curiosity“ hat auf dem Mars ($g_{\text{Mars}} = 3,69 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) eine Gesteinsprobe entnommen, auf die eine Gewichtskraft von $F_G = 3,5 \text{ N}$ wirkt. Berechne die Masse der Gesteinsprobe.

- 5\ Öffne jeweils die zugehörigen Links hinter dem QR-Code.



- a) Miss im Bildschirm-Experiment für verschiedene Ausdehnungen der Feder von 0 cm bis 58 cm im Abstand von 1 cm jeweils die zugehörige Kraft. Notiere die Werte in einer Tabelle.

- b) Zeichne zu deinen Werten aus a) ein Dehnungs-Kraft-Diagramm und bestimme einen durchschnittlichen Wert für die Federkonstante.

- c) Hänge im Bildschirm-Experiment die vier unterschiedlichen Massestücke an die Federn. Beschreibe deine Beobachtung und erkläre.

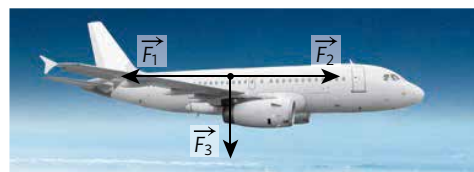
- 6\ Eine elektronische Präzisionswaage zeigt die Masse auf 0,01 g genau an. Tatsächlich misst sie aber keine Masse, sondern die Gewichtskraft. Untersuche, ob eine solche Waage ohne Veränderung an jedem Ort der Welt eingesetzt werden kann. Vergleiche dazu ein Massestück am Äquator ($g = 9,780 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) mit einem Massestück am Nordpol ($g = 9,832 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$), dessen Masse aber um 0,01 g geringer ist.

- 7\ Im Alltag gibt es spröde Körper, beispielsweise ungekochte Nudeln. Nenne weitere spröde Körper und begründe, warum es sich hierbei nicht um Körper handelt, die sich durch Krafteinwirkung elastisch bzw. plastisch verformen lassen.

- 8\ Zwei Mannschaften üben sich im Tauziehen.
a) Beschreibe die Situation, in der die Kräfte im Gleichgewicht sind. Fertige eine Skizze an.
b) Beschreibe, ob das Kräftegleichgewicht auch in dem Moment existiert, in dem eine Mannschaft gewinnt. Begründe mit Fachbegriffen.

- 9\ Ein Flugzeug bewegt sich gleichförmig in der Luft.

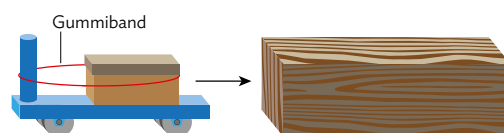
- a) Übertrage die Abbildung in dein Heft und ordne den eingezeichneten Kräften die Begriffe zu: Schubkraft; Gewichtskraft; Reibungskraft



- b) Beschreibe die Situation, in der nur diese drei Kräfte auf das Flugzeug wirken würden. Ergänze in der Zeichnung die fehlende Kraft und benenne sie.

- c) Die beiden waagrechten Pfeile oben sind gleich lang. Begründe, warum das sinnvoll ist.

- 10\ Lege auf einen Versuchswagen eine Pappschachtel, die nach hinten abgestützt wird. Beschleunige den Wagen sehr schnell und lasse ihn nach kurzer Fahrt auf ein Hindernis prallen. Wiederhole den Versuch mit einer Halterung (Gummiband) für die Schachtel. Führe den Versuch auch ohne Rückenstütze für die Pappschachtel durch.



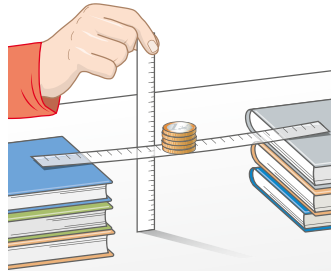
Beschreibe deine Beobachtungen. Trage in einer Skizze die wirkenden Kräfte ein und erkläre das Ergebnis mit physikalischen Fachbegriffen.

B \ Wechselwirkung und Kraft

Zusammenfassende Aufgaben**11 \ Brückenkonstruktion – Verformung durch Masse**

Wir wollen eine Brückenkonstruktion nachempfinden. Lege dazu ein 30 cm langes Plastiklineal zwischen zwei gleich hohe Bücherstapel. Achte darauf, dass auf jeder Seite mindestens 3 cm des Lineals auf den Büchern aufliegen.

Du benötigst noch einen Stapel aus maximal zwanzig 1€- oder 2€-Münzen. Belaste das Lineal in der Mitte mit den Münzen und miss mit einem zweiten Lineal, wie weit sich die Modellbrücke dadurch in der Mitte nach unten durchbiegt. Erstelle in deinem Heft eine Tabelle mit „Anzahl Münzen“ und „Verformung in mm“.



- a) Führe den Versuch durch und trage die Ergebnisse in die Tabelle im Heft ein.
- b) Erkläre den Rückgang der Biegung, wenn du die Münzanzahl wieder verringerst.
- c) Begründe, dass die Verformung von der Münzanzahl abhängt.
- d) Ein Mitschüler behauptet, dass man bei einer echten Brücke eine ähnliche Beobachtung machen würde, wie bei dem Modell. Beurteile diese Aussage.

12 \ Geschichten schreiben: Onkel Theo will zum Mond

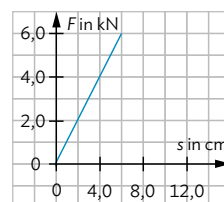
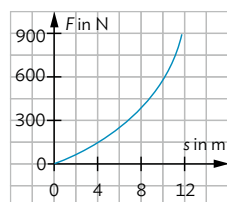
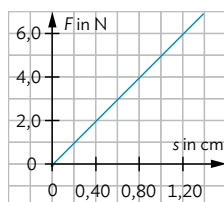
Onkel Theo hat in einem Buch über Raumfahrt gelesen, dass er auf dem Mond viel leichter ist als hier auf der Erde. Weil sein Arzt ihm geraten hat abzunehmen, beschließt er, auf den Mond zu fliegen. Schreibe eine kleine Geschichte dazu und kläre physikalisch auf.

Hinweis: Du kannst dabei auch an Science-Fiction-Romane denken.

13 \ Untersuchungen mit dem Hookeschen Bereich

In den Abbildungen A bis C siehst du unterschiedliche Gegenstände bzw. Situationen, die Graphen darunter zeigen die zugehörigen Dehnungs-Kraft-Diagramme.

- a) Gib die Graphen an, die einen Hookeschen Bereich besitzen.



- b) Abbildung A zeigt eine sogenannte „weiche“ Feder, Abbildung C eine „harte“ Feder. Erkläre diese Begriffe mithilfe der Graphen.
- c) Beschreibe, die Auswirkungen auf die jeweiligen Gegenstände, wenn man mit immer größerer Kraft an den Federn bzw. dem Gummiband zieht.
- d) Berechne für A und C die Federkonstante.

Vermischte Aufgaben

14\ Kräftegleichgewicht im Alltag

a) Übernimm die folgenden Abbildungen als Skizzen in dein Heft und zeichne alle wirkenden Kräfte mithilfe eines geeigneten Maßstabs ein.

1. Buch ($F_G = 4 \text{ N}$)

2. Birne ($F_G = 2 \text{ N}$)



b) Erkläre, dass die Bücher nicht zu Boden fallen. Beschreibe dann die Umstände, unter denen die Birne herunterfällt.

15\ Beinahe von Ladung erdrückt

„BRASILIEN – Ein 25jähriger Lkw-Fahrer wäre beinahe von seiner eigenen Ladung erdrückt worden. Der Marmorblock auf seinem Sattelzug war so schlecht gesichert, dass der Felsblock beim Bremsmanöver ins Rutschen geriet. Der Stein durchbrach die Bordwand, drückte die Fahrerkabine ein und hätte beinahe den Fahrer zerquetscht.“



So ist das mit der Trägheit. Der Lkw hat zwar Bremsen, der massive Marmorblock jedoch nicht!

a) Erläutere die Aussage von Fynn.

b) Erkläre die Funktion der Sicherungssysteme, die für die Ladung notwendig sind. Verwende dabei die physikalische Fachsprache.

16\ Kräfte zeichnen

Die Kraft $\vec{F}_1$ in der Abbildung rechts hat einen Betrag von 50 N.

a) Übertrage den Kraftpfeil in dein Heft und bestimme den zugrunde liegenden Maßstab.

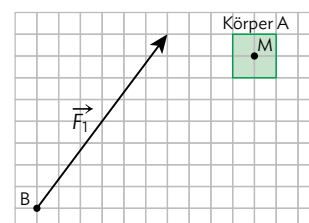
b) Zeichne die Gewichtskraft $\vec{F}_G$ auf den Körper A ein (Angriffspunkt M, 60 N).

c) Zeichne eine Kraft $\vec{F}_2$ (Angriffspunkt B; senkrecht zu $\vec{F}_1$; Betrag: 30 N) ein.

d) Zeichne die folgenden Kräfte in eine neue Zeichnung mit Maßstab $1 \text{ cm} \triangleq 1 \text{ N}$.

- Die Kräfte mit den Beträgen $F_1 = 4,0 \text{ N}$ und $F_2 = 1,5 \text{ N}$ haben denselben Angriffspunkt, sind aber entgegengesetzt gerichtet.
- $\vec{F}_3$ und $\vec{F}_4$ sind parallel und haben einen Betrag von je 3,2 N.
- $\vec{F}_5$ und $\vec{F}_6$ haben denselben Betrag von 6,3 N und den gleichen Angriffspunkt. Der Winkel zwischen ihren Wirkungsrichtungen beträgt 30° .

e) Begründe, warum die Lösungen in d) jeweils nicht eindeutig sind.



17\ Magische Tellerspender

Das Hookesche Gesetz sorgt bei einem Tellerspender dafür, dass die Teller immer auf gleicher Höhe entnommen werden können. Erkläre.

B \ Wechselwirkung und Kraft

18 \ Drücken statt Ziehen

Manche Federn (z. B. bei Stoßdämpfern oder Kugelschreibern) werden nicht auf Zug, sondern auf Druck belastet. Simon behauptet, dass in diesem Fall der Graph in einem $F\text{-}\Delta l$ -Diagramm „von oben nach unten“ verlaufen würde, weil die Länge der Feder abnimmt. Lena meint: „Das stimmt nicht, der Graph verläuft auch hier ‚von unten nach oben‘.“ Wer hat Recht? Begründe.

19 \ g-Kräfte auf dem Volksfest

Anna besucht ein Volksfest und steht fasziniert vor dem abgebildeten Fahrgeschäft.



- Neben bekannten Angaben „110 km/h“ und „42 m“ entdeckt sie die Aufschrift „4,3 G“. Recherchiere die Bedeutung dieser Angabe.
- Meist wird der Begriff „g-Kraft“ verwendet. Erläutere den Zusammenhang und unterscheide zwischen den Begriffen „Ortsfaktor g“ und „g-Kraft“.
- Recherchiere mögliche Auswirkungen von zu kleinen und zu großen „g-Kräften“ auf die Gesundheit.
- Für Fahrgeschäfte ist ein bestimmter Bereich für „g-Kräfte“ zulässig. Informiere dich und gib diesen Bereich an.
- Anna ($m = 50,0 \text{ kg}$) fährt mit dem Fahrgeschäft. Berechne den Wert der maximal auftretenden „g-Kraft“, die auf Anna während der Fahrt wirkt.
- Welche Masse hätte eine Person, auf die eine Gewichtskraft wirkt, die genauso groß ist wie die g-Kraft, die auf die „fliegende Anna“ wirkt?

20 \ Federkraftmesser und Messgenauigkeit

Ein Federkraftmesser mit einem Messbereich von 1,00 N hat eine 10,0 cm lange Skala, die in mm unterteilt ist. Es wird nur auf ganze mm genau abgelesen.

- Wie groß ist die Messgenauigkeit dieses Federkraftmessers?
- Kann mit dieser Messgenauigkeit der Unterschied der Gewichtskräfte für eine Tafel Schokolade ($m = 100 \text{ g}$) in Berlin, am Nordpol und am Äquator gemessen werden (vgl. [Methode](#) auf S. 61)?
- Wie müsste ein Federkraftmesser beschaffen sein, damit die notwendige Messgenauigkeit erreicht wird?

21 \ Post auf dem Mount Everest

Eine elektronische Briefwaage zeigt für einen 135 g schweren Brief auf dem Mount Everest eine Masse von $m = 134 \text{ g}$ an.



- Beurteile, ob das sein kann.
- Wie groß ist die prozentuale Abweichung des Ortsfaktors vom Mount Everest zu dem am Ort deiner Schule? Recherchiere entsprechend.

Selbsttest: Überprüfe deine Kenntnisse und Kompetenzen selbst



Selbsttest-Checkliste

- ✓ Bearbeite die Aufgaben schriftlich in ordentlicher Form. Die Auswertungstabelle zeigt die Kompetenzerwartungen und Hilfestellungen.
- ✓ Vergleiche deine Lösungen mit den Lösungsskizzen auf Seite 222.
- ✓ Bewerte nun deine Lösungen selbst mit den Symbolen 😊, 😐 oder ☹.

- 1 a) Amira war mit ihrem Vater einkaufen. Auf dem Rückweg ist der Fahrrad-Anhänger mit Lebensmitteln beladen, die insgesamt die Masse 53 kg haben. Erstelle eine Skizze und zeichne die Gewichtskraft als Kraftpfeil ein. Verwende den Maßstab $200 \text{ N} \triangleq 1 \text{ cm}$.



- b) Erläutere, warum die Reifen von oben und unten zusammengedrückt werden. Zeichne auch die Kraft ein, die die Straße auf die Reifen ausübt.
- c) Zu Hause angekommen mussten die beiden den beladenen Anhänger noch zusammen die Einfahrt hochziehen. Amira brachte dabei 80 N Zugkraft auf, ihr Vater dagegen 150 N. Zwischen ihnen war dabei ein Winkel von 25° . Ermittle zeichnerisch den Betrag der Gesamtkraft, die auf den Anhänger wirkte.

- 2 Die folgende Tabelle stellt, gegebenenfalls mit Messfehlern behaftete, real ermittelte Messwerte für die Dehnung s eines neuen Gummibands dar. Sie ergaben sich durch eine dosierte Zugkraft F beim Belasten und anschließenden Entlasten des Gummibands.

F in N	0	1	1,5	2	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10
s in cm	0	2	3	4	7	10	14	22	28	32	35	37	42
F in N	9	8	7	6	5	4	3,5	3	2	1,5	1	0	
s in cm	42	41,5	40,6	39	37,5	35	33	27	17	12	7	2	

- a) Erläutere den Grund dafür, dass beim ersten Belasten für eine Dehnung von 7 cm eine Zugkraft von 3 N gebraucht wurde, anschließend beim Entlastungsvorgang dafür aber schon eine Zugkraft von 1 N genügte. Beschreibe, wie sich die Elastizität des Gummibandes durch dieses Experiment verändert hat.
- b) Werte die Messwerte zeichnerisch aus. Gib den Bereich an, in dem das Hooke'sche Gesetz erfüllt ist. Erläutere den offensichtlichen Effekt auf das Gummiband durch das einmalige Belasten mit einer Zugkraft von 9–10 N.
- 3 a) Auf dem Tisch steht ein randvoll mit Suppe gefüllter Teller. Angenommen du würdest ruckartig daran ziehen. Was würde passieren? Beschreibe, was du beobachten würdest und erkläre.
- b) Erläutere den Rückstoß beim Loslassen eines aufgeblasenen Luftballons.

A | Wechselwirkung und Kraft

- 4 a) Erläutere die Eigenschaften eines Körpers, die seine Masse festlegen. Gib die Einheit der Masse an.
- b) Erkläre den Unterschied zwischen der Gewichtskraft eines Körpers und der Masse des Körpers. Gib die Einheit der Gewichtskraft an.
- c) Auf einer Berliner Baustelle wirkt auf einen Sack Zement eine Gewichtskraft von genau 393,4 N. Diese Angabe empfindet der Maurer vor Ort als ungebrauchlich und seltsam. Berechne die Masse des Zementsacks und gib das Ergebnis mit einer möglichst großen, jedoch sinnvollen Genauigkeit an.
- 5 a) An einem Herbsttag lässt sich beobachten, wie von den Bäumen Laub auf die Wasseroberfläche fällt und dort obenauf schwimmt. Der sanfte Wind sorgt dafür, dass die Blätter mit konstanter Geschwindigkeit immer weiter auf den See hinausgetrieben werden. Müsstest die Blätter nicht durch die Kraft des Windes beschleunigt und somit immer schneller werden? Begründe, dass dies nicht so ist und veranschauliche deine Argumentation mithilfe einer geeigneten und beschrifteten Skizze.
- b) Veranschauliche mit Skizzen (einmal mit Seitenwind, einmal ohne) die wirkenden Kräfte auf eine Flugdrohne, die in der Luft „steht“. Gehe davon aus, dass die einzelnen Rotoren nicht schwenkbar sind, die Drohne sich aber insgesamt leicht schräg stellen kann.



Auswertungstabelle

Ich kann ...	Hilfe
1 das Modell des Kraftpfeils verstehen und anwenden	S. 51
2 mit ermittelten Messdaten ein Dehnungs-Kraft-Diagramm erstellen, dieses auswerten und darin den Hookeschen Bereich erkennen.	S. 52/53
3 das Trägheitsgesetz und das Wechselwirkungsgesetz in Texten schlüssig verwenden, um alltägliche physikalische Situationen zu erläutern.	S. 56/57
4 die physikalischen Größen Masse und Gewichtskraft unterscheiden.	S. 60–63
5 Kräftegleichgewichte in Skizzen und Texten schlüssig verwenden, um alltägliche physikalische Situationen zu erläutern.	S. 66/67

Zusammenfassung

Die physikalische Kraft

Die Kraft F ist eine vektorielle Größe, das heißt, sie hat ...

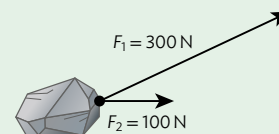
- einen Ansatzpunkt (dort wirkt die Kraft).
- einen Betrag (Stärke der Kraft).
- eine Richtung.

Eine Kraft kann ...

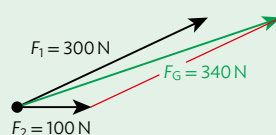
- einen Körper verformen.
- die Geschwindigkeit eines Körpers vergrößern oder verkleinern.
- die Richtung der Bewegung eines Körpers ändern.

Wirken zwei Kräfte am gleichen Angriffspunkt auf einen Körper, aber in unterschiedliche Richtungen, so kann die Gesamtkraft zeichnerisch ermittelt werden.

Formelzeichen: F
Einheit: $1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$
(N: „Newton“)



Elastische und plastische Verformung



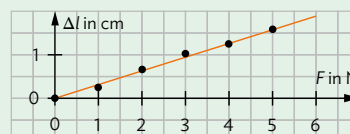
Das Hooksche Gesetz

Die elastische Längenänderung $\Delta l = l_{\text{gedehnt}} - l_{\text{lose}}$ einer Spiralfeder ist proportional zur wirkenden Kraft F auf die Feder:

$$\Delta l = \frac{1}{D} \cdot F$$

Die Proportionalitätskonstante D nennt man Federkonstante.

Aufgrund dieses Gesetzes können Kräfte mithilfe von Federkraftmessern gemessen werden.



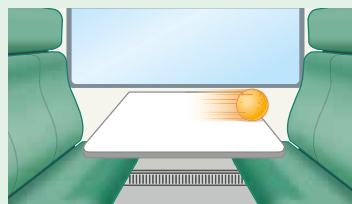
Das Trägheitsgesetz

Wenn keine Kraft auf einen Körper wirkt oder die Kräfte sich gegenseitig aufheben, verändert der Körper seine Geschwindigkeit nicht.

Ein bewegter Körper bewegt sich also mit konstanter Geschwindigkeit weiter.

Je mehr Masse ein Körper hat, desto mehr Kraft ist für eine Geschwindigkeitsänderung notwendig.

Wenn der Zug bremst, bewegt sich die Orange mit der ursprünglichen Geschwindigkeit weiter.

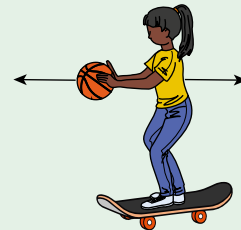


Zusammenfassung

Das Wechselwirkungsgesetz

Wenn ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft ausübt, dann übt der Körper B auf den Körper A eine Gegenkraft aus. Die Gegenkraft ist gleich groß wie die ursprüngliche Kraft und dieser entgegengesetzt.

Eine Person auf einem Skateboard stößt einen Medizinball weg und rollt in die entgegengesetzte Richtung.



Masse und Gewichtskraft

Körper, die eine Masse besitzen, ziehen sich gegenseitig an. Auf einen Körper der Masse m wirkt auf der Erde die Gewichtskraft F_G in Richtung zum Erdmittelpunkt hin. Sie berechnet sich aus:

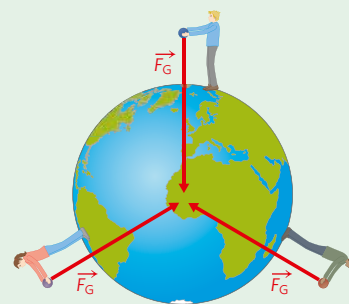
$$F_G = m \cdot g$$

Der Ortsfaktor g ist unabhängig von der Masse, Art und Gestalt des Körpers, er hängt aber vom Ort ab (Erde oder Mond, Äquator oder Pol).

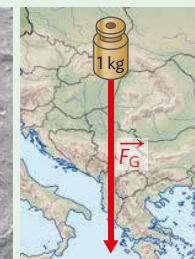
Auf der Erde beträgt er im Schnitt $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Die Masse eines Körpers ist festgelegt durch die Anzahl der Teilchen, aus denen er besteht. Die Masse hängt also nicht vom Ort ab, an dem sich der Körper befindet.

Die Gewichtskraft eines Körpers hängt von seiner Masse und dem Ortsfaktor ab. Da der Ortsfaktor an verschiedenen Orten unterschiedlich ist, ist die Gewichtskraft im Gegensatz zur Masse vom Ort abhängig.



Mond



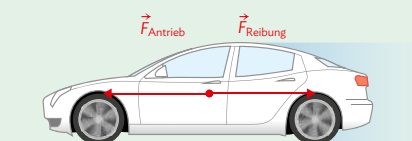
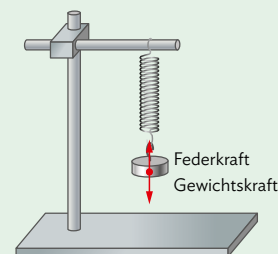
Erde

Kräftegleichgewicht und Reibung

Wirken an einem Körper mehrere Kräfte, die sich gegenseitig ausgleichen, dann sagen wir: Der Körper befindet sich im Kräftegleichgewicht.

Dem Trägheitsgesetz entsprechend verändert sich die Geschwindigkeit eines Körpers nicht, wenn Kräftegleichgewicht herrscht.

Wenn ein Körper an einem anderen entlang reibt, entsteht eine Reibungskraft, die der Bewegungsrichtung entgegengesetzt wirkt. In vielen Situationen kann aber zur Vereinfachung die Reibung vernachlässigt werden.



Gleichgewicht → Geschwindigkeit konstant

Bildnachweis

AdobeStock / Animaflora PicsStock – S. 19; - / johnmerlin – S. 15; - / MoiraM – S. 13; - / Robie Online – S. 19; - / sommersby – S. 15; - / yabluko_draws – S. 57; Janine Elfert, Bamberg – S. 55; Fotolia / ARochau – S. 57; - / Frank F. Haub – S. 15; - / pico – S. 49, 51; Getty Images Plus / Ingram Publishing – S. 50, 74; - / iStockphoto, alex7021 – S. 78; - / iStockphoto, Andrey_KZ – S. 15; - / iStockphoto, andylid – S. 15; - / iStockphoto, Bet_Noire – S. 70; - / iStockphoto, Joseph Calomeni – S. 56; - / iStockphoto, CHIARI_VFX – S. 73; - / iStockphoto, Danger Jacobs – S. 69; - / iStockphoto, Didi_Lavchieva – S. 69; - / iStockphoto, ESOLex – S. 79; - / iStockphoto, eyepark – S. 50, 74; - / iStockphoto, Germanovich – S. 79; - / iStockphoto, gggykk – S. 68; - / iStockphoto, Viktor Gladkov – S. 57; - / iStockphoto, Lubo Ivanko – S. 13; - / iStockphoto, Djordje Krstic – S. 78, 79; - / iStockphoto, olegmit – S. 72; - / iStockphoto, Sofiia Potanina – S. 73; - / iStockphoto, Robert Roka – S. 57; - / iStockphoto, Sawitree Sawangwong – S. 78; - / iStockphoto, Walid SHEMEIS – S. 69; - / iStockphoto, Elena Slepitskaya – S. 71; - / iStockphoto, Tunatura – S. 78; - / iStockphoto, Jacob Wackershausen – Cover; - / iStockphoto, Miljan Živković – S. 73; - / Zoonar, Zoonar RF – S. 70; imago images / foto2press, Mirko Kappes – S. 78; - / Frank Sorge – S. 54; iStockphoto / abezikus – S. 54; - / Elementallmaging – S. 19; - / inbj – S. 69; - / pagadesign – S. 52; - / powerbeephoto – S. 13; - / sestovic – S. 18 (2); - / SimonSkafar – S. 16; - / zhengzaishuru – S. 12; Thomas Kadar, Erlangen – S. 48, 54; Microsoft Deutschland – S. 49 (2); picture-alliance / NurPhoto, Foto Olimpik – S. 48; Shutterstock / balipadma – S. 55; - / Leninphoto – S. 13; Stefan Wildner, Fürth – S. 55.

Unsere WebSeminare für Berlin und Brandenburg

Wir unterstützen und begleiten Sie beim Umsetzen des aktuellen Lehrplans – und das nicht nur mit unseren neuen Lehrwerken. Wir möchten Ihnen Anregungen bieten, Materialien vorstellen und Gelegenheit zum Gedankenaustausch geben.

Deshalb bieten wir Ihnen WebSeminare an, für die Sie auch eine Teilnahmebestätigung erhalten.

Natürlich finden Sie uns ebenfalls auf überregionalen Messen und Kongressen.

Wir freuen uns auf spannende Veranstaltungen, auf gute Gespräche und vor allem auf Sie!



Detaillierte Informationen und Termine finden Sie auf www.ccbuchner.de/veranstaltungen.



Nichts mehr verpassen:
Unser Newsletter
mit allen aktuellen Terminen

Abonnieren Sie jetzt unseren Veranstaltungsnewsletter!
Damit sind Sie fächerübergreifend immer über die aktuellen Termine von C.C.Buchner informiert und können sich Ihren Platz sichern.



click & study

Digitale Ausgabe des Schülerbands



Digitaler Unterricht mit C.C.Buchner

Entdecken Sie unsere digitalen Lehr- und Lernmittel: Mit click & study – der digitalen Ausgabe des Schülerbands – und click & teach – dem digitalen Lehrermaterial – werden die Unterrichtsvorbereitung und die Schulstunde selbst einfacher als je zuvor.

► Einfach in der Navigation:

Im Mittelpunkt von click & study und click & teach steht immer die digitale Schulbuchausgabe, um die sich alle eingebundenen Materialien und Funktionen gruppieren. So behalten Sie stets den Überblick und finden alle Inhalte genau dort, wo sie benötigt werden.

► Einfach in der Bedienung:

Bei der Gestaltung der Menüs und der Bedienelemente haben wir darauf geachtet, dass diese nicht überladen werden und selbsterklärend bleiben. Nichtsdestotrotz haben Sie und Ihre Schülerinnen und Schüler die Auswahl an einer Fülle von nützlichen Funktionen – für einen modernen Unterricht mit digitaler Interaktion.

► Einfach im Zugriff:

click & study und click & teach können Sie überall und mit jedem Endgerät nutzen, auf dem ein aktueller Internetbrowser installiert ist. Oder Sie laden sich einfach die kostenfreie Tablet-App herunter – so können Sie auch offline arbeiten. Die digitale Schulbuchausgabe click & study kann zudem via Bildungslogin.de genutzt werden.

click & teach

Digitales Lehrmaterial



► Einfach in der Lizenzierung:

Egal ob für Einzelpersonen, das Kollegium oder die Schülerschaft – wir haben für jeden Bedarf ein passendes Angebot. Bestellen können Sie ausschließlich auf www.ccbuchner.de. Die digitale Schulbuchausgabe click & study kann zudem via www.bildungslogin.de genutzt werden.

► Einfach in der Verwaltung:

Für Lehrmittelverantwortliche, IT-Kräfte und Lehrkräfte bieten wir das C.C.Buchner-Schulkonto an. Damit können die digitalen Lehr- und Lernmittel click & teach und click & study an einem zentralen Ort erworben, verwaltet und dem Kollegium oder der Schülerschaft zur Verfügung gestellt werden.

► Einfach für alle:

click & study und click & teach können miteinander verknüpft werden. So funktioniert der Unterricht bei Bedarf komplett digital – ideal für Tablet-Klassen und den digitalen Materialaustausch zwischen Lehrenden und Lernenden.

Interaktives Inhaltsverzeichnis

Digitale Arbeitsseite

Lehrermaterial (nur in click & teach)



The screenshot displays the 'click & teach' digital chemistry textbook interface. On the left, a sidebar lists the 'Chemie Gesamtband' contents, including chapters from 'Grundlagen aus Klasse 8-10' to 'Anhang'. The main area shows a lesson titled 'Chemie - eine Naturwissenschaft' with text, images, and a video. The right sidebar contains 'Sicherheit im Labor' information, a QR code for application, and 'Lösungen'. Arrows indicate the navigation flow from the labels to these specific interface elements.

Digitale Ausgabe des C.C.Buchner-Lehrwerks

Persönlicher Unterrichtsplaner (nur in click & teach)



click & study und click & teach bieten:

		click & study	click & teach
	Digitale Ausgabe des C.C.Buchner-Lehrwerks Der jeweilige Schülerband von C.C.Buchner ist als vollständige digitale Ausgabe in click & study und in click & teach enthalten. Sie können mit verschiedenen Endgeräten (PC, Mac, Tablet) online und auch offline via Tablet-App darauf zugreifen. 	✓	✓
	Interaktives Inhaltsverzeichnis Das Inhaltsverzeichnis ermöglicht einen schnellen Überblick über die Inhalte der digitalen Ausgabe des Schulbuchs und die Navigation zwischen den Kapiteln. Wird es nicht benötigt, lässt es sich einfach einklappen.	✓	✓
	Digitale Arbeitsseite Durch das Einfügen digitaler Arbeitsseiten besteht die Möglichkeit, auf einer zusätzlichen leeren Seite eigene Texte, Bilder, Links und Freihandzeichnungen zu hinterlegen.	✓	✓
	Umfangreiches Lehrermaterial click & teach bietet zahlreiche digitale Zusatzmaterialien. Hier erhalten Sie Zugriff auf perfekt abgestimmte Inhalte wie zum Beispiel Lösungen, didaktische Hinweise, digitale Lernanwendungen, Animationen, Arbeitsblätter, Kopiervorlagen, Tafelbilder und vieles mehr.	—	✓
	Unterrichtsplaner Der Unterrichtsplaner sorgt dafür, dass Sie in click & teach alle Materialien immer in der gewünschten Abfolge griffbereit haben. Strukturieren, kommentieren und präsentieren Sie die Materialien ganz nach Ihren Wünschen.	—	✓

Aufgabenpool
und ForumToolbar mit zahl-
reichen FunktionenDigitales
Zusatzmaterial


Materialimport
und -freischaltung
(nur in click & teach)

click & study und click & teach bieten:

		click & study	click & teach
	Digitale Inhalte und Links Über Spots erhalten Schülerinnen und Schüler Zugriff auf Links und Zusatzmaterialien, die im gedruckten Schulbuch über Mediacodes zugänglich sind. So lassen sich z. B. Erklärvideos, gestufte Hilfen oder interaktive Lernanwendungen einfach in das Unterrichtsgeschehen integrieren.	✓	✓
	Toolbar mit vielen nützlichen Funktionen Der moderne Reader bietet Ihnen und Ihren Schülerinnen und Schülern nützliche Bearbeitungsfunktionen wie Markieren, Kopieren, Zoomen und Suchen. Dazu gibt es das Lesezeichen sowie einen Freihandstift für Skizzen und Notizen.	✓	✓
	Materialfreischaltung Als Lehrkraft haben Sie in click & teach die Möglichkeit, Materialien für eine ausgewählte Lerngruppe oder für einzelne Lernende in click & study freizuschalten und so schnell zu übermitteln.	✓	✓
	Aufgabenpool In diesem Bereich können die Lernenden Aufgaben digital empfangen und wieder abgeben. Schülerinnen oder Schüler sehen beim Hochladen der Aufgaben immer nur ihre eigenen Dateien. Den Überblick über den gesamten Aufgabenpool hat ausschließlich die Lehrkraft.	✓	✓
	Forum Das Forum ist das digitale Pendant zum gemeinsamen Gespräch im Klassenzimmer und funktioniert wie ein Gruppenchat. So können sich Lernende und Lehrende unkompliziert austauschen.	✓	✓
	Materialimport Das umfangreiche digitale Lehrermaterial können Sie mit Ihren eigenen Dokumenten wie Bildern, Audios, Videos oder Textdokumenten anreichern. Mit dem Materialimport laden Sie diese Dateien hoch und platzieren sie mit einem eigenen Spot auf den digitalen Schulbuchseiten.	—	✓

Lizenzmodelle click & teach

	Kollegiums- lizenz	Einzellizenz flex	Einzellizenz
Inhalt	Digitale Ausgabe + Lehrmaterial	Digitale Ausgabe + Lehrmaterial	Digitale Ausgabe + Lehrmaterial
Preis	ab 130,- €	ab 37,- €	ab 24,50 €
Laufzeit	solange das gedruckte Lehrwerk erhältlich ist	solange das gedruckte Lehrwerk erhältlich ist	solange das gedruckte Lehrwerk erhältlich ist
Lizenzanzahl	beliebige Anzahl für das komplette Fachkollegium inkl. Referendare	1	1
Weitergabe	übertragbar	übertragbar	nicht übertragbar
Zugang	direkte Freischaltung im Schulkonto	direkte Freischaltung im Schulkonto	digitaler Freischaltcode per E-Mail
Verfügbarkeit	im verknüpften Schulkonto	im verknüpften Schulkonto	im persönlichen Konto

Einfache Verwaltung im Schulkonto

Für Lehrmittelverantwortliche, IT-Kräfte und Lehrkräfte bieten wir das C.C.Buchner-Schulkonto an. Damit können die digitalen Lehr- und Lernmittel click & teach und click & study an einem zentralen Ort erworben, verwaltet und dem Kollegium oder der Schülerschaft zur Verfügung gestellt werden.

► Lizenzen erwerben

Einfach Kollegiumslizenzen sowie Einzellizenzen flex per Rechnung bestellen.



► Lizenzen verwalten und übertragen

Zuordnung und Übertragung der Lizenzen zu Mitgliedern des Kollegiums einsehen und verwalten.

► Zugriffsrechte verwalten

Den verknüpften Lehrkräften die Rechte (kaufen, verwalten, bearbeiten) individuell vergeben.

► Lizenzen erwerben

Schulkonto- oder PrintPlus-Lizenzen per Rechnung in wenigen Schritten bestellen.



► Schulstrukturen anlegen und verwalten

Nach Anlage der Schulstruktur Daten der Schülerschaft manuell pflegen oder importieren.

► Lizenzen zuweisen

click & study je nach Bedarf einer ganzen Jahrgangsstufe, einer Klasse oder auch Einzelpersonen zuordnen.

Lizenzmodelle click & study

Bestellen Sie click & study
im Schulkonto und profitieren
Sie vom **3-fach-Rabatt!**

click & study	Testlizenz	Einzellizenz	Schulkonto Lizenz	Schulkonto PrintPlus Lizenz
Inhalt	Digitale Ausgabe + Zusatzmaterial	Digitale Ausgabe + Zusatzmaterial	Digitale Ausgabe + Zusatzmaterial	Digitale Ausgabe + Zusatzmaterial
Preis	kostenfrei nur für Lehrkräfte	Standardpreis ab 6,90 €	Standardpreis abzgl. Schulkonto-, Laufzeit- und Mengenrabatt	ab 2,10 € bei Einführung des Schulbuchs
Laufzeit	100 Tage	12 + 1 Monat ab Freischaltung	12 + 1 Monat bis 6 Jahre ab Freischaltung	12 + 1 Monat ab Freischaltung
Lizenzanzahl	1 – 30	1	beliebige Anzahl für die Schülerschaft	1 pro eingeführtem Schulbuch
Weitergabe	nicht übertragbar	nicht übertragbar	übertragbar	nicht übertragbar
Zugang	digitaler Freischaltcode per E-Mail	digitaler Freischaltcode per E-Mail	direkte Freischaltung im Schulkonto	direkte Freischaltung im Schulkonto
Verfügbarkeit	im persönlichen Konto	im persönlichen Konto	im verknüpften Schulkonto	im verknüpften Schulkonto

Sie haben Fragen? Wir helfen Ihnen gern!

Unsere Schulberatung und unsere Digitalberatung stehen Ihnen mit Rat und Tat zur Seite.

E-Mail: click-and-teach@ccbuchner.de | click-and-study@ccbuchner.de

Telefon: +49 951 16098333

**Weitere Informationen,
Schritt-für-Schritt-Anleitungen
und Erklärvideos:**

- www.click-and-study.de
- www.click-and-teach.de
- www.ccbuchner.de/schulkonto



Sie benötigen weitere Exemplare dieser Leseprobe* für Ihre Fachkonferenz?

1

Geben Sie auf www.ccbuchner.de die
Bestellnummer **L67201** in die Suchleiste ein.

L67201



2

Legen Sie die kostenfreie Leseprobe
(1 Exemplar pro Person) und ggf. weitere
Produkte in Ihren **Warenkorb**.



3

Folgen Sie den weiteren Anweisungen, um
den Bestellvorgang abzuschließen.

*Nur solange der Vorrat reicht.

Oder
direkt über:



L67201

C.C.Buchner Verlag
Postfach 1269 | 96003 Bamberg
Tel. +49 951 16098-200
Fax +49 951 16098-270
service@ccbuchner.de
www.ccbuchner.de

