



# Physik – Baden-Württemberg

## Physik für Gymnasien – G9



Entdecken Sie die Lehr- und Lernwelt von...

## Physik – Baden-Württemberg

Physik für Gymnasien – G9

### Physik 7/8

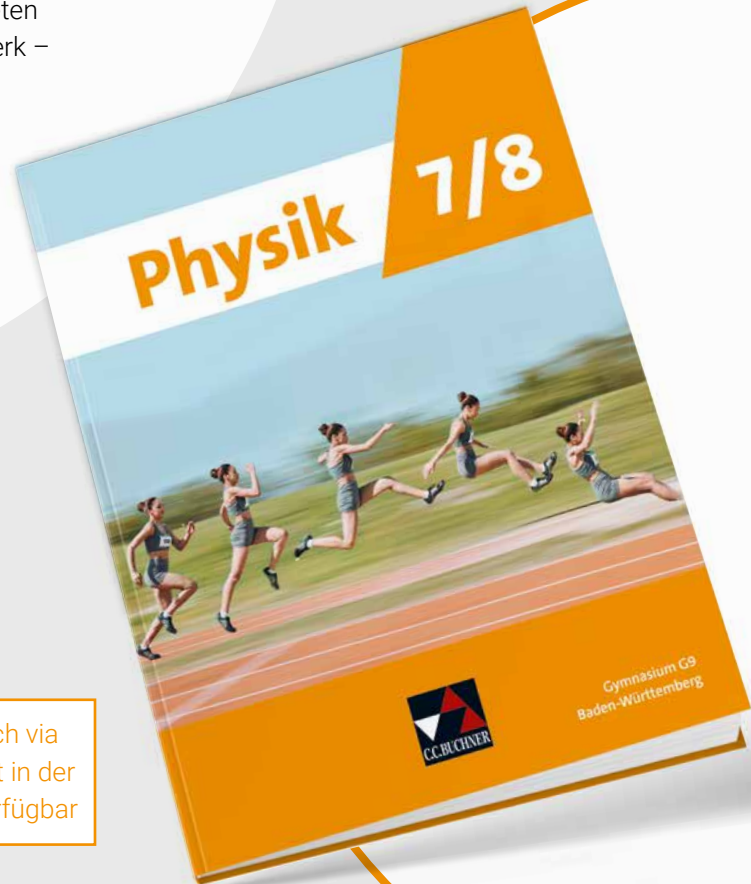
Unsere neue Reihe **Physik - Baden-Württemberg** wird speziell für die Anforderungen des neuen Bildungsplans für das neunjährige Gymnasium (G9) entwickelt. Sie sticht mit ihrer schülernahen Gestaltung und einem gezielt auf den Bildungsplan ausgerichteten Methodenkonzept hervor. Es erwartet Sie ein modernes Lehrwerk – auch dank der Einbindung zahlreicher QR- und Mediacodes zur Förderung der digitalen Bildung.



Mehr Infos

[www.ccbuchner.de/bn/67207](http://www.ccbuchner.de/bn/67207)

Physik 9/10  
ist ebenfalls in  
Vorbereitung.



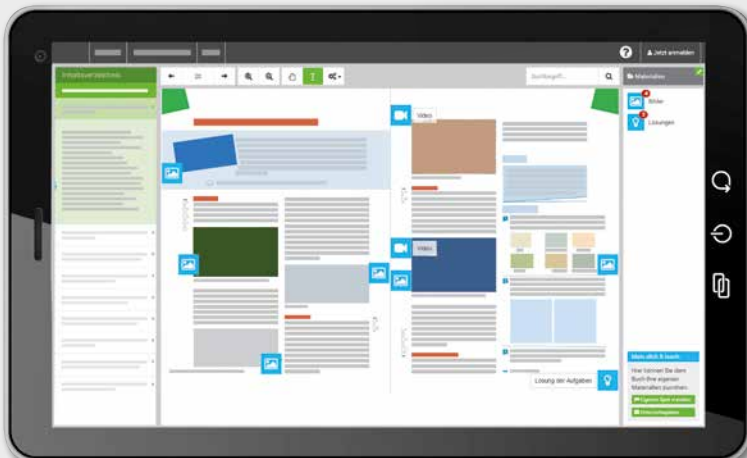
**digitales Zusatzmaterial** auch via QR- oder Mediacodes direkt in der Print-Ausgabe **kostenfrei** verfügbar



### 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!

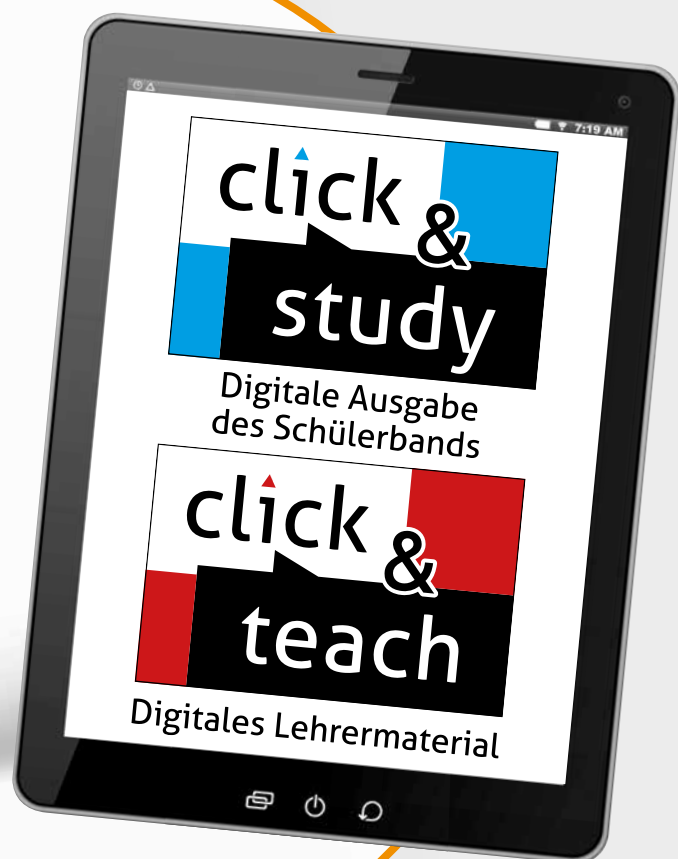
Mehr Infos finden Sie auf den Seiten 12 bis 15 und auf [www.click-and-teach.de](http://www.click-and-teach.de) und [www.click-and-study.de](http://www.click-and-study.de).



Erklärvideos **click & study**  
und **click & teach**

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

- ▶ entwickelt im Hinblick auf den **neuen Bildungsplan**
- ▶ **Fachmethoden** wie „Einsatz digitaler Messwert-erfassungssysteme“ oder „Recherche mithilfe von KI-Tools“
- ▶ **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



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.

## Zahlreiche digitale Zusatzinhalte, abrufbar via QR- und Mediacodes:

- ▶ Simulationen
- ▶ Animationen
- ▶ Videos von Experimenten
- ▶ interaktive Bildschirmexperimente
- ▶ Zusatzaufgaben (z. B. h5p oder Arbeitsblätter)
- ▶ Inhalte für dynamische Geometriesoftware
- ▶ vorgefertigte Messreihen oder Dateien zur Auswertung von Experimenten
- ▶ Hilfestellungen

Die Bücher unserer neuen Reihe **Physik - Baden-Württemberg** sind auf Basis eines Doppelseitenprinzips klar und strukturiert aufgebaut. Jedes Kapitel besteht dabei aus mehreren Unterkapiteln. Und jedes Unterkapitel beginnt mit einer Doppelseite mit Versuchen und Materialien, gefolgt von mehreren Theorieseiten zur Erarbeitung des Themas. Abgerundet wird jedes Kapitel dann mit mehreren Seiten vermischter Aufgaben, einem Selbsttest sowie einer Zusammenfassung. Das Buch wird dabei an zahlreichen Stellen mit digitalen Inhalten in Form von QR-Codes angereichert.

Jetzt geht es los

Versuche und Materialien

**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. Wozun können sie 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 Kraftmessern besondere Federn sind. Dann 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 Massenteilen. 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**

- a) Baue das Experiment auf Basis deiner Überlegungen auf.
- b) 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.
- c) 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. Merksatz auf der rechten Seite).
- d) Führe die Experimente bzw. die Auswertung aus b) und c) auch für einen Gummiring durch.
- e) Vergleiche die Ergebnisse der Messungen für die Schraubenfeder und den Gummiring miteinander.

**B) Wechselwirkung und Kraft**

**V2 Experiment: Kraft zum Kippen**

**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 an Experiment nicht realisierbar sind.
- Weitere Aufgaben zur Vertiefung findest du im Mediencode.

**Methoden**

**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 zu berechnen. Kopiert man die Zelle E3 nach unten, wird eine analoge Berechnung auch in den Zellen E4, E5 etc. durchgeführt. (Die S-Zichen verhindern die automatische Anpassung der Zellenangabe, wenn die Formel nach unten kopiert wird.)

**Dehnungs-Kraft-Diagramm:**

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 stehen aber eine gute Beschreibung des Messergebnisses dar.

- ▶ zu Beginn jedes Unterkapitels
- ▶ selbstständiges Entdecken der Inhalte
- ▶ große Auswahl an Versuchen (V) und Materialien (M)
- ▶ Bearbeitung der Kästen unabhängig voneinander
- ▶ zugehörige **Arbeitsaufträge**
- ▶ Abdecken der Kompetenzerwartungen in besonderem Maße
- ▶ benötigte Fachmethoden in grünen **Methoden-Kästen**
- ▶ benötigte Zusatzinformationen in grauen **Wissenswert-Kästen**

Die Theorie

Erarbeitung

**7 Kraft und Kraftmessung**

Die Begriffe **Winkelbeschleunigung**, **Schubkraft**, **Einheitskraft** und **Übersetzungskraft** werden in der Klappentexte als verwendet. Sie beschreiben aber keine physikalischen Kräfte!

IN wie so viel wie die Geschwindigkeit einer 100g Tafel Schokolade.

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

**Die physikalische Kraft**

Der 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 Formelsymbol  $F$ . 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 verformt werden. Kräfte können auch verformt werden. Kräfte können auch verformt werden. Kräfte können auch verformt werden.

**B1) Die Gewichtskraft des Steins nach unten**

Die Gewichtskraft des Steins an die Hand weiter. 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**

Die Körper gehen in die Ausgangsform zurück (z. B. Gummiband).

**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.

**B) Wechselwirkung und Kraft**

**Modell Kraftpaar**

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

**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 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  $F_G = 340\text{ N}$ .

**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: Radgummi, Lederball, Getriebelöcher, Gummiband, Spaghetti.
- 3) Zwei Schiffe gehen zueinander entgegen. Ein Tanker mit einem Gewicht von  $700\text{ N}$  und ein kleineres Schiff mit einem Gewicht von  $600\text{ N}$ . a) Zeichne die Kräfte, die auf den Tanker wirken. b) Zeichne die Kräfte, die auf das kleinere Schiff wirken.

Hilfestellung auf Seite 234-235

- ▶ Theorieseiten
- ▶ Erklärung des neuen Stoffs
- ▶ ein oder mehrere **Merke-Kästen** auf jeder Doppelseite
- ▶ benötigte **Methoden-** oder **Wissenswert-Kästen**
- ▶ **Arbeitsaufträge** zum Anwenden des neuen Wissens immer unten rechts auf jeder Doppelseite
- ▶ **Musteraufgaben**, die das Vorgehen verdeutlichen

Alles klar?

**Vermischte Aufgaben**

**Benutzungsfragen**

- 1) Suche im Internet nach dem Ort der Entstehung der... (Text)
- 2) Im Haushalt gibt es diverse Waagen... (Text)
- 3) Berechne die Masse eines Körpers... (Text)
- 4) Der Roboter „Curiosity“ hat auf dem Mars... (Text)
- 5) Öffne jeweils die Aufgabenblätter... (Text)

**Zusammenfassende Aufgaben**

- 1) Rückwärtsdenken – Verformung durch Masse... (Text)
- 2) Berechne die Spannung... (Text)
- 3) Die beiden Waagen... (Text)
- 4) Berechne die Masse... (Text)
- 5) Berechne die Masse... (Text)

**8 | Wechselwirkung und Kraft**

Vermischte Aufgaben

- ▶ zum Ende jedes Großkapitels
- ▶ umfangreichere Aufgaben zum Vertiefen
- ▶ kürzere „Basisaufgaben“
- ▶ vernetzende „Zusammenfassende Aufgaben“

Ziel erreicht?

**Selbsttest: Überprüfe deine Kenntnisse und Kompetenzen selbst**

**Selbsttest-Checkliste**

- 1) Berechne die Aufgaben... (Text)
- 2) Berechne die Masse... (Text)
- 3) Berechne die Masse... (Text)
- 4) Berechne die Masse... (Text)

**4 | Erkläre die Eigenschaften eines Körpers...**

**5 | Berechne die Masse...**

**6 | Berechne die Masse...**

**7 | Berechne die Masse...**

**8 | Berechne die Masse...**

**9 | Berechne die Masse...**

**10 | Berechne die Masse...**

**11 | Berechne die Masse...**

**12 | Berechne die Masse...**

**13 | Berechne die Masse...**

**14 | Berechne die Masse...**

**15 | Berechne die Masse...**

**16 | Berechne die Masse...**

**17 | Berechne die Masse...**

**18 | Berechne die Masse...**

**19 | Berechne die Masse...**

**20 | Berechne die Masse...**

**21 | Berechne die Masse...**

**22 | Berechne die Masse...**

**23 | Berechne die Masse...**

**24 | Berechne die Masse...**

**25 | Berechne die Masse...**

**26 | Berechne die Masse...**

**27 | Berechne die Masse...**

**28 | Berechne die Masse...**

**29 | Berechne die Masse...**

**30 | Berechne die Masse...**

**31 | Berechne die Masse...**

**32 | Berechne die Masse...**

**33 | Berechne die Masse...**

**34 | Berechne die Masse...**

**35 | Berechne die Masse...**

**36 | Berechne die Masse...**

**37 | Berechne die Masse...**

**38 | Berechne die Masse...**

**39 | Berechne die Masse...**

**40 | Berechne die Masse...**

**41 | Berechne die Masse...**

**42 | Berechne die Masse...**

**43 | Berechne die Masse...**

**44 | Berechne die Masse...**

**45 | Berechne die Masse...**

**46 | Berechne die Masse...**

**47 | Berechne die Masse...**

**48 | Berechne die Masse...**

**49 | Berechne die Masse...**

**50 | Berechne die Masse...**

**51 | Berechne die Masse...**

**52 | Berechne die Masse...**

**53 | Berechne die Masse...**

**54 | Berechne die Masse...**

**55 | Berechne die Masse...**

**56 | Berechne die Masse...**

**57 | Berechne die Masse...**

**58 | Berechne die Masse...**

**59 | Berechne die Masse...**

**60 | Berechne die Masse...**

**61 | Berechne die Masse...**

**62 | Berechne die Masse...**

**63 | Berechne die Masse...**

**64 | Berechne die Masse...**

**65 | Berechne die Masse...**

**66 | Berechne die Masse...**

**67 | Berechne die Masse...**

**68 | Berechne die Masse...**

**69 | Berechne die Masse...**

**70 | Berechne die Masse...**

**71 | Berechne die Masse...**

**72 | Berechne die Masse...**

**73 | Berechne die Masse...**

**74 | Berechne die Masse...**

**75 | Berechne die Masse...**

**76 | Berechne die Masse...**

**77 | Berechne die Masse...**

**78 | Berechne die Masse...**

**79 | Berechne die Masse...**

**80 | Berechne die Masse...**

**81 | Berechne die Masse...**

**82 | Berechne die Masse...**

**83 | Berechne die Masse...**

**84 | Berechne die Masse...**

**85 | Berechne die Masse...**

**86 | Berechne die Masse...**

**87 | Berechne die Masse...**

**88 | Berechne die Masse...**

**89 | Berechne die Masse...**

**90 | Berechne die Masse...**

**91 | Berechne die Masse...**

**92 | Berechne die Masse...**

**93 | Berechne die Masse...**

**94 | Berechne die Masse...**

**95 | Berechne die Masse...**

**96 | Berechne die Masse...**

**97 | Berechne die Masse...**

**98 | Berechne die Masse...**

**99 | Berechne die Masse...**

**100 | Berechne die Masse...**

Selbsttest

- ▶ zum Ende jedes Großkapitels
- ▶ Prüfen des Verständnisses der neuen Inhalte
- ▶ Aufgaben zu jedem Kompetenzbereich
- ▶ bereitgestellte Lösungen im Buch zur Selbstkontrolle
- ▶ Selbstbewertung der Leistung
- ▶ Auswertungskasten mit Informationen zum Nachlesen

Das weiß ich – das kann ich

**Zusammenfassung**

**Die physikalische Kraft**

Die Kraft ist eine vektorielle Größe, die heißt, sie hat... (Text)

**Die Hooke'sche Gesetz**

Die elastische Verformung... (Text)

**Die Trägheitsgesetze**

Wissen an einem Körper... (Text)

**Die Wechselwirkungsgesetze**

Wenn ein Körper A auf einen anderen Körper B... (Text)

**Masse und Gewichtskraft**

Körper, die eine Masse besitzen, erfahren sich gegenseitig an... (Text)

**Kraftgleichgewicht und Reibung**

Wissen an einem Körper... (Text)

Zusammenfassung

- ▶ am Ende des Großkapitels
- ▶ Zusammenfassung der wichtigsten Inhalte
- ▶ gute Übersicht zum Lernen für die Klassenarbeit

Digitale Zusatzinhalte

- ▶ Simulationen
- ▶ Animationen
- ▶ Videos von Experimenten
- ▶ interaktive Bildschirmerfahrungen
- ▶ Zusatzaufgaben (z. B. h5p oder Arbeitsblätter)
- ▶ Inhalte für dynamische Geometriesoftware
- ▶ vorgefertigte Messreihen oder Dateien zur Auswertung von Experimenten
- ▶ Hilfestellungen



## 7 Kraft und Kraftmessung

Doppelseite mit Einstieg, Versuchen und weiteren Materialien vor jedem Kapitel

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?

ansprechend gestalteter Einstieg mit motivierendem Impuls vor jedem Kapitel



### V1 Dehnungs-Kraft-Diagramme

praxistaugliche Darstellung zentraler Schülerexperimente

Bei einem typischen Kraftmesser wird die Kraft anhand einer Schraubenfeder gemessen. Die Feder wird durch Zugkraft verformt.

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?

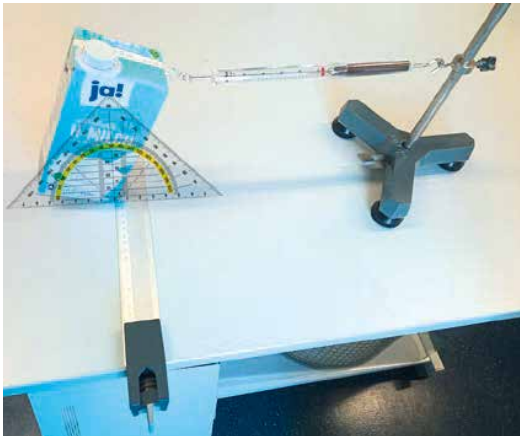


### Arbeitsauftrag

- 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

- a) Miss und notiere Wert (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.
- b) Stelle die Messwerte in einem geeigneten Diagramm dar.
- c) Interpretiere das Diagramm.
- d) Stelle Vorhersagen auf für Situationen, die im Experiment nicht realisierbar sind.
- e) Weitere Aufgaben zur Vertiefung findest du im Medienelement.

schülernahe  
Freihandexperimente

Vertiefungen, auch über  
Mediencodes



MC L67207-01

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.)

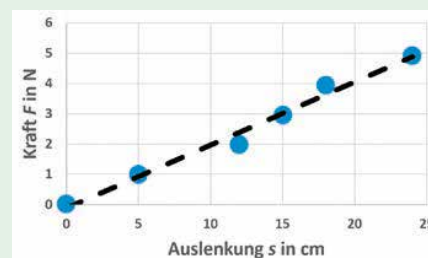
Dehnungs-Kraft-Diagramm:

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.



Fachmethoden – genau dort,  
wo sie benötigt werden

## 7 Kraft und Kraftmessung

### Erarbeitungsseiten mit anschaulichen Darstellungen

Kraft, Bewegungsrichtung oft verwendet. Sie bezeichnen aber keine physikalischen Kräfte!

### kurze und einprägsame Zusammenfassung der Lerninhalte

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.

### kurze, leicht verständliche Texte

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

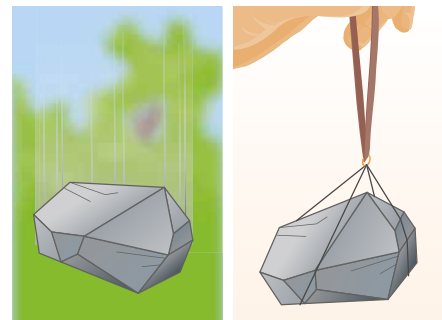
#### Die physikalische Kraft

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



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

Gummiband in B1 leitet die Gewichtskraft des Steins an die Hand weiter.

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.



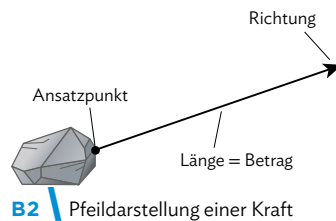
## B \ Wechselwirkung und Kraft

**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.

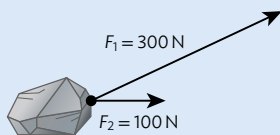
**Merke**

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.

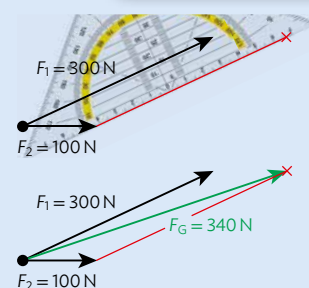
**Musterbeispiele mit anschaulichen Lösungen****Musteraufgabe**

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.

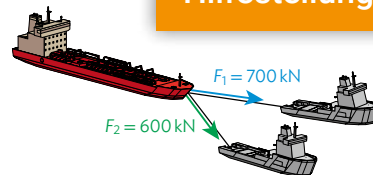
**Lösung**

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.

**zahlreiche Aufgaben – an passenden Stellen mit Hilfestellungen versehen****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 Kräfte einen Winkel von  $50^\circ$  einschließen. Ermittle zeichnerisch den Betrag der Gesamtkraft, die auf den Tanker wirkt.




✚ Hilfestellung auf Seite 234–235

## Vermischte Aufgaben

### Basisaufgaben

#### vermischte Aufgaben mit kurzen Basisaufgaben...

- Suche im Internet nach den Ortsfaktoren auf allen Planeten unseres Sonnensystems. Gestalte eine Karte, die die unterschiedlichen Geographien zeigt, die auf einen Astronauten einwirken. Recherchiere 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.
- 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
- 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.
- Öffne jeweils die zugehörigen Links 
- 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.
- Zwei Mannschaften üben sich im Tauziehen.
  - Beschreibe die Situation, in der die Kräfte im Gleichgewicht sind. Fertige eine Skizze an.
  - Beschreibe, ob das Kräftegleichgewicht auch in dem Moment existiert, in dem eine Mannschaft gewinnt. Begründe mit Fachbegriffen.
- Ein Flugzeug bewegt sich gleichförmig in der Luft.
  - Übertrage die Abbildung in dein Heft und ordne den eingezeichneten Kräften die Begriffe zu: Schubkraft; Gewichtskraft; Reibungskraft



## Vermischte Aufgaben

#### ... und längeren zusammenfassenden Aufgaben zur Vernetzung

- Kräftegleichgewicht im Alltag
  - Übernimm die folgenden Abbildungen als Skizzen in dein Heft und zeichne alle wirkenden Kräfte mithilfe eines geeigneten Maßstabs ein.
    - Buch ( $F_G = 4 \text{ N}$ )
    - Birne ( $F_G = 2 \text{ N}$ )

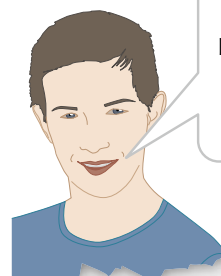


- Erkläre, dass die Bücher nicht zu Boden fallen. Beschreibe dann die Umstände, unter denen die Birne herunterfällt.

- Beinahe von Ladung erdrückt
 

„BRASIL IEN – Ein 25-jähriger 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.“

- Erläutere die Aussage von F



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

**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 20.
- ✓ Bewerte nun deine Lösungen selbst mit den Symbolen 😊, 😐 oder ☹️.

**kompetenzorientierte Selbsttests mit ausführlichen Lösungen zur Selbstkontrolle**

- 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  $25^\circ$ . Ermittle zeichnerisch den Betrag der Gesamtkraft, die auf den Anhänger wirkte.



**kurze Zusammenfassungen zu jedem Themengebiet**

**Zusammenfassung** .....

**Die physikalische Kraft** .....

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

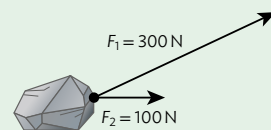
- einen Ansatzpunkt (dort wirkt die Kraft).
- einen Betrag (Stärke der Kraft).
- eine Richtung.

Eine Kraft kann ...

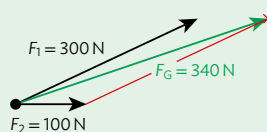
- einen Körper verformen.
- die Geschwindigkeit eines Körpers vergrößern oder verkleinern.
- die Richtung der Bewegung eines Körpers ändern.

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** .....



# click & study

Digitale Ausgabe des Schülerbands



## Digitaler Unterricht mit C.C.Buchner

Mit der digitalen Ausgabe des Schülerbands click & study und dem digitalen Lehrermaterial click & teach wird die Unterrichtsgestaltung und Vorbereitung einfacher als je zuvor.

### Einfach in der Navigation:

Im Mittelpunkt steht immer die digitale Ausgabe des Schülerbands, um die sich alle Zusatzmaterialien und Funktionen gruppieren. So finden sich alle Inhalte dort, wo sie benötigt werden.

### Einfach in der Bedienung:

click & study und click & teach bieten eine Fülle an nützlichen Funktionen. Die Gestaltung und die Bedienelemente sind dennoch nicht überladen und bleiben selbsterklärend.

### Einfach im Zugriff:

Mit einem Internetbrowser können Sie mit jedem Endgerät auf click & study und click & teach zugreifen. Alternativ nutzen Sie die kostenfreie Tablet-App – so können Sie auch offline arbeiten. click & study kann zudem via [www.bildungslogin.de](http://www.bildungslogin.de) verwendet 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.

Weitere Informationen, kostenfreie Demoverversionen und Erklärvideos  
auf [www.click-and-study.de](http://www.click-and-study.de) und [www.click-and-teach.de](http://www.click-and-teach.de)



click & teach  
Digitales Lehrermaterial



Das und vieles mehr bieten click & study und click & teach:



#### Digitale Arbeitsseiten

Durch das Einfügen digitaler Arbeitsseiten besteht die Möglichkeit, auf einer zusätzlichen leeren Seite eigene Texte, Bilder, Links und Freihandzeichnungen zu hinterlegen.



#### Umfangreiches Lehrermaterial (nur in click & teach)

click & teach bietet umfangreiches digitales Zusatzmaterial wie zum Beispiel Lösungen, didaktische Hinweise, weitere digitale Lernanwendungen, Animationen, Arbeitsblätter, Kopiervorlagen, Tafelbilder und vieles mehr.



#### Lerngruppenfunktionen


Als Lehrkraft haben Sie in click & teach die Möglichkeit, Materialien in click & study freizuschalten. Im Aufgabenpool und im Forum können Lernende Aufgaben digital empfangen, wieder abgeben und sich austauschen.



#### Lizenzmodelle für jeden Bedarf

Egal ob nur für Sie, das Kollegium oder die ganze Schule – wir haben für jeden Bedarf ein passendes Angebot. Bestellen können Sie ausschließlich auf [www.ccbuchner.de](http://www.ccbuchner.de).

## Lizenzmodelle click & teach

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

Stand: 01.01.2025

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

Stand: 01.01.2025

### 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](mailto:click-and-teach@ccbuchner.de) | [click-and-study@ccbuchner.de](mailto:click-and-study@ccbuchner.de)

**Telefon:** +49 951 16098333




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

- ▶ [www.click-and-study.de](http://www.click-and-study.de)
- ▶ [www.click-and-teach.de](http://www.click-and-teach.de)
- ▶ [www.ccbuchner.de/schulkonto](http://www.ccbuchner.de/schulkonto)



# Physik – Baden-Württemberg

Physik für Gymnasien – G9

Physik – Baden-Württemberg	ISBN 978-3-661- / Bestellnr.	Lieferbarkeit
 Physik 7/8	67207-6	In Vorbereitung
 <b>click &amp; study</b> 7/8 Digitale Ausgabe des Schülerbands	WEB 672071 Bestellbar auf <a href="http://www.ccbuchner.de">www.ccbuchner.de</a>	In Vorbereitung
 <b>click &amp; teach</b> Digitales Lehrermaterial <b>click &amp; teach</b> 7/8 Einzellizenz Einzellizenz flex Kollegiumslicenz	WEB 672072 WEB 672075 WEB 672073 Bestellbar auf <a href="http://www.ccbuchner.de">www.ccbuchner.de</a>	In Vorbereitung

## Sie möchten mehr erfahren?



Mit unserem **Newsletter** bleiben Sie immer auf dem Laufenden!  
Abonnieren Sie jetzt auf [www.ccbuchner.de](http://www.ccbuchner.de) unseren Newsletter für Physik.



Unser **Veranstaltungsnewsletter** informiert Sie fächerübergreifend über aktuelle Events von C.C.Buchner: Egal ob Messe, WebSeminar oder Lehrwerksvorstellung – sichern Sie sich jetzt Ihren Platz!  
Alle aktuellen Veranstaltungen finden Sie auch auf [www.ccbuchner.de/veranstaltungen](http://www.ccbuchner.de/veranstaltungen).



Unser **Schulberatungsteam für Baden-Württemberg** ist auch per Teams erreichbar und bietet Ihnen individuelle WebSeminare sowie Präsentationen vor Ort (auf Anfrage inkl. Teilnahmebestätigung) an.



**Christof Muechler**  
Mobil: 0171 6012376  
E-Mail: [muechler@ccbuchner.de](mailto:muechler@ccbuchner.de)



**Annette Goldscheider**  
Mobil: 0171 6012371  
E-Mail: [goldscheider@ccbuchner.de](mailto:goldscheider@ccbuchner.de)

©Bildquellen: Titel: freepik.com/freepik, stock.adobe.com/Oleksandr, S. 2/3, 15: stock.adobe.com/WoGi, S. 12/13: stock.adobe.com/Photographee.eu, shutterstock.com/tanatat, shutterstock.com/Andrey Mertsalov, shutterstock.com/artjazz, shutterstock.com/Valentina Razumova, shutterstock.com/Natalie Board, shutterstock.com/Popel Arseniy, shutterstock.com/Studio KIWI



C.C.Buchner Verlag | Postfach 1269 | 96003 Bamberg  
Tel. +49 951 16098-200 | Fax +49 951 16098-270 | [service@ccbuchner.de](mailto:service@ccbuchner.de)  
[www.ccbuchner.de](http://www.ccbuchner.de) | [www.facebook.de/ccbuchner](https://www.facebook.de/ccbuchner) | [www.instagram.com/ccbuchner](https://www.instagram.com/ccbuchner)

Stand: Januar 2025. Alle kommunizierten Preise / Konditionen haben Gültigkeit bis 31.12.2025. Änderungen und Irrtümer vorbehalten.