

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 Experiment: Kraft zum Kippen

schülernahe Freihandexperimente



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/
v 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 Mediacode.  MC 67201-06

Vertiefungen, auch über Mediacodes

V2 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. 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 ermöglicht diese Messung?
- Was erwartest du als Ergebnis?

Arbeitsauftrag

- Baue das Experiment auf Basis deiner Überlegungen auf.
- 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 unten auf der 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.

praxistaugliche Darstellung zentraler Schülerexperimente

Methode

Messwerterfassung und Auswertung mit einem Tabellenkalkulationsprogramm

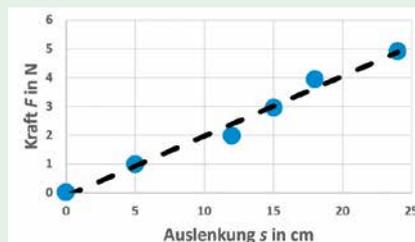
- Überlege dir zunächst, welche Daten du in die Tabelle eintragen willst. Erstelle dann passende Überschriften (mit passender Einheit), z. B. Masse, Ausdehnungslänge ...
- Trage die Messwerte in die passenden Zellen ein.
- Berechnungen kannst du automatisch durchführen lassen: Im dargestellten Beispiel 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.

	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	

i Die \$-Zeichen verhindern das Aktualisieren der Zeilen/Spalten beim Ausfüllen nach unten.

Ausgleichsgerade zeichnen

Nutze die Funktion *Diagramme* → *Punkt (XY)* des Programms, um die Wertepaare in einem Koordinatensystem darzustellen. Markiere dazu die jeweiligen Spalten. Über die Funktion *Trendlinie* kannst du nun automatisch eine Ausgleichsgerade zeichnen lassen. An dem dargestellten Beispiel kannst du gut sehen, dass nicht alle Wertepaare auf dieser Geraden liegen. Sie stellt aber eine gute Beschreibung der Verteilung der Wertepaare dar.



Fachmethoden – genau dort, wo sie benötigt werden

12 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 behandelte Inhalte

M1 Energie erkennen

Im Alltag begegnet uns Energie in den verschiedensten Formen. Einige der auf den Fotos vorkommenden Energieformen kennst du bereits aus der Grundschule.



Wiederholung

Arbeitsauftrag

- Beschreibe bei jedem der vier Bilder links, woran du erkennst, dass dort Energie etwas bewirkt.
- Überlege dir selbst ein Beispiel für eine Wirkung von Energie.
- Wo kommt die Energie jeweils her? Beschreibe den „Werdegang“ der Energie bis zu der Wirkung, die du im Bild erkennen kannst.
- Beschreibe, was mit der Energie als nächstes passiert, wenn die Wirkung im Bild vorbei ist.

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:



MC 67201-12

**Arbeitsauftrag**

- 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.

audiovisuelle Inhalte abrufbar über QR- und Mediacodes



Video einer Kettenreaktion:



MC 67201-13

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 Kraftriegel, 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.
- Arbeitet 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.

7 Kraft und Kraftmessung

Erarbeitungsseiten mit anschaulichen Darstellungen

Sehkraft, Erzeugungs-
sprache oft
verwendet. Sie bezeichnen aber keine
physikalischen Kräfte!

kurze und einprägsame Zusammenfassung der Lerninhalte

isst man in N
wie die
g-Tafel Scho-

Die Kraft kann nicht nur das Tempo der Geschwindigkeit ändern, sondern auch die Richtung. Das sieht man zum Beispiel, wenn ein 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.

Zum Beispiel wirkt in B1 auf einen fallenden Stein die Gewichtskraft nach unten. Diese Kraft vergrößert die Geschwindigkeit des Steins nach unten. 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. Wenn die Kraft nach einer Verformung wieder nachlässt, nehmen manche Körper wieder ihre ursprüngliche Form an. Andere bleiben verformt. Man kann zwei Fälle unterscheiden:



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

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

Für Kräfte, die an derselben Stelle einwirken, gilt:
Wenn zwei Kräfte denselben Betrag haben und entgegengesetzt wirken, heben sie sich gegenseitig auf.

B \ Wechselwirkung und Kraft

Merke

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

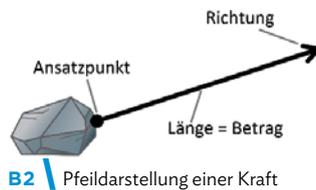
Eine andere vektorielle Größe ist die Geschwindigkeit. Auch sie hat eine Richtung.

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 Bild B2. Mit dem Modell Kraftpfeil kann man das Zusammenwirken von Kräften sehr gut vorhersagen, wie in der folgenden Musteraufgabe gezeigt wird.

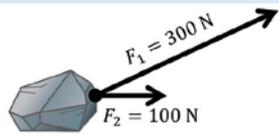


Die Länge des Pfeils gibt den Betrag der Kraft an. Hierfür musst du einen geeigneten Maßstab wählen. Zum Beispiel: 1 N entspricht der Länge von 1 cm.

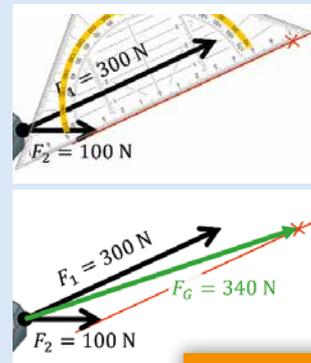
Musterbeispiele mit anschaulichen Lösungen

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.

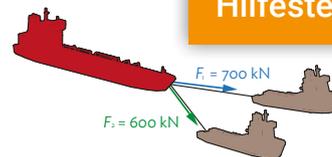


zahlreiche Aufgaben – an passenden Stellen mit Hilfestellungen versehen

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 Krafrichtungen einen Winkel von 50° einschließen. Ermittle zeichnerisch den Betrag der Gesamtkraft, die auf den Tanker wirkt.



✚ Hilfestellung auf Seite 196–198

Vermischte Aufgaben

Basisaufgaben

vermischte Aufgaben mit kurzen Basisaufgaben...

- 1) Suche im Internet nach den Fallbeschleunigungen auf allen Planeten unseres Sonnensystems. Erstelle ein Plakat, das die unterschiedlichen Beschleunigungen veranschaulicht, die auf einen fallenden Gegenstand wirken.

2) Erkläre in eigenen Worten und mit physikalischen Fachbegriffen den Begriff „freier Fall“. Gib die Bedingungen an, die erfüllt sein müssen, damit ein Gegenstand in Luft zumindest annähernd frei fällt.

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

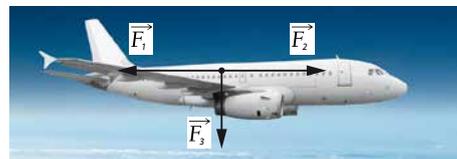
F_G	85 N	■	2,3 kN	■	■	■
m	■	28 g	■	65 kg	8,3 mg	2,7 t

- 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) Ein Rollstuhl, auf

- 7) Auf einem Schlitten ($F_G = 100 \text{ N}$) sitzt ein Mädchen ($F_G = 350 \text{ N}$) und rutscht einen schneebedeckten Hang hinab. Die Hangneigung beträgt 40° . Ermittle zeichnerisch ($1 \text{ N} \triangleq 1 \text{ mm}$) die Hangabtriebskraft sowie die Normalkraft.

- 8) 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 diese Beobachtung.

... und längeren zusammenfassenden Aufgaben zur Vernetzung

B \ Wechselwirkung und Kraft

zusammenfassende 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) Messung der Fallbeschleunigung mit dem Handy

Alle Smartphones sind mit einem Beschleunigungssensor ausgestattet. Lege das Gerät auf eine ebene Fläche (Tisch). Dann kannst du mit einer entsprechenden App ganz bequem die Fallbeschleunigung g messen (siehe Abbildung). Du startest dazu die App und wählst dann noch eine Darstellungsform aus, also z. B. „Graph“ oder „Ziffern“.



- a) Suche nach einer App zur Messung von Beschleunigungen auf deinem Handy.

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 19.
- ✓ Bewerte nun deine Lösungen selbst mit den Symbolen 😊, 😐 oder ☹️.

kompetenzorientierte
Selbsttests mit aus-
führlichen Lösungen
zur Selbstkontrolle

- 1 a) Erläutere die Eigenschaften und Komponenten eines Körpers, die dessen Masse festlegen. Gib die Einheit der Masse an.
b) Erläutere die Notwendigkeit, die Gewichtskraft eines Körpers von dessen Masse unterscheiden zu müssen. Gib die Einheit der Gewichtskraft an.
c) Auf einer Berliner Baustelle wirkt auf einen Sack Zement eine Gewichtskraft von genau 396,7 N. Diese Angabe empfindet der Maurer vor Ort als ungebräuchlich und seltsam. Berechne die Masse des Zementsacks und gib das Ergebnis mit einer möglichst großen, jedoch sinnvollen Genauigkeit an.
- 2 a) Ein Auto der Masse 1,2 t steht auf einem Berg mit der Hangneigung 25°. Zeichne



kurze Zusammen-
fassungen zu jedem
Themengebiet

Zusammenfassung

Trägheitssatz und Kräfteaddition bzw. Kräftezerlegung

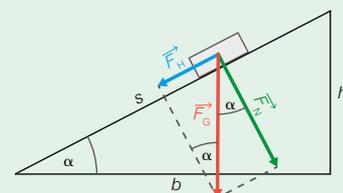
Der allgemeine Trägheitssatz lautet:

Ein Körper ändert seinen Bewegungszustand nicht, wenn auf ihn keine Kraft wirkt oder er sich im Kräftegleichgewicht befindet.

Du kannst mithilfe des Trägheitssatzes und des zweiten Newtonschen Gesetzes wichtige Sicherheitssysteme im Auto erklären, z. B. den Airbag oder die Knautschzone.

In alltäglichen Situationen spielen Kräfteaddition und Kräftezerlegung eine wichtige Rolle, beispielsweise an der schiefen Ebene.

Du weißt, dass der Hookesche Bereich bei einer Feder bedeutet, dass sich die Auslenkung der Feder direkt proportional zur Kraft verhält.



Beschleunigung

Als Beschleunigung bezeichnen wir die Änderung der Geschwindigkeit in einem bestimmten Zeitintervall.

Mit Formelzeichen: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

Formelzeichen: a