

I.B.48

Mechanik

Kraft und Bewegung – physikalische und methodische Grundlagen

Kim Möhrke



© RAABE 2023

© Robert Daly/OJO Images

Nicht alles, was wir im Alltag als Kraft bezeichnen, ist auch im physikalischen Sinne eine Kraft. Kräfte sind Ursache für Bewegungsänderungen und Verformungen. Wenn ein Ball geworfen oder gefangen wird, ist eine physikalische Kraft im Spiel. Der Ball kommt in Bewegung oder er wird abgebremst. In dieser Einheit erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler die physikalischen Grundlagen und nutzen ihr Wissen zum Lebensnahen, um versuchen die Welt der Kräfte zu erforschen.

KOMPETENZPROFIL

Klassensstufe: 8

Dauer: 8 Unterrichtsstunden

Kompetenzen: Identifizieren von Kräften als Ursache von Bewegungsänderungen/Verformungen oder von Energieänderungen; Unterscheidung zwischen Kraft und Energie sowie zwischen Gewichtskraft und Masse (Ortsfaktor g); Darstellung von Kräften als gerichtete Größe; Verwenden von linearen F - m - und s - F -Diagrammen; Durchführung von einfachen Versuchen und Erstellung von Versuchsprotokollen

Thematische Bereiche: Kräfte der Natur, Erleben der eigenen Kraft, Gravitation, physikalische Arbeit, Energie, Flaschenzug, Hebel

Kräfte und ihre Wirkungen

M 2b

Wir alle haben schon verschiedene Kräfte gespürt, ohne sie als Kräfte wahrzunehmen. Was aber sind Kräfte? Woran sind sie zu erkennen?

Aufgaben

1. Erkläre, woran Kräfte erkannt werden und welche Wirkungen sie haben.
2. Beschreibe das Foto. Nutze hierbei deine Erkenntnisse aus Aufgabe 1.
3. Suche nach Wörtern, in denen das Wort Kraft enthalten ist. Entscheide begründet, ob es sich hierbei um Kräfte im physikalischen Sinne handelt oder nicht.
4. Zeichne einen Kraftpfeil für eine Sportart deiner Wahl.

Kräfte und ihre Wirkungen


Auch wenn du Kräfte nicht sehen kannst, sind ihre Wirkungen nicht übersahbar. Bei der oberen Abbildung wird der Schlitten von Personen gezogen. Zugkraft wird genutzt, um den Schlitten zu bewegen. Andere Personen nutzen die Schubkraft, um die Geschwindigkeit zu erhöhen, indem sie den Schlitten schieben. Auch wenn du ein Fahrrad fährst, musst du Muskelkraft aufbringen, um das Fahrrad zu bewegen. Wenn du bergab zu schnell wirst, musst du bremsen. Wenn du länger bergab fährst und bremst, merkst du, dass auch das Bremsen Muskelkraft erfordert. Kräfte können also die Geschwindigkeit verändern.



© LSPhoto/istock/GettyImagesPlus

Aber auch wenn du einem Fußballspiel zuschaust, kannst du die Wirkung sehen. Durch ein geschicktes Passspiel bekommt ein Spieler eine Freikacke und zielt aufs Tor. Der gegnerische Torwart kann nicht so hoch springen, um den Ball zu fangen und so zu stoppen, sondern lenkt ihn nur mit den Fäusten über das Tor. Kräfte können die Bewegungsrichtung ändern.

Wenn du einen Gummiball oder eine Knetkugel mit einer Hand zusammendrückst, kannst du die elastische oder plastische Verformung beobachten. Während der Gummiball nach der Belastung die ursprüngliche Form annimmt, behält die Knete ihre neue Form bei.

Größe der Kraft  Richtung
In der Physik werden Kräfte immer durch einen Kraftpfeil veranschaulicht.
Der Pfeil beginnt am Angriffspunkt der Kraft. Die Pfeilspitze gibt die Richtung der Kraft an. Die Länge des Pfeils zeigt die Größe einer Kraft.

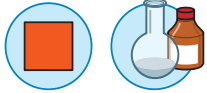
Wusstest du, dass ...

Auch wenn du deinen Schlitten im Winter aus dem Keller trägst, du Kraft aufwenden musst? Dies wird Hubkraft genannt. Und selbst wenn du im Winter deine Hände reibst, weil dir kalt ist, wirkt Reibungskraft zwischen deinen Händen. Diese Reibungskraft wirkt auch beim Bremsen.

M 3a

Erleben der eigenen Kraft beim Kugelstoßen

Schon in der Antike gab es Stoß- und Wurfkämpfe. Kugelstoßen ist seit 1986 olympisch und technisch hoch anspruchsvoll. Die Kugel für Männer wiegt 7,257 kg und für Frauen genau 4 kg.



Aufgaben

1. Entwickelt eine Forschungsfrage mit Vermutungen zu dem Text.
2. Entwickelt einen Versuchsaufbau, um die Vermutungen zu überprüfen.
3. Protokolliert den Versuch.
4. Bildet Mittelwerte zu den gemessenen Strecken.
5. Erläutert, ob es unfair ist, dass Männer schwerere Kugeln stoßen müssen als Frauen.

Das Versuchsprotokoll

<p>1) Forschungsfrage: Welches Problem oder welche Erscheinung kannst du nicht (er)klären?</p> <p>Schreibe die Frage auf, die du nicht beantworten kannst.</p>	<p>2) Vermutungen: Welche Antwort vermutest du zum Problem oder die Erscheinung?</p> <p>Notiere die möglichen Lösungen zum Problem oder der Erscheinung.</p>	<p>3) Geräte und Chemikalien: Was benötigst du, um die Frage zu klären?</p> <p>Zähle Geräte und Chemikalien auf, die du für einen Versuch benötigst. Neben zeichnest du den geplanten Versuchsaufbau.</p>
<p>4) Durchführung: Wie gehen wir bei dem Versuch vor?</p> <p>Hier beschreibst du das Vorgehen für den Versuch, wie ein Kochrezept.</p>	<p>5) Beobachtung: Was konntest du beim Versuch riechen, sehen, hören, fühlen?</p> <p>Beschreibe, was du mit deinen Sinnen wahrnehmen konntest.</p>	<p>6) Auswertung: Wie können wir die Beobachtungen deuten?</p> <p>Erkläre deine Beobachtungen und überprüfe, welche deiner Vermutungen sich als richtig oder falsch herausgestellt haben.</p>

Wusstest du schon ...

Der Weltrekord bei Frauen bei 22,63 m und der der Männer bei 23,12 m liegt? Besonders auffällig dabei ist, dass die Rekorde aus den 1980er-Jahren nicht mehr gebrochen werden konnten. Seit 1948 verbesserte sich der aktuelle Rekord etwa alle 2 Jahre um 30–40 cm. Es wird daher davon ausgegangen, dass die Rekorde nur mit Doping möglich waren. Seit der 1990er-Jahre wurden die Kontrollen erhöht. Dies verhinderte weitere Rekorde.

Die physikalische Einheit der Kraft

Beim Kugelstoßen hast du sicherlich gemerkt, dass es viel Kraft kostet die Kugel einige Meter weit zu stoßen. Wir erinnern uns, dass wir Kräfte nur an ihrer Wirkung erkennen können. Die Masse wird in Gramm gemessen. Wie allerdings messen wir die Kraft?



© cajoerock/GettyimagesPlus

M 4

Aufgaben

1. Führt den Versuch nach der Anleitung durch.
2. Protokolliert den Versuch.
3. Nennt die physikalische Größe und Einheit der Kraft.
4. Tragt den Zusammenhang Kraft F gegen die Masse m in einem Diagramm auf.
5. Tragt die Strecke s gegen die Kraft F in einem Diagramm auf.

Schülerversuch in Gruppenarbeit ⌚ Vorbereitung: 3 min ⌚ Durchführung: 12 min

Das benötigt ihr

- Stativmaterial Federkraftmesser Gewichte

So führt ihr den Versuch durch

Befestigt den Federkraftmesser an dem Stativ. Messt im unbelasteten Zustand des Kraftmessers. Hängt nacheinander die Gewichte 50 g, 100 g, 150 g, 200 g, 250 g, 300 g, 350 g, 400 g, 450 g und 500 g an den Federkraftmesser und notiert die Länge der Feder und die angezeigte Kraft.



Federn dehnen sich

Wird auf eine Feder eine Kraft F ausgeübt, wird die Feder um die Strecke s gedehnt. Wird die Kraft vergrößert, dehnt sich auch die Feder. Dieser Zusammenhang kann in einem Diagramm dargestellt werden. Bereits der englische Physiker Robert Hooke (1635–1703) erkannte, dass eine Verdopplung der Kraft zu einer Verdopplung der Dehnung führt. Eine Vervielfachung der Kraft führt zu einer Vervielfachung der Dehnung. Diesen proportionalen Zusammenhang wird als **Hooke'sches Gesetz** bezeichnet. Doch nicht alle Federn sind gleich. Einige Federn dehnen sich mehr aus als andere. Federn, die sich bei der gleichen Gewichtskraft mehr dehnen, werden weiche Federn genannt.

Wenn du dir den Federkraftmesser genauer betrachtest, siehst du auf ihm eine Skala, welche in N angegeben ist. Die Einheit der Kraft F : Newton (N). Physiker schreiben kurz: $[F] = N$

Wusstest du, dass ...

Die Kraft von 1 N eine sehr kleine Kraft ist? Wenn du eine Tafel Schokolade von 100 g mit Verpackung hebst, benötigst du dafür 1 N. Für eine Tüte Zucker von 1000 g wird bereits eine Kraft von 10 N gebraucht. Da im großtechnischen Bereich häufig deutlich größere Kräfte wirken, werden diese meistens in Meganewton (MN) angegeben.

$$1 \text{ MN} = 10^6 \text{ N} = 1\,000\,000 \text{ N}$$

M 5

Warum fallen Körper immer nach unten?

Es ist Montagfrüh beim Frühstück. Völlig unausgeschlafen von einem ereignisreichen Wochenende fällt einem das Toastbrot auf die Marmeladenseite. Da stellen sich gleich zwei Fragen. Warum landet es immer auf der Marmeladenseite? Und warum fällt es überhaupt nach unten?



Aufgaben

1. Erkläre den Unterschied zwischen Gravitations- und Gewichtskraft.
2. Erläutere, warum Cavendish ein Fernrohr für seine Experimente verwendet hat.

Newton und der Apfel

Warum Körper immer nach unten fallen, hat sich bereits Isaac Newton (1643–1727) unter dem Apfelbaum seiner Eltern gefragt, als ein Apfel vom Baum fiel. Newton fragte zunächst an, was die Erde eine Kraft besitze, welche andere Körper nach unten zieht. Er nannte diese Kraft Gravitation. Heute wissen wir, dass die Masse der Erde im Erdmittelpunkt am größten ist. Später ergänzte Newton, dass alle Körper diese Kraft ausüben würden. Fahrten zwei Kreuzfahrtschiffe mit der Masse von über 200 000 000 kg in einer Entfernung von 100 m aneinander vorbei, registriert allerdings nur eine gegenseitige Anziehung in der Größe wie zwischen einer vollgepackten Getränkekiste (etwa 17 kg) und der Erde. Daher sollte es noch über 100 Jahre dauern, bis Henry Cavendish, ein englischer Naturwissenschaftler, diese Kraft nachweisen konnte. Die Gravitation zwischen Erde und einem Gegenstand wird Gewichtskraft genannt.

Nachweis der Gravitationskraft

Cavendish befestigte an einem Draht zwei kleine Kugeln, die sich in der horizontalen Ebene frei drehen konnten. An dem Draht befestigt er einen Spiegel, auf diesen richtete er einen Lichtstrahl, um dadurch die Veränderung des Drehwinkels sichtbar zu machen. Daneben platzierte er zwei große Metallkugeln im Abstand von etwa 2 m, die sich mit ihrer größeren Masse über die dadurch entstehenden Gravitationskräfte eine Anziehungskraft auf die kleinen Kugeln aus. Um das Messergebnis nicht zu verfälschen, las

Cavendish die Ergebnisse mit einem Fernrohr ab. Tatsächlich konnte er nachweisen, dass sich die kleinen Kugeln auf die größeren zubewegen.

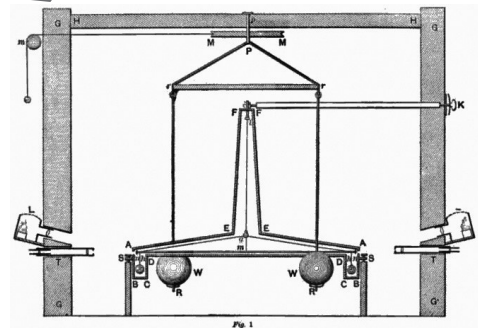


Abbildung: wikimediacommons/gemeinfrei gestellt

Warum landet das Toastbrot immer auf der Marmeladenseite?

Entscheidend für die Beantwortung ist, dass es immer aus einer bestimmten Höhe fällt. Tische haben meist die Höhe von etwa 60–80 cm. Wenn das Toastbrot vom Teller fällt, wird es angestoßen, sodass sich zu drehen beginnt. Die typische Fallhöhe reicht meistens nur für eine halbe Drehung; es landet auf der falschen Seite. Fällt das Toastbrot aus einer größeren Höhe, dann reicht die Fallhöhe für eine ganze Drehung aus.

Die Gewichtskraft – sie begegnet uns ständig

M 6

Die meisten Menschen gehen davon aus, dass die Erde eine Kugel ist. Das ist aber nicht ganz richtig: Der Erdradius an den Polen ist etwa 21 km kleiner als am Äquator. Mithilfe dieses kleinen Unterschieds können Menschen, die abnehmen wollen, sich freuen, denn diese Unregelmäßigkeit ist dafür verantwortlich, dass wir nicht überall auf der Erde gleich viel wiegen.



© Colourbox

Aufgaben

1. Berechne deine Gewichtskraft am Nordpol, in Mitteleuropa und am Äquator.
2. Erläutere den Unterschied von Masse und Gewichtskraft.
3. Berechne deine Gewichtskraft auf dem Mond, der Venus und dem Mars.
4. Erkläre, wieso Astronauten auf dem Mond weiter springen können als auf der Erde.
5. Erstelle einen Merksatz, wovon die Gewichtskraft eines Körpers abhängt.

Die Gewichtskraft auf der Erde

Nicht alle Punkte auf der Erdoberfläche haben die gleiche Entfernung zum Erdmittelpunkt. Da die Gewichtskraft mit zunehmender Entfernung vom Erdmittelpunkt abnimmt, ist die Erdanziehung an den Polen besonders stark und am Äquator schwächer.

$$G = m \cdot g, [G] = \text{N} = \text{kg} \cdot \frac{\text{N}}{\text{kg}} = [\text{kg}] \cdot [\text{g}]$$

$$\text{Gewichtskraft (in Newton)} = \text{Masse (in Kilogramm)} \cdot \text{Erdbeschleunigung (in } \frac{\text{Newton}}{\text{Kilogramm}} \text{)}$$

Für einen Menschen mit der Masse 120 kg bedeutet das an den Nordpol $120 \text{ kg} \cdot 9,82 \text{ N/kg}$ also 1178,4 N. Am Äquator zeigte die Waage folglich $120 \text{ kg} \cdot 9,79 \text{ N/kg}$ also 1174,8 N an. Wenn der Mensch also von Mitteleuropa zum Äquator umzöge, würde seine Waage statt wie gewohnt 120 kg nur 119,75 kg anzeigen. Das ist ein Unterschied von zwei, fünfhalb Tafeln Schokolade.

Auch wenn die Gewichtskraft unterschiedlich ist, bleibt die Masse konstant. Die Masse ist ein Maß dafür, wie stark ein Körper von Gravitationsfeldern beeinflusst wird und wie sehr er sich Beschleunigungen widersetzt. Die Gewichtskraft hingegen gibt an, wie stark ein Körper von der Erde oder dem Himmelskörper, auf dem er sich befindet, angezogen wird.

Fallbeschleunigungen auf unterschiedlichen Himmelskörpern

Himmelskörper	Masse	Venus	Saturn	Jupiter	
Erdmond	1,62 N/kg	3,77 N/kg	8,87 N/kg	10,44 N/kg	24,79 N/kg

Die Gewichtskraft auf anderen Himmelskörpern

Der Umzug von Mitteleuropa zum Äquator bringt für einen übergewichtigen Menschen relativ wenig Veränderung der Gewichtskraft. Es lohnt sich daher eher, den Himmelskörper zu wechseln. Wenn die Masse des Himmelskörpers klein ist, dann ist die resultierende Gravitation gering. Misst der Mensch mit der Masse 120 kg seine Gewichtskraft auf dem Mond bei einer Gravitation von $1,62 \text{ m/s}^2$, ist sie nur noch 194,4 N groß. Damit wiegt der Mensch noch knapp 1/6 seines Erd-Gewichts.

M 7

Physikalische Arbeit und Energie

Es müssen zwei Bedingungen erfüllt sein, damit ein Vorgang als Arbeit bezeichnet werden kann. Erstens muss eine Kraft auf einen Körper ausgeübt werden. Zweitens muss sich der Körper dann um ein Stück weg in Kraftrichtung bewegen.



© Thinkstock/iStock

Aufgaben

1. Erkläre, welche Bedingungen für die Arbeit im physikalischen Sinne erfüllt sein müssen.
2. Erläutere, warum das Halten einer Getränkekiste keine Arbeit ist.
3. Führe den Versuch nach Anleitung durch.
4. Protokolliere den Versuch.
5. Nenne die Größen und Einheiten, die zur Berechnung der Arbeit notwendig sind.
6. Ein Sportriegel wiegt 40 g und enthält 833 000 J (833 kJ). Wie weit kann mit seinem Energiegehalt E ein 60 kg schwerer Sportler an seinem eigenen Gewicht eine Hubarbeit von 2,195 km (Strecke eines Marathonlaufs) verrichten?

Schülerversuch in Gruppenarbeit ⌚ Vorbereitung: 5 min ⌚ Durchführung: 8 min

Das benötigt ihr

- Zollstock Federkraftmesser Federtasche

So führt ihr den Versuch durch

Messt mit einem Zollstock den Höhenunterschied zwischen Boden und Schultisch. Messt mit dem Federkraftmesser die Gewichtskraft der Federtasche. Berechnet die physikalische Arbeit (Hubarbeit), die ihr beim einmaligen Aufheben der Federtasche verrichten müsst.

Physikalische Arbeit und Energie

Bei der physikalischen Arbeit muss eine Kraft auf einen Körper ausgeübt werden. Je weiter sich dieser Körper daraufhin in Kraftrichtung bewegt, desto schwerer ist die Arbeit. Die Arbeit W berechnet sich aus dem Produkt von Kraft und Weg s . Die Einheit der Kraft ist Newton und die des Weges ist Meter. Daraus resultiert für die Arbeit die Einheit Newtonmeter. Zu Ehren des englischen Physikers James Prescott Joule (1818–1889) wird diese Einheit der Arbeit auch Joule genannt. In einigen Stoffen ist Energie vorhanden. Im physikalischen Sinne bedeutet Energie gespeicherte Arbeit, die in der Lage ist, Arbeit zu verrichten. Daher können wir schlussfolgern, dass wir essen und trinken, um Energie zu haben, um anschließend Arbeit verrichten zu können.

$$W = F \cdot s, [W] = J = N \cdot m = [F] \cdot [s]$$

$$\text{Arbeit (in Joule)} = \text{Kraft (in Newton)} \cdot \text{Weg (in Meter)}$$

Funktionsprinzip und Teile des Flaschenzuges

M 8

Mit Motoren ermöglicht ein Kran die vertikale und horizontale Verladung von Lasten. Auch zum Be- und Entladen von Schiffen, Eisenbahnen oder Lastkraftwagen wird er verwendet. Wie kann der Kran solche enormen Kräfte aufbringen, um solche Lasten zu stemmen?

Aufgaben

1. Führt den Versuch nach Anleitung durch.
2. Protokolliert den Versuch.
3. Erläutere, inwiefern sich die Zugkraft beim Verändern der Seilstücke ändert.

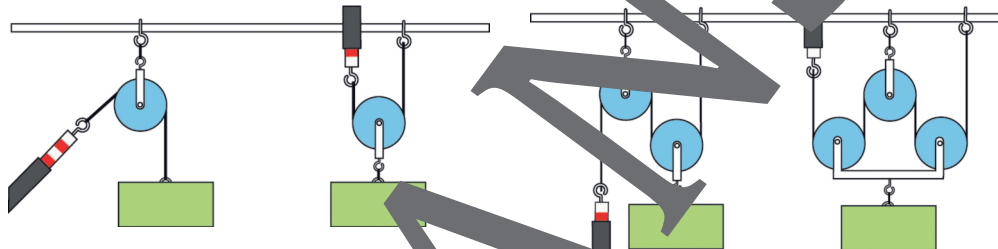
Schülerversuch in Gruppenarbeit ⌚ Vorbereitung: 5 min ⌚ Durchführung: 10 min

Das benötigt ihr

- | | | |
|---|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Gewichte | <input type="checkbox"/> Federkraftmesser | <input type="checkbox"/> 3 Rollen |
| <input type="checkbox"/> Stativmaterial | <input type="checkbox"/> 1 Seil | |

So führt ihr den Versuch durch

Baue den Versuch wie in den Abbildungen auf. Führe das Seil über die Rollen. An das eine Ende wird ein Gegenstand von 10 N gehängt, an das andere Ende ein Federkraftmesser.



Grafik: Julia Lenzmann

Funktionsweise eines Krans

Ein Kran verwendet einen Flaschenzug, welcher aus mehreren festen und losen Rollen besteht. Damit lässt sich die aufzubringende Kraft zum Heben deutlich verringern. Allerdings muss das Seil um ein Vielfaches der Strecke nach unten gezogen werden.

Wusstest du, dass...

... bereits die antiken Griechen und Römer Flaschenzüge auf ihren Baustellen verwendet haben? Schwere Krantypen besaßen komplexere Flaschenzüge mit fünf Rollen. Unter der Annahme, dass ein normaler Arbeiter 50 kg heben konnte, konnte er mit dem Flaschenzug somit 250 kg heben. In der Antike wurden die größten Krane mehrere Flaschenzüge kombiniert, sodass mit 4 Mann sogar 3000 kg gehoben werden konnten. Nach dem Verfall des Weströmischen Reiches geriet die Technik zunächst wieder in Vergessenheit.

M 9

Der Hebel – mechanischer Kraftwandler im Alltag

Besonders im Sommer am Strand oder im Winter vor dem Weihnachtsbaum merken wir, dass unsere bloße Körperkraft weder zum Öffnen von Getränken mit Kronkorken noch zum Knacken von Nüssen reicht. Flaschenöffner und Nussknacker sind Hilfsmittel, die wir in solchen Fällen nutzen. Doch wie funktionieren sie?

Aufgaben

1. Beurteile begründet, welcher Typ Hebel Wippe, Nussknacker, Flaschenöffner, Schraubenschlüssel, Pinzette, Schere und Zange sind.
2. Baue mit einem Radiergummi, einem Lineal und 5 gleichschweren Münzen eine Wippe nach. Versuche die Waage immer ins Gleichgewicht zu bringen.
 - a) Lege auf beide Seiten zwei Münzen in einer Entfernung von 20 cm zum Mittelpunkt.
 - b) Entferne auf der einen Seite eine Münze.
 - c) Lege 4 Münzen auf die eine Seite und eine auf die andere.
 - d) Lege 3 Münzen auf die eine Seite und eine auf die andere.
3. Protokolliere den Versuch.
4. Nimm Stellung zu der Aussage, je länger der Hebel, desto mehr Kraft wird benötigt, um die Last zu stemmen.
5. Bei einem Nussknacker liegt der Angriffspunkt der Nuss bei 1 cm. Der Angriffspunkt der ausgeübten Kraft von 100 N liegt bei 10 cm. Wie groß ist die Kraft, welche auf die Nuss wirkt?

Anwendung von Hebeln

Ein Hebel ist meist ein starrer Körper, der sich um eine Achse, den Drehpunkt, bewegen lässt. Auf der einen Seite des Drehpunkts wird die Kraft ausgeübt, auf der anderen wird mit der resultierenden Kraft die Last gehoben. Damit wird der erste Arm Kraftarm und der andere Lastarm genannt. Für alle Hebel gilt, dass das Produkt aus Strecke des Lastarms zum Angriffspunkt der Last s_{Last} und der Gewichtskraft der Last F_{Last} gleich der ausgeübten Kraft am Angriffspunkt $F_{\text{ausgeübt}}$ und der Strecke des Kraftarms zur Ausübung $s_{\text{ausgeübt}}$ ist.

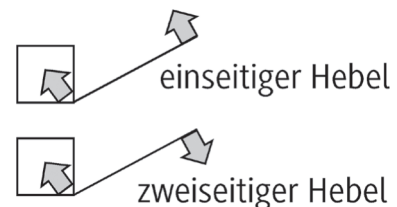
$$F_{\text{Last}} \cdot s_{\text{Last}} = F_{\text{ausgeübt}} \cdot s_{\text{ausgeübt}}$$

Gewichtskraft · Strecke des Lastarms = ausgeübte Kraft · Strecke des Kraftarms

Anschaulich bedeutet das für eine Wippe, dass wenn zwei gleich schwere Kinder die gleiche Entfernung zum Drehpunkt haben, die Wippe im Gleichgewicht ist. Ist das erste Kind halb so schwer wie das zweite, muss es doppelt so weit von der Mitte entfernt sitzen, damit die Wippe wieder im Gleichgewicht ist.

Es werden einseitige und zweiseitige Hebel unterschieden.

Beim Heben einer Kiste mit einem Brecheisen gibt es zwei Möglichkeiten. Liegt die Kraft des Anhebens der Kiste auf einer Seite mit der Kraft des Drückens, wird ein einseitiger Hebel genutzt. Drückt man nach unten, wird die Kraft am Drehpunkt (als Dreieck dargestellt) umgekehrt. Obwohl man nach unten drückt, wird die Kiste angehoben. Die Kraft des Drückens und des Anhebens liegen nicht mehr in einer Ebene, es ist ein zweiseitiger Hebel.



Tipp-Karten zu den Materialien

Bitte ausschneiden und wie in der Einleitung beschrieben falten.



M 11

Warum nimmst du nicht Fußball?

Den Ball hast du schon gezeichnet. Zeichne noch einen Spieler, der den Ball in eine Richtung beschleunigen möchte. Dabei gibt der Pfeilschaft den Angriffspunkt der Kraft wieder, die Pfeilspitze die Richtung und die Länge des Pfeils die Größe der Kraft.

Aufgabe 4 (M 2)

Zeichne einen Kraftpfeil für eine Sportart deiner Wahl.

Besonders anschaulich ist ...

... der Kraftpfeil bei Ballsportarten

Such dir eine Ballsportart aus. Zeichne zunächst den Ball und überlege dann, welche Kräfte ihn beschleunigen oder abbremesen.

Erkläre in eigenen Worten, ...

... was eine Kraft ist. Versuche die folgenden Begriffe zu verwenden:

- Bewegung
- Bewegungsrichtung
- Verformung
- Kraftpfeil

Punkte einzeichnen

Gehe mit deinem rechten Zeigefinger auf den Wert für die Kraft. Gehe mit deinem linken Zeigefinger auf den Wert für die Strecke. Bewege deinen linken Finger nach rechts und deinen rechten nach oben bis sie sich treffen. Hier zeichnest du den Punkt ein.

Aufgabe 5 (M 4)

Trage die die Strecke s gegen die Kraft F in einem Diagramm auf.

Achsenbezeichnung

Trage auf die X-Achse die Kraft F in Newton ein. Auf die Y-Achse zeichnest du dann die Strecke s in mm.

Darstellung

Zeichne ein Koordinatensystem. Überlege dir zunächst, welche Größe welche Größe beeinflusst. Wähle dann gleichgroße Abstände (2 Kästchen) und zeichne die Skala ein. Vergiss die Achsenlegende nicht.

Auch Cavendish verfügt über eine Masse

Auch Menschen haben Massen. Wenn er also direkt abgemessen hätte, wiefern hätte sich das Ergebnis ändern können?

Aufgabe 2 (M 5)

Erläutere, warum Cavendish ein Fernrohr für seine Experimente verwendet hatte.

Versuchsaufbau II

Erkläre in eigenen Worten, wie Cavendish mit seinem Versuch zeigen wollte, dass Massen sich anziehen.

Versuchsaufbau I

Erkläre in einfachen Worten, was Cavendish mit seinem Versuch zeigen wollte.

Sie wollen mehr für Ihr Fach?

Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



Über 5.000 Unterrichtseinheiten
sofort zum Download verfügbar



Webinare und Videos
für Ihre fachliche und
persönliche Weiterbildung



Attraktive Vergünstigungen
für Referendar:innen
mit bis zu 15% Rabatt



Käuferschutz
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:
www.raabe.de