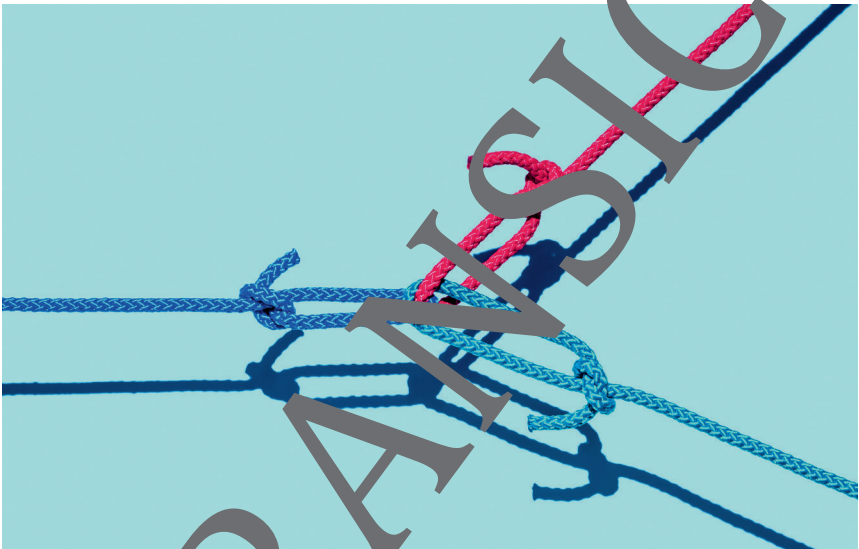


# Die Kraft – ihre Wirkung, Gesetzmäßigkeiten und Anwendungen

Doris Walkowiak, Görlitz

Illustrationen von J. Lenzmann, D. Walkowiak und Dr. W. Zettlmeier



© Jorg Greuel/PhotoDisc/Getty Images

Diese Unterrichtseinheit beinhaltet zahlreiche Materialien – insbesondere Schülerversuche – zum Einstieg in das Thema „Kraft“ für den (offenen) Unterricht, Vertretungsstunden und auch für zu Hause. Wo setzt die Kraft an? In welche Richtung wirkt sie? Gibt es denn unterschiedliche Kräfte? Und warum kann man auf dem Mond eigentlich so gut springen? Diese und viele weitere Fragen beantworten sich die Schüler selbst mithilfe von einfachen Experimenten, die sie mit Alltagsgegenständen, wie zum Beispiel Linealen, Bällen, Luftballons, Gummibändern und Magneten, durchführen. Spielerisch begegnen sie dem Kraftbegriff und prägen sich damit das Gelernte oft besonders gut ein.

## Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Physik

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Es ist gemäß § 60b UrhG hergestellt und ausschließlich zur Veranschaulichung des Unterrichts und der Lehre an Bildungseinrichtungen bestimmt. Die Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH erteilt Ihnen für das Werk das einfache, nicht übertragbare Recht zur Nutzung für den persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung. Unter Einhaltung der Nutzungsbedingungen sind Sie berechtigt, das Werk zum persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung in Klassensatzstärke zu vervielfältigen. Jede darüber hinausgehende Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Hinweis zu §§ 60a, 60b UrhG: Das Werk oder Teile hiervon dürfen nicht ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichts- und Lehrmitteln (§ 60b Abs. 1 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder in ein Netzwerk eingestellt oder sonst öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Kopien, die in öffentlichen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Die Aufführung abgedruckter musikalischer Werke ist ggf. GEMA-meldepflichtig.

Für jedes Material wurden Fremdrechte recherchiert und ggf. angefragt.

In unseren Beiträgen sind wir bemüht, die für Experimente nötigen Substanzen mit den entsprechenden Gefahrenhinweisen zu kennzeichnen. Dies ist ein Zusatz-Service. Dennoch ist jeder Experimentator selbst angehalten, sich vor der Durchführung der Experimente genauestens über das Gefährdungspotenzial der verwendeten Stoffe zu informieren, die nötigen Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen sowie alles ordnungsgemäß zu entsorgen. Es gelten die Vorschriften der Gefahrstoffverordnung sowie die Dienstvorschriften der Schulbehörde.

Dr. Josef Raabe Verlag GmbH  
Ein Unternehmen der raabe Gruppe  
Rotebühlstraße 77  
70178 Stuttgart  
Telefon +49 711 62900-0  
Fax +49 711 62900-60  
meinRAABE@raabe.de  
www.raabe.de

Redaktion: Anna-Maria Wittnebel  
Satz: Rober MEDIA GmbH & Co. KG, Karlsruhe  
Bildnachweis Titel: © Jorg Greuel/Photodisc/Getty Images  
Illustration: J. Lenzmann, Stuttgart; D. Walkowiak, Görlitz; Dr. W. Zettlmeier, Barbing  
Korrektur: Anna Hitznauer, Regensburg; Johanna Stotz, Wyhl a. K.; Stefan Völker, Jena

# Die Kraft – ihre Wirkung, Gesetzmäßigkeiten und Anwendungen

## Mittelstufe (einführend)

Doris Walkowiak, Görlitz

Illustrationen von J. Lenzmann, D. Walkowiak und Dr. W. Zettlmeier

<b>Hinweise</b>	<b>1</b>
<b>Materialien M 1 – M 10</b>	<b>3</b>
<b>Erläuterungen und Lösungen</b>	<b>20</b>

## Die Schüler lernen:

- die physikalische Beschreibungsweise an einfachen Beispielen anzuwenden;
- erste Experimente zu planen, durchzuführen, und auszuwerten;
- bei einfachen Problemstellungen Lösungen zu erkennen, die sie anschließend mit Methoden der Physik bearbeiten und lösen;
- mit grundlegenden physikalischen Größen (Kraft, Gewichtskraft, Masse) umzugehen.




## Überblick:

Legende der Abkürzungen:

**Ab** Arbeitsblatt      **SV** Schülerversuch      **Fo** Folie  
**V** Vorbereitungszeit      **D** Durchführungszeit

Thema	Material	Methode
Verschiedene Arten von Kräften in unserer Umwelt	M 1	Ab
Kräfte – ohne sie geht es nicht!	M 2	Fo, SV
Was Kräfte bewirken können – Angriffspunkt, Richtung und Betrag	M 3	Ab, SV
Der Flaschenzug – Kraftwandler nutzen	M 4	Ab
Die Gewichtskraft und die Schwerelosigkeit	M 5	Ab, SV
Wie träge ist ein Körper?	M 6	Ab, SV
Wie Kräfte gemessen werden	M 7	Ab, SV
Wir basteln einen Kraftmesser	M 8	Ab, SV
Wenn Kräfte zusammenwirken	M 9	Ab, SV
Tricks mit Kräften – das statische Gleichgewicht	M 10	Ab, SV

### Erklärung der Differenzierungssymbole

	Die leichtesten Aufgabenvarianten		Die mittleren Aufgabenvarianten		Die anspruchsvollsten Aufgabenvarianten
---	-----------------------------------	---	---------------------------------	---	---

# Die Kraft – ihre Wirkung, Gesetzmäßigkeiten und Anwendungen

## Didaktisch-methodische Hinweise

### Ein Dialog mit Ihren Schülern<sup>1</sup>

Frage	Antwort
„Was versteht ihr unter Kraft?“	„Unter Kraft verstehe ich, wie stark jemand ist.“
„Wer ist der Kräftigste in eurer Klasse?“ „Woher wollt ihr das wissen, solange er ruhig auf dem Stuhl sitzt?“	„Peter.“ „Weil er die Kugel am weitesten stößt; am schnellsten die Kletterstange hinaufkommt; die meisten Liegestütze schafft; immer im Armdrücken gewinnt ...“
„Kann auch ein Stein Kraft ausüben?“	„Natürlich. Er hinterlässt z. B. einen Abdruck in weichen Stoffen und wenn er mir auf die Zehen fällt, dann tut das in der Regel weh.“
„Gibt es noch andere Körper, die Kräfte ausüben?“	„Magnete, die Erde, Bagger, Kräne ...“

Dies ist nur eine Möglichkeit, das Thema *Kraft* einzuleiten. Dabei ist es zunächst nicht weiter schlimm, wenn die Schüler Wörter benutzen, die fachlich nicht ganz exakt sind. Wichtiger ist es, die Erfahrungswelt der Lernenden anzuknüpfen und ihnen zu verdeutlichen, dass Kräfte in unserem täglichen Leben eine wichtige Rolle spielen. Dafür geben die folgenden Materialien Anregungen. Sie sind so aufgebaut, dass sich die Schüler selbstständig mit dem Thema *Kraft* auseinandersetzen können. Einfache Experimente, welche sie auch mit Mitteln durchführen können, die sich in jedem Haushalt finden lassen, unterstützen den Erkenntnisgewinn.

<sup>1</sup> Zur besseren Lesbarkeit wird statt „Schülerinnen und Schüler“ nur „Schüler“ verwendet.

## M 1 Verschiedene Arten von Kräften in unserer Umwelt

Ohne das Wirken von Kräften würde in unserer Umwelt nichts mehr funktionieren: Autos könnten nicht fahren, der Fußball würde nicht im Tor landen, Fernseher und Computer würden nicht arbeiten ...

### Aufgaben





1. Was versteht man in der Physik unter dem Begriff „Kraft“? Woran erkennst du Kräfte? Vervollständige:




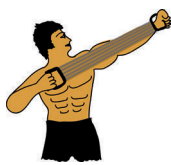
Die Kraft gibt an, wie \_\_\_\_\_ zwei Körper aufeinander einwirken.

Formelzeichen: \_\_\_\_\_ Einheit: \_\_\_\_\_

Kräfte erkennt man an ihren \_\_\_\_\_

2. Die folgenden Beispiele verdeutlichen verschiedene Arten von Kräften. Aber hier ist etwas durcheinandergeraten. Kannst du es wieder in Ordnung bringen? Ordne den Bildern die richtigen Begriffe zu.

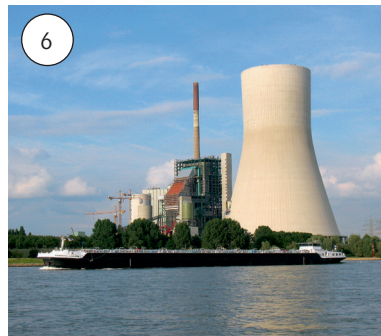
			
1.	2.	3.	4.

			
5.	6.	7.	8.

Reibungskraft, elektrische Kraft, Federspannkraft, magnetische Kraft, Gewichtskraft, Auftriebskraft, Kernkraft, Hangabtriebskraft

## M 2 Kräfte – ohne sie geht es nicht!

**Aufgabe:** Beschreibe, inwiefern hier Kräfte wirken.



Fotos: ...

**Schülerversuch**

Vorbereitung: 5 min

Durchführung: 30 min

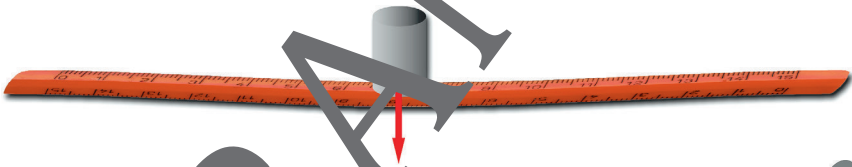
Materialien (Beispiele)		zum Teil Experimente für zu Hause	
<input type="checkbox"/> Luftballons	<input type="checkbox"/> Radiergummi	<input type="checkbox"/> Plastiklöffel	<input type="checkbox"/> Papierschnipsel
<input type="checkbox"/> Ball	<input type="checkbox"/> Knete	<input type="checkbox"/> Magnete	<input type="checkbox"/> Gummiband
<input type="checkbox"/> Bindfaden	<input type="checkbox"/> kleines Auto	<input type="checkbox"/> Trinkhalm	<input type="checkbox"/> biegsames Plastikmaterial
<input type="checkbox"/> Körper aus Stahl, Aluminium, Plastik u. Ä.			
<input type="checkbox"/> Körper zum Beschweren, z. B. große Muttern			

**Aufgabe**

Demonstriere die Arten und die wechselseitige Wirkung der Kraft an verschiedenen Beispielen.

**Versuchsdurchführung**

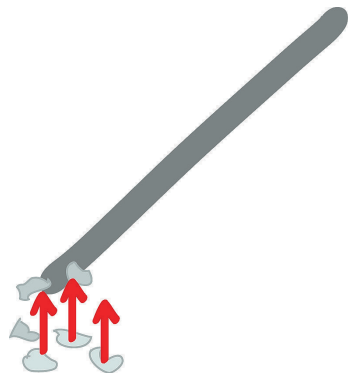
Suche dir jeweils zwei Körper heraus, fertige eine Versuchsskizze an und beschreibe die Kraftwirkung.

**Beispiel 1:** durchgebogenes Lineal

Der Körper biegt das Lineal nach unten durch. Ist er zu schwer, kann das Lineal durchbrechen.

**Beispiel 2:** Plastikstab (oder Lineal oder -löffel) zieht Papierschnipsel an.

Durch Reiben des Plastikstabes mit einem Wolllappen lädt er sich elektrisch auf. Deshalb wirkt auf die Papierschnipsel eine Kraft und sie werden angezogen.



Grafiken: D. Walkowiak



### M 3 Was Kräfte bewirken können – Angriffspunkt, Richtung und Betrag

Zeit für Veränderungen. Du möchtest mal wieder dein Zimmer umräumen. Wenn da nur nicht der große Kleiderschrank wäre! „Kleinigkeit“, prahlt dein großer Bruder und stemmt sich mit den Schultern kräftig dagegen. Und schon ruft die ganze Familie: „Versicht, er kippt!“ Was hat dein Bruder falsch gemacht?

Sehen wir uns zunächst an, von welchen drei Faktoren die Wirkung der Kraft abhängt.

#### Merke

Faktoren, von denen die Kraft abhängt:

**Angriffspunkt:** Wo greift die Kraft an?

**Richtung:** Wohin ist die Kraft gerichtet?

**Betrag:** Wie groß ist die Kraft?

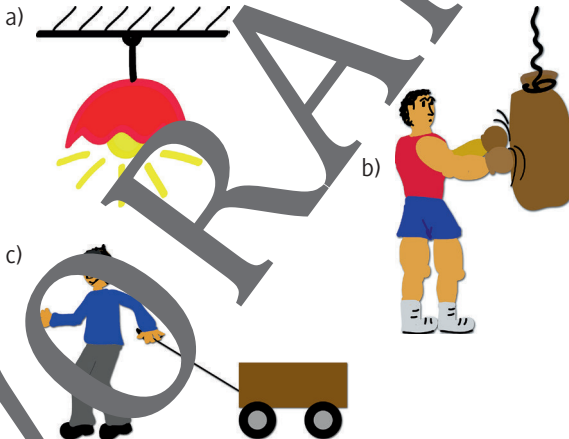
Man sagt: Die Kraft ist eine gerichtete (vektorielle) Größe. Sie kann durch Pfeile dargestellt werden.

Angriffspunkt



#### Aufgaben

- Finde zu jedem der oben genannten drei Faktoren ein praktisches Beispiel.
- Zeichne in den folgenden Bildern Pfeile ein, welche die wirkenden Kräfte verdeutlichen.



Grafiken: D. Walkowiak

**Schülerversuch**

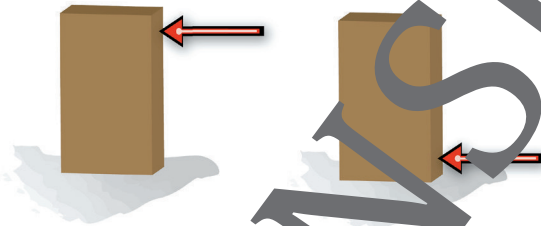
Vorbereitung: 5 min

Durchführung: 20 min

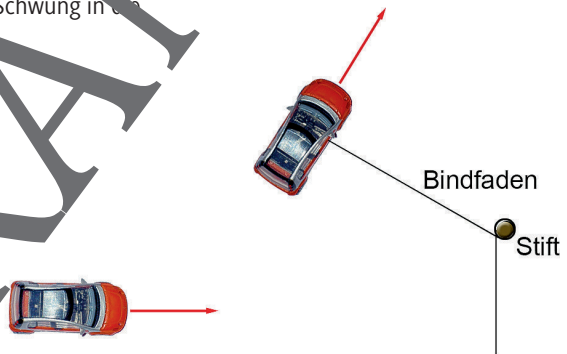
**Materialien** Holzklotz Spielzeugauto Knete Flummi (Hopsball) Stein Stift Bindfaden**Versuchsdurchführung**

1. Drücke in der Richtung gegen den Holzklotz, die in den Zeichnungen dargestellt ist. Beschreibe und erkläre die unterschiedliche Wirkung.

a)



- b) Schiebe das Auto mit Schwung in die angegebene Richtung.



2. Lassen den Stein, die Knete und den Flummi (Hopsball) auf den Fußboden fallen. Beschreibe und erkläre die unterschiedlichen Beobachtungen.

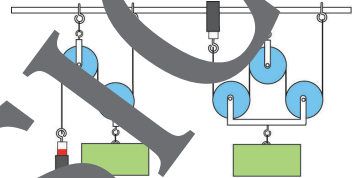
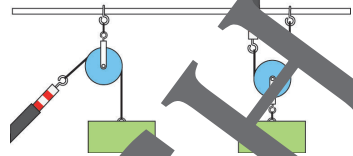
---



---

## M 4 Der Flaschenzug – Kraftwandler nutzen

- Eine leicht drehbare Rolle, die fest aufgehängt ist: Mit einem Seil kannst du damit Gegenstände anheben. Zum Heben benötigst du eine Zugkraft, die genauso groß wie die Gewichtskraft der Last ist. Auch wenn du in eine andere Richtung ziehst, ändert sich daran nichts.
- Der Kraftmesser zeigt einen kleineren Wert als in a) an.
- Hier ist die Zugkraft, die du benötigst, genauso groß wie bei b).
- Wenn du drei Rollen so wie hier anordnest, verringert sich die Zugkraft noch einmal erheblich.



### Seil und Rolle – sogenannte Kraftwandler

Mit einem Seil kannst du eine Zugkraft weiterleiten, ohne dass sich dabei der *Betrag* der Kraft ändert. Das Seil verändert nur den *Angriffspunkt* der Kraft.

Mit einer fest montierten Rolle kannst du dagegen die *Richtung* einer Zugkraft verändern. Ist die Rolle lose, kannst du damit den *Angriffspunkt* und den *Betrag* der Zugkraft verändern.

$$\text{Es gilt: } F_{\text{Zug}} = \frac{1}{2} \cdot F_{\text{Last}}$$

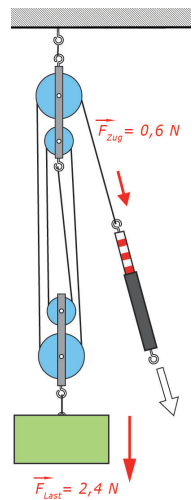
### Der Flaschenzug

Ein Flaschenzug besteht aus mehreren festen und losen Rollen wie abgebildet. Damit lässt sich die *Zugkraft*, die man zum Heben aufwenden muss, erheblich verringern. Allerdings muss man auch das Seil um ein Vielfaches länger nach unten ziehen, um die Last ohne Flaschenzug anheben würde. Da das Ende, an dem der Kraftmesser nach unten zieht, nicht mitträgt, gilt:

$$F_{\text{Zug}} = \frac{1}{n} \cdot F_{\text{Last}}, \quad n = \text{Anzahl der Seilstücke.}$$

### Anwendung

An Handwänden (zum Heben der sperrigen Möbel und Lasten) und auf Segelschiffen findest du Flaschenzüge.



## M 7 Wie Kräfte gemessen werden

Wie kann man Kräfte messen?

**Tipp:** Oben rechts siehst du einen Expander. Weißt du, was ein Expander ist? Eine Stahlfeder mit zwei Griffen. Auch damit kann man feststellen, wer der Stärkere ist. Je weiter du die Federn dehnen willst, desto mehr Kraft musst du aufwenden. Diesen Zusammenhang wollen wir genauer untersuchen.

### Schülerversuch



Vorbereitung: 10 min

Durchführung: 30 min

#### Materialien

- Stativmaterial  Schraubenfeder  Lineal  Waagsatz  2 Klammern

#### Aufgabe

Bestimme experimentell den Zusammenhang zwischen der Gewichtskraft  $F_G$  und der Längenänderung  $\Delta l$  einer Schraubenfeder.

#### Versuchsaufbau

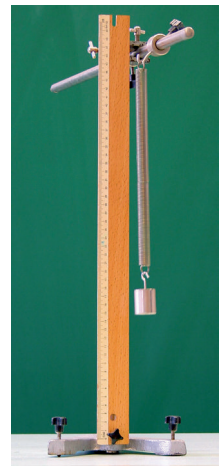
Siehe nebenstehendes Foto.

#### Versuchsdurchführung

Trage in die Tabelle die Abhängigkeit der Längenänderung von der Gewichtskraft des angehängten Massestücks ein.

**Tipp:** Teste vorher, wie stark du die Feder belasten kannst, ohne sie übermäßig zu dehnen. Notiere die Ruhelänge der ungedehnten Feder.

$l_0 = \dots$  cm



Fotos: D. Walkowiak

$m$ [in g]								
$F$ [in N]								
$\Delta l$ [in ...]								

## M 8 Wir basteln einen Kraftmesser

In diesem Versuch mit einem Haushaltsgummi geht es um den Vergleich von Kräften. Beachte, dass für Haushaltsgummis das Hooke'sche Gesetz nicht gilt. Da wir die Kräfte aber nur vergleichen, spielt das hier keine Rolle.

### Schülerversuch



Vorbereitung: 5 min

Durchführung: 30 min

#### Materialien

- Fester Pappstreifen (ca. 5 cm x 30 cm)
- Büroklammer
- Haushaltsgummi (nicht zu fest)

### Aufgabe

Baue einen Kraftmesser mit einem Gummiband.

### Versuchsaufbau

Siehe nebenstehendes Foto.

### Versuchsdurchführung

- Befestige das Gummiband mit der Büroklammer an dem Pappstreifen.
- Markiere den Nullpunkt, indem du das Gummiband vorsichtig glatt ziehst, ohne es zu dehnen.
- Eiche deinen Kraftmesser, indem du eine oder eine halbe (200 g bzw. 100 g) Tafel Schokolade anhängst.
- Vervollständige die Skala durch eine regelmäßige Einteilung.
- Teste deinen Kraftmesser, indem du dein Federmännchen
  - anhängst.
  - gleichmäßig über den Tisch ziehst.

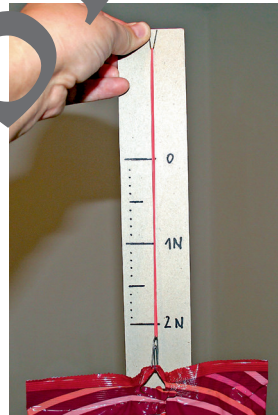


Foto: D. Walkowiak

**Tip:** Achte darauf, dass du das Gummiband nicht zu stark dehnt.

### Für Experten

Du kannst auch Kraftmesser für unterschiedliche Messbereiche herstellen, indem du verschieden starke Gummis verwendest. Nutze dafür z. B. die Rückseite des Pappstreifens.

## Schülerversuch

Vorbereitung: 5 min

Durchführung: 20 min

### Materialien

- |   |  |                                       |
|---|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Wagen                    | <input type="checkbox"/> 2 Massestücke (100 g) | <input type="checkbox"/> Seilmaterial |
| <input type="checkbox"/> 2 Federkraftmesser (1 N) |  |                                       |

### Versuchsaufbau

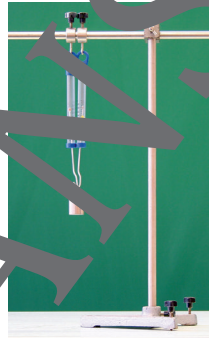
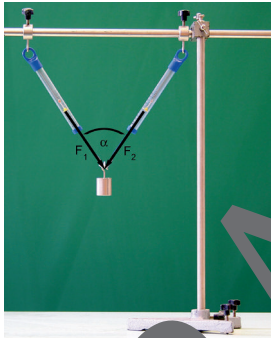
Zu 1.: a)



b)



Zu 2.:



Fotos: D. Walkowiak

### Versuchsdurchführung

- Bestimme die Kraft, welche notwendig ist, um den Wagen
  - längs des Weges
  - in einem Winkel von etwa  $30^\circ$  zu ziehen. Belast diesen dazu mit 200 g.
- Untersuche die Abhängigkeit der Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  vom Winkel  $\alpha$ . Entwerfe dazu eine Messabelle ( $m = 100$  g).

### Auswertung

- Begründe die Ergebnisse aus Aufgabe 1.
- Formuliere die Ergebnisse aus Aufgabe 2 in einem Satz. Betrachte auch die Spezialfälle  $\alpha = 0^\circ$  und  $\alpha = 180^\circ$ .

## M 10 Tricks mit Kräften – das statische Gleichgewicht

Greifen an einem Körper mehrere Kräfte so an, dass sie sich gegenseitig aufheben, so befindet sich der Körper im statischen Gleichgewicht. Für ein solches Gleichgewicht ist die Lage des Schwerpunktes wichtig.

Besonders eindrucksvoll ist dies im Zirkus, wenn z. B. ein Artist mit dem Rad über ein Seil fährt. Mit ein paar Kenntnissen der Physik kannst auch du einen Artisten auf dem Seil tanzen lassen.

### Schülerversuch

Vorbereitung: 10 min

Durchführung: 50 min

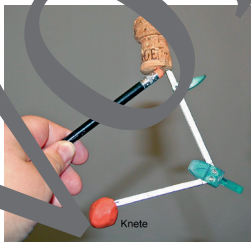
Foto: picture-alliance /

#### Materialien

- |   |   |   |                                 |
|---|---|---|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 2 Kuchengabeln | <input type="checkbox"/> Korken             | <input type="checkbox"/> Bleistift          | <input type="checkbox"/> Zirkel |
| <input type="checkbox"/> Knete          | <input type="checkbox"/> Glas mit Wasser    | <input type="checkbox"/> Schere             | <input type="checkbox"/> Pappe  |
| <input type="checkbox"/> Klebstoff      | <input type="checkbox"/> Münze (ab 50 Cent) | <input type="checkbox"/> 2 Münzen (10 Cent) |                                 |

#### Versuchsdurchführung

1. Stich die beiden Gabeln rechts und links in den Korken. Nun kannst du ohne Schwierigkeit den Korken auf die Spitze eines Stiftes oder eine gespannte Schnur setzen. Erkläre.
2. Ähnliche Experimente kannst du auch mit weiteren Küchengeräten durchführen (siehe Abbildungen). Probiere es einfach aus.



Fotos: D. Walkowiak

## Erläuterungen und Lösungen

### M 1 Verschiedene Arten von Kräften in unserer Umwelt

In diesem Material geht es darum, die Schüler mit verschiedenen Arten von Kräften bekannt zu machen. Die Lösung zur Aufgabe 1 erarbeiten sich die Lernenden mithilfe des Lehrbuches, eines Tafelwerkes oder im Unterrichtsgespräch. Bei Aufgabe 2 sind auch mehrere Lösungen möglich. Wenn Sie dies einschränken wollen, dann geben Sie vor, dass jeder Begriff genau einmal verwendet werden soll.

#### Lösungen (M 1)

- Die Kraft gibt an, wie stark zwei Körper aufeinander einwirken.  
Formelzeichen:  $F$  Einheit: N (Newton)  
Kräfte erkennt man an ihren **Wirkungen**.
1. Hangabtriebskraft 2. Reibungskraft 3. Gewichtskraft  
4. Kernkraft 5. elektrische Kraft 6. magnetische Kraft  
7. Auftriebskraft 8. Federspannkraft  
Bei 5. müsste es genauer „elektrostatische Kraft“ heißen. Dies wurde hier vereinfacht.

### M 2 Kräfte – ohne sie geht es nicht:

Auf der Folie sehen Sie folgende Bilder:

- Kinder beim Tauziehen.
- Beim Kran nutzt man das Hebelgesetz aus.
- Ätna: Gewaltige Kräfte im Erdinnern sendend Lava gen Himmel.
- Die Brennerbahn, eine E-Lok, zieht gewaltige Lasten.
- Meisterwerk der Technik – die Nydeggbrücke/ Bern.
- Kohlekraftwerk Duisburg.

Besprechen Sie anhand der ersten Abbildung, wann Kräftegleichgewicht an einem Körper herrscht. In der zweiten Abbildung verwenden Sie, um das Hebelgesetz einzuführen: Kraft mal Kraftarm = Last mal Lastarm. Bild 3 zeigt die verheerende Wirkung der Druckkräfte im Erdinnern beim Ausbruch eines Vulkans. Auf Bild 4 sehen Sie die Brennerbahn, eine Lok mit rein elektrischem Antrieb. Diese Energieversorgung reicht offensichtlich aus, um enorme Lasten zu ziehen. Um imposante Gewölbe bei Brücken und Bauwerken geht es auf Bild 5 und im letzten Material. Die Stabilität der Gewölbe beruht auf der speziellen Form und bogenförmigen Anordnung der Steine. Gehen Sie anhand der Abbildung des Kohlekraftwerks Duisburg (Bild 6) auf die Funktionsweise eines Kohlekraftwerks ein. Besprechen Sie Möglichkeiten der Energiegewinnung, wenn die Kohle einmal



## Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



### Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über  
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch  
SSL-Verschlüsselung

**Mehr unter: [www.raabe.de](http://www.raabe.de)**