

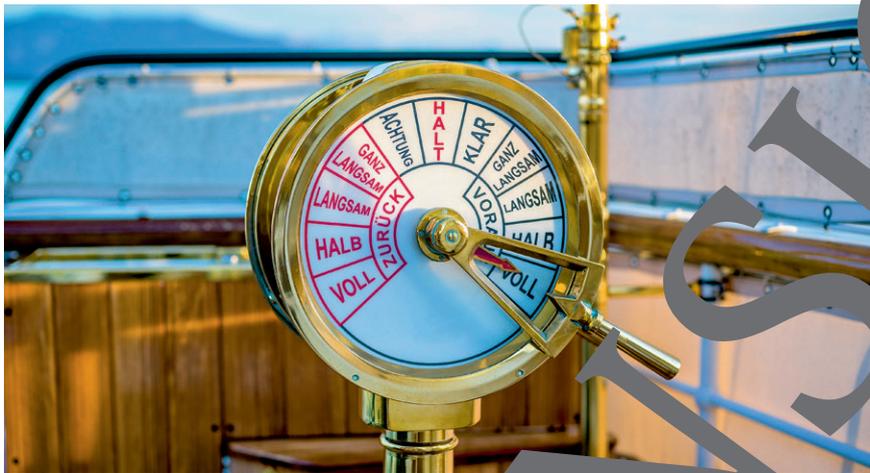
# III.18

## Natur und Technik

### Mit voller Kraft voraus – eine Unterrichtsreihe zu Kraft und Bewegung

Kim Möhrke

Illustrationen von Oliver Eger und Julia Lenzmann



© Carsten Ortleib/Stock/Getty Images Plus

Sie sind Teil unseres Alltags, aber doch können wir sie nicht direkt sehen: die Kräfte. Sie sind Ursache für Bewegungsänderungen und Verformungen. Schon in der Antike haben sich Naturphilosophen mit der Thematik auseinandergesetzt. In dieser Unterrichtsreihe werden zunächst die physikalischen und methodischen Grundlagen vermittelt, wie z. B. was unter Kraft zu verstehen ist und wie ein gutes Protokoll geschrieben wird. Dieses Wissen wird dann genutzt, um lebensnah die Welt der Kräfte in Versuchen zu erforschen und Forschungsfragen zu entwickeln.

---

#### KOMPETENZPROFIL

**Klassenstufe:** 7

**Dauer:** 8 Unterrichtsstunden

**Kompetenzen:** Beschreibung von Wechselwirkungen zwischen Körpern; 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; selbstständige Planung und Durchführung von einfachen Versuchen und Erstellung von Versuchsprotokollen

**Themenbereiche:** Physik: Kräfte der Natur, Identifizierung von Kräften, Erleben der eigenen Kraft, Gravitation, physikalische Arbeit, Energie, Flaschenzug, Hebel

---

## Ihr Unterrichtsassistent – Formeln, Fakten, Fachbegriffe

### Kraft

#### Definition

Kräfte selbst kann man nicht sehen. Aber Ihre Wirkung/Auswirkung ist für uns sichtbar. Kräfte können Dinge (Körper, Gegenstände) verformen oder deren Geschwindigkeit und Richtung ändern.

$F = m \cdot a$  Die Formel zur Berechnung der Kraft.

$[F] = [m] \cdot [a]$  Schreibweise der Größen: Kraft ist gleich Masse mal Beschleunigung

$N = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  Formel der entsprechenden Einheiten: Newton ist gleich Kilogramm mal Meter pro Sekunde<sup>2</sup>

Zu den Kräften gehören unter anderem die Gewichtskraft, die Reibungskraft, elektrische und magnetische Kräfte und die Muskelkraft.

### Arbeit

#### Definition

Arbeit (mechanische) wird verrichtet, wenn ein Körper/Gegenstand durch eine Kraft bewegt oder verformt wird. Diese Form der Arbeit beschreibt einen Vorgang oder Prozess.

$W = F \cdot s$  Die Formel zur Berechnung der Arbeit.

$[W] = [F] \cdot [s]$  Schreibweise der Größen: Arbeit ist gleich Kraft mal Weg

$J = N \cdot m$  Formel der entsprechenden Einheiten: Joule ist gleich Newton mal Meter

Zu den Prozessen der Arbeit gehören die Ausdehnung eines Gegenstandes, das Treppensteigen mit Einkaufstasche, das Fahren eines PKW/Fahrrads/Zugs etc., das Anheben eines Gegenstandes/Körpers und noch viele andere. Physikalische Arten von Arbeit sind die Hubarbeit, Beschleunigungsarbeit oder Verformungsarbeit.

### Hebel

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

Gewichtskraft (zu bewegender Gegenstand) mal Strecke des Lastarms (Seite des Hebels, auf der der Gegenstand liegt) ist gleich ausgeübte Kraft (Mensch, Maschine) mal Strecke des Kraftarms (Seite des Hebels, an der der Mensch oder die Maschine die Kraft ausübt)

## Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, Fo = Folie, LEK = Lernerfolgskontrolle, SV = Schülerversuch, Tk = Tippknoten

### 1./2. Stunde

Thema: Was sind Kräfte

zu M 1 (Fo) **Kräfte in der Natur**

M 1 (Ab/SV) **Kräfte in der Natur**

Benötigt:

- OH-Projektor bzw. Beamer/Whiteboard
- 1 Löffel
- 2 Gläser mit Deckel
- Erbsen
- Wasser
- Quarzsand

zu M 2 (Fo)

M 2 (Ab)

**Wie erkennt man Kräfte?**

**Wie erkennt man Kräfte?**

Benötigt:

- OH-Projektor bzw. Beamer/Whiteboard

### 3. Stunde

Thema: Kugelstoßen

M 3 (Ab/SV)

zu M 3 (Ab)

**Erleben der eigenen Kraft**

**Anleitung zum Kugelstoßen**

Benötigt:

- 1 Kugel mit 7,257 kg  $\varnothing$  110–130 mm
- 1 Kugel mit 7,257 kg  $\varnothing$  75–110 mm
- Maßband
- Sportmatten

### 4.–8. Stunde

Thema: Eigenständige Bearbeitung von Kräften, Arbeiten und einfachen Maschinen

M 4 (Ab/SV)

zu M 4 (Ab)

**Die physikalische Einheit der Kraft**

Benötigt:

- Stativmaterial
- Gewichte
- 1 Federkraftmesser pro Gruppe

M 5 (Ab)

M 6 (Ab)

**Warum fallen Körper immer nach unten?**

**Von Gewichtskräften und Massen**



**M 7 (Ab/SV) Die physikalische Arbeit**

- Benötigt:**
- 1 Zollstock
  - 1 Federkraftmesser
  - Federtasche

**M 8 (Ab/SV) Der Flaschenzug**

- Benötigt:**
- Gewichte
  - 1 Federkraftmesser pro Gruppe
  - 3 Rollen pro Gruppe
  - 1 Seil pro Gruppe
  - Stativmaterial

**M 9 (Ab/SV) Der Hebel – ein praktischer Helfer**

- Benötigt:**
- 1 Radiergummi pro Gruppe
  - 1 Lineal (mind. 30 cm) pro Gruppe
  - 5 gleich schwere Münzen pro Gruppe

**9. Stunde**

**Thema: Lernerfolgskontrolle**

**M 10 (LEK) Teste dich selbst! – Was weißt du alles über Kräfte und Arbeit?****Zusatzmaterial****M 11 (TK) Tippkarten zu den Materialien****Minimalplan (5 Stunden)**

Ihnen steht wenig Zeit zur Verfügung? Die Einheit kann in fünf Stunden unterrichtet werden. Beginnen Sie direkt mit **M 7**. Führen Sie **M 4** in der zweiten Stunde durch. Geben Sie **M 5** als Hausaufgabe. In der dritten Stunde arbeiten Sie **M 6**. Führen Sie **M 7** in der vierten und **M 9** in der vierten Stunde durch. Schreiben sie in der fünften Stunde die Lernkontrolle.

**Erklärung der Symbole**

Wird dieses Symbol auf, gibt es Materialien, die Sie bei der Differenzierung unterstützen.



Dieses Symbol zeigt Ihnen an, dass es Tippkarten gibt, die Ihre Schüler beim Lösen der Aufgaben unterstützen.

## Erleben der eigenen Kraft

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

### Wusstest du, dass

... der Weltrekord der 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 1988 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.

## M 6

## Von Gewichtskräften und Massen

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.



## 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 abhängig ist.

## 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.

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

$$\text{Gewichtskraft (in Newton)} = \text{Masse (in Kilogramm)} \cdot \text{Fallbeschleunigung} \left( \text{in } \frac{\text{Newton}}{\text{Kilogramm}} \right)$$

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

Erdmond	Mars	Venus	Saturn	Jupiter
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 unseren Übergewichtigen relativ wenig Verlust 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 8

## Der Flaschenzug

Mit Motoren ermöglicht ein Kran die vertikale und horizontale Verladung von Lasten. Auch zum Ein- 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.

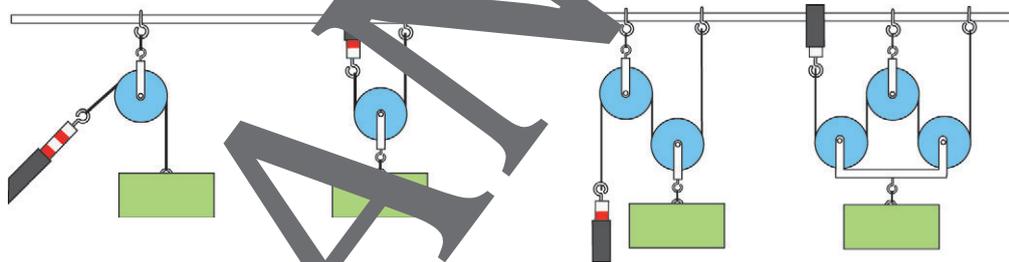
Schülerversuch in Gruppenarbeit ⌚ Vorbereitung: 5 min ⌚ Durchführung: 3 min

**Das benötigt ihr**

<input type="checkbox"/> Gewichte	<input type="checkbox"/> Federkraftmesser	<input type="checkbox"/> 7 Rollen
<input type="checkbox"/> Stativmaterial	<input type="checkbox"/> Seil	

**So führt ihr den Versuch durch**

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



Grafik: Julia Lenzmann

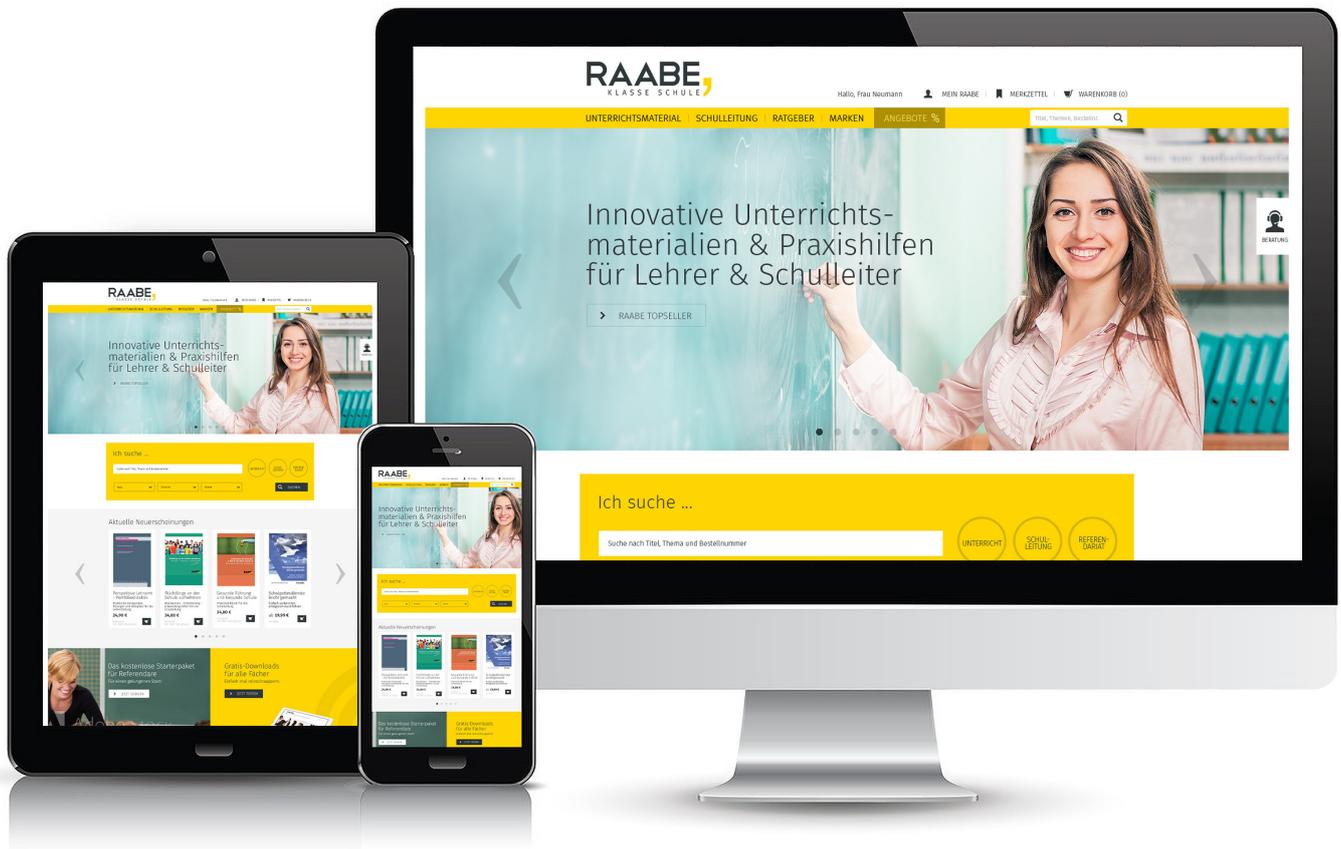
### Funktionsweise eines Krans

Ein Kran verwendet einen Flaschenzug, welcher aus mehreren festen und losen Rollen besteht. Damit lässt sich die aufgewendete Kraft zum Heben deutlich verringern. Allerdings muss das Seil um ein Vielfaches länger 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. Im Falle des größten Krans wurden 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.

## 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)**