

## Die Mechanik einfacher Maschinen verstehen

Karl-Wolf Hoffmann, Frankfurt

„Wie kann man einen Stein mit einer Masse von 1 t mit 4 Schülern 5 m weit bewegen und 50 cm hochheben?“

Ausgehend von dieser **offenen Aufgabe** werden Lösungsvorschläge Ihrer Schüler experimentell realisiert und auf ihre Tauglichkeit untersucht. Das hierfür notwendige Fachwissen und die Methoden führen Sie als Lehrkraft ein.



Foto: K.-W. Hoffmann

Abb. 1: Schüler bewegen einen Stein.

vielen Versuchen und  
Aufgaben heterogene  
Lerngruppen!

### Der Beitrag im Überblick

<p><b>Klasse:</b> 7/8</p> <p><b>Dauer:</b> 10 Stunden</p> <p>Material auch einzeln einsetzbar</p> <p><b>Im Plus:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ kontextorientiertes Material</li> <li>✓ Zusatzmaterial auf CD-ROM 48</li> <li>✓ Handlungsorientierung</li> <li>✓ lernbegleitendes Feedback</li> </ul>	<p><b>Inhalt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkung von Kräften</li> <li>• Messung von Kräften</li> <li>• Gewichtskraft</li> <li>• Reibungskraft</li> <li>• Hebelgesetz</li> <li>• Flaschenzug</li> <li>• Arbeit</li> </ul>
---	---

## Materialübersicht

	<b>CD-ROM 48</b>	<b>Mit Mechanik Alltagsprobleme lösen – Ablauf der Unterrichtseinheit</b>	
	<b>CD-ROM 48</b>	<b>Schriftliche Notizen, aber wie? – Versuchsprotokoll/Lernprotokoll</b>	
	⌚ V: 10 min	<input type="checkbox"/> Stativmaterial	<input type="checkbox"/> Lineal
	⌚ D: 30 min	<input type="checkbox"/> 1 Gummiring, $D = \text{ca. } 1 \text{ N/cm}$	<input type="checkbox"/> 5 Gewichte je 100 g
	<b>CD-ROM 48</b>	<b>Ich weiß zu Beginn, was ich am Ende der UE wissen sollte – Ich-kann-Liste „Mechanik“</b>	
<b>M 1</b>	<b>Ab/SV</b>	<b>Die Messung von Kräften</b>	
	⌚ V: 20 min	<input type="checkbox"/> Stativmaterial	<input type="checkbox"/> 1 Plastiktüte für den Stein
	⌚ D: 60 min	<input type="checkbox"/> 1 starke Feder mit min. 10 N Belastbarkeit	<input type="checkbox"/> 1 Kieselstein (ca. 500 g– 1000 g)
		<input type="checkbox"/> 5 unterschiedliche Körper mit bekannter Masse $m$ , z. B. Gewichte	<input type="checkbox"/> 2 Federwaagen (1 N, 10 N)
		<input type="checkbox"/> bekannte Massen von 100 g–1 kg	<input type="checkbox"/> Lineal <input type="checkbox"/> 1 Maßband (1 kg)
<b>M 2</b>	<b>SV</b>	<b>Die Wirkung mehrerer Kräfte</b>	
	⌚ V: 10 min	<input type="checkbox"/> 3 gleiche Federwaagen	<input type="checkbox"/> 1 Büroklammer
	⌚ D: 30 min		<input type="checkbox"/> Stativmaterial
<b>M 3</b>	<b>SV</b>	<b>Was uns das Rad gebracht hat – Reibungskräfte messen</b>	
	⌚ V: 10 min	<input type="checkbox"/> Stativmaterial	<input type="checkbox"/> 1 Holzbrett (10 cm x 10 cm)
	⌚ D: 45 min + 30 min für Übungen	<input type="checkbox"/> 5 Schaschlik-Stäbchen von ca. 20 cm Länge	<input type="checkbox"/> 1 Nagel
		<input type="checkbox"/> 1 Kieselstein (ca. 500 g– 1000 g)	<input type="checkbox"/> 2 Federwaagen (1 N, 10 N)
		<input type="checkbox"/> 1 Waage	<input type="checkbox"/> 1 Permanent-Marker
		<input type="checkbox"/> möglichst runde Gegenstände als Rollen (z. B. kurze Stativstangen, Kuntstifte)	
<b>M 4</b>	<b>Ab, SV</b>	<b>Kann man Kräfte verstärken? – Das Hebelgesetz</b>	
	⌚ V: 10 min	<input type="checkbox"/> Stativmaterial	<input type="checkbox"/> 1 Federwaage, 10 N
	⌚ D: 30 min	<input type="checkbox"/> 1 Nagel, 4 mm Stärke	<input type="checkbox"/> Kieselstein (ca. 500 g – 1000 g) mit Plastiktüte / Netz
		<input type="checkbox"/> 1 Lochplattenstreifen	
<b>M 5</b>	<b>Ab, SV</b>	<b>Kraftverstärkung mit „Flaschen“ – der Flaschenzug</b>	
	⌚ V: 10 min	<input type="checkbox"/> Stativmaterial	<input type="checkbox"/> 2 m Schnur
	⌚ D: 30 min	<input type="checkbox"/> 2 Doppelrollen	<input type="checkbox"/> Kieselstein (ca. 500 g – 1000 g)
		<input type="checkbox"/> 1 Federwaage, 10 N	<input type="checkbox"/> Plastiktüte mit Büroklammer
<b>M 6</b>	<b>Ab, SV</b>	<b>Die goldene Regel der Mechanik</b>	
	⌚ V: 10 min	<input type="checkbox"/> Stativmaterial	<input type="checkbox"/> 1 schiefe Ebene
	⌚ D: 20 min	<input type="checkbox"/> 1 Federwaage, 10 N	<input type="checkbox"/> 1 Kieselstein (ca. 500 g– 1000 g)
		<input type="checkbox"/> 1 Wägelchen	<input type="checkbox"/> 1 Maßband/Lineal
<b>M 7</b>	<b>Ab</b>	<b>Bist du fit? – Teste dich selbst!</b>	

## M 1 Die Messung von Kräften

### Aufgaben

1. Beschreibe die Bewegung bei den folgenden Situationen a) bis f).

**Tipp**

Verwende dazu: „Tempo wird schneller/langsamer/bleibt gleich“; „Bewegungsrichtung bleibt gleich/ändert sich ständig/...“

Wo wirkt eine Kraft, wo nicht?

**Beispiel:** Ein Fallschirmspringer falle die ganze Zeit mit gleichbleibendem Tempo; seine Bewegungsrichtung bleibt gleich. Es wirkt keine Gesamtkraft.

- a) Fallschirmspringer (windstill)
- b) Steinwurf senkrecht nach oben
- c) Pfeil wird abgeschossen
- d) ruhende Steinfigur
- e) Lokomotive auf Kreisfahrt
- f) Kind rutscht



Abb. 3: zu a) Fallschirmspringer © iStock/Thinkstock



zu d) Statuen auf Isla de Pascua, Nationalpark Rapa Nui, East Island © iStock/Thinkstock



zu f) Kind auf Rutsche Foto: K.-W. Hoffmann

2. **Bewegungen einschätzen**

Schätzversuch (3 Schüler)

**Frage:**

Welches Tempo  $v$  (Weg  $\Delta s$  pro Zeit  $\Delta t$ ) haben folgende Körper?

**Tipp**

Schätze hierzu die Zeitdifferenz  $\Delta t$ , die der Körper für eine bestimmte Strecke  $\Delta s = 1 \text{ m}$  oder  $0,5 \text{ m}$  oder  $0,1 \text{ m}$  oder ... braucht. Berechne dann den Quotienten  $\Delta s / \Delta t$ .

Bestimmung	Maßeinheit	Stein aus 1 m Höhe	Ameise	Fußgänger
Strecke $\Delta s$	1 m			
$\Delta t$	1 s			
Tempo $v = \Delta s / \Delta t$	1 m/s			

**Zusatz:** Woran erkennt man die Wirkung von Kräften?

Erkläre dies an einfachen Beispielen. Diskutiere und tausche deine Beispiele mit deinen Mitschülern aus. Formuliert im Heft zusammen eine Aussage.

### M 1 Die Messung von Kräften – Fortsetzung

3. **Längenänderung einer Feder:** Wie ändert sich die Länge  $l$  in cm einer Feder mit unterschiedlichen Massestücken  $m$  in g?

**Experiment** (4 Schüler) ⌚ Vorbereitung 10 min Durchführung 30 min

- Materialien**
- 1 starke Feder mit min. 10 N Belastbarkeit
  - 5 unterschiedliche Körper mit bekannter Masse  $m$ , z. B. Gewichte (100 – 1 kg),
  - 1 Kieselstein (500 g–1000 g)
  - Stativmaterial
  - 1 Lineal
  - 1 Plastiktüte (den Stein)

**Versuchsdurchführung:**

- a) Hänge nacheinander an die Feder unterschiedliche Massen bis max. 1 kg. Miss die Länge der Feder  $l$  in mm und die Verlängerung  $\Delta l$  in mm in Abhängigkeit von der Masse  $m$  in g und notiere die Werte in einer Tabelle.  
 Erstelle einen Graphen der Zuordnung:  
 Masse  $m$  in g  $\rightarrow$  Länge  $l$  in mm.  
 Erstelle einen zweiten Graphen:  
 Masse  $m$  in g  $\rightarrow$  Längenänderung  $\Delta l$  in mm.
- b) Bestimme die Masse  $m$  des Steines mithilfe deines Graphen, indem du die Länge der Feder bei Belastung mit dem Stein in den Graphen einträgst.

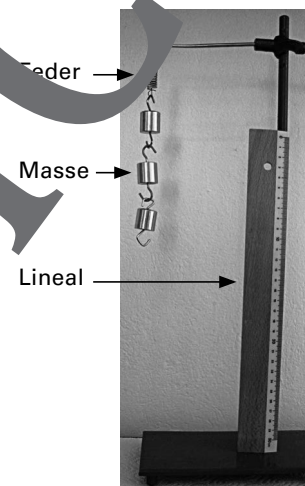


Foto: K.-W. Hoffmann

Abb. 4: Versuchsaufbau

**Versuchsbeobachtung:**

Beobachtung 1: (z. B. Was passiert mit der Feder?):

Beobachtung 2: Tabelle  $m$  in g  $\rightarrow$   $l$  in cm

m in g	0									Stein
l in mm										
$\Delta l$ in mm = $l - l_0$										

4. Kann man aus der Masse  $m$  die Gewichtskraft  $\vec{F}_G$  in N auf der Erde vorhersagen?


**Experiment** (4 Schüler) ⌚ Vorbereitung 10 min Durchführung 30 min

- Materialien**
- Federwaage (1 N, 10 N)
  - bekannte Massen von 100 g–1 kg
  - 1 l Milch (1 kg)

**Versuchsdurchführung:**

Überlegt, wie ihr den Versuch durchführen und protokollieren wollt.

**Info:** Die Masse  $m$  eines Körpers wird von der Masse  $M$  der Erde angezogen. Diese Wechselwirkung zwischen Massen wird als **Gewichtskraft**  $\vec{F}_G$  bezeichnet und in Newton gemessen. Auf der Erde entspricht einer Masse  $m = 1$  kg (z. B. 1 l Milch) etwa 10 N (genauer: 9,81 N). Die Anziehungskraft zwischen 2 Körpern ändert sich mit der Größe und dem Abstand der beteiligten Massen.



### M 5 Kraftverstärkung mit „Flaschen“ – der Flaschenzug

**Aufgabe**

Schaue dir in Abb. 9 an, welche Versuche man mit einem Flaschenzug machen kann.

**Experiment** (4 Schüler)

- 🕒 Vorbereitung 10 min
- Durchführung 30 min

**Materialien pro Gruppe**

- 2 Doppelrollen
- Stativmaterial
- 1 Federwaage 10 N
- 2 m Schnur
- Plastiktüte mit Büroklammer
- 1 Kieselstein (ca. 500 g–1000 g)

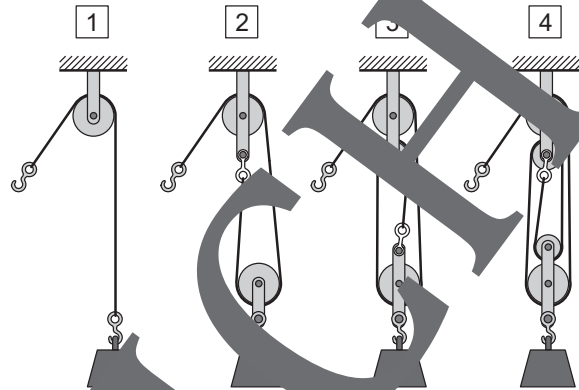


Abb. 9: Verschiedene Versuchsanordnungen mit festen und losen Rollen.

Führe einen dieser Versuche durch und protokolliere ihn.

**Versuchsdurchführung:**

Abb. 10 zeigt als Beispiel den Versuchsaufbau für einen Flaschenzug mit zwei losen Rollen und zwei festen Rollen (vgl. Abb. 9/4).

Miss die Kräfte, die zum Heben der Last ohne Flaschenzug (Last) und mit Flaschenzug (Zugkraft) benötigt werden.

Erstelle eine Skizze der Anordnung, die du untersuchen willst.

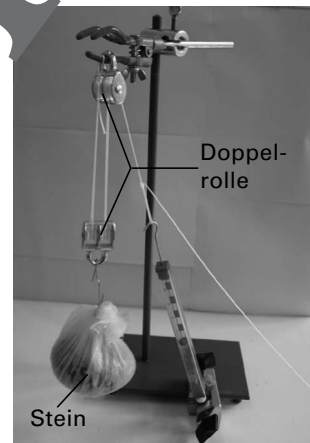


Abb. 10: Kieselstein am Flaschenzug.

Foto: K.-W. Hoffmann

**Versuchsbeobachtungen:**

- 1: Für eine geringe Höhenänderung ...
- 2: Tabelle

Last $F$ in N	Zahl der festen Rollen	Zahl der losen Rollen	Zahl der Seile, an der die Last hängt	Zugkraft $F_Z$ in N

**Auswertung: Vervollständige!**

- 1: Durch den Flaschenzug wird der Weg des Seils, an dem man zieht, ...
- 2: Zugkraft:  $\frac{F_{\text{Last}}}{\text{Zahl der ...}}$

**Für Experten**

- a) An wievielen Zugseilen muss der Stein mit  $F_{\text{Last}} = 10\,000\text{ N}$  hängen, damit man mit 2000 N (Gewicht von 4 Schülern) den Stein anheben kann?
- b) Wie könnte der Flaschenzug mit festen und losen Rollen aussehen? Fertige eine Skizze an!





# 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**