

Der Hebel – ein fundamentales Werkzeug

Jost Baum, Wuppertal

Haben Sie sich schon einmal Gedanken darüber gemacht, wie oft am Tag Sie einen Hebel benutzen?

Zum Lichtschalter greifen, ein Fenster öffnen, einen Dosenöffner oder Nussknacker benutzen – all das ist ohne Hebel nicht denkbar.

Mithilfe dieses Beitrags entdecken Ihre Schüler das Hebelgesetz. Sie bauen eine Versuchsanordnung, mit der sie selbstständig dieses Gesetz formulieren.



Ein Kran funktioniert nach den Hebelgesetzen.

I/B

VORANSICHT

Ohne Hebel läuft im Alltag nichts!

Der Beitrag im Überblick

Klasse: 7/8

Dauer: 4–6 Stunden

Ihr Plus:

- ✓ ein Schülerexperiment mit Bauanleitung
- ✓ eigenständiges Arbeiten
- ✓ Binnendifferenzierung

Inhalt:

- Aufbau einer Experimentiervorrichtung zum Hebel
- Entdeckung des Hebelgesetzes
- der Hebel im Alltag
- der einseitige und der zweiseitige Hebel und die Skizzen dazu
- mathematischer Zusammenhang: proportionale Zuordnung von Hebel-längen und aufzuwendenden Kräften

Bezug zu den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz

Allg. physikalische Kompetenz	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schüler ...	Anforderungsbereich
E 8	... bauen selbstständig eine Versuchsanordnung (M 1),	I
E 8	... planen ein einfaches Experiment und führen es durch (M 2),	II
E 1	... beschreiben Phänomene und führen sie auf bekannte physikalische Zusammenhänge zurück (M 2),	II
E 9	... werten die experimentell gewonnene Daten aus und entdecken ein neues Gesetz (M 2),	II
K 1	... tauschen sich über ihre physikalischen Erkenntnisse und deren Anwendungen aus (M 2).	I, II
F 1	... gehen mit den Begriffen „Kraft“ (und „Drehmoment“) souverän um (M 4 , M 5),	I
K 1	... holen sich Hilfe mit einer Tippkarte (M 6),	I
F 2, F 3, F 4	... wenden ihre neuen Kenntnisse in verschiedenen Kontexten an und nutzen sie zur Lösung von Aufgaben (M 7),	I, II
E 4	... wenden einfache Formen des Mathematisierens an (M 7),	II, III

Für welche Kompetenzen und Anforderungsbereiche die Abkürzungen stehen, finden Sie auf der beiliegenden CD-ROM 41.

Inhalt**Bauanleitung und Schülerexperiment (M 1 und M 2):**

Eine Bauanleitung für ein Experimentiergerät zum Nachweis des Hebelgesetzes am zweiseitigen Hebel (**M 1**). Die Schüler formulieren selbstständig das Hebelgesetz (**M 2**). Sie kontrollieren ihre Rechnungen mithilfe der Versuchsanordnung.

Einseitiger Hebel (M 4):

Schraubenschlüssel, Kaffeemühle, Pfeffermühle, Schubkarre, Nussknacker und Fenstergriff sind einige schülernahe Beispiele für einseitige Hebel. In Form eines **Brainstormings** finden Ihre Schüler weitere Beispiele von Dingen, die sie täglich einsetzen.

Zweiseitiger Hebel (M 5):

Schranke, Kran, Radmutterenschlüssel, Balkenwaage und Kinderwippe sind Beispiele für zweiseitige Hebel. Auch hier finden Ihre Schüler weitere Beispiele von Gegenständen, die sie täglich einsetzen.

Übungsaufgaben und Lernerfolgskontrolle (M 7):

Ihre Schüler festigen und vertiefen ihr Wissen.

Materialübersicht

⌚ V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt

⌚ D = Durchführungszeit LV = Lehrerversuch Fo = Folie

M 1	SV	Wir entdecken das Hebelgesetz – eine Bauanleitung
	⌚ V: 20 min	<input type="checkbox"/> Grundplatte
	⌚ D: 70 min	<input type="checkbox"/> Vierkantholz
		<input type="checkbox"/> Lochband (1 cm x 40 cm x 1 mm)
		<input type="checkbox"/> Holzschrauben verschiedener Größe
		<input type="checkbox"/> Spaltgewichte samt Halter (Phywe, 10 g und 50 g) mit eindeutigen Angaben
		<input type="checkbox"/> 2 Newtonmeter
M 2	Ab	Wir formulieren das Hebelgesetz für den zweiseitigen Hebel
	⌚ V: 15 min	<input type="checkbox"/> Experimentelle Anordnung aus Material M 1
	⌚ D: 30 min	
M 3	Fo	Einseitige oder zweiseitige Hebel?
	⌚ V: 5 min	
	⌚ D: 20 min	
M 4	Ab	Der einseitige Hebel
	⌚ V: 5 min	
	⌚ D: 20 min	
M 5	Ab	Der zweiseitige Hebel
	⌚ V: 5 min	
	⌚ D: 20 min	
M 6	Tipp	Der zweiseitige Hebel – Tippkarte
M 7	Ab	Übungen zum zweiseitigen Hebel – LEK
	⌚ V: 5 min	
	⌚ D: 40 min	

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 13.

Minimalplan

Sie beschränken sich auf die Materialien **M 3–M 5** bzw. **M 7**. Das Hebelgesetz führen Sie im Frontalunterricht ein. Mit **M 7** festigen Ihre Schüler das Gelernte.

Dies empfiehlt sich aber nur dann, wenn wirklich sehr wenig Zeit zur Verfügung steht. Mehr Spaß macht Ihren Schülern sicher, das Experiment (**M 2**) durchzuführen. Auch bleibt ein Gesetz länger hängen, wenn man es selbst „entdeckt“ hat.

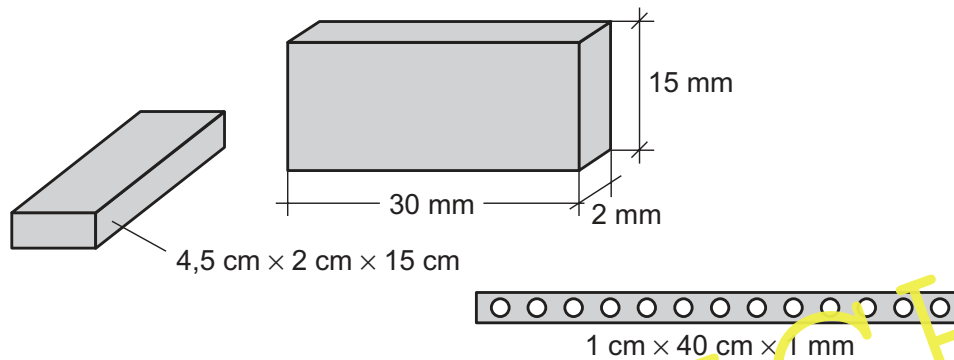
M 1 Wir entdecken das Hebelgesetz – eine Bauanleitung

Das benötigst du:

Materialien

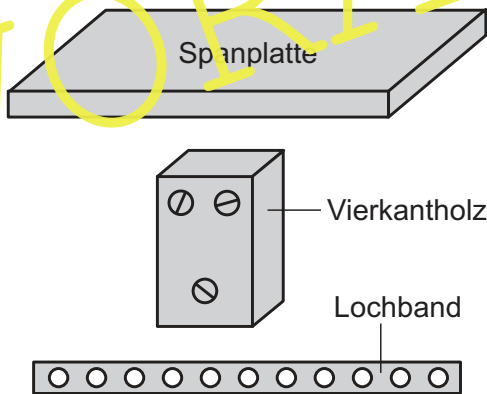
- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Grundplatte | <input type="checkbox"/> Holzschrauben verschiedener Größe |
| <input type="checkbox"/> Vierkantholz | <input type="checkbox"/> Spaltgewichte samt Halter (Phywe, 10 g und 50 g) mit eindeutigen Angaben |
| <input type="checkbox"/> Lochband (1 cm x 40 cm x 1 mm) | <input type="checkbox"/> 2 Newtonmeter |

Skizze:

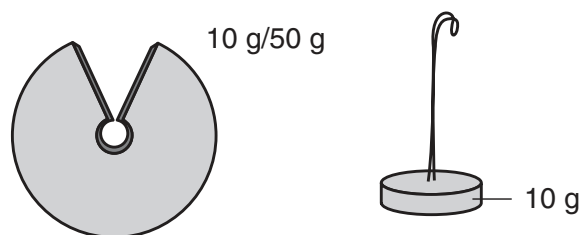


Baue die Versuchsanordnung – wie auf dem Foto zu sehen – zusammen.

1. Befestige hierzu das Lochband mittig auf dem Vierkantholz. Dabei muss sich das Lochband, das als zweiseitiger Hebel dienen soll, leicht drehen lassen.
2. Befestige das vorgebohrte Vierkantholz mit zwei Holzschrauben auf die Mitte der Spanplatte.



3. Verwende Spaltgewichte samt Halter (Phywe) (10 g, 50 g) mit eindeutigen Angaben aus der Physiksammlung. Skizze:



4. Lege die entsprechenden Kraftmesser bereit.

M 2 Wir formulieren das Hebelgesetz für den zweiseitigen Hebel

Schülerversuch ⌚ Vorbereitung: 15 min Durchführung: 30 min

Materialien

- Experimentelle Anordnung aus Material M 1

Versuchsdurchführung

1. Baue die auf dem Foto dargestellte Versuchsanordnung auf.

2. Miss den Abstand zwischen den Löchern auf dem Lochband.

Er beträgt _____ cm.

3. Stelle das Gleichgewicht am Waagebalken her.

Dazu beginnst du mit Gewicht 1.
Du verschiebst Gewicht 2 so lange,
bis sich die Waage im Gleichgewicht befindet.

Gewicht 1: $F_1 = 2 \text{ N}$

Gewicht 2: $F_2 = 6 \text{ N}$

4. Zähle die Abstände zwischen den Löchern zwischen Gewicht 1 und dem Drehpunkt bzw. zwischen Gewicht 2 und dem Drehpunkt und stelle einen Zusammenhang zwischen $F_1 \cdot l_1$ und $F_2 \cdot l_2$ auf.

5. Was stellst du fest? Schreibe deine Erkenntnis in dein Heft.

6. Überprüfe deine Vermutung mithilfe der Versuchsanordnung.

Hierzu wählst du unterschiedliche Gewichte aus.

Zum Beispiel:

$F_1 = 4 \text{ N}$ und $F_2 = 8 \text{ N}$.



Selbst gebaute Versuchsanordnung zur Entdeckung des Hebelgesetzes

Foto: J. Baum

Tipp

Jetzt muss nach deiner Hypothese der Abstand zwischen dem Drehpunkt und F_1 doppelt so groß sein wie zwischen dem Drehpunkt und F_2 . Probiere es aus und miss nach!

7. Formuliere den entdeckten Zusammenhang als physikalischen **Lehrsatz**:

Für den zweiseitigen Hebel gilt:

$F_1 \cdot l_1 = \underline{\hspace{2cm}}$, wobei $F_1 = \text{Kraft}$, $l_1 = \text{Kraftarm}$,

$F_2 = \text{Last}$, $l_2 = \text{Lastarm}$.



M 3 Einseitige oder zweiseitige Hebel?

I/B



Zange



Türklinke



Kaffeemühle



Schubkarre



Flaschenöffner



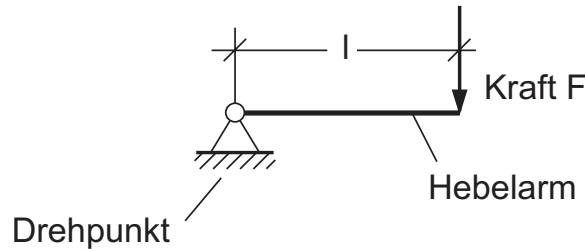
Kran

VORANSICHT

M 4 Der einseitige Hebel

Viele einseitige Hebel kennst du aus deinem Alltag. Hierbei lässt sich durch einen Hebelarm eine aufzubringende Kraft verringern.

Skizze



I/B

Merke

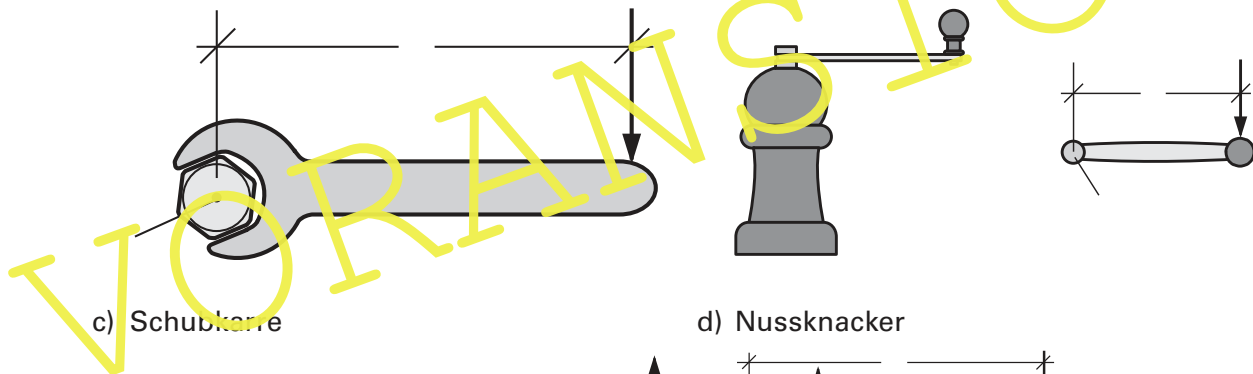
Multipliziert man die Kraft F [in N] mit der Länge des Hebelarms l [in m], so erhält man als Produkt das **Drehmoment** M_d [in Nm].

Aufgaben

1. Trage jeweils die Begriffe „**Hebelarm**“, „**Kraft**“ und „**Drehpunkt**“ ein bzw. einfach die Abkürzungen: l für den Hebelarm, F für die Kraft und D für den Drehpunkt.

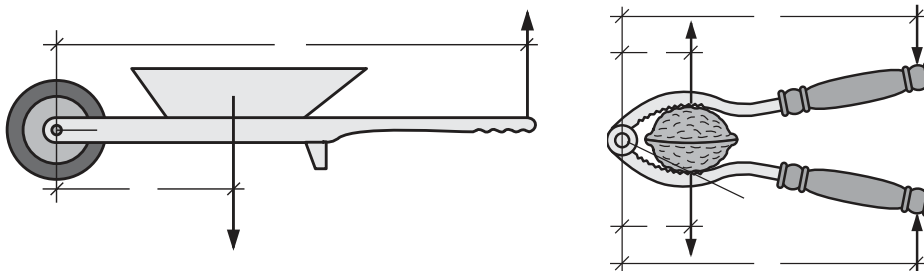
a) Schraubenschlüssel

b) Kaffee-/Teilmühle

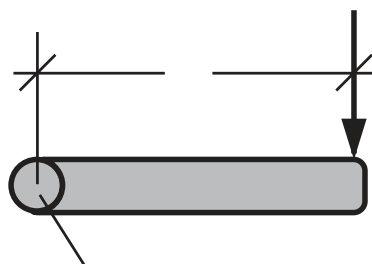


c) Schubkarre

d) Nussknacker



e) Fenstergriff



2. Finde weitere Beispiele für einseitige Hebel. Schreibe diese in dein Heft.

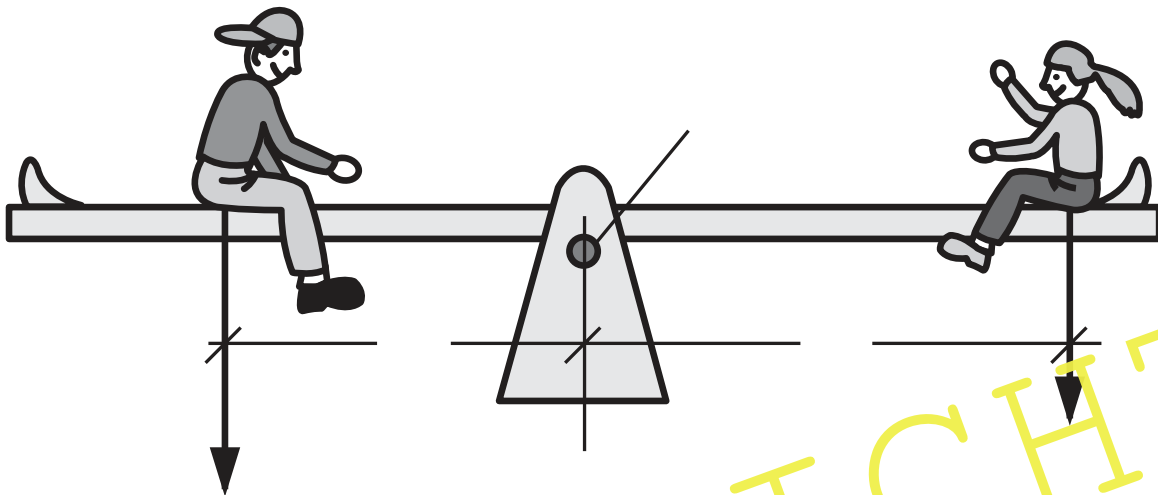
3. Ergänze folgenden Satz: Das Drehmoment eines einseitigen Hebels ist abhängig von

M 6 Der zweiseitige Hebel – Tippkarte



Die Kinderwippe

Aufgabe: Trage die Begriffe „Kraft“ (F_1), „Kraftarm“ (l_1) und „Last“ (F_2), „Lastarm“ (l_2) bzw. „Drehpunkt“ (D) ein bzw. einfach die Abkürzungen.



I/B

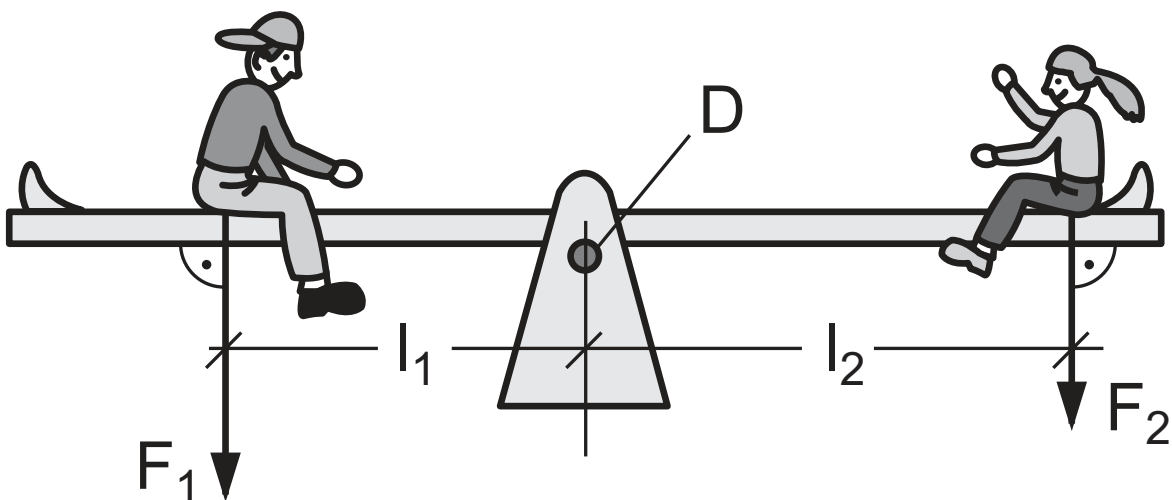


Lösung

Das Hebelgesetz lautet:

„Kraftarm • Kraft“ = „Lastarm • Last“,

wenn sich der zweiseitige Hebel im Gleichgewicht befindet und die Kräfte senkrecht am Hebel angreifen.



Erläuterungen und Lösungen

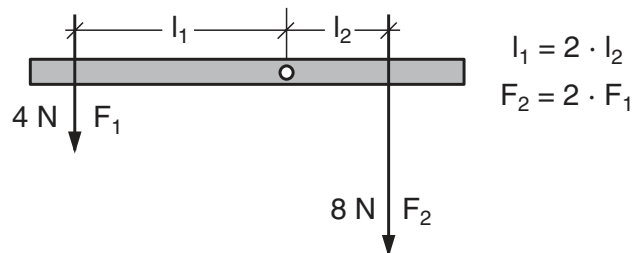
M 2 Wir formulieren das Hebelgesetz für den zweiseitigen Hebel

4. Der gesuchte Zusammenhang ist das **Hebelgesetz** für den zweiseitigen Hebel:

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2.$$

5. Das Produkt aus F_1 und l_1 ist genauso groß wie das Produkt aus F_2 und l_2 .

6.



7. **Physikalischer Lehrsatz:**

Für den zweiseitigen Hebel gilt:

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2, \text{ wobei } F_1 = \text{Kraft, } l_1 = \text{Kraftarm, } F_2 = \text{Last, } l_2 = \text{Lastarm.}$$

M 3 Einseitige oder zweiseitige Hebel

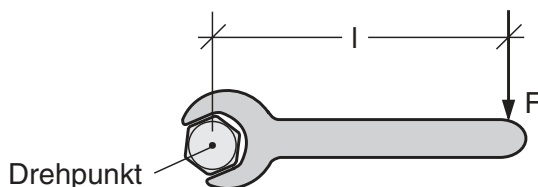
Setzen Sie die **Farbfolie** als Einstieg in die zweite Unterrichtsstunde ein. Ihre Schüler haben den Versuch (**M 2**) durchgeführt und sollen nun Vermutungen anstellen, ob es sich bei den abgebildeten Gegenständen um ein- oder zweiseitige Hebel handelt. Wenn Ihren Schülern dies schwer fällt, erklären Sie zunächst, dass beim einseitigen Hebel der Drehpunkt am Ende des Kraftarms liegt und beim zweiseitigen Hebel zwischen Kraft- und Lastarm.

Einseitige Hebel sind: Türklinke, Kaffeemühle und Flaschenöffner, Schubkarre.

Zweiseitige Hebel sind: Zange und Kran.

M 4 Der einseitige Hebel

a) Schraubenschlüssel



b) Kaffee-/Pfeffermühle

