



## Projektarbeit Klasse 9 – Einfache Maschinen

### Themen:

1. Einfache Maschinen – Seil und Rolle (S.159)
2. Der Flaschenzug (S.160)
3. Die schiefe Ebene (S.161)
4. Der Hebel (S.162)
5. Die goldene Regel der Mechanik (S.163)
6. Das Gleichgewicht an der Wippe (S.164-165)
7. Einfache Maschinen im Alltag (S.166)

**Aufgabe:**      **Erstellt eine Mappe zu den oben aufgeführten Themen.  
Beachtet hierbei die folgenden Kriterien:**

- Deckblatt
  - Thema: Einfache Maschinen
  - Namen und Klasse/Kurs, Lehrer, Fach
  - Foto vom Produkt/Bild passend zum Thema
  - „Schuljahr .....“
- Inhaltsverzeichnis
  - Auflistung der Themen
  - Seitenzahlen
- Hauptteil
  - Erarbeitet die einzelnen Themen mit Hilfe der Buchseiten.
  - Ihr könnt auch weitere Quellen nutzen, z.B. Internet, YouTube, Bücher aus der Bücherei usw.
  - Pro Thema 1-2 Seiten
  - Zum besseren Verständnis könnt ihr auch Bilder und Zeichnungen hinzufügen.
  - Tippt eure Arbeit auf dem PC ab. Zeichnungen können auch nachträglich mit der Hand eingezeichnet werden.
- Quellenverzeichnis
  - Listet alle genutzten Quellen auf.

**- Abgabe am 8.5.2020 -**

## Seil und Rolle

An alten Lagerhäusern sieht man vielfach noch unter dem überstehenden Dach angebrachte Rollen. Schwere Lasten befestigte der Arbeiter unten am Seil, das über die Rolle gelegt wurde, und beförderte sie durch Ziehen in die oberen Stockwerke des Speichers.

## Die feste Rolle

Damit du den Körper in Versuch 1 anheben kannst, musst du am Seil ziehen. Die dazu notwendige Zugkraft misst du mit einem Federkraftmesser. Sie ist genauso groß wie die Gewichtskraft des Körpers, sie beträgt 10 N. Misst du nun den Hubweg und den Zugweg, stellst du fest, dass beide Wege gleich groß sind. Um den Körper 10 cm hoch zu heben, musst du das andere Seilende 10 cm nach unten ziehen.

Das Seil verlagert den Angriffspunkt der Kraft. Die feste Rolle ändert die Richtung der Kraft. Ein Seilende zieht man nach unten, der Körper wird nach oben befördert.

Bei einer festen Rolle sind Hubkraft und Zugkraft gleich groß. Hubweg und Zugweg sind gleich groß.

## Die lose Rolle

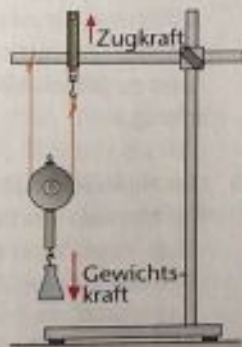
Bild 2 zeigt eine lose Rolle. Das eine Seilende wird am Stativstab befestigt. Das Seil wird um die Rolle gelegt. Die Rolle hängt also lose im Seil und wird mit der Last zusammen nach oben gezogen. Durch die Verwendung eines Seiles wird wieder der Angriffspunkt der Kraft verändert, aber nun wirken beide Kräfte in die gleiche Richtung.

## Kann man Kraft sparen?

In Versuch 2 werden die Zugkraft und der Zugweg bei einer losen Rolle gemessen.



1 Die feste Rolle ändert die Richtung der Kraft.

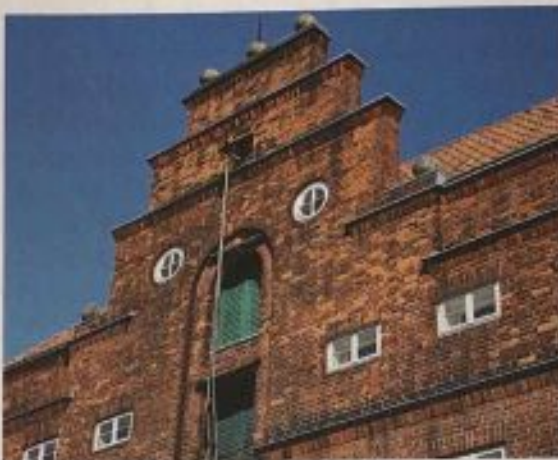


2 Die lose Rolle verringert die benötigte Zugkraft.

Die Gewichtskraft des Körpers beträgt 10 N. Die aufzuwendende Zugkraft ist nur halb so groß wie die Hubkraft, also nur 5 N. Man kann also Kraft sparen.

Nun soll der Körper 10 cm gehoben werden. Wie weit muss das Seil nach oben gezogen werden? Hier verdoppelt sich der Zugweg! Du musst das Seil 20 cm nach oben ziehen.

Mit einer losen Rolle wird Kraft eingespart. Die Zugkraft ist nur halb so groß wie die Hubkraft. Der Zugweg ist doppelt so groß wie der Hubweg.



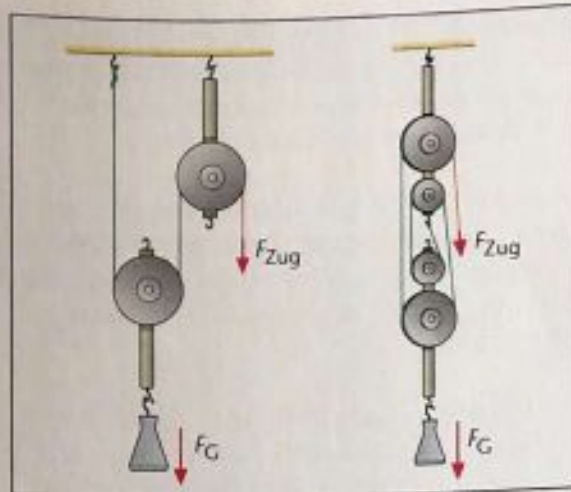
3 Altes Lagerhaus mit Seil und Rolle

## Versuche

- Befestige eine Rolle an einem Stativstab und lege ein Seil über die Rolle. An einem Seilende wird ein Körper mit einer Gewichtskraft von 10 N befestigt. Am anderen Ende wird ein Federkraftmesser angebracht.

  - Bestimme mit dem Federkraftmesser, wie groß die Zugkraft ist.
  - Ziehe den Körper 10 cm nach oben. Wie weit muss das Seil nach unten gezogen werden?
- Befestige ein Seilende an einem Stativstab und halte das andere Ende mit einem Federkraftmesser senkrecht nach oben. In die Schlaufe des Seils wird eine Rolle gelegt, an der ein Körper mit einer Gewichtskraft von 10 N angehängt wird.

  - Miss mit dem Federkraftmesser, wie groß die Zugkraft ist.
  - Ziehe den Körper 10 cm nach oben. Wie weit musst du das Seil nach oben ziehen?



1 Lose und feste Rollen

## Noch mehr Rollen

Auf Segelschiffen werden bei Wind die Segel gesetzt, bei Windstille werden sie wieder eingeholt. Segeltücher sind sehr großflächig und deswegen sehr schwer. Um den Matrosen diese anstrengende Arbeit zu erleichtern, wurden Rollen am Segel befestigt und Seile darüber gelegt. Man setzte immer mehrere Rollen in je einem Holzblock zusammen. Diese Halterungen mit den Rollen wurden „Flaschen“ genannt. Deshalb nennt man ein solches Gerät einen Flaschenzug. [System, S. 378]

## Noch weniger Zugkraft...

Im Bild 1b siehst du einen Flaschenzug mit zwei festen Rollen, zwei losen Rollen und einer Last. Die Last hat eine Gewichtskraft von 10 N. Die erforderliche Zugkraft wird mit einem Federkraftmesser gemessen. Sie beträgt 2,5 N, also nur noch ein Viertel der Gewichtskraft.



2 Historischer Flaschenzug

Bei einem Flaschenzug kommt es auf die Anzahl der Seilstücke an, die die Last tragen. In diesem Experiment sind es vier tragende Seilstücke (im Bild 1b grün eingezeichnet). Das letzte Seilstück trägt keine Last. Denn mit der letzten Rolle wurde nur die Kraftrichtung geändert.

## ... aber mehr Zugweg

Nun wird gemessen, wie lang Hubweg und Zugweg bei einem Flaschenzug sind. Der Flaschenzug hat wieder vier tragende Seilstücke. Soll der Körper 10 cm hochgehoben werden, braucht man für den Zugweg ein viel längeres Seil. Bei diesem Flaschenzug ist der Zugweg viermal so lang, er beträgt hier 40 cm.

▶ Mit einem Flaschenzug spart man Kraft. Bei einem Flaschenzug mit vier tragenden Seilstücken beträgt die Zugkraft nur noch ein Viertel von der Gewichtskraft des Körpers. Aber der Zugweg ist viermal so lang wie der Hubweg.

## Das „Kraftwunder“ im Einsatz

Ein Kran kann mithilfe eines Flaschenzuges große Lasten heben. Aus alten Zeichnungen weiß man, dass schon im 13. Jahrhundert Kräne beim Bau der Kirchen eingesetzt wurden.

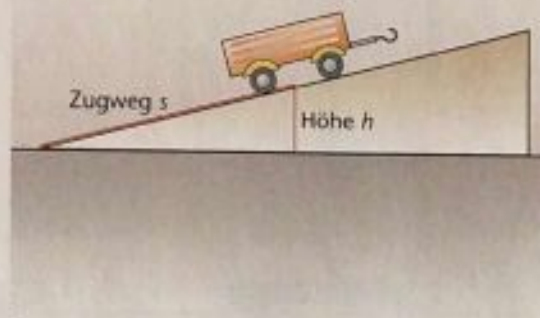
Auch heute werden Flaschenzüge überall dort gebraucht, wo es darum geht, große Gewichtskräfte zu bewältigen. Das ist z. B. beim Be- und Entladen von Hochseeschiffen der Fall.

## Aufgaben

- 1 Wo werden in der Technik auch noch Flaschenzüge eingesetzt?
- 2 Ist es möglich, so viele Rollen im Flaschenzug einzubauen, dass man gar keine Kraft mehr braucht, um eine schwere Last zu heben? Begründe deine Entscheidung.
- 3 Formuliere die Zusammenhänge zwischen Hub- und Zugweg und zwischen Hub- und Zugkraft beim Flaschenzug in Form von zwei Gleichungen.
- 4 Plane ein Experiment, in dem man eine möglichst große Last mit einer Zugkraft von 5 N heben kann. Führe dann dein Experiment durch und protokolliere.



1 Gewusst wie!



2 Bei einer schiefen Ebene braucht man einen längeren Weg.

## Eine schräge „Fahrbahn“

Zwei Sportler wollen mit dem Fahrrad den Gipfel eines Berges erreichen ( $\triangleright$  B1). Mit dem Mountain Bike ist es möglich, den steilen Berg auf kürzestem Wege hochzufahren. Der Radrennfahrer benutzt die Serpentina. Damit muss er zwar einen längeren Weg bis zum Ziel fahren, aber es geht nicht ganz so steil nach oben. Der Rennfahrer nutzt die Vorteile der schiefen Ebene.

Im Experiment kannst du eine schiefe Ebene wie im Bild 3 aufbauen. Bei der Messung der Zugkraft stellst du fest, dass mit einer schiefen Ebene Kraft eingespart wird. Die Zugkraft ist kleiner als die Gewichtskraft des Körpers. Wie groß die Kraftersparung ist, hängt hier von der Höhe der schiefen Ebene ab.

Aber denke noch einmal an die beiden Radfahrer. Sie müssen beide die gleiche Höhe erreichen, allerdings sind die Fahrwege unterschiedlich lang. Bei dem Radrennfahrer ist der Weg nicht so steil, aber dafür erheblich länger ( $\triangleright$  B2).

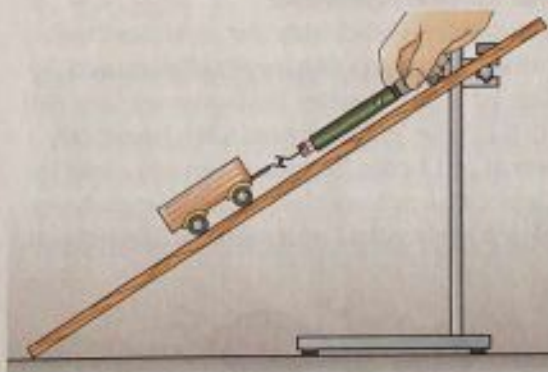
Bei einer schiefen Ebene spart man Kraft. Dafür wird aber ein längerer Weg zurückgelegt.

## Anwendungen in der Technik

Schiefe Ebenen findet man überall dort, wo es darauf ankommt, Höhen zu überwinden. Das nutzten vermutlich sogar schon die Ägypter beim Bau ihrer Pyramiden.

Straßen und Wanderwege, die auf einen Berg hinauf führen, sind meistens in Serpentina gebaut ( $\triangleright$  B1). Dadurch ist der Weg nicht so steil und der Aufstieg wird einfacher. Allerdings wird der Weg dadurch erheblich länger.

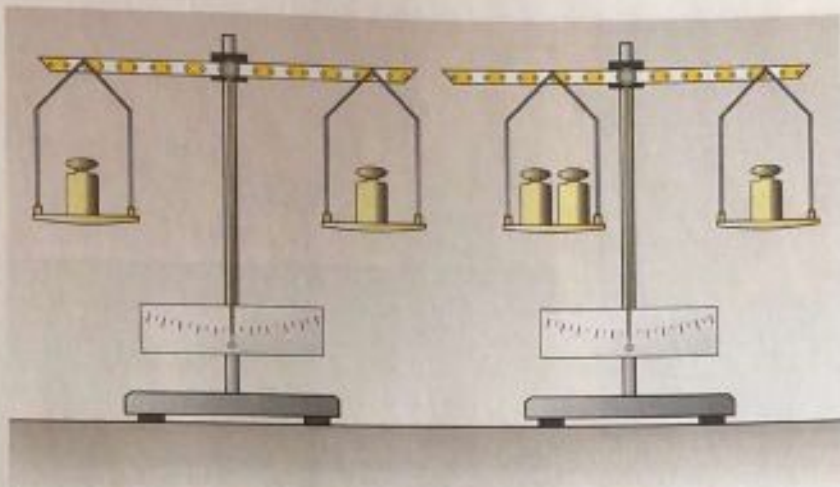
Rampen für Kinderwagen und Rollstühle sind auch schiefe Ebenen. Je flacher eine solche Rampe ist, desto einfacher ist es, die Rampe hinaufzufahren. Auch das Gewinde einer Schraube ist eine kleine schiefe Ebene. Das kannst du erkennen, wenn man ein dreieckiges Stück Papier um einen Bleistift wickelt. Es entsteht die Form eines Schraubengewindes.



3 Zu Versuch 1

## Versuch

1. Untersuche, ob du mit einer „Auffahr-rampe“ Kraft einsparen kannst.
  - a) Baue dir eine solche Rampe wie im Bild 3. Miss die Gewichtskraft des Wagens.
  - b) Stelle nun verschiedene Höhen ein und ändere damit den Anstiegswinkel der Bahn. Miss die Zugkraft bei verschiedenen Anstiegswinkeln.
  - c) Was hast du festgestellt? Formuliere dein Ergebnis mit folgendem Satz: „Je größer..., desto...“
  - d) Nutze ein längeres Brett und wiederhole deine Versuchsreihe. Formuliere dein Ergebnis in einem Satz.



1 Zwei Möglichkeiten, eine Waage ins Gleichgewicht zu bringen

## Was ist ein Hebel?

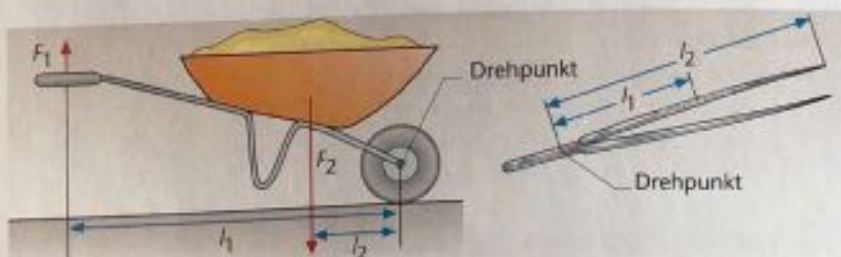
Jede Stange, die sich um einen festen Punkt drehen kann, bezeichnet man als **Hebel**. Hebel haben zwei Hebelarme und einen Drehpunkt. Je nach Anordnung der Hebelarme und des Drehpunktes werden ein- und zweiseitige Hebel unterschieden.

## Der zweiseitige Hebel

Bei diesem Hebel befindet sich der Drehpunkt zwischen den zwei Hebelarmen. Das ist z. B. bei einer Balkenwaage der Fall (▷ B 1). Die Waage ist im Gleichgewicht, wenn auf beide Waagschalen die gleiche Gewichtskraft wirkt und die Waagschalen gleich weit vom Drehpunkt entfernt sind.



2 Gewusst wie!



3 Einseitige Hebel

Die Balkenwaage ist aber auch dann im Gleichgewicht, wenn eine Waagschale den halben Abstand zum Drehpunkt hat und auf dieser Waagschale zwei Wägestücke stehen. Am kürzeren Hebelarm wirkt dann die größere Kraft.

Bei einem zweiseitigen Hebel befindet sich der Drehpunkt zwischen den beiden Hebelarmen.

## Eine harte Nuss ist zu knacken

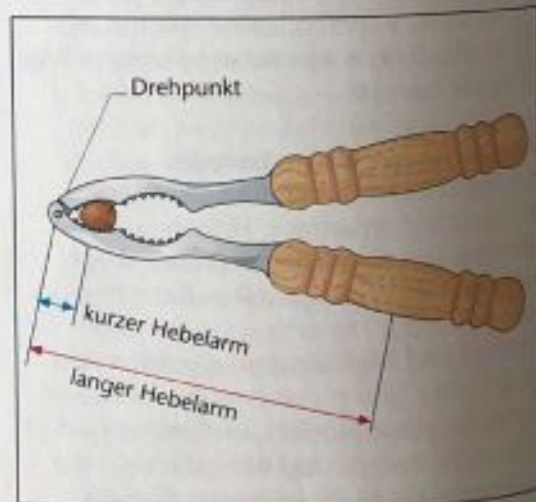
Willst du eine Haselnuss zerdrücken (▷ B 2), reicht deine Muskelkraft alleine nicht aus. Du brauchst Hilfsmittel, am besten benutzt du einen Nussknacker (▷ B 4).

Beim Nussknacker befindet sich der Drehpunkt vorne an der Spitze. Es gibt einen langen und einen kurzen Hebelarm, die beide auf derselben Seite des Drehpunktes liegen. Damit du mit möglichst wenig Kraft die Nuss zerdrücken kannst, fasst du den Nussknacker möglichst weit hinten an. So nutzt du den langen Hebelarm. Nahe am Drehpunkt, wo sich die Nuss befindet, wirkt eine viel größere Kraft: Die Schale zerbricht.

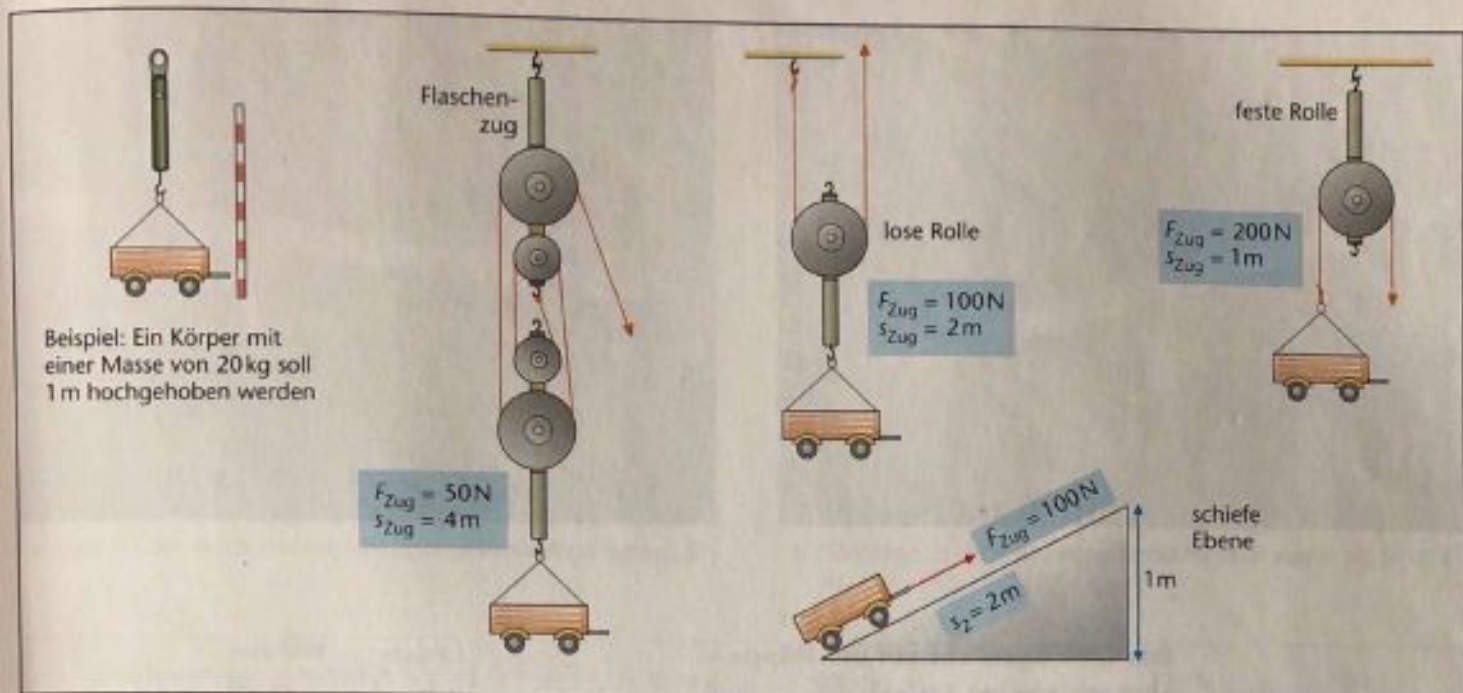
## Der einseitige Hebel

Befinden sich die beiden Hebelarme auf derselben Seite des Drehpunktes, spricht man vom einseitigen Hebel. Das ist z. B. bei einer Schubkarre oder einer Pinzette der Fall (▷ B 3). Das besondere an der Pinzette ist, dass man hier die Kraft verkleinern will. Du fasst deshalb die Pinzette am kurzen Hebelarm an.

Bei einem einseitigen Hebel befinden sich beide Hebelarme auf derselben Seite des Drehpunktes.



4 Der Nussknacker ist ein einseitiger Hebel.



1 Vergleich der Wirkungsweisen verschiedener einfacher Maschinen

## Einfache Maschinen

Einfache Maschinen werden häufig auch als Kraftwandler bezeichnet. Eine Veränderung der benötigten Kraft ist immer mit einer Veränderung des Weges verbunden.

Mit der festen Rolle kann man die Richtung und den Angriffspunkt der Kraft ändern.

Bei der losen Rolle braucht man nur noch die Hälfte der Kraft aufwenden, aber der Zugweg ist doppelt so lang wie der Hubweg. Beim Flaschenzug mit vier tragenden Seilen braucht man nur noch ein Viertel der Kraft, aber der Weg muss viermal so lang sein.

Mit der schiefen Ebene muss man ebenfalls weniger Kraft aufwenden, der benötigte Weg wird dann allerdings länger. Auch beim Hebel benötigt man am längeren Hebelarm eine kleinere Kraft.

## Können Maschinen Arbeit sparen?

Du hast gelernt, dass immer dann mechanische Arbeit verrichtet wird, wenn auf den Körper eine Kraft wirkt und der Körper sich in Kraftrichtung bewegt.

Bei den einfachen Maschinen kennst du nun den Zusammenhang zwischen Kraft und Weg. Wenn man die Kraft verkleinern will, muss man einen längeren Weg zurücklegen. Wird die Kraft verstärkt, so verringert sich der Weg.

Bei einfachen Maschinen bleibt das Produkt aus Kraft und Weg gleich groß. Deshalb kann man mit einfachen Maschinen keine Arbeit sparen.

## Die Goldene Regel der Mechanik

Vergleicht man bei den einfachen Maschinen die Wege und die aufzuwendenden Kräfte miteinander, so stellt man fest: Wenn man weniger Kraft aufwendet, muss man entsprechend mehr Weg zurücklegen.

Das haben alle einfachen Maschinen gemeinsam. Für sie gilt die Goldene Regel der Mechanik. Die Goldene Regel der Mechanik folgt aus dem Energieerhaltungssatz, den du bald kennen lernen wirst.

Wenn man Kraft einspart, dann muss man mehr Weg zurücklegen. Mechanische Arbeit kann nicht gespart werden. Bei einfachen Maschinen bleibt das Produkt aus Kraft und Weg gleich groß.

## Aufgabe

- In Bild 1 wird mit verschiedenen einfachen Maschinen ein Körper 1 m hoch gehoben. Berechne jeweils die benötigte mechanische Arbeit. Gilt die Goldene Regel der Mechanik bei allen gezeigten Beispielen?



1 So ist die Wippe nicht im Gleichgewicht.



2 So aber auch nicht!

## Das Gleichgewicht auf der Wippe – eine schwierige Sache?

Mischa und Andrea sitzen auf einer Wippe. Mischa ist schwerer als Andrea. Wenn beide den gleichen Abstand zum Drehpunkt der Wippe haben, herrscht kein Gleichgewicht und Mischa wird nicht vom Boden abgehoben (▷ B 1).

Also setzt sich Mischa näher zum Drehpunkt hin und Andrea weiter vom Drehpunkt weg. Das Ergebnis: Jetzt senkt sich die Wippe auf Andreas Seite und Mischa wird angehoben (▷ B 2).

Wie lässt sich herausfinden, bei welchen Positionen der beiden die Wippe ins Gleichgewicht kommt (▷ B 5)? Ein Versuch kann weiterhelfen (▷ V 1).

## Berechnung des Gleichgewichts am Hebel

Anhand der Bilder 6 bis 8 zu Versuch 1 kannst du die Zusammenhänge zwischen der Kraft, der Last, dem Kraftarm und dem Lastarm erkennen.

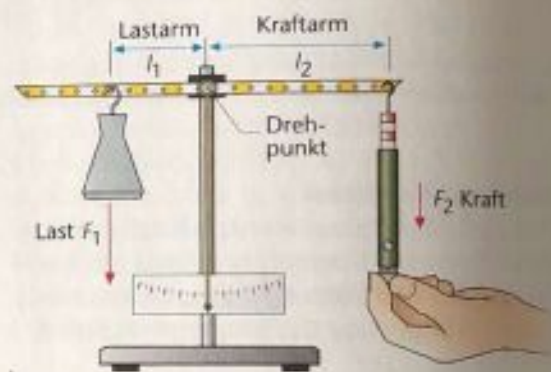
1. Bleiben Last und Lastarm gleich (▷ V 1b), so gilt:

Je länger der Kraftarm ist, desto kleiner ist die aufzuwendende Kraft (▷ B 8).

2. Bleiben Last und Kraftarm gleich (▷ V 1c), so gilt:

Je länger der Lastarm ist, desto größer ist die aufzuwendende Kraft (▷ B 9).

Die Tabelle (▷ B 4) liefert noch einen genaueren Zusammenhang. Bilde einmal die Produkte aus Last und Lastarm sowie Kraft und Kraftarm für den Versuch 1b. Beispiel:  
 $F_1 \cdot l_1 = 1 \text{ N} \cdot 0,1 \text{ m} = 1 \text{ Nm}$   
 $F_2 \cdot l_2 = 0,5 \text{ N} \cdot 0,2 \text{ m} = 1 \text{ Nm}$   
 Beide Produkte sind gleich.



3 Versuch zum Hebelgesetz

Damit kannst du jetzt das Hebelgesetz formulieren:

Ein Hebel ist im Gleichgewicht, wenn das Produkt aus Last und Lastarm gleich dem Produkt aus Kraft und Kraftarm ist.

$$\text{Last} \cdot \text{Lastarm} = \text{Kraft} \cdot \text{Kraftarm}$$

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

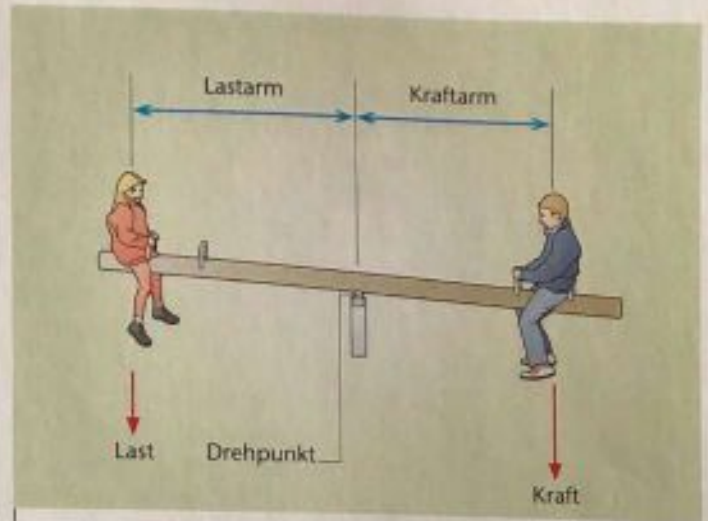
Die beiden Kräfte an den zwei Hebelarmen besitzen jeweils eine Drehwirkung. Betrachte Bild 3: Die Last am Lastarm dreht den Hebel gegen den Uhrzeigersinn. Die Kraft am Kraftarm dreht den Hebel im Uhrzeigersinn. Die Drehwirkung einer Kraft nennt man in der Physik **Drehmoment** (lat. momentum: Anlass). Bei allen Versuchen hast du den Kraftmesser senk-

$l_1$ in cm	$F_1$ in N	$l_2$ in m	$F_2$ in N
10	1	0,05	
10	1	0,1	
10	1	0,2	0,5

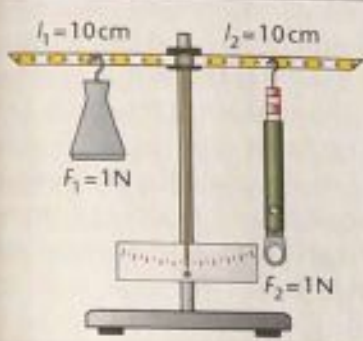
4 Tabelle zu Versuch 1b



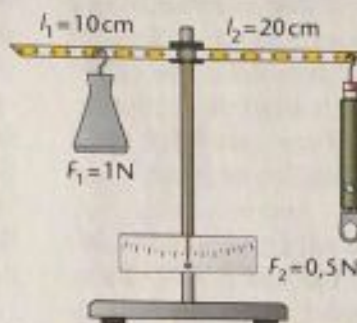
5 Endlich – die Wippe ist (fast) im Gleichgewicht.



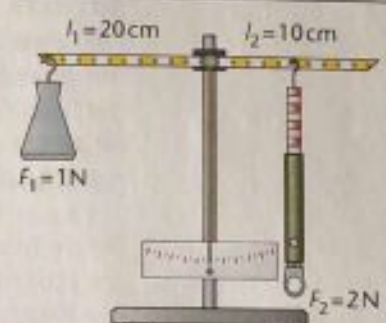
6 Die Wippe ist ein zweiseitiger Hebel.



7 Eine größere Last erfordert eine größere Kraft (V1a).



8 Ein längerer Kraftarm erfordert eine kleinere Kraft (V1b).



9 Ein längerer Lastarm erfordert eine größere Kraft (V1c).

recht nach unten gezogen. Das Hebelgesetz gilt nämlich nur, wenn die Kräfte und die Hebelarme senkrecht zueinander sind.

Mithilfe dieses Gesetzes kannst du berechnen, wohin sich die Kinder setzen müssen, damit die Wippe ins Gleichgewicht kommt (▷ B 10). Mischa hat eine Masse von 60 kg und Andrea eine von 40 kg. Mischa sitzt 1,5 m vom Drehpunkt entfernt.

Wohin muss sich Andrea setzen, wenn die Wippe ins Gleichgewicht kommen soll?

Gegeben:  $F_1 = 400\text{ N}$ ,  $F_2 = 600\text{ N}$ ,  $l_2 = 1,5\text{ m}$

Gesucht:  $l_1$  Formel:  $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$

Rechnung:  $400\text{ N} \cdot l_1 = 600\text{ N} \cdot 1,5\text{ m}$

$$400\text{ N} \cdot l_1 = 900\text{ N} \cdot \text{m}$$

$$l_1 = \frac{900\text{ N} \cdot \text{m}}{400\text{ N}}$$

$$l_1 = 2,25\text{ m}$$

Andrea muss sich 2,25 m vom Drehpunkt entfernt auf die Wippe setzen.

10 Rechenbeispiel

### Versuch

- 1 a) Hänge ein Massestück (eine Last) von 100 g ( $F_1 = 1\text{ N}$ ) an den linken Hebelarm. Der Abstand zum Drehpunkt soll 10 cm betragen. Dieser Hebelarm wird Lastarm ( $l_1$ ) genannt. Befestige den Federkraftmesser im Abstand von 20 cm am anderen Hebelarm. Dieser Hebelarm heißt Kraftarm ( $l_2$ ). Miss die Kraft, die nötig ist, um den Hebel ins Gleichgewicht zu bringen (▷ B 3). Verändere nun die Last  $F_1$ . Wechsle das Massestück gegen ein 50-g-Stück und danach gegen ein 200-g-Stück aus.
- b) Hänge das 100-g-Massestück wieder im Abstand von 10 cm an den Hebel. Verändere jetzt die Länge des Kraftarms  $l_2$ . Bestimme jeweils wieder die Kraft. Übertrage die Tabelle (▷ B 3) in dein Heft und trage alle Werte ein.
- c) Jetzt bleiben die Last (1 N) und der Kraftarm (10 cm) gleich. Verändere den Lastarm  $l_1$ , indem du das Massestück in verschiedenen Abständen anbringst. Bestimme wieder die Kraft.



### So geht es leichter!

Werkzeuge sind einfache Geräte, mit denen wir uns die Arbeit erleichtern können. Schon in der Steinzeit wurden die ersten Werkzeuge erfunden. Man versuchte, mithilfe von Ästen große Kräfte aufzubringen. Ein solcher Ast wirkt wie ein Hebel. So konnten die Menschen damals große Steine, Baumstämme oder auch andere große Lasten anheben.

### Ein Baum wird gefällt

Weißt du, wie man früher Bäume gefällt hat? Entsprechend der Fallrichtung wurde mit der Axt eine Kerbe in den Baum geschlagen. Dann wurde der Stamm von der gegenüberliegenden Seite aus angesägt bis er kippte. Nun wurden mit einer Axt die Äste vom Stamm geschlagen. Anschließend wurde der Baumstamm mithilfe „einer Pferdestärke“ aus dem Wald transportiert. Im Gebirge nutzte man die steilen Abhänge als schiefe Ebenen und ließ die Stämme nach unten ins Tal rutschen.

Heute werden immer mehr Maschinen in der Forstwirtschaft eingesetzt. Zum Fällen der Bäume benutzt man Motorsägen, moderne Maschinen entfernen automatisch die Äste an den Baumstämmen, Traktoren und Schlepper mit Seilwinden transportieren die Bäume aus dem Wald bis zum Sägewerk.

### Eine runde Sache

Rollen sind aus Rädern entstanden. Aber wer hat das Rad erfunden?

Es ist bekannt, dass schon vor über 5000 Jahren Baumstämme als Walzen benutzt wurden. Später verwendete man Baumstammescheiben. Die ersten Wagenräder waren aus Brettern zusammengefügte Scheiben. Die Räder waren vor allem für den Transport wichtig. Das Rad brauchte



1 Riesenrad

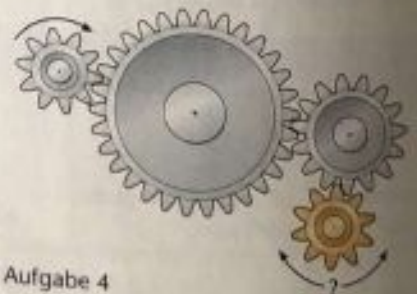


2 Skateboarder

man aber auch für die Töpferscheibe oder das Spinnrad. Dafür schnitt man Holzteile heraus und es entstand das Speichenrad. Räder und Rollen werden auch zur Kraftübertragung in Windmühlen, Wasserrädern, Dampfmaschinen und Getrieben eingesetzt. Uhrwerke, Motoren und Steerräder funktionieren mithilfe dieser Erfindung. Selbst im Sport und in der Freizeit findet man viele Beispiele für die Nutzung von Rädern und Rollen: Skateboard fahren, Radrennen, Segeln und das Riesenrad auf dem Rummel.

### Aufgaben

- 1 Auch in der Küche kannst du einfache Geräte und Werkzeuge entdecken. Nenne Geräte, die es elektrisch und handbetrieben gibt.
- 2 Informiere dich über die Arbeit der Forstarbeiter in einem Forstbetrieb in deiner Nähe. Recherchiere im Internet oder in einer Bibliothek zu diesem Thema. Erstelle eine Fotodokumentation über diese Arbeit.
- 3 Welche Arten von Rädern gibt es? Suche zehn Begriffe, die das Wort „...rad“ enthalten.
- 4 Sieh dir das Bild 3 an und erkläre die Funktionsweise dieses Getriebes. In welche Richtung dreht sich das letzte Zahnrad?



3 Zu Aufgabe 4