

Kraft sparen

- AM 5.10 Schiefe Ebene
- AM 5.11 Hebel
- AM 5.12 Flaschenzüge
- OM 5.12 Das Hebelgesetz
- OM 5.13 Entdecke einfache Maschinen im alten Ägypten
- OM 5.14 Entdecke einfache Maschinen im Römischen Reich
- TB 1 Experimentierprozess
- TB 12 Tabelle erstellen
- TB 13 Diagramm erstellen

Gut zu wissen

Eine Rampe wie in Bild 1 nennt man in der Physik eine **schiefe Ebene**.

In diesem Kapitel lernst du, dass Kraft gespart werden kann. Dazu lernst du die schiefe Ebene, den Hebel und den Flaschenzug kennen und erfährst, wo sie vorkommen und eingesetzt werden.

Schiefe Ebenen

Lilly macht eine Schnupperlehre bei einer Gärtnerei. Sie soll einen Rasenmäher auf den Lieferwagen laden. Der Rasenmäher ist zu schwer, um ihn hochzuheben. Darum baut Lilly eine Rampe, um den Rasenmäher auf den Lieferwagen zu schieben (Bild 1).

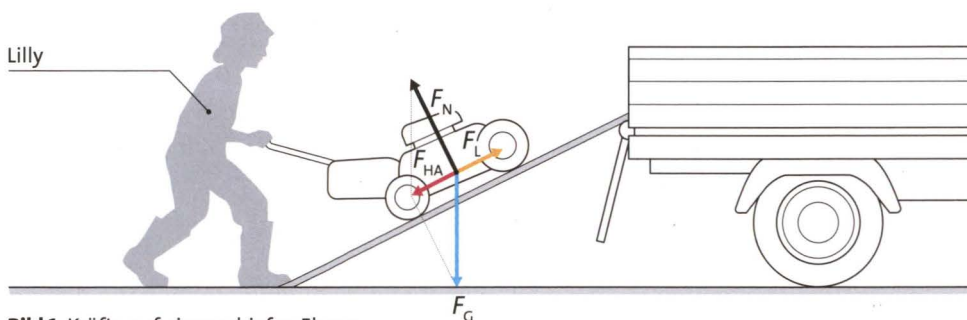


Bild 1 Kräfte auf einer schiefen Ebene

Wenn Lilly den Rasenmäher hochheben würde, müsste ihre Kraft gleich gross sein wie die Gewichtskraft F_G . Weil der Rasenmäher auf der Rampe steht, wirkt nicht nur die Gewichtskraft F_G , sondern auch eine Kraft von der Rampe auf den Rasenmäher: die **Normalkraft** F_N . Die Normalkraft wirkt immer senkrecht zur Oberfläche, auf der ein Körper steht. Die Gesamtkraft, die auf den Rasenmäher wirkt, wenn Lilly ihn noch nicht festhält, setzt sich also aus der Gewichtskraft F_G und der Normalkraft F_N zusammen (Bild 1). Diese Gesamtkraft heisst **Hangabtriebskraft** F_{HA} . Damit der Rasenmäher die Rampe nicht hinunterrollt, muss Lillys Kraft auf den Rasenmäher F_L genauso gross sein wie die Hangabtriebskraft F_{HA} . Die gleiche Kraft F_L braucht Lilly, um den Rasenmäher mit konstanter Geschwindigkeit auf den Lieferwagen zu schieben.

- 1 Erkläre jemandem aus der Klasse, ob die Hangabtriebskraft bei einem schwereren Rasenmäher grösser oder kleiner ist als bei einem leichten Rasenmäher.
- 2 Eigentlich muss Lilly nicht nur die Hangabtriebskraft überwinden. Eine weitere Kraft, die Lilly beim Schieben überwinden muss, ist im Bild nicht eingezeichnet. Überlege und besprich mit jemandem aus der Klasse, welche Kraft das ist.

Rollstuhlfahrende haben es dank schiefen Ebenen leichter

Für Rollstuhlfahrende gibt es im Alltag viele Hindernisse. Zum Beispiel können sie nicht einfach eine Treppe hochfahren. Deshalb gibt es bei Treppen oft Rampen für Rollstuhlfahrende (Bild 2). Solche Rampen sind meistens lang und nicht sehr steil. Warum das so ist, kannst du mit ► AM 5.10 herausfinden.



Bild 2 Eine Rampe für Rollstuhlfahrende

Zweiseitige und einseitige Hebel

- 3 Betrachte Bild 3 und 4. Vergleiche den Aufbau der Beisszange und des Nussknackers. Beschreibe jemandem aus der Klasse Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den beiden Geräten.

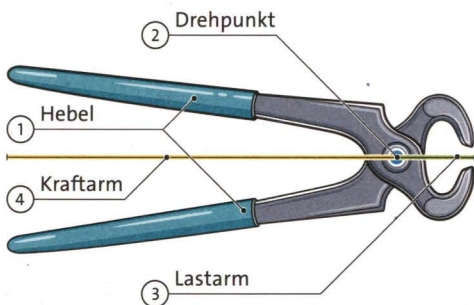


Bild 3 Lastarm, Drehpunkt und maximaler Kraftarm bei einer Beisszange

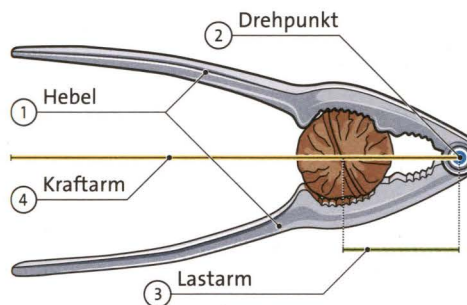


Bild 4 Drehpunkt, Lastarm und maximaler Kraftarm bei einem Nussknacker

Eine Beisszange (Bild 3) besteht aus zwei Hebeln (1). Die beiden Hebel sind am Drehpunkt (2) verbunden. Auf der einen Seite des Drehpunkts ist der Lastarm (3), auf der anderen Seite des Drehpunkts ist der Kraftarm (4). Wenn sich Kraftarm und Lastarm auf zwei Seiten vom Drehpunkt befinden, nennt man dies einen **zweiseitigen Hebel**. Auch der Nussknacker (Bild 4) besteht aus zwei Hebeln (1), die am Drehpunkt (2) verbunden sind. Aber Lastarm (3) und Kraftarm (4) sind auf der gleichen Seite des Drehpunkts. Wenn Lastarm und Kraftarm auf einer Seite des Drehpunkts sind, nennt man dies einen **einseitigen Hebel**.

In deinem Alltag kommen oft Geräte mit Hebeln vor. Manchmal sieht man, ob es zweiseitige oder einseitige Hebel sind. Manchmal sieht man es auch nicht, weil der Lastarm verborgen ist. Vier Beispiele sind in den Bildern 5 bis 8 abgebildet.



Bild 5 Knoblauchpresse



Bild 6 Türklinke



Bild 7 Wasserhahn



Bild 8 Schere

Gut zu wissen

«Last» steht für die Kraft, die man ohne Hilfsmittel aufwenden müsste. Zum Beispiel, um eine Nuss zu knacken, etwas hochzuheben oder etwas zu schneiden. Der **Lastarm** ist die Strecke vom Drehpunkt bis zu dem Punkt, an dem die «Last» angreift. Zum Beispiel ist beim Nussknacker der Lastarm die Strecke vom Drehpunkt bis zur Mitte der Nuss. Der **Kraftarm** ist die Strecke vom Drehpunkt bis zu dem Punkt, an dem die Kraft am Hebel angreift. Zum Beispiel ist beim Nussknacker der Kraftarm die Strecke vom Drehpunkt bis zu dem Punkt, wo die Finger den Nussknacker zusammen-drücken.

- 4 Betrachte die Bilder 5 bis 8.

- Besprich mit jemandem aus der Klasse, bei welchen Geräten du sowohl Lastarm als auch Kraftarm erkennen kannst.
- Besprich mit jemandem in der Klasse, ob bei den Geräten einseitige oder zweiseitige Hebel vorkommen.

- 5 Erkunde Hebel mit ►AM 5.11, das Hebelgesetz mit ►OM 5.12 und erfahre in ►OM 5.13, wie die Ägypter Pyramiden bauten.

- 6 Überlege, wie auf einer Baustelle schwere Dinge hochgehoben und von einer Stelle zur anderen bewegt werden.

Gut zu wissen

Ein Flaschenzug hat nichts mit einer Flasche oder einem Zug zu tun. Früher wurden die Halterungen für die Rollen als Flaschen bezeichnet. Und weil man daran ziehen kann, heisst das Gerät Flaschenzug.

Der Flaschenzug

Auf einer Baustelle müssen viele schwere Gegenstände transportiert werden. Zum Beispiel müssen Backsteine von einem Lastwagen abgeladen werden. Dafür kommt auf Baustellen fast immer ein Kran zum Einsatz. Ein Kran kann schwere Lasten heben und von einer Stelle der Baustelle zu einer anderen transportieren. Schon vor etwa 2500 Jahren gab es in Griechenland die ersten Kräne (Bild 9).

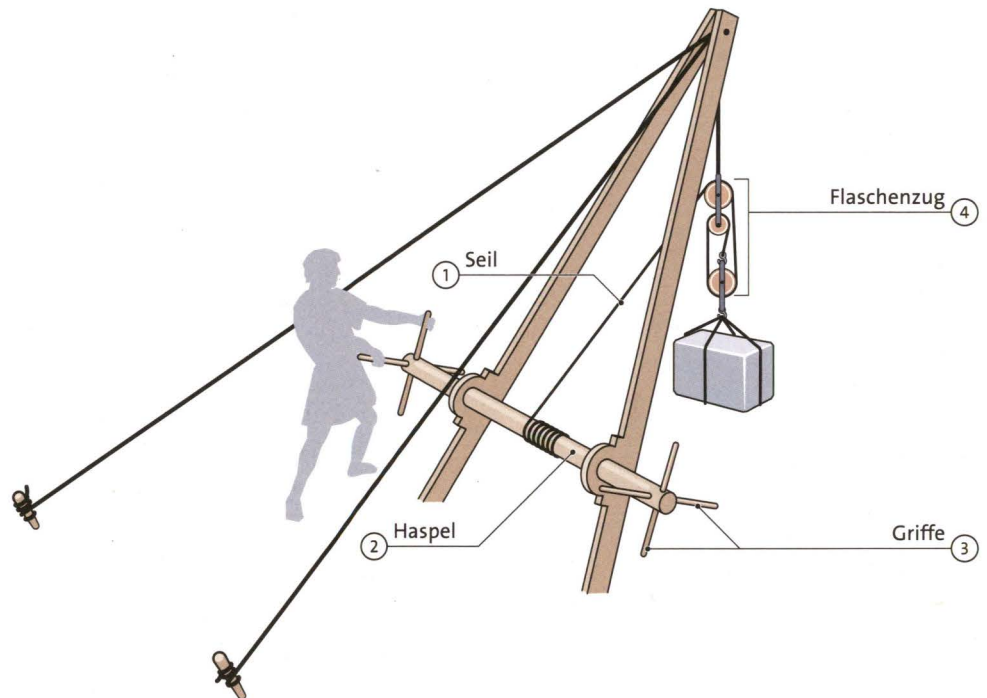


Bild 9 Ein Kran vor 2500 Jahren

Der Kran in Bild 9 konnte zwar nicht bewegt werden, aber Bauarbeiter konnten damit zum Beispiel schwere Steine von einem Wagen abladen. Um mit dem Kran Kraft zu sparen, hat er zwei Vorrichtungen: Das Seil (1) wird auf die Haspel (2) aufgewickelt. Die Griffe (3) an der Haspel wirken als Hebel. Je länger diese Hebel sind, desto weniger Kraft braucht der Arbeiter zum Drehen der Haspel. Der Stein ist nicht einfach mit dem Seil (1) verbunden. Zwischen dem Seil und dem Stein befindet sich ein **Flaschenzug** (4). Durch den Flaschenzug spart der Arbeiter noch mehr Kraft.



Arbeiter und Arbeiterinnen auf dem Bau haben viel mit Kraft zu tun, weil sie selbst schwere Gegenstände tragen müssen. Zudem nutzt zum Beispiel ein Bagger das Hebelgesetz oder ein Kran kann dank einem Flaschenzug schwere Lasten heben. Bauberufe sind zum Beispiel Maurer, Strassenbauer, Gleisbauer oder Steinmetze.

Ein einfacher Flaschenzug besteht aus zwei Rollen (Bild 10). Über die Rollen laufen die Seile. Eine Rolle ist zum Beispiel fest mit der Decke verbunden. Diese Rolle wird Umlenkrolle (1) genannt. Die andere Rolle hängt im Seil. Sie wird lose Rolle (2) genannt. Wird am Seil (3) gezogen, bewegt sich die lose Rolle mit der Last (4) nach oben. Wie du erkennen kannst, hängt die lose Rolle an zwei Tragseilen (5). Die Last wird auf die beiden Seile verteilt. Das heisst, dass die eine Hälfte der Last von der Decke getragen wird. Die andere Hälfte wird vom Arbeiter getragen. Er braucht also nur die Hälfte der Kraft, um die Last zu heben.

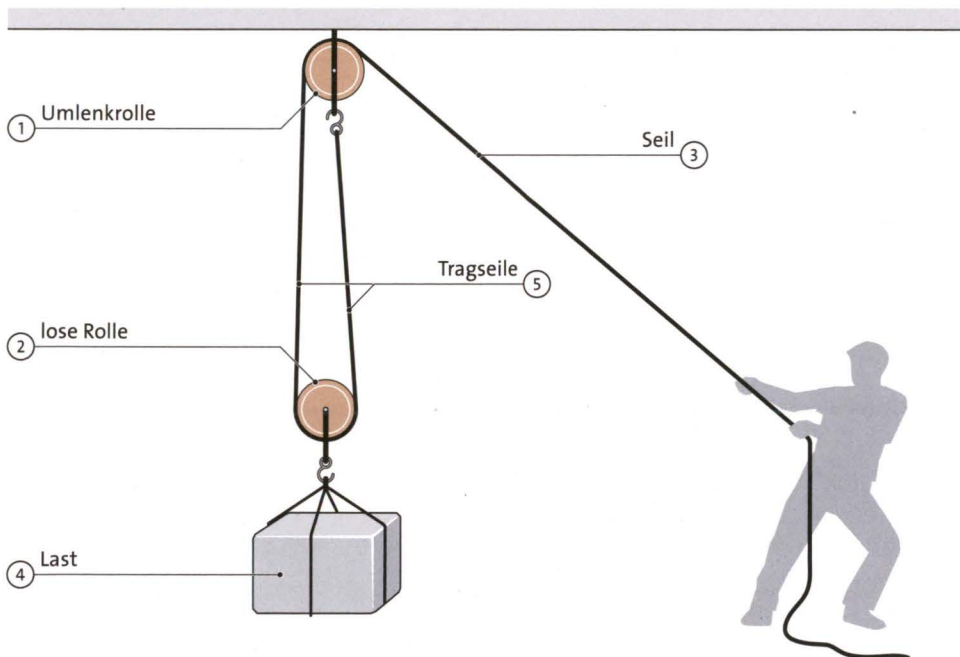


Bild 10 Ein einfacher Flaschenzug

7 Entdecke mit ► **AM 5.12** weitere Flaschenzüge und mit ► **OM 5.14**, wie die Römer Maschinen genutzt haben.

Flaschenzüge werden auch heute noch bei Kränen eingesetzt (Bild 11). Flaschenzüge kommen zum Beispiel auch auf Segelbooten vor (Bild 12). Auf einem Segelboot wird viel Kraft benötigt, um die Segel zu setzen. Ein Flaschenzug kann dabei helfen, Kraft zu sparen.



Bild 11 Ein moderner Kran mit Flaschenzug

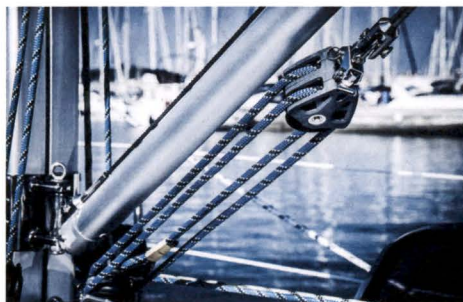


Bild 12 Ein Flaschenzug auf einem Segelboot

8 Betrachte die Bilder 11 und 12. Zeige jemandem aus der Klasse auf den Bildern, wo die Flaschenzüge sind und wie viel Mal weniger Kraft es damit braucht.

Die Hebelwirkung

Quelle: science-on-stage

Hintergrundinformationen

Die ältesten bekannten Maschinen sind sogenannte einfache Maschinen. Dazu zählen Seile, Stangen und Hebel. Einfache Maschinen sind mechanische Vorrichtungen, die die Richtung und/oder die Größe einer Kraft ändern. Beim Hebel steht die Veränderung einer Kraft im Vordergrund, aber auch für den Nachweis eines Gleichgewichts ist ein Hebel geeignet. Beispiele für Hebel sind Brechstangen, Scheren, Flaschenöffner, Balkenwaagen und Wippen.

Ein Hebel verringert die Kraft, die benötigt wird, um einen Gegenstand zu bewegen oder eine Last anzuheben, indem der Weg, auf dem die Kraft wirkt, verlängert wird.

Es gilt die folgende Formel:

Arbeit ist gleich Kraft mal Weg ($W=F \cdot s$),

wobei Kraft- und Wegrichtung parallel sind.

Jeder Hebel besitzt einen Drehpunkt und Hebelarme. Die Hebelarme heißen Lastarm und Kraftarm. Ihre Längen werden vom Drehpunkt aus gemessen. Der antike Wissenschaftler Archimedes hat das Hebelgesetz folgendermaßen formuliert:

Kraft mal Kraftarm ist gleich Last mal Lastarm.

Kindgerecht formuliert lautet das Hebelprinzip:

„Je länger der Hebelarm – genauer der Kraftarm – ist, desto weniger Kraft muss aufgewendet werden.“

„Je kürzer der Hebelarm – genauer der Kraftarm – ist, desto mehr Kraft muss aufgewendet werden.“

☑ Wer am längeren Hebel sitzt, kann eine größere Wirkung erzielen.

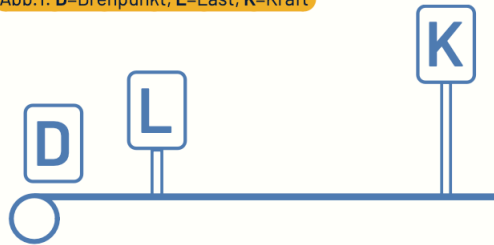
Unterschieden werden einseitige und zweiseitige Hebel, je nachdem ob die Kräfte nur auf einer Seite oder auf beiden Seiten des Drehpunktes angreifen.

Es gibt einseitige Hebel, die aus einem Stab bestehen (Abb. 1) und solche, die aus zwei Stäben (Abb. 2) bestehen. Hebel mit zwei Stäben sind im Drehpunkt gelenkig miteinander verbunden.

Beispiele für einseitige Hebel, die aus einem Stab bestehen und bei denen der Kraftarm länger ist als der Lastarm:

- Flaschenöffner
- Schubkarre
- Locher

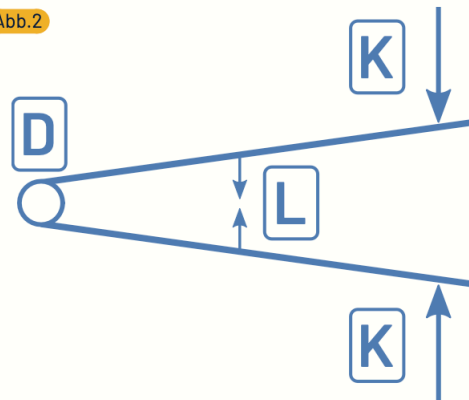
Abb.1: D=Drehpunkt, L=Last, K=Kraft



Beispiele für einseitige Hebel, die aus zwei Stäben bestehen:

- Kartoffelpresse
- Knoblauchpresse

Abb.2

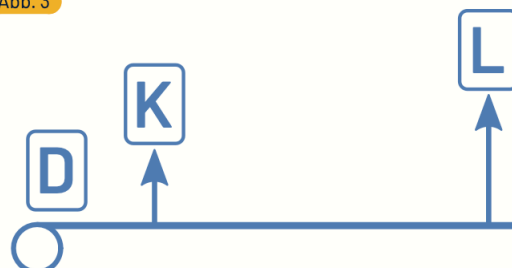


Bei den folgenden Beispielen zu einseitigen Hebeln ist der Lastarm größer als der Kraftarm.

Beispiele für einseitige Hebel, die aus einem Stab bestehen:

- Armgelenke
- Angelruten
- Besen

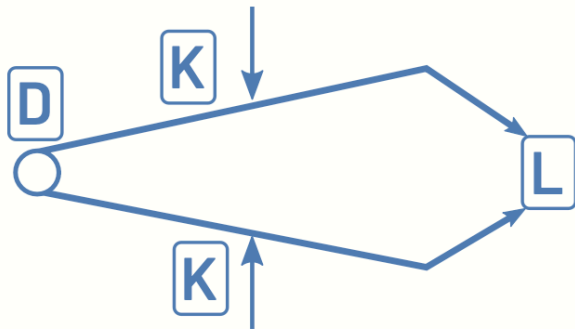
Abb. 3



Beispiele für einseitige Hebel, die aus zwei Stäben bestehen:

- Pinzette
- Zuckerzange

Abb. 4

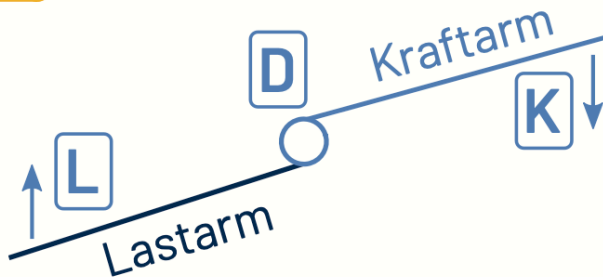


Beim zweiseitigen Hebel greifen die Kräfte auf unterschiedlichen Seiten des Drehpunktes an. Auch hierbei wird zwischen Hebeln unterschieden, die aus einem Stab (Abb. 5) oder aus zwei Stäben (Abb. 6) bestehen.

Beispiele für zweiseitige Hebel, die aus einem Stab bestehen:

- Wippe und Balkenwaage (symmetrische Hebelarme)
- Spaten, Brecheisen (unsymmetrische Hebelarme)

Abb. 5



Beispiele für zweiseitige Hebel, die aus zwei Stäben bestehen:

- Kneifzange
- Schere

Abb. 6

