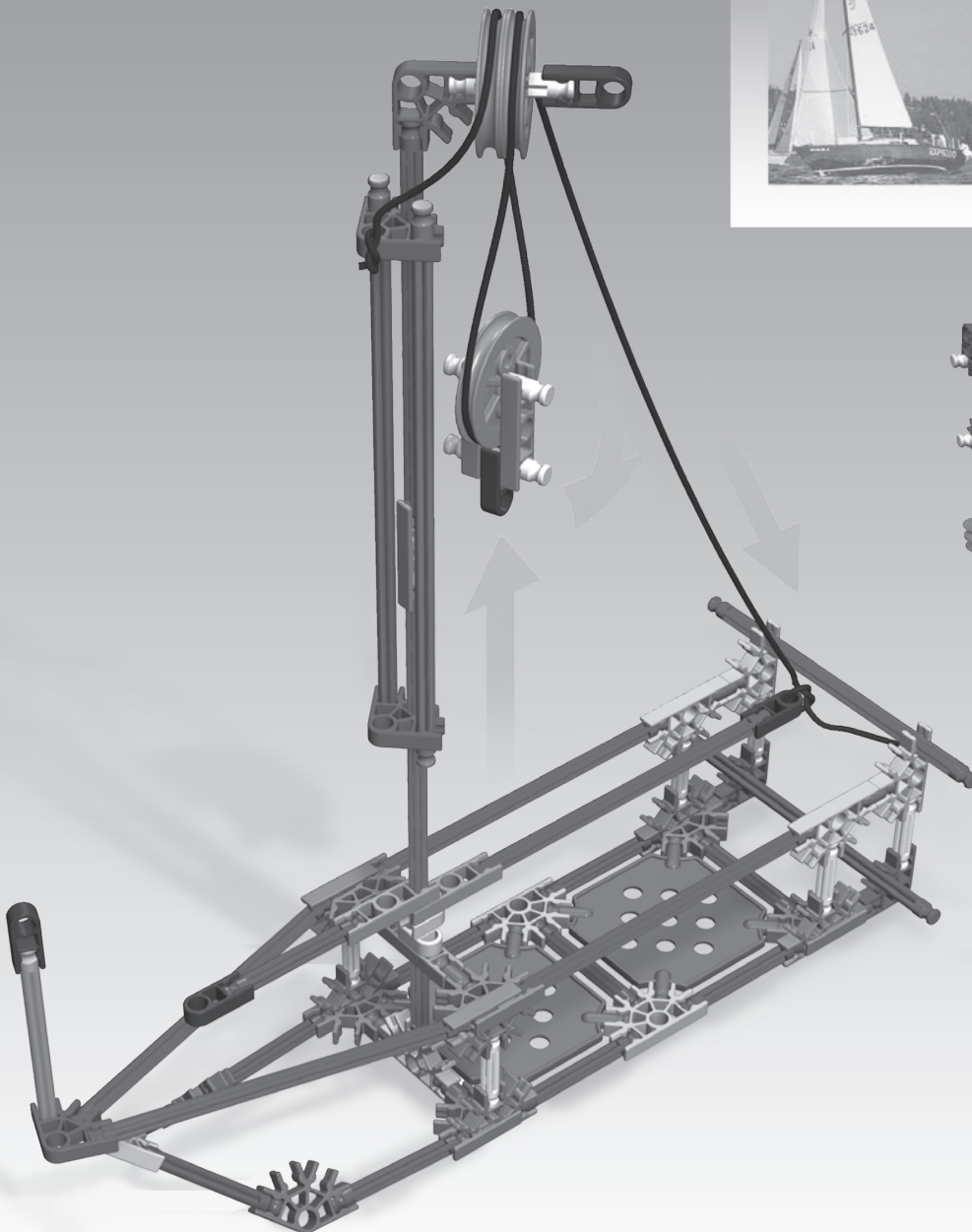
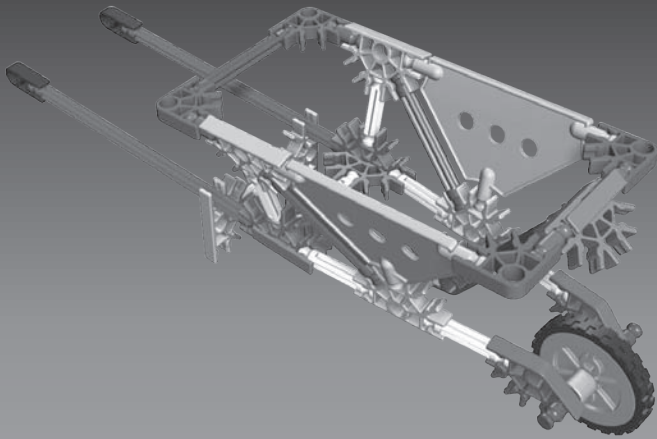


HANDBUCH FÜR LEHRER

HEBEL UND ROLLE EINFÜHRUNG EINFACHE MASCHINEN



HEBEL UND ROLLE

Handbuch Für Lehrer

96562-V4-10/14

©2014 K'NEX Limited Partnership Group
und ihre Lizenzgeber

K'NEX Limited Partnership Group
P.O. Box 700
Hatfield, PA 19440-0700

Besuchen Sie auch unsere Website

www.knexeducation.com

Email: abcknex@knex.com

Telefon: 1-888-ABC-KNEX

K'NEX Education ist eine eingetragene Marke
der K'NEX Limited Partnership Group.

Geschützt durch International Copyright.
Alle Rechte vorbehalten.

EIN HINWEIS ZUM THEMA SICHERHEIT:

Sicherheit ist ein wichtiges Thema im naturwissenschaftlichen und technischen Unterricht. Wir empfehlen das Aufstellen einiger grundsätzlicher Regeln für den sicheren Umgang mit K'NEX in ihrem Klassenzimmer. Dabei sollte besonders der sichere Umgang mit Gummibändern herausgestellt werden.

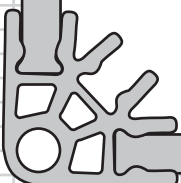


ACHTUNG:
ERSTICKUNGSGEFAHR –
Kleinteile. Nicht geeignet für
Kinder unter 3 Jahren.

⚠ VORSICHT:

Die Schüler sollten ihre Gummibänder nicht überdehnen oder überdrehen. Bei Überdehnung oder Überdrehung kann das Gummiband reißen und Verletzungen herbeiführen. Jegliche Abnutzung oder Beschädigung sollte unmittelbar dem Lehrer gemeldet werden. Lehrer und Schüler sollten die Gummibänder vor jedem Gebrauch auf eventuelle Beschädigungen untersuchen.

Hände Haare und lose Kleidung dürfen nicht in die Nähe von beweglichen Teilen gelangen. Finger dürfen niemals in sich bewegende Zahnräder oder andere bewegliche Teile gesteckt werden.



Einführung:

Überblick

Dieses Lehrerhandbuch wurde entwickelt, um Sie beim Einsatz des K'NEX Set Einführung Einfache Maschinen: Hebel und Rolle in Ihrer Klasse zu unterstützen. In Verbindung mit dem K'NEX Material und individuellen Schulbüchern, können die Informationen und Hilfsmittel in diesem Handbuch genutzt werden, um das Verständnis ihrer Schüler für wissenschaftliche Zusammenhänge aufzubauen und ihre Experimente in produktive und aussagekräftige Lernerfahrungen zu führen.

K'NEX EINFÜHRUNG IN EINFACHE MASCHINEN: Hebel und Rolle.

Dieses K'NEX Konstruktionsset ist Teil einer Serie und als Schülereinführung in die wissenschaftlichen Zusammenhänge zweier einfacher Maschinentypen konzipiert - Hebel und Rollen. Schüler erhalten die Möglichkeit, Ihre Kenntnisse und Informationen durch praktische Erfahrungen und Übungen zu erweitern. Die Zusammenarbeit wird gefördert, die Schüler wirken beim Bauen, Diskutieren und Entwickeln von wissenschaftlichen Grundgesetzen aufeinander ein.

LEHRERHANDBUCH

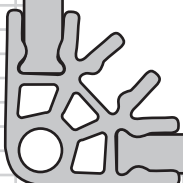
Dieses Handbuch dient als Nachschlagewerk für den Lehrer und liefert eine Liste an Hauptbegriffen und Definitionen, es enthält einen Überblick über die Grundätze, die im Zusammenhang mit Hebel und Rolle stehen, definiert Ziele für jede Übung und liefert Pläne und Hinweise für das erfolgreiche Präsentieren der Modelle (einfache Maschinen) und der damit verbundenen Übungen. Die meisten Übungseinheiten können innerhalb von 30-45 Minuten gehalten werden. Es gibt darüber hinaus weiterführende Übungen, die für eine Vertiefung genutzt werden können. Wir empfehlen den Lehrkräften, Ihre jeweiligen Lehrpläne und Standards für den wissenschaftlichen Unterricht zu überprüfen, um zu ermitteln, welche der angebotenen Übungen und Definitionen für Ihre Anforderungen geeignet sind.

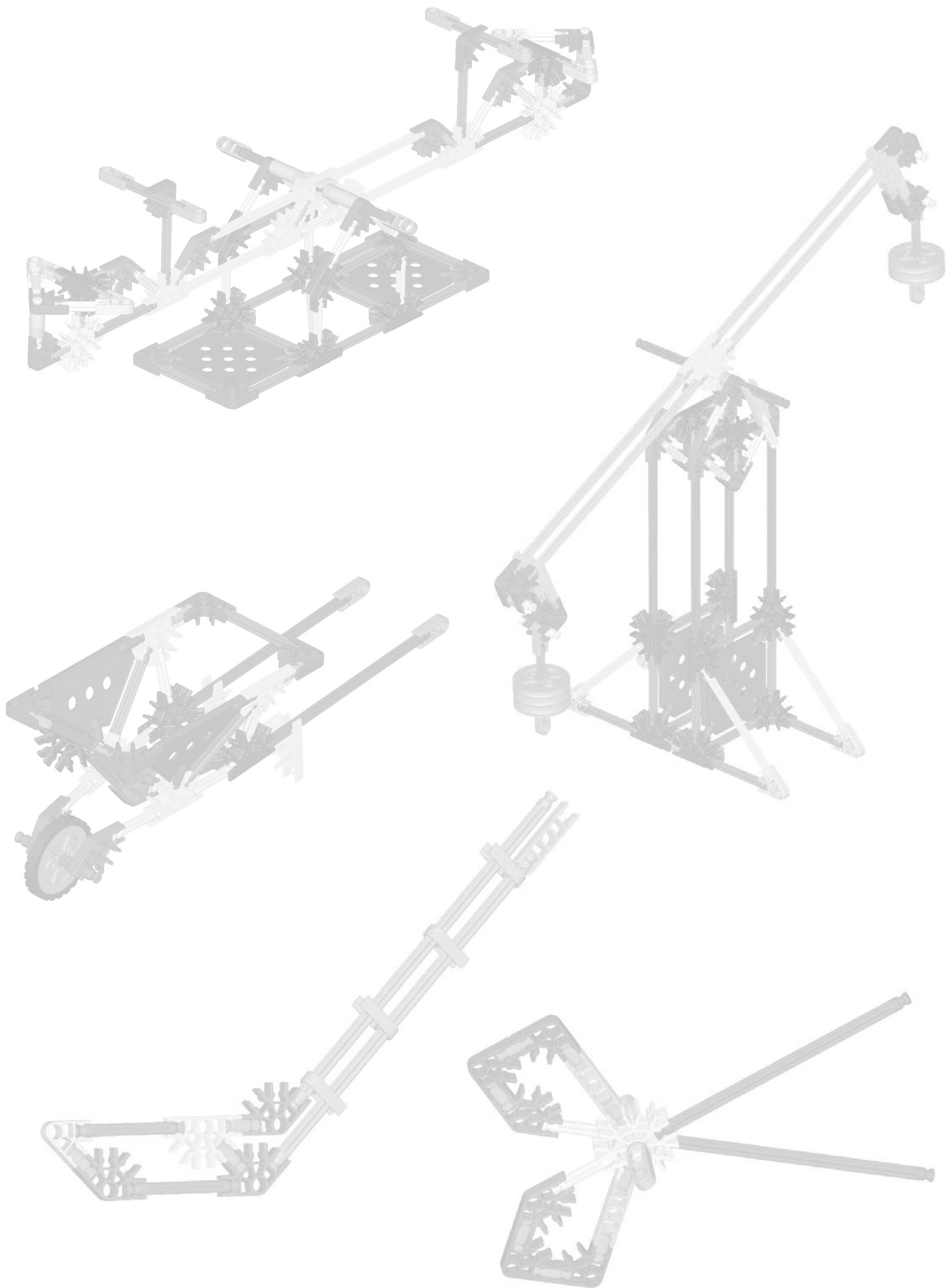
PORTFOLIEN

Die Schüler sollen ein Portfolio oder eine andere in Ihrer Schule übliche Form der Dokumentation über diese Unterrichtseinheit anlegen

INHALTSVERZEICHNIS

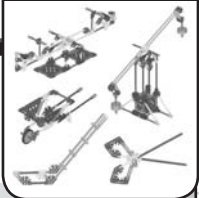
Hebel.....	3-38
Ziele	3
Hauptbegriffe & Definitionen	3-4
Grundsätze	4-11
Wippe.....	13-20
Balkenwaage.....	21-25
Schubkarre	27-30
Hockeyschläger	31-34
Schere.....	35-38
Rolle.....	39-60
Ziele	39
Hauptbegriffe & Definitionen	39-40
Grundsätze	40-42
Fahnenmast	43-47
Segelboot.....	49-53
Flaschenzug	54-60





Hebel

Hintergrundinformation



ZIELE:

Ihre Schüler werden:

1. Die Eigenschaften eines Hebels beschreiben.
2. Verstehen, wie Hebel funktionieren.
3. Die Beziehung von Kraft, Weg, Richtung und Arbeit untersuchen.
4. Die Unterschiede der drei Hebelgruppen kennenlernen und erfahren, wo sie Anwendung finden.
5. Beispiele von verschiedenen Hebelarten konstruieren und ihre Funktion demonstrieren.
6. Objekte/Geräte hinsichtlich ihrer Anwendung als Hebel analysieren.

SCHLÜSSELBEGRIFFE und DEFINITIONEN für den Lehrer.

Das Folgende soll eine Hilfestellung für den Lehrer sein. Das Alter der Schüler, ihre Fähigkeiten, ihre Vorkenntnisse und die Anforderungen des Lehrplans bestimmen, welche dieser Begriffe und Definitionen Sie in ihrer Klasse vorstellen. Die Auflistung dieser Begriffe dient nicht als Liste für Schüler, die sie kopieren und auswendig lernen sollen. Sie sollte vielmehr zur Formalisierung und Verdeutlichung von Begrifflichkeiten herangezogen werden, passend zu den Erforschungen der Schüler.

Einfache Maschine:

Eine einfache Vorrichtung, die Arbeit erleichtert und den Menschen entlastet. Die meisten einfachen Maschinen haben nur eine bewegliche Komponente. Einfache Maschinen erleichtern die Arbeit, in dem sie den *Weg* ändern, wie die Arbeit verrichtet wird. Sie reduzieren nicht das *Ausmaß* der Arbeit, sie übernehmen nur die Aufgabe.

Hebel:

Ein starrer Balken, Stab oder eine Stange, die um einen fixen Punkt, den Drehpunkt, rotiert oder bewegt werden kann und damit die Aufgabe - die Arbeit - leistet.

Drehpunkt:

Ein Fixpunkt, um den ein Balken gedreht werden kann. Er kann an jedem Punkt des Hebels auftreten.

Arbeit:

Eine Aufgabe wird durch den Einsatz eines Hebels verrichtet. In der Wissenschaft/Physik entspricht Arbeit (engl. Work) der Energie, die durch eine Kraft entlang eines Weges auf einen Körper (Objekt) übertragen wird. Es kann wie folgt definiert werden:

$$W = F \times s$$

W = Arbeit

F = die Kraft

D = der Weg/die Strecke

ANMERKUNG: Wenn der Körper nicht bewegt wurde, wurde die Arbeit nicht verrichtet.

Kraft: Jede Art von Stoßen oder Ziehen gegen oder an einem Objekt.

Kraftaufwand/Energie:

Die Kraft, die benötigt wird, um ein Teil einer einfachen Maschine zu bewegen. (z.B. die Kraft, die benötigt wird, eine Arbeit zu verrichten). Die Kraft, die auf eine einfache Maschine einwirkt nennt man Energie.

Kraftarm (l_K)

Die Entfernung zwischen dem Drehpunkt und dem Kraftpunkt, dem Punkt, an dem die Kraft ausgeübt wird.

Widerstand:

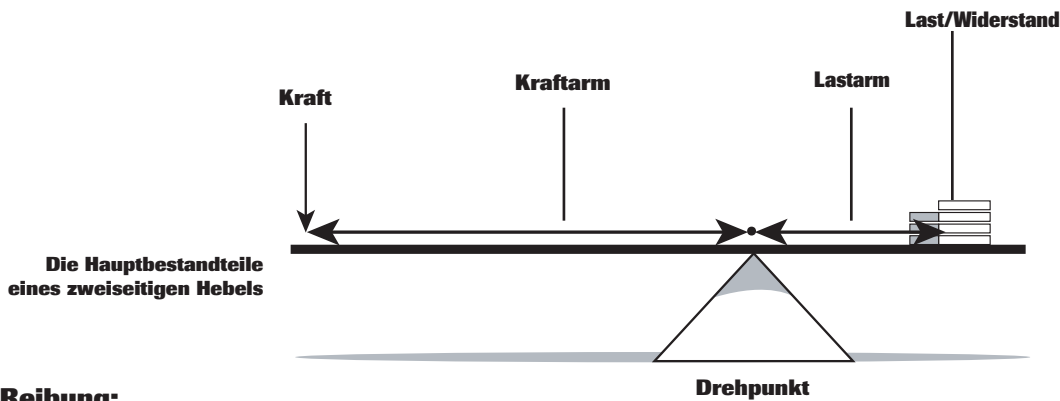
Die Kraft, die von dem Objekt/Körper ausgeht, mit dem Arbeit verrichtet werden soll; sie arbeitet gegen die Energie.

Lastarm (l_L):

Die Entfernung zwischen dem Drehpunkt und dem Lastpunkt, dem Punkt an dem die Last greift.

Belastung (kurz Last):

Alle äußeren Kräfte (das Gewicht des zu bewegenden Körpers oder der Widerstand), die z. B. mit Hilfe des Hebels überwunden werden. Beispiel: das Gewicht eines schweren Objektes, das bewegt werden soll oder ein Blatt Papier, das Widerstand gegen das Schneiden der Scherenblätter leistet.



Reibung:

Die Kraft, die freigesetzt wird, wenn 2 Oberflächen sich aneinander reiben während sich ein Körper bewegt.

Mechanische Übersetzung (MA*):

Grundlage einer mechanischen Übersetzung ist immer das Prinzip einer einfachen Maschine (hier Hebel). Diese einfachen Maschinen und ihre Kombinationen sind einfach gesagt Kraftwandler - in der praktischen Anwendung nur Übersetzer, weil es keine realen idealen Körper gibt und sich zwangsläufig Verluste ergeben. Für den Hebel kann sie mit folgender Formel berechnet werden:

$$\frac{\text{Länge des Kraftarms (l}_K\text{)}}{\text{Länge des Lastarms (l}_L\text{)}} = \text{MA}$$

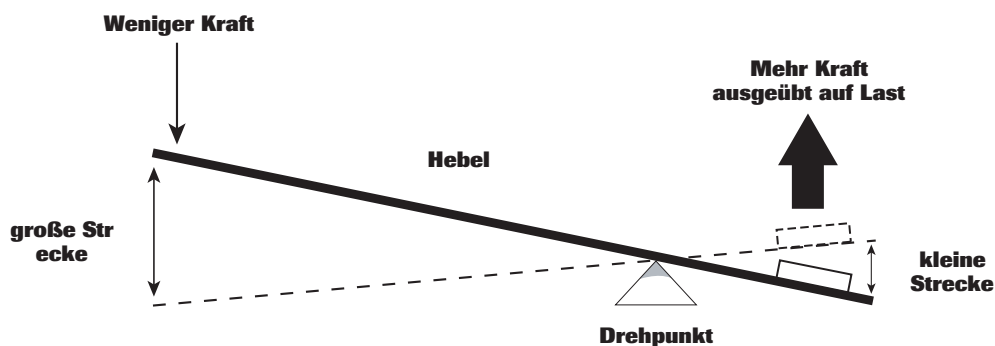
Die Hebelübersetzung ermöglicht es, mit einer geringen Kraft, große Lasten zu bewegen.

* Achtung: Bitte verwenden Sie hier nur Beispiele und Formeln entsprechend Ihres Lehrplans!

GRUNDSÄTZE

Im Folgenden werden einige Grundsätze in Bezug auf den Hebel zusammengefasst, dies dient als **Hilfestellung für den Lehrer**. Einige der Informationen werden hilfreich sein bei der Vorbereitung Ihrer Unterrichtsstunde mit dem K'NEX-Set Einführung in einfache Maschinen: Hebel und Rollen.

- ⊙ Ein Hebel bewegt sich um einen fixen Punkt - rauf und runter, oder von einer Seite zur anderen.
- ⊙ Beim Gebrauch eines Hebels, wird Kraft in Form von Ziehen oder Drücken am Kraftarm ausgeübt. Der Hebel wandelt diese Kraft, um einen Widerstand zu überwinden oder eine Last zu bewegen.
- ⊙ Ein Hebel kann die Arbeit auf folgende Art und Weise erleichtern:
 - ⊙ Erhöhen der Kraft, die aufgewendet wird.
 - Dies geschieht, wenn der Kraftarm des Hebels länger ist als der Lastarm. Weniger Kraft, ausgeübt über eine längere Strecke, wird durch die Maschine multipliziert und die Last über eine kleinere Strecke bewegt. Je größer der Hebelarm ist, desto weniger Kraft benötigt man.





- Je länger der Kraftarm eines Hebels ist, desto stärker vervielfacht der Hebel die ausgeübte Kraft.
- Beispiele:
 - Das Öffnen einer Flasche mit einem Flaschenöffner.
 - Das Ziehen eines Nagels aus einem Stück Holz mit einem Zimmermannshammer.
 - Das Bewegen einer Ladung Sand mit einer Schubkarre.

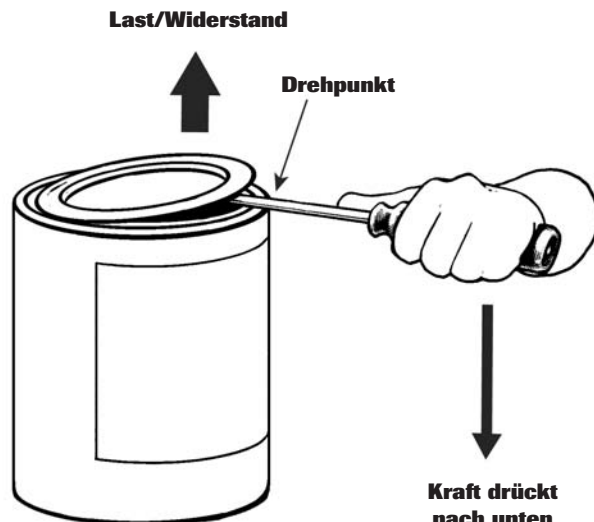


⊗ Richtungsänderung bei der Krafteinwirkung

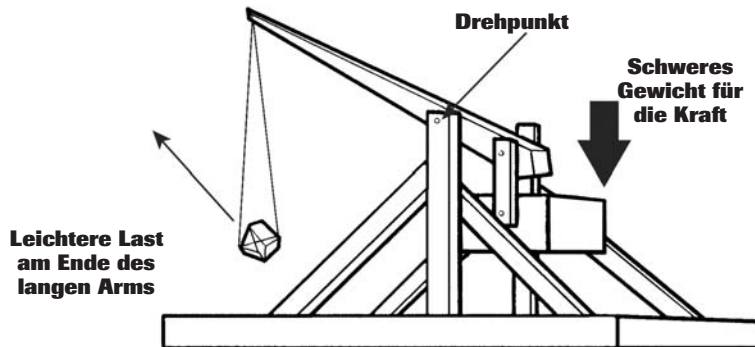
- Wenn der Drehpunkt innerhalb der Stange liegt, (Zweiseitiger Hebel - siehe unten,) kehrt der Hebel immer zwischen Kraft- und Lastpunkt in die Richtung der Kraft.
- Beispiele:
 - Wird eine Seite der Wippe nach unten gedrückt, bewegt sich die andere Seite nach oben. Dies erleichtert es einem Kind, ein anderes nach oben zu heben.



- Das Drücken auf einen Hebel hebt den Deckel einer Farbdose. Es ist leichter, nach unten zu drücken, als nach oben zu ziehen, um den Deckel zu heben.



- Den Abstand (das Hebelverhältnis) erhöhen und damit die Geschwindigkeit, mit der die Arbeit getan wird. Hierfür ist ein zweiseitiger Hebel oder ein Winkelhebel mit einem langen Lastarm und einem kurzen Kraftarm erforderlich. Beispielsweise wurden im Mittelalter Vorrichtungen, bekannt als Katapulte, benutzt, um damit während einer Belagerung schwere Steine gegen eine Burgmauer zu werfen.



Das Katapult war ein riesiger zweiseitiger Hebel, bei dem der Drehpunkt näher an dem Punkt lag, an dem die Kraft ausgeübt wurde. Eine hohe Kraft wurde über eine kleinere Strecke nach unten angewandt, dies hatte zur Folge, dass der lange Lastarm des Katapults mit hoher Geschwindigkeit 6 Meter oder mehr nach oben bewegt wurde. Diese Bewegung schleuderte die kleine Last mit noch höherer Geschwindigkeit über eine große Entfernung. Katapulte verursachten enorme Schäden, weil sie in der Lage waren, Steine mit einer Geschwindigkeit von mehr als 160 km/h gegen Burgmauern zu schleudern.

Die Ruder bei einem Ruderboot (zweiseitiger Hebel), eine Angel (Winkelhebel) und ein Hockeyschläger (Winkelhebel) arbeiten nach dem gleichen Prinzip.

Unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Katapult> findet man Fotos und Erklärungen zum Thema Katapult.

<http://www.youtube.com/watch?v=lmnj7yjkma8&feature=related> Hier findet man ein Video zur Funktion des Katapults.

- Das Hebelgesetz bezeichnet die Beziehung zwischen Kraft, Widerstand und Entfernung vom Drehpunkt. Dieses Gesetz besagt, dass ein Hebel im Gleichgewicht ist, wenn:

Kraft x Abstand zum Drehpunkt = Widerstand (Last) x Abstand vom Drehpunkt
oder

$$F_K \times l_K = F_L \times l_L$$

Dabei gilt*:

F_K = Kraft

F_L = Last

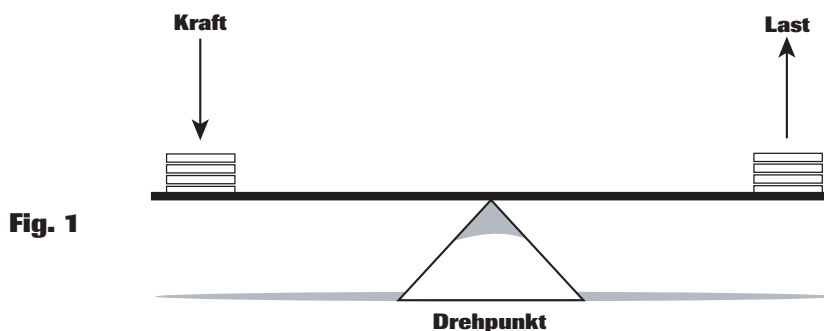
l_K = Länge des Kraftarms

l_L = Länge des Lastarms

* Die Formelelemente für Kraft- und Lastarm können variieren. Bitte ändern Sie die Formel entsprechend Ihrem Lehrplan ab.

Mit Hilfe dieser Formel kann man ermitteln, wie für den jeweiligen Hebel das Gleichgewicht hergestellt werden kann. Beispiel:

- Im Fall des zweiseitigen Hebels (siehe Fig. 1) haben die angewandte Kraft und die Last den gleichen Abstand zum Drehpunkt. Das Heben der Last erfordert einen Kraftaufwand, der gleich ist mit dem Gewicht der Last.





- ☉ Im Fall des zweiseitigen Hebels unten (siehe Fig. 2) ist die angewandte Kraft doppelt so weit vom Drehpunkt entfernt wie die Last. Das Heben der Last erfordert einen Kraftaufwand, der halb so groß ist wie das Gewicht der Last. Wenn die angewandte Kraft im Vergleich zur Last dreimal so weit vom Drehpunkt entfernt ist, erfordert das Heben der Last nur ein Drittel des Lastgewichts.

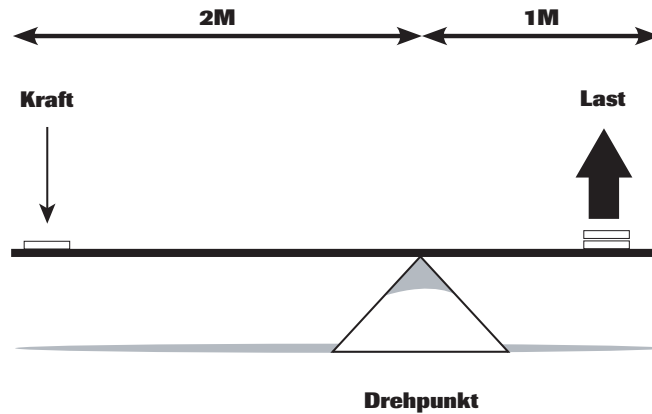


Fig. 2

☉ **Es gibt 3 Hebelarten: zweiseitiger Hebel, einseitiger Hebel und Winkelhebel.**

Sie alle haben gemeinsame Komponenten: ein starrer Stab oder Balken, ein Drehpunkt, Kraft und Widerstand (Last). Sie unterscheiden sich nur in der jeweiligen Position des Drehpunkts und des Einsatzes von Kraft und Widerstand.

☉ **Zweiseitiger Hebel**

Eigenschaften:

- (a) Der Drehpunkt liegt immer zwischen der Krafteinwirkung und der Last.

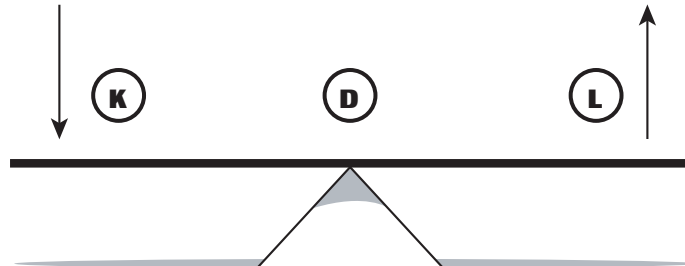


Fig. 3

- (b) Diese Art des Hebels ändert immer die Richtung der Kraft, so dass Kraft und Last sich in entgegengesetzte Richtung bewegen: Druck nach unten auf der einen Seite führt zu einer aufwärts Bewegung auf der anderen Seite. (Fig. 3)
- (c) Abhängig davon, ob die Kraft oder die Last näher am Drehpunkt greift, vervielfachen einige zweiseitige Hebel den Kraftaufwand, während andere die Strecke verlängern, über welche die Last bewegt wird.

Allgemein:

- **Je länger der Kraftarm ist, desto weniger Kraft braucht man, um die Last zu bewegen.**

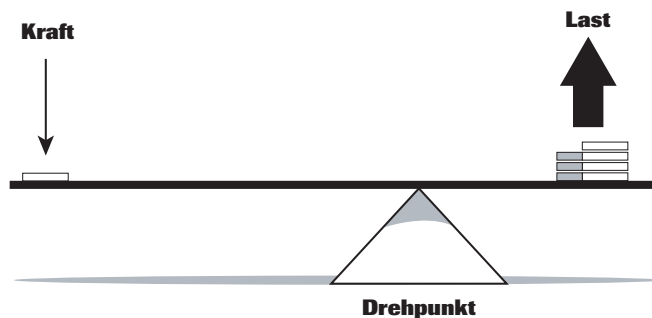
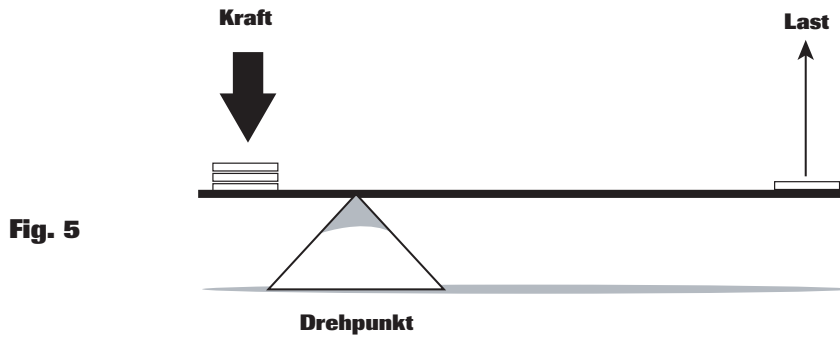


Fig. 4

- Je länger der Lastarm ist, desto mehr Kraft braucht man, um die Last zu bewegen, sie bewegt sich aber weiter und schneller (Das Katapult, das oben besprochen wurde, ist ein Beispiel dafür.)

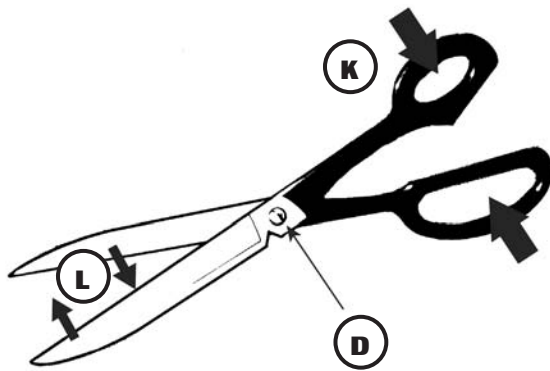


Beispiele für zweiseitige Hebel:

Wippe, Brechstange; der Nagelheber eines Zimmermannshammers; Ruder an einem Ruderboot; Schere (zwei verbundene zweiseitige Hebel).



Eine Brechstange ist ein Beispiel für einen zweiseitigen Hebel.



Eine Schere ist ein Beispiel für zwei zweiseitige Hebel die zusammen arbeiten.

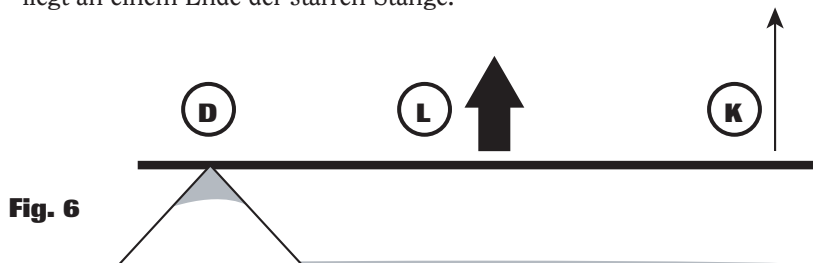
Beim Zusammendrücken der beiden Griffe, wird Energie erzeugt, das Gelenk ist der Drehpunkt, und der Widerstand des Materials, das geschnitten werden soll, ist die Last. Beachte, dass die stärkste Schneidkraft in der Nähe des Drehpunkts liegt. Die Pfeile zeigen die Richtung der Kräfte an.



Einseitiger Hebel.

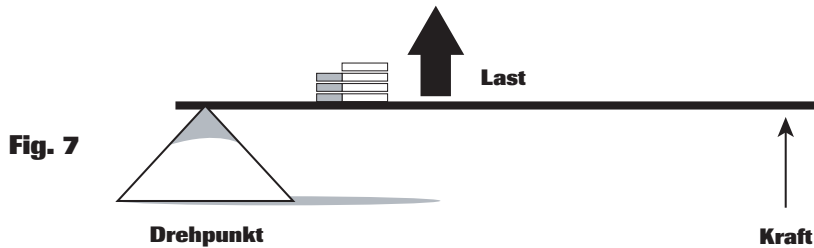
Eigenschaften:

1. Der Widerstand oder die Last wirkt zwischen der Kraft und dem Drehpunkt. Oder anders: Der Drehpunkt liegt an einem Ende der starren Stange.



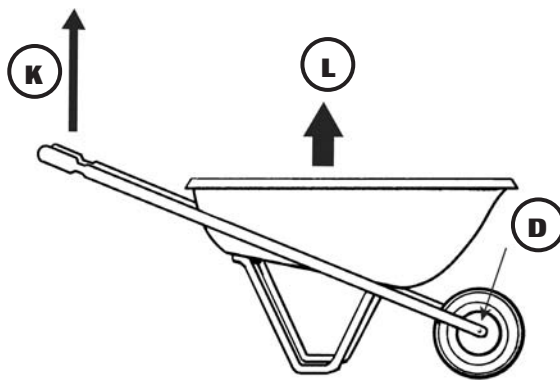


2. Die Kraft und die Last bewegen sich in die gleiche Richtung - Beim Anheben des Hebels, bewegt sich die Last ebenfalls nach oben. (Fig. 6.)
3. Einseitige Hebel erhöhen für eine Arbeitserleichterung immer die Energie, denn die Last ist immer näher am Drehpunkt als die Kraft. **Das heißt, der Kraftarm ist immer länger als der Lastarm; je länger der Kraftarm ist, desto mehr wird die Kraft erhöht und desto einfacher ist es, die Last zu bewegen.** Mit einem einseitigen Hebel ist es möglich, eine schwere Last mit wenig Kraft zu bewegen.

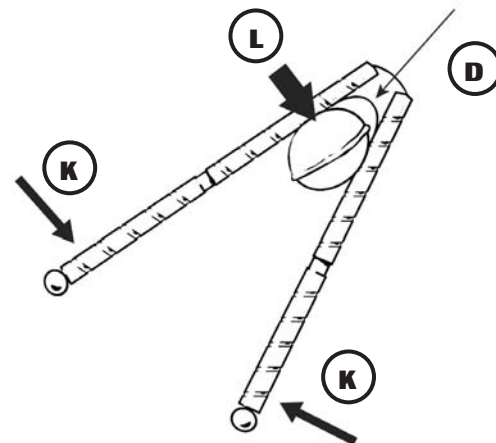
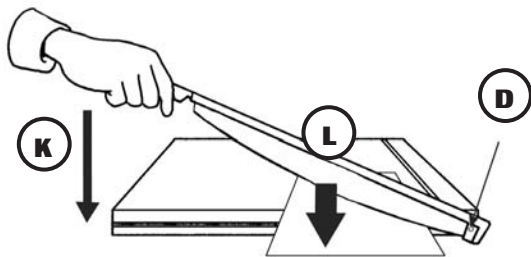
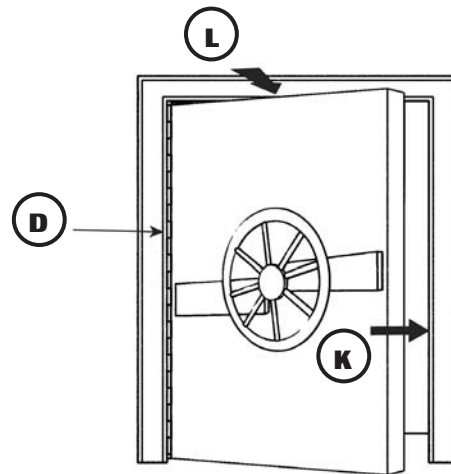


Beispiele für einseitige Hebel:

Schubkarre; Papierschneider; Klapptür; Nussknacker (zwei einseitige Hebel.)



Die Schubkarre ist ein einseitiger Hebel, das Rad ist dabei der Drehpunkt und die Kraft greift an den Griffen. Die Last wird in der Wanne der Schubkarre platziert, sie liegt zwischen dem Kraftpunkt und dem Drehpunkt. (Fig 7.)



Der Nussknacker vereint zwei einseitige Hebel. Die Kraft wirkt beim Zusammendrücken der beiden Kraftarme mit der Hand; die Last ist der Widerstand der Nussschale, die geknackt werden soll; der Drehpunkt ist das Drehgelenk.



Winkelhebel

Eigenschaften:

- (a) Die Kraft wirkt zwischen dem Drehpunkt und dem Widerstand/Last.

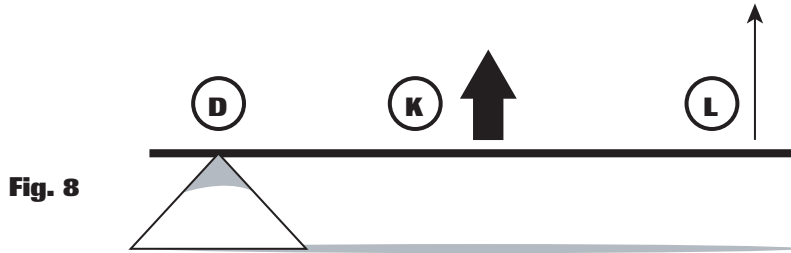


Fig. 8

- (b) Kraft und Last wirken in die gleiche Richtung. (Fig 8.) Wenn man z.B. einen Baseballschläger, einen Tennisschläger oder einen Golfschläger nach vorne schwingt, um den Ball zu treffen, dann fliegt der Ball ebenfalls nach vorne.
- (c) Winkelhebel erhöhen gleichzeitig Entfernung und Geschwindigkeit, dies geht zu Lasten der Kraft. Wird die Kraft nahe am Drehpunkt angewendet, erfordert dies viel Energie und der Kraftarm wird dabei nur über eine kleine Strecke bewegt. Das Ende des Lastarms jedoch, bewegt sich mit höherer Geschwindigkeit über eine größere Strecke, aber mit weniger Kraft. In Fig. 9 wirkt die Last zweimal so weit vom Drehpunkt entfernt wie die Kraft. Die Last bewegt sich in der gleichen Zeit zweimal so weit wie die Kraft, es erfordert aber zweimal so viel Energie wie die Bewegung ohne Hebel.

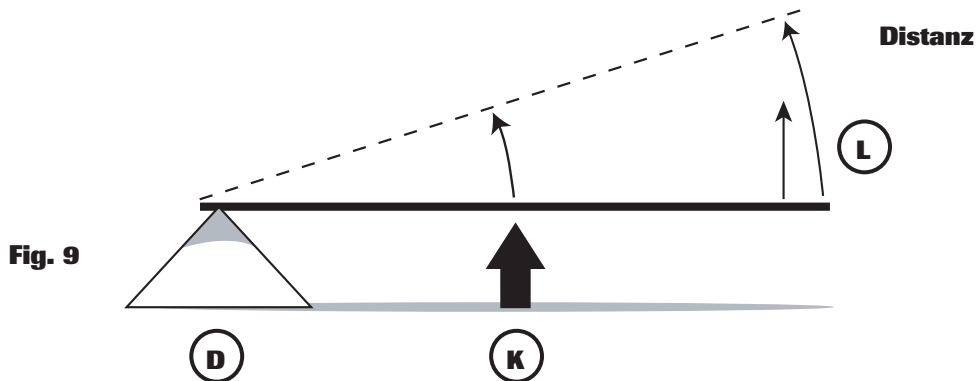


Fig. 9

Wenn man zum Beispiel einen Fisch mit einer Angel hochzieht, so erfordert dies mehr Kraft, als wenn man den Fisch einfach mit einer Handschnur aus dem Wasser zieht. Eine Angel hilft aber, den Fisch schnell hochzuziehen. Eine kleine Bewegung der Hände nahe am Drehpunkt löst eine große Bewegung an der Spitze des Stabs aus, beides geschieht in der gleichen Zeitspanne. Folglich bewegt sich die Spitze des Stabes (mit dem Fisch dran) wesentlich schneller als die Hände und diese schnelle Aktion kann helfen, den Fisch an Land zu bringen, bevor er entkommt. (Fig. 10.)

(Anmerkung: Das bedeutet auch, dass mit einem schnellen Schwung aus dem Handgelenk die Lure oder der Wurm weit hinaus auf den Fluss oder in den See geworfen werden kann.)

Je näher die Kraft am Drehpunkt einwirkt, desto schneller bewegt sich die Last.

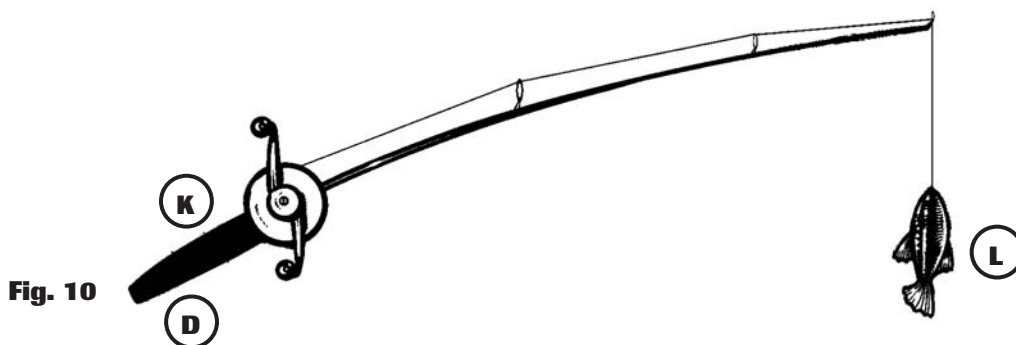


Fig. 10

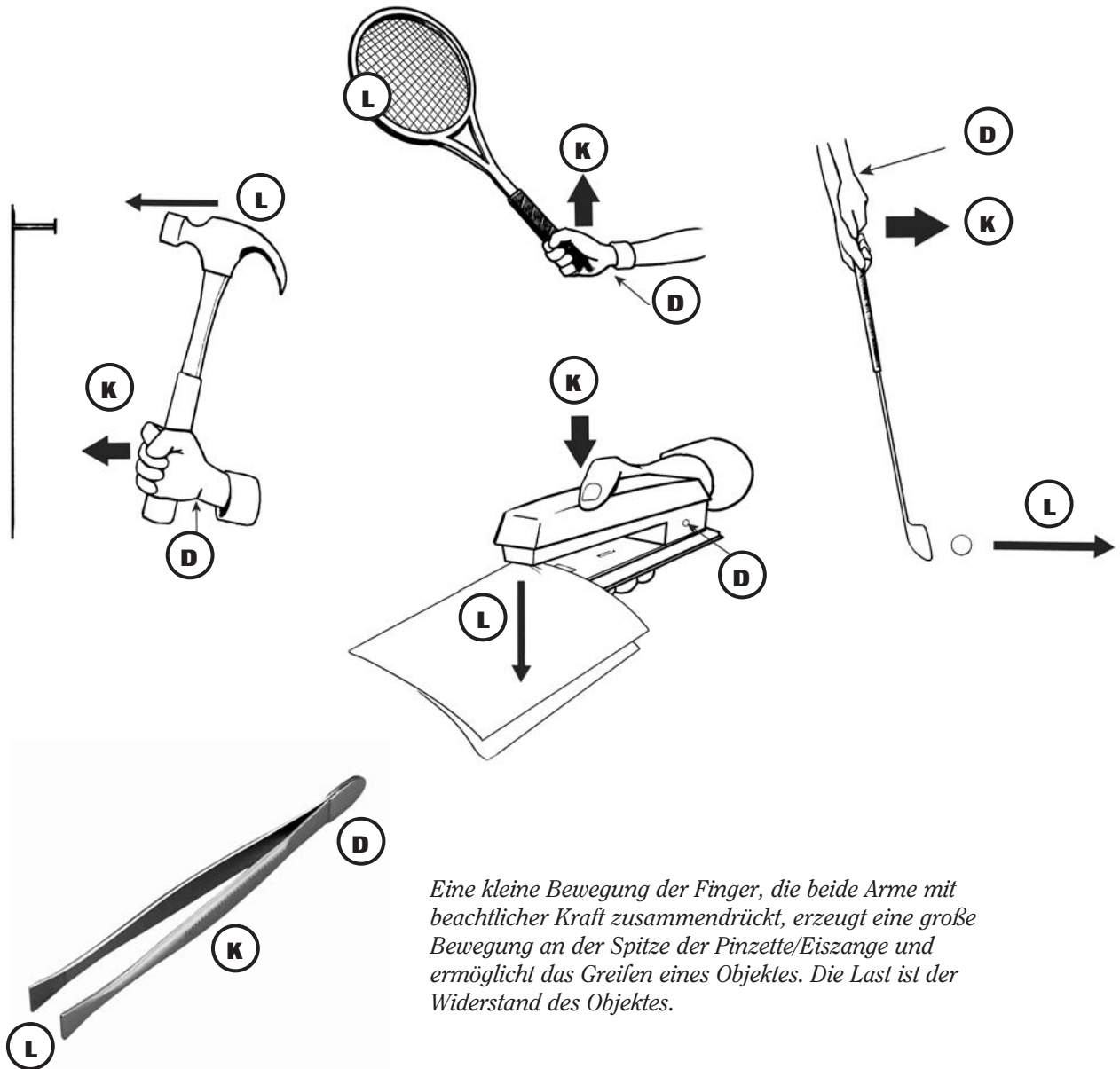


Beispiele für Winkelhebel:

Hefter, der mit der Hand zusammengedrückt wird*; Hammer, der einen Nagel einschlägt; Angel; Tennisschläger; Baseballschläger; Golfschläger.

Pinzetten und Eiszangen sind Beispiele von zwei kombinierten Winkelhebeln.

(*Wenn der Hefter auf einer festen Oberfläche platziert ist und mit der Hand nach unten gedrückt wird, ist dies ein einseitiger Hebel.)



Eine kleine Bewegung der Finger, die beide Arme mit beachtlicher Kraft zusammendrückt, erzeugt eine große Bewegung an der Spitze der Pinzette/Eiszange und ermöglicht das Greifen eines Objektes. Die Last ist der Widerstand des Objektes.

Hilfreiche Websites (englisch):

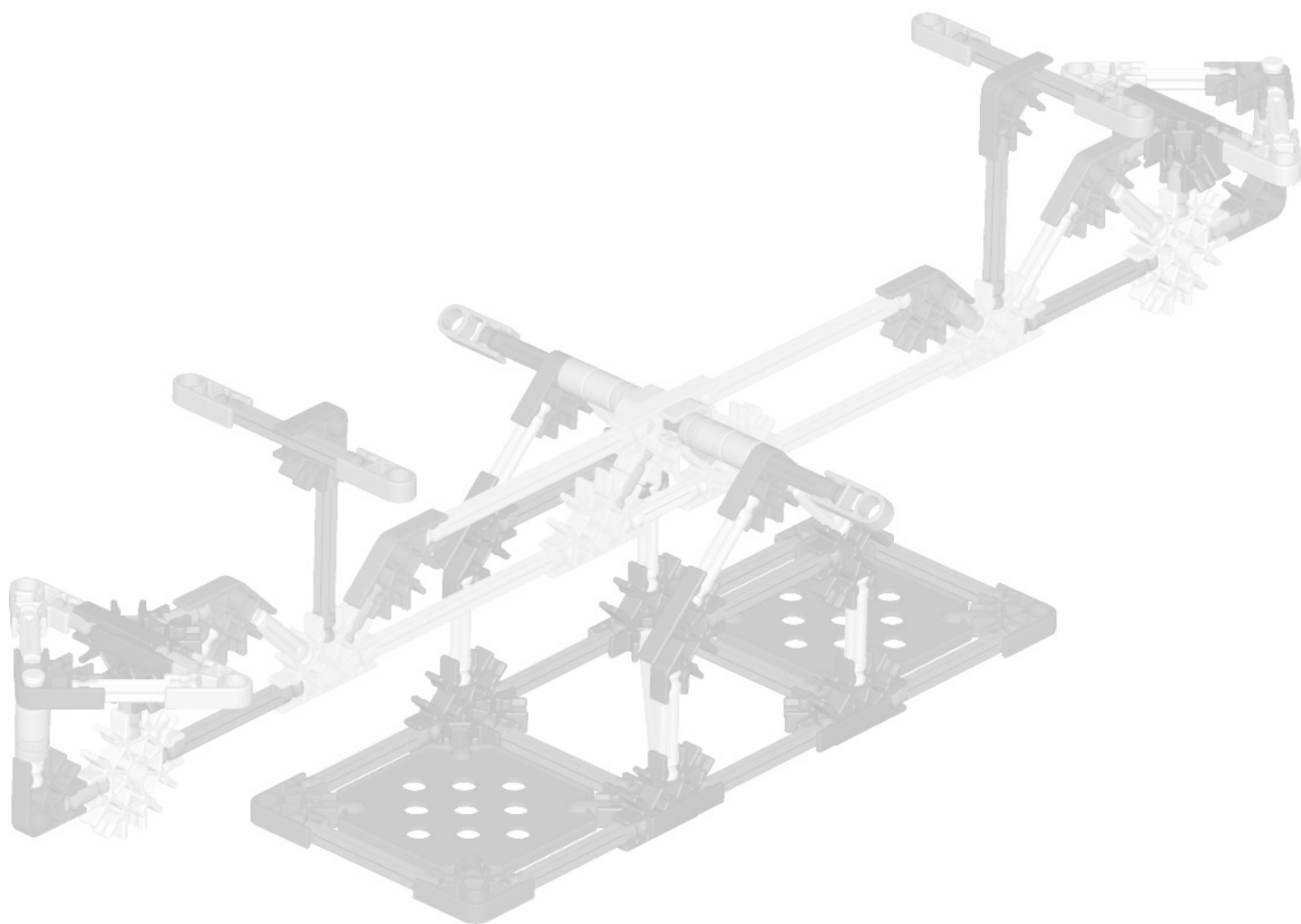
<http://www.enchantedlearning.com/physics/machines/Levers.shtml>

Diese Website zeigt ganz einfach Animationen zu den drei verschiedenen Arten von Hebeln.

www.coe.uh.edu/archive/

Das Archiv der University of Houston. Gehen Sie zu: Collection -> Science -> Lesson Plans -> Simple Machines.

www.mos.org/sln/Leonardo/InventorsToolbox.html. Eine gute Website zum Thema Hebel und andere einfache Maschinen.





Die Wippe:

Beispiel für einen zweiseitigen Hebel.



ZIELE:

Die Schüler werden:

1. Das physikalische Prinzip von Arbeit und die Arbeitserleichterung durch einfache Maschinen verstehen.
2. Die Eigenschaften von Hebeln untersuchen und verstehen, wie sie funktionieren.
3. Anwendungsbeispiele aus dem täglichen Leben finden.
4. Den Drehpunkt, die Last und die Kraft bei einer Wippe identifizieren.
5. Untersuchen, inwieweit eine Wippe ein zweiseitiger Hebel ist.

MATERIAL

Jede Gruppe, bestehend aus jeweils 2 Schülern, benötigt:

- 1 K'NEX Hebel und Rollen Bau-Set mit Bauanleitung
- Ein Stück Alu-Folie: ca. 12cm x 12cm
- Ein kleines Gummiband: ca. 2,5 - 4cm lang
- Münzen oder kleine Büroklammern
- Klebesticker oder Stücke von Klebeband
- Markierstifte
- Schulhefte
- 200g-400g oder 5-10 Newton Federwaage (optional)

Sie benötigen:

- Eine Dose mit Deckel, die mit einem Hebel geöffnet werden kann. (Zum Beispiel: eine Dose Farbe und ein Schraubendreher, der als Hebel eingesetzt werden kann. Oder eine Dose Kakao und ein Messer.)
- Beispiele für Hebel - siehe Vorschläge unten.

Anmerkung 1: Wie beschrieben, wird die erste Unterrichtseinheit 2 Stunden von je 35-45 Minuten in Anspruch nehmen.

Anmerkung 2: Die Begriffe Widerstand und Last werden in den folgenden Aktivitäten synonym verwendet.

Anmerkung 3: Bitte wiederholen Sie mit den Schülern die Sicherheitsrichtlinien im Umgang mit Gummibändern (siehe erste Seite dieses Leitfadens.)

DURCHFÜHRUNG

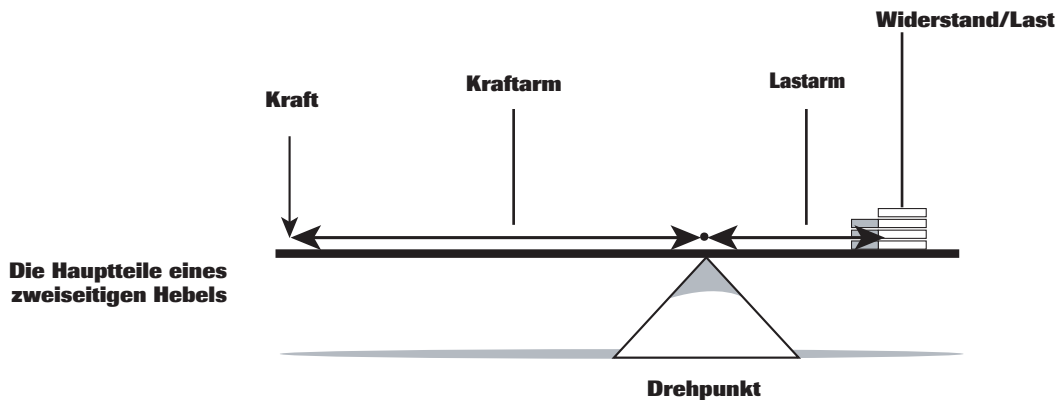
Einleitung

- Falls dies die erste Einführung in das Thema einfache Maschinen ist, können Sie das Prinzip von Arbeit demonstrieren, indem 3 oder 4 Schüler 1 Minute lang so fest wie möglich gegen eine Wand des Klassenzimmers drücken. Dann bitten Sie 3 bis 4 Schüler einer anderen Gruppe, jeweils ein Buch über den Tisch zu schieben. Fragen Sie den Rest der Klasse, welche Gruppe ‚Arbeit‘ verrichtet hat.
- Danach geben Sie den Schülern Hintergrundinformationen über die Begriffe Arbeit, Kraft, Aufwand/Leistung, Widerstand und Belastung/Last. (siehe Schlüsselbegriffe und Grundsätze auf Seite 3 dieses Handbuchs.) Fragen Sie die Schüler, woher die Energie kam und was in beiden Fällen jeweils Last oder Widerstand darstellt.
- Fragen Sie, ob die Wand oder die Bücher bewegt wurden. Erklären Sie, dass die Gruppe, die gegen die Wand drückte, zwar eine große Menge Energie oder Kraft angewendet hat, die Wand selbst sich aber nicht bewegt hat. Vom physikalischen Gesichtspunkt wurde somit keine Arbeit verrichtet. Die Gruppe jedoch, die Bücher über den Tisch schob, hat Arbeit geleistet – die Bücher bewegten sich über den Tisch. Die Schüler sollten ihre Beobachtungen in ihre Hefte eintragen.

- Erklären Sie den Schülern, dass sie ein Beispiel einer einfachen Maschine untersuchen werden – den Hebel – um zu verstehen, wie er helfen kann, die Arbeit zu erleichtern. Falls die Schüler noch nicht in das Thema eingeführt wurden, geben Sie ein Beispiel für eine einfache Maschine. (siehe Seite 2 dieses Leitfadens.)
- Diskutieren Sie, warum Hebel vermutlich die ältesten bekannten Maschinen sind – sie wurden möglicherweise in prähistorischen Zeiten von Menschen eingesetzt, die große Steine bewegen oder große Mammuts aus den Fallgruben heben wollten. Die Schüler werden überall Hebel erkennen, sobald sie wissen, worauf sie achten müssen. Sogar in unserem Körper haben wir Hebel – unsere Arme und Beine funktionieren wie Hebel.
- Fragen Sie, ob jemand erklären kann, was ein Hebel machen kann. Zeigen Sie, wie man mit einem Hebel den Deckel einer Dose leichter öffnen kann. Bitten Sie die Schüler, genau zu beschreiben, was passiert, wenn der Hebel benutzt wird. Fragen Sie, wo Kraft auf die Maschine (den Hebel) einwirkt und wo die Maschine Kraft auf den Deckel überträgt.
- Erklären Sie die Hauptbestandteile eines Hebels: Drehpunkt, Kraft, Kraftarm, Widerstand/Last und Lastarm. Zeichnen Sie eine Skizze an die Tafel und bestimmen Sie die Teile eines Hebels.

Der Hebel bewegt sich am Rand des Deckels. Die Kraft mit der das eine Ende des Hebels nach unten gedrückt wird, bewirkt eine Aufwärtsbewegung am anderen Ende des Hebels und dies hebt den Deckel der Dose.

Der Hebel ist ein Balken oder Stab. Der Punkt, um den sich der Stab dreht, nennt man Drehpunkt; die Entfernung zwischen der Wirkungslinie der Kraft und dem Drehpunkt nennt man Kraftarm; der Teil des Hebels, der sich zwischen der Last und dem Drehpunkt erstreckt, nennt man Lastarm.



- Helfen Sie den Schülern, eine Definition für den Hebel zu entwickeln (siehe Seite 3 dieses Leitfadens). Schreiben Sie die Definition an die Tafel und bitten Sie die Schüler, sie zusammen mit der Skizze, die die einzelnen Teile des Hebels zeigt, in ihre Hefte zu übertragen.
- Bitten Sie die Schüler nun, Beispiele aus dem täglichen Leben zu suchen. Vielleicht nennen sie das Stemmeisen oder den Flaschenöffner. Suchen Sie nach weniger offensichtlichen Beispielen. Fragen Sie, woran sie erinnert werden, wenn sie die Skizze betrachten, das sie gerade in ihre Hefte gezeichnet haben. (Wippe oder Waage.) Halten Sie reale Beispiele bereit, und/oder Bilder, und geben Sie einen Überblick, wo Hebel im täglichen Leben Einsatz finden. Die folgenden Beispiele sollten im Klassenzimmer vorhanden sein: eine Schere, ein Hefter, ein Locher, eine Tür, und eine Pinzette. Sie können außerdem einen Nussknacker, eine Zange und einen Hammer zeigen. Die Schüler sollen nun die Beispiele in ihre Hefte eintragen.
- Erklären Sie die **3 verschiedenen Arten von Hebeln**. Sie haben folgende Teile gemeinsam: einen starren Balken oder Stab, einen Drehpunkt, Kraft und Last. Sie unterscheiden sich nur in der jeweiligen Position des Drehpunkts und der Wirkungslinie von Kraft und Widerstand. Man nennt sie zweiseitiger Hebel, einseitiger Hebel und Winkelhebel. Die Schüler werden alle drei Arten kennenlernen.





- Mit Hilfe des Internets können die Schüler weitere Informationen zum Thema Hebel finden. (Empfehlen Sie die Suchworte einfache Maschine in eine Suchmaschine wie Google einzugeben oder unter www.Wikipedia.de nach Hebel zu suchen.)
- Die Schüler werden die **WIPPE** als Beispiel für einen Hebel untersuchen. Wenn es auf dem Schulhof eine Wippe gibt, versammeln Sie zu Beginn der Einführung die Schüler um diese Wippe und bitten Sie, die Bestandteile zu benennen und zu erklären, wie die Wippe funktioniert. Es ist etwas, das sie zum Spaß benutzen, fragen Sie aber, inwieweit die Wippe auch Arbeit erleichtern kann.
- Dies können Sie mit Hilfe eines Stuhls erklären. Nehmen Sie den Stuhl mit nach draußen und fragen Sie, ob jemand glaubt, dass er Sie zusammen mit dem Stuhl hochheben kann.
- Als nächstes bitten Sie einen der kleineren Schüler, sich auf ein Ende der Wippe zu setzen. Nun sollte er versuchen, Sie vom Boden zu heben. Sie sitzen dabei auf dem Ende an der anderen Seite der Wippe. Fragen Sie nun die Schüler nach Vorschlägen, wie Sie vom Boden nach oben bewegt werden können und versuchen Sie es damit. Wenn vorgeschlagen wird, dass Sie näher am Drehpunkt sitzen sollten, nehmen Sie bitte diese Position ein. Die Klasse sollte festhalten, dass es mit einer einfachen Maschine – einem Hebel – einem kleineren Schüler möglich war, diese Aufgabe zu verrichten. Die Wippe (ein Beispiel für einen Hebel) erleichterte die Arbeit.

Die Schüler sollten erkennen, dass es unwahrscheinlich ist, dass einer von ihnen dies tun könnte.

Einige Hebel können helfen, schwere Lasten mit wenig Kraftaufwand zu heben.

Aufgabe

Möglicherweise ist es sinnvoll, eine **Begriffe-Wand** einzurichten. Hier finden sich alle Wörter und Begriffe, die während der Besprechung der einzelnen Experimente und für die beschrifteten Zeichnungen gebraucht werden. Die Begriffe können auf Karten geschrieben werden und auf der Rückseite die entsprechende Definition.

Aufgabe aus dem Bau-Set

- Teilen Sie die Klasse in Gruppen von je 2 Schülern und verteilen Sie ein K'NEX Hebel und Rollen Bau-Set an jede Gruppe.
- Bitten Sie die Schüler, das Set zu öffnen und die Anleitung herauszunehmen. Wenn die Schüler zum ersten Mal mit K'NEX Elementen in Berührung kommen, weisen Sie auf die Seite mit dem Bau-Tipps hin. Es ist entscheidend, dass die Schüler zu diesem Zeitpunkt bereits das Bauen mit K'NEX verstehen, so lässt sich eine eventuelle Frustration später vermeiden.
- Geben Sie einige Grundregeln für den Umgang mit den K'NEX -Elementen.
- Erinnern Sie daran, dass die Schüler am Ende der Lektion ca. 5 Minuten benötigen, um die Teile wieder aufzuräumen.
- Erklären Sie, dass sie nun das Modell einer Wippe bauen, Beispiel für einen Hebel. Dann können sie das Modell nutzen und die Funktion eines Hebels erkunden und überlegen, welche Art von Hebel hier vorliegt.
- Nun können die Schüler das Modell der Wippe bauen (Seite 2-3 der Bauanleitung). Wir empfehlen, dass ein Schüler die Schritte 1-3 baut und der andere die Schritte 4-8. Anschließend sollten die Teile zu einer Wippe zusammengeführt werden. (Alternativ können Sie auch die Schüler bitten, selbst zu entscheiden, wie sie das Modell innerhalb von 10 Minuten bauen möchten - dies gibt ihnen die Möglichkeit, zusammenzuarbeiten und erfordert automatisch eine Arbeitsaufteilung.)

Bau-Tipps

- Vergewissern Sie sich, dass die Schüler auf die Rückseite der Anleitung schauen und verstehen, wie die beiden violetten Verbinder zusammengesteckt werden.
- Wenn der violetten Verbinder mit dem Weißen und dem Grünen verbunden wird (Schritt 5), empfehlen wir, zuerst die kurzen grünen Stäbe in den violetten Verbinder einzufügen. Das erleichtert die weitere Verbindung zu dem weißen und grünen Verbinder.
- Sollte die Wippe nach dem Bau nicht ausgewogen sein, bitten Sie Ihre Schüler, noch einmal zu überprüfen, ob alle Stäbe richtig in den Verbindern eingefügt wurden und alle Teile exakt wie in der Anleitung angebracht sind..

Aufgabe: Wie hilft ein Hebel bei der Arbeit?

- Jede Gruppe erhält Sticker oder Klebeband, danach sollen die Schüler noch einmal die 3 Hauptbestandteile eines Hebels ins Gedächtnis zurückrufen (*Drehpunkt, Kraft, Widerstand/Last*). Bitten Sie sie nun, Abkürzungen dafür auf die Sticker oder das Klebeband zu schreiben. **Legen Sie die Aufkleber für spätere Zwecke beiseite.**

D - Drehpunkt**K** - Kraft**L** - Last

- Weisen Sie darauf hin, dass sich die Schüler während der Experimente Notizen und Zeichnungen anfertigen sollten. Diese helfen bei der späteren Zusammenfassung der Ergebnisse zu dieser Art Hebel.
- Jede Gruppe erhält nun ein Stück Alufolie mit Münzen oder Heftklammern und einem Gummiband. Erinnern Sie noch einmal an den sicheren Umgang mit Gummibändern. Die folgenden Hinweise helfen Ihnen bei der weiteren Durchführung in der Klasse.

Ablauf

- (a) **Fühle die Last:** Lege deine Hand flach auf den Tisch mit der Handfläche nach oben. Lege die Alufolie in die Handfläche und hebe sie vom Tisch. Wechselt euch dabei ab. Die Folie stellt die Last oder den Widerstand dar.

(b) Ist die Last schwer? Konntest du das Gewicht der Last in deiner Hand fühlen?

Die Schüler sollten über das Gewicht in der Hand nachdenken. Dies gibt ihnen die Möglichkeit, darauf hinzuweisen, dass das Gewicht auch eine Kraft ist. Der Einsatz eines Gewichtes hat den gleichen Effekt wie das Drücken nach unten mit einem Finger.
- (a) **Benutzt den Hebel:** Legt das Gewicht nun auf ein Ende der Wippe. Sichert es mit Hilfe des Gummibandes. Was passiert mit dem Ende der Wippe, auf dem die Last liegt? Drücke nun das andere Ende nach unten und hebe die Last.

(b) Fühlt es sich dieses Mal leichter an, die Last zu heben, schwerer oder gleich?

(c) In welche Richtung wirkt deine Kraft (Druck)?

(d) In welche Richtung bewegt sich die Last?

(e) Wie unterscheiden sich diese Richtungen von dem Versuch, die Last mit der Hand zu heben?

Die Schüler sollten Folgendes festhalten:

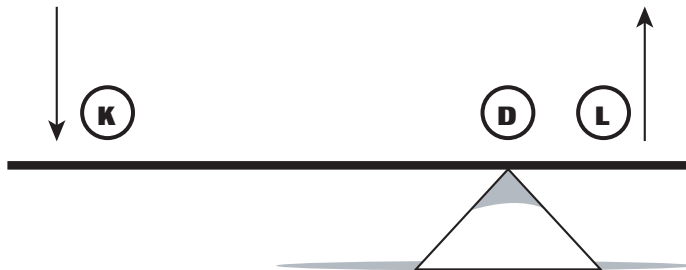
 - *Wie sich das eine Ende der Wippe nach unten bewegt, sobald eine Last aufgelegt wurde und dass es in dieser Position ruht, bis sie die andere Seite nach unten drücken (Kraft anwenden.)*
 - *Das Anheben der Last war mit der Wippe weder leichter noch schwerer - der Drehpunkt befand sich in der Mitte und man benötigt mit und ohne Wippe die gleiche Energie für das Heben der Last.*
 - **Anmerkung:** *Einige Schüler sind vielleicht der Meinung, dass es mit der Wippe leichter war als ohne. Besprechen Sie gemeinsam, wie das genau überprüft werden könnte. Dabei werden verschiedene Ideen für das Messen der Kraft und der Last genannt werden. (siehe auch Weiterführend)*
 - *Sie drücken das eine Ende der Wippe nach unten und die Last bewegt sich nach oben. Daraus erkennen sie, dass die Wippe die Richtung der einwirkenden Kraft geändert hat.*



3. Bitten Sie nun die Schüler, ihre Aufkleber an die entsprechenden Stellen ihres Modells zu heften und damit den Drehpunkt, die Last und die Kraft zu bestimmen. Zwei weitere Aufkleber mit Pfeilen zeigen die Richtung, in der die Kraft wirkt und die Richtung, in der die Last bewegt wird.

Die Pfeile helfen den Schülern, sich ein Bild von den Vorgängen am Modell zu machen, wenn sie ihre Beobachtungen notieren und eine beschriftete Skizze anfertigen.

4. **Das Heben erleichtern:** Bitten Sie die Schüler, das Modell so abzuändern, dass der Drehpunkt näher an das eine Ende der Wippe gebaut wird. Zeichnen Sie dazu eine Skizze an die Tafel.



Die Gruppen können selbst herausfinden, wie diese Änderungen an dem Modell zu machen sind, sie können Ihnen aber auch sagen, dass die gelben Stäbe auf der einen Seite der Wippe durch (i) blaue und/oder (ii) weiße Stäbe ersetzt werden.

5. Die Schüler sollen vorhersagen -, ob diese Modifikation der Wippe Änderungen des Energieeinsatzes, der nötig ist, das Gewicht zu heben, haben wird. Die Schüler sollen ihre Vorhersage begründen. Nun sollten Sie testen, ob ihre Annahme richtig ist. Sie können dies eigenständig tun oder mit Hilfe der folgenden Schritte:

- (a) Platziere die Last auf den Sitz am kurzen Arm.
- (b) Drücke den freien Sitz nach unten und hebe die Last.
- (c) Was fällt dir auf?

- (d) Ist es im Vergleich zu der Anordnung mit Drehpunkt in der Mitte nun leichter oder schwerer, die Last zu heben?
- (e) Vergleiche die Wege auf denen sich die Kraft und die Last bewegt. Was fällt dir auf?

*Den Schülern sollte auffallen, dass es leichter ist, die Last zu heben, **wenn sie sich näher am Drehpunkt befindet.** Der Kraftarm bewegt sich über eine größere Strecke als der Lastarm, es ist aber nur wenig Kraft erforderlich die Last am Lastarm zu heben.*

6. (a) Platziere die Last auf dem Sitz mit dem langen Arm:
- (b) Drücke den freien Sitz nach unten und hebe die Last.
 - (c) Was fällt dir auf?
 - (d) Ist es im Vergleich zu der Anordnung mit Drehpunkt in der Mitte nun leichter oder schwerer, die Last zu heben?

- (e) Ist es im Vergleich zu der Anordnung mit der Last auf dem kurzen Arm nun leichter oder schwerer, die Last zu heben?

Die Schüler sollten feststellen, dass es schwerer ist, die Last zu heben, wenn sie weiter vom Drehpunkt platziert ist. Dies zeigt eine weitere Funktion des Hebels - mit ihrer Hilfe können Bewegungen vervielfältigt oder reduziert werden, je nachdem, an welchem Hebelende die Kraft einwirkt.

7. Mit Hilfe der Anleitung bestimmen die Schüler im nächsten Schritt, um welche Art Hebel es sich bei einer Wippe handelt.
8. Wiederholen Sie die Eigenschaften eines zweiseitigen Hebels:

- Wo befindet sich der Drehpunkt?
- Was tut ein zweiseitiger Hebel in Bezug auf die Richtung der angewandten Kraft?
- Wenn der Drehpunkt nicht in der Mitte liegt und die Last nahe am Drehpunkt liegt, was tut der Hebel mit der angewandten Kraft?

Zweiseitiger Hebel

Immer zwischen der Kraft und der Last.

Er kehrt sie um.

Er multipliziert sie und erleichtert die Arbeit.

Anwendung

- Bitten Sie Ihre Schüler, die zwei Möglichkeiten der Arbeitserleichterung mit einem zweiseitigen Hebel in ihre Hefte zu übernehmen..

- Die Klasse soll nun Situationen benennen, in denen sie einen zweiseitigen Hebel einsetzen, um eine Last zu heben.

- Die Gruppen können nun ein weiteres Modell eines zweiseitigen Hebels bauen und damit eine dieser Aufgaben verrichten.

Bitten Sie die Schüler, die Funktion ihres Modells zu erklären. Wie erleichtert es die Arbeit? Wo befinden sich der Drehpunkt, die Kraft und die Last?

*1. Der zweiseitige Hebel kann die Richtung der Kraft ändern: **Druck nach unten resultiert in einer Aufwärtsbewegung der Last.***

*2. Ein zweiseitiger Hebel kann die angewandte Kraft multiplizieren, wenn die Last näher am Drehpunkt angreift als die einwirkende Kraft. Geringer Kraftaufwand wird entlang einer größeren Strecke ausgeübt, die Last dabei über eine kleinere Strecke bewegt. **Je länger der Kraftarm, desto weniger Kraft braucht man, um die Last zu bewegen.***

Der zweiseitige Hebel könnte für das Heben eines Felsbrockens oder das Öffnen einer Flasche genutzt werden.

Vorschläge für andere zweiseitige Hebel: Stemmeisen, Flaschenöffner.

Weiterführend

Verwenden Sie eine Federwaage, um die Kraft zu messen, die für das Anheben der Last in den verschiedenen Versuchen unter den Punkten 1-7 nötig ist. Hängen Sie die Waage an die Last und messen Sie die Kraft, die nötig ist, sie ohne Hebel zu heben. Anschließend hängen Sie die Waage an den Kraftarm der Wippe und ziehen an der Waage, um die Last zu heben. Bringen Sie den Drehpunkt in folgende Positionen und vergleichen Sie die Ergebnisse:

- (i) in der Mitte
- (ii) nahe an der Last
- (iii) nahe an der Kraft

Je näher die Last am Drehpunkt ist und je länger damit der Kraftarm ist, desto niedriger ist die Anzeige an der Waage und desto leichter ist es, die Last zu heben.

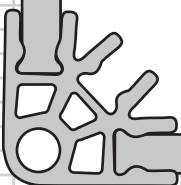


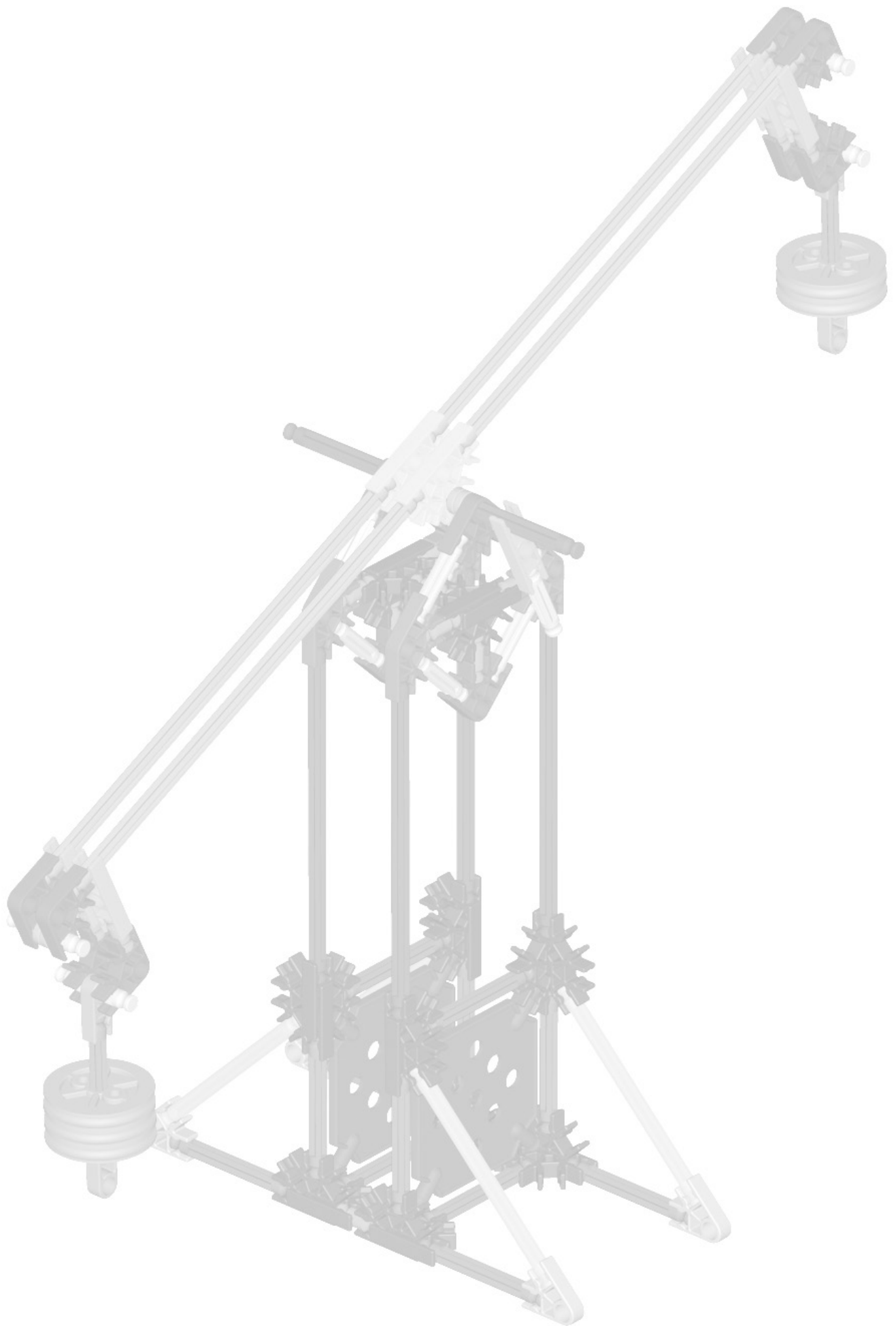


HEFTEINTRÄGE:

- ✔ Definition und beschriftete Skizze eines Hebels.
- ✔ Beispiele für Hebel.
- ✔ Ergebnisse zu den Experimenten.
- ✔ Verschiedene Wege, mit denen ein Hebel die Arbeit erleichtert.

NOTIZEN:

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.





Die Balkenwaage:

Beispiel eines zweiseitigen Hebels.



ZIELE:

Die Schüler werden:

1. Den Drehpunkt, die Last und die Kraft bei der Waage identifizieren.
2. Bestimmen, um welche Art Hebel es sich bei einer Balkenwaage handelt.
3. Herausfinden, wie der Abstand der Last zum Drehpunkt den Kraftaufwand, der für das Halten des Gleichgewichts nötig ist, beeinflusst.

MATERIAL

Jede Gruppe, bestehend aus jeweils 2 Schülern, benötigt:

- 1 K'NEX Hebel und Rollen Bau-Set mit Bauanleitung
- 10 Unterlegscheiben oder Büroklammern
- Klebesticker oder Stücke von Klebeband
- Einen kleinen Gegenstand, z.B. einen Radiergummi oder ein Stück Kreide
- Schulhefte
- Lineal
- Gramm-Gewichte (optional)

ANMERKUNG: Anwendung des Hebelgesetzes (siehe Seite 3-4). Während der Übungen in dieser Unterrichtsstunde werden Ihre Schüler Klammern, Münzen und Rollen bewegen, bis der Hebel im Gleichgewicht ist. Sie kennen dies vielleicht von Übungen, die dieses Prinzip anwenden, um den Schülern zu helfen, mathematische Gleichungen gleichzusetzen.

DURCHFÜHRUNG

Einleitung

- Fragen Sie die Klassen, wann der Balken einer Wippe waagrecht steht, wenn sie mit der Wippe spielen. Wie kann dieser Zustand noch beschrieben werden?

Die richtige Antwort lautet: die Wippe ist im Gleichgewicht.

- Fragen Sie, warum dieser Zustand des Gleichgewichts eintritt.

Die Antwort wird lauten, dass beide Personen das gleiche Gewicht haben. Einige werden aus den Übungen mit ihrem K'NEX Modell erkennen, dass dies auch mit dem jeweiligen Abstand vom Drehpunkt zusammenhängt.

- Besprechen Sie mit der Klasse, wie eine Waage helfen kann, das Gewicht von Dingen wie einem Apfel oder Süßigkeiten zu bestimmen. Führen Sie weiter aus, wie eine Waage auch helfen kann, das Gewicht von verschiedenen Objekten zu vergleichen. Setzen Sie einen Gegenstand auf die eine Seite der Waage und einige Standardgewichte auf die andere Seite. Wenn die Objekte auf beiden Seiten das gleiche Gewicht haben, ist die Waage völlig horizontal ausgerichtet.

- Waagen können auch helfen, eine schwere Last zu tragen. Ihre Schüler sollten sich dazu das Foto auf Seite 4 der K'NEX Bauanleitung ansehen. Fragen Sie, warum es einfacher sein kann, ein Gewicht auf diese Weise zu tragen.

Helfen Sie den Schülern, zu verstehen, dass die schwere Last in zwei gleiche Teile getrennt wurde, und so das Gewicht der Last nur verteilt wurde und zwischen den Schulterblättern des Mannes ausbalanciert wurde.

- Bitten Sie die Schüler in ihre Hefte ein Bild zu zeichnen, dass etwas darstellt, dass im Gleichgewicht ist oder eine Situation zu beschreiben, wo eine Waage Einsatz findet.
- Erklären Sie, dass sie nun ein Modell einer Balkenwaage bauen und damit ihre Kenntnisse zum Thema Hebel erweitern. Eine Balkenwaage ist ein weiteres Beispiel für einen Hebel, die Klasse wird erfahren, um welche Art es sich handelt. Sie werden ebenso erkennen, was geschieht, wenn die Positionen der Last oder der Kraft verändert werden.

Aufgabe aus dem Bau-Set

- Teilen Sie die Klasse in Gruppen von je 2 (maximal 3) Schülern und verteilen Sie ein K'NEX Hebel und Rollen Bau-Set an JEDE Gruppe.
- Bitten Sie die Schüler, das Modell der BALKENWAAGE zu bauen (Seite 4-5 der Bauanleitung.) Wir empfehlen, dass ein Schüler die Schritte 1-2 baut, der andere die Schritte 3-7. Die Teile sollten anschließend zu einer Balkenwaage zusammengeführt werden.
- Besprechen Sie die Ähnlichkeiten zwischen dem Modell der Balkenwaage und dem der Wippe aus der vorangegangenen Stunde.

Aufgabe: Wie können wir eine Waage im Gleichgewicht halten?

- Mit Hilfe der Sticker oder dem Klebeband können die Teile der Waage beschriftet werden:
D - Drehpunkt **K** - Kraft **L** - Last
- Fragen Sie, zu welcher Art Hebel die Waage gehört und warum. Die Antwort sollte zusammen mit der Zeichnung ins Heft übertragen werden.
- Mit Hilfe der folgenden Schritte, helfen Sie den Schülern herauszufinden, wie eine Waage im Gleichgewicht gehalten werden kann.

Ablauf

- (a) Entfernt die grauen Waagschalen (graue Seilscheiben) von dem Modell. Schiebt die roten und orangen Schieber an das Ende des Waagebalkens. Beschreibe bitte was mit dem Modell geschieht, wenn die beiden Arme feststehen, verwende das korrekte Vokabular.
- (b) Was passiert, wenn das eine Ende der Waage leicht gedrückt wird bzw. eine Kraft einwirkt? Erkläre deine Beobachtungen.

Die Waage bewegt sich nicht mehr, weil die Kräfte, die auf beiden Seiten der Waage einwirken gleich sind.

Wenn auf einer Seite Kraft einwirkt, bewegt sich die Waage, weil die beiden Kräfte nicht mehr gleich sind. Die Bewegung des Waagebalkens geht in die gleiche Richtung wie die angewandte Kraft.





- (c) Besprechen Sie noch einmal, dass ein Objekt solange in Ruhestellung bleibt, bis eine Kraft darauf einwirkt.
2. (a) Verändere sie die hängenden Scheiben (graue Scheiben), so dass **zwei** (2) Scheiben auf einer Seite und **eine** (1) Scheibe auf der anderen Seite ist. Schiebe beide Scheiben an das Ende des Waagebalkens.
- (b) Was passiert mit der Waage?

Die Waagschale mit zwei grauen Scheiben geht nach unten, während die andere Seite nach oben geht. Dies geschieht, weil die beiden Scheiben auf der einen Seite schwerer sind als die eine Scheibe auf der anderen Seite. Erklären Sie den Schülern, dass dies ein Ergebnis von unausgeglichenen Kräften ist.

3. Fragen Sie die Schüler, was sie tun müssen, um die Kräfte in ihrem Modell auszubalancieren.

Es können entweder graue Scheiben auf der einen Seite hinzu- oder auf der anderen Seite weggenommen werden und damit das Gewicht auf beiden Seiten ausgeglichen werden.

4. Bitten Sie die Schüler zurückzugehen zum Modell, das nicht im Gleichgewicht ist. Auf welchen anderen Weg - ohne Hinzufügen oder Wegnehmen von Scheiben - kann das Gleichgewicht wieder hergestellt werden? Geben Sie, wenn nötig, folgende Hilfestellung:

- (a) Schiebt eine der hängenden Scheiben näher in die Mitte.
- (b) Was passiert?
- (c) Warum geschieht das?

*Die Schüler werden feststellen, dass der Waagebalken in die Horizontalebene kommt, wenn sie die Schale mit den zwei Scheiben **näher in die Mitte** schieben, während die andere Schale aber am Ende bleibt. Dies geschieht, weil sich die Last näher am Drehpunkt befindet und somit weniger Kraft erforderlich ist, sie auszugleichen.*

Erinnern Sie die Schüler, was sie in der Übung mit der Wippe erfahren haben. Ein schweres Gewicht nahe am Drehpunkt kann mit Hilfe eines längeren Kraftarms und weniger Energie angehoben werden.

5. Verteilen Sie eine Tabelle an die Schüler, in die sie die Ergebnisse der nächsten Übungen (Schritte 6-8.) eintragen sollen. Erinnern Sie noch einmal daran, dass sie auch entsprechende Zeichnungen von ihrem Modell anfertigen.

Kraftarm		Lastarm	
Anzahl Scheiben/ Klammern (Gewicht)	Abstand zum Drehpunkt	Objekt	Abstand zum Drehpunkt

6. (a) Verändere die Waage so, dass auf jeder Waagschale eine Scheibe aufliegt. Vergewissere dich, dass beide Schalen den gleichen Abstand zum Drehpunkt haben. Messe den Abstand und schreibe es in die Tabelle.
- (b) Lege einen kleinen Gegenstand auf die Scheibe. Verwende Klammern oder kleine Scheiben als Gewichte für die andere Seite. Füge so viele Scheiben oder Klammern auf die Kraftscheibe, bis die Waage ausgeglichen ist.
- (c) Zähle, wie viele Scheiben/Klammern nötig sind, um die Waage auszugleichen. Notiere das Ergebnis in die Tabelle.
7. (a) Bewege die **Last** näher an den Drehpunkt. Balanciere die Last durch Ändern des Kraftaufwands (Gewicht.) Notiere den Abstand vom Drehpunkt und das Gewicht in der Tabelle.
- (b) Was fällt dir in Bezug auf die Länge des Kraft- und Lastarms auf?
- (c) Hast du Gewicht hinzugefügt oder weggenommen? Warum?
- (d) Bewege die Last und balanciere sie erneut aus. Notiere wieder deine Messungen in der Tabelle.
- (e) Zeichne die Waage in dein Heft und beschrifte den Drehpunkt, die Kraft, die Last, und die Richtungen in welche die Kräfte wirken.
8. (a) Bewege die **Kraft** näher an den Drehpunkt. Balanciere die Last durch Ändern des Kraftaufwands. Notiere den Abstand vom Drehpunkt und das Gewicht in der Tabelle.
- (b) Was fällt dir in Bezug auf die Länge des Kraft- und Lastarms auf?
- (c) Hast du Gewicht hinzugefügt oder weggenommen? Warum?
- (d) Wiederhole es, bewege die Last und balanciere sie erneut. Notiere wieder deine Messungen in der Tabelle.
- (e) Zeichne die Waage in dein Heft und beschrifte den Drehpunkt, die Kraft, die Last, und die Richtungen in welche die Kräfte wirken.

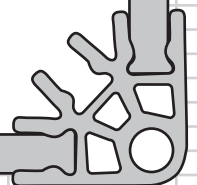
Die Schüler können blaue Stäbe durch die Klammern oder Scheiben führen, damit sie nicht abfallen.

*Die Schüler müssen **Gewicht entfernen**, um die Waage ins Gleichgewicht zu bringen. Es erfordert **weniger Kraft**, wenn die Last nahe am Drehpunkt einwirkt. Dabei ist der Kraftarm länger als der Lastarm.*

*Die Schüler müssen **Gewicht hinzufügen**, um die Waage ins Gleichgewicht zu bringen. Es erfordert **mehr Kraftaufwand**, wenn die Kraft nahe am Drehpunkt einwirkt. Dabei ist der Kraftarm kürzer als der Lastarm.*

Anwendung

- Besprechen Sie die Ergebnisse der Experimente mit der gesamten Klasse. Wenn die Waage im Gleichgewicht ist, müssen die Kräfte der einen Seite gleich sein mit den Kräften, die auf der anderen Seite einwirken.
- Bitten Sie Ihre Schüler die einzelnen Vorgänge, die dem Herstellen des Gleichgewichts dienen, in ihre Hefte zu übertragen. Hierzu sollten sie verstehen, dass dabei zwei Faktoren beteiligt sind:
 1. Das Gewicht der Last und die Kraft.
 2. Der Abstand von Kraft- und Lastarm zum Drehpunkt.
- Fordern Sie die Schüler auf, eine allgemeine Regel für das Ausbalancieren eines Hebels zu finden und in ihre Heft einzutragen. **Je näher die Last am Drehpunkt einwirkt, desto weniger Kraft ist nötig, sie zu bewegen.** Sie sollten darüber hinaus auch einen Hinweis zu den jeweiligen Längen des Kraft- und Lastarms geben. (siehe 7b und 8b oben.)





Weiterführend

1. Nutze Grammgewichte und ein Lineal um das mathematische Verhältnis beim Ausbalancieren eines Hebels zu untersuchen. Bringe den Hebel mit Hilfe von Grammgewichten auf beiden Waagschalen ins Gleichgewicht. Messe den Abstand vom Drehpunkt für Last und Kraft mit dem Lineal wenn die Waage ausgeglichen ist.

Das Hebelgesetz besagt für das Gleichgewicht:

Kraft x Abstand vom Drehpunkt = Last x Abstand vom Drehpunkt.

oder

$$F_K \times L_K = F_L \times L_L$$

Dabei gilt*: F_K = Kraft

F_L = Last

L_K = Länge des Kraftarms

L_L = Länge des Lastarms

* Die Formelelemente für Kraft- und Lastarm können variieren. Bitte ändern Sie die Formel entsprechend Ihrem Lehrplan ab.

Anmerkung: Zur Vereinfachung werden die Kommastellen ignoriert

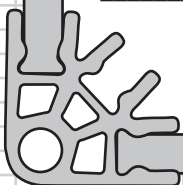
2. Sie können den Schülern die Aufgabe stellen, mit Hilfe des Hebelgesetzes und eines 10g Gewichts, das Gewicht eines unbekannten Objektes zu ermitteln.

HEFTEINTRÄGE:

- ✓ Erklärung wie die Waage ins Gleichgewicht gebracht werden kann.
- ✓ Beschriftete Skizze mit Angabe von Drehpunkt, Kraft und Last sowie den Richtungen, in welche die Kräfte wirken.
- ✓ Vollständige Tabelle mit den Ergebnissen aus den Experimenten.
- ✓ Allgemeine Regel für das Ausbalancieren eines Hebels

ANMERKUNG: Als nächstes können Sie auch die Übung mit einer Schere durchführen (siehe Seite 35.) Eine Schere ist ein Beispiel für zwei verbundene zweiseitige Hebel.

NOTIZEN:





Die Schubkarre:

Beispiel für einen einseitigen Hebel.



ZIELE:

Die Schüler werden:

1. Den Drehpunkt, die Last und die Kraft bei der Waage identifizieren.
2. Bestimmen, um welche Art Hebel es sich bei einer Schubkarre handelt.
3. Demonstrieren, inwieweit es sich bei der Schubkarre um einen einseitigen Hebel handelt.
4. Die Schubkarre verändern, damit das Heben der Ladung noch leichter wird.

MATERIAL

Jede Gruppe, bestehend aus jeweils 2 Schülern, benötigt:

- 1 K'NEX Hebel und Rollen Bau-Set mit Bauanleitung
- Extra K'NEX Teile

- Klebesticker oder Stücke von Klebeband
- Markierstift
- Eine große Menge Klammern oder Münzen

- Schulhefte
- Ein Stück Alu- oder Plastikfolie, ca. 15 x 20cm

DURCHFÜHRUNG

Einleitung

- Wiederholen Sie noch einmal das Prinzip der einfachen Maschine und die damit verbundene Arbeitserleichterung. Erinnern Sie die Schüler, dass sie in der Übung mit der Wippe bereits erkennen konnten, wie ein zweiseitiger Hebel helfen kann, eine schwere Last (Erwachsenen) mit geringem Kraftaufwand (kleiner Schüler) hochzuheben, wenn die Last nahe am Drehpunkt angreift. Dieses Gesetz gilt für alle Hebel - **wenn eine schwere Last nahe am Drehpunkt einwirkt, ist weniger Kraft (Energie) nötig, sie zu bewegen.**
- Wiederholen Sie, wo bei einem zweiseitigen Hebel Drehpunkt, Last und Kraft zu finden sind. Beziehen Sie sich auf Beispiele im Klassenzimmer.
- Fragen Sie die Klasse, ob sie eine Waage oder eine Wippe verwenden würden, um eine schwere Last über den Hof zu tragen. Was sind die Begründungen?

Die Schüler sollten antworten, dass die Wippe eine Last nur vertikal bewegen kann, nicht horizontal und daher keinen Sinn macht für diese Aufgabe; eine Waage mit zwei gleichen Trägern könnte verwendet werden, aber nur, wenn sie vorher auf die Schulter gehoben werden kann.
- Fragen Sie, was man noch benutzen kann, um eine Ladung über den Hof zu tragen. (Die Schüler schlagen vielleicht eine Karre mit 4 Rädern vor, eine Sackkarre oder eine Schubkarre) Erklären Sie Ihnen, dass sie nun weitere Übungen zum Thema Hebel machen werden und dafür eine Schubkarre bauen. Die Schüler kennen vielleicht eine Schubkarre, wussten aber nicht, dass es sich dabei um einen Hebel in Aktion handelt. Erklären Sie Ihnen, dass die Schubkarre ein Hebel ist, aber da sie ein Rad besitzt, das Gewicht nicht nur heben, sondern auch den Transport erleichtern kann – das Rad an der Vorderseite reduziert die Reibung am Boden.
- Stellen Sie folgende Fragen:
 - (a) Welche Art von Ladung wird normalerweise mit einer Schubkarre transportiert?
 - (b) Wie werden Schubkarren be- und entladen?

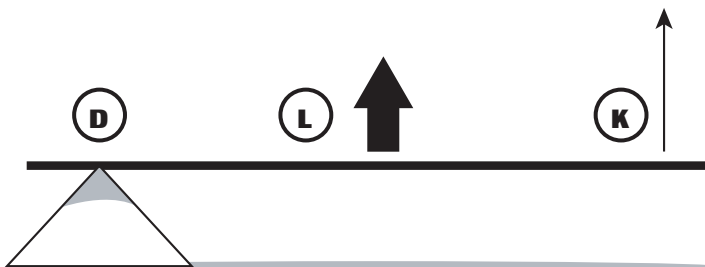
Aufgabe aus dem Bau-Set

- Teilen Sie die Klasse in Gruppen von je 2 (maximal 3) Schülern und verteilen Sie ein K'NEX Hebel und Rollen Bau-Set an JEDE Gruppe.
- Bitten Sie die Schüler, das Modell der SCHUBKARRE zu bauen (Seite 6-7 der Bauanleitung.) Wir empfehlen, dass ein Schüler die Schritte 1-2 baut, der andere die Schritte 3-4. Die Teile sollten anschließend zu einer Schubkarre zusammengeführt werden.
- **BAU-TIPP: Fügen Sie graue Abstandshalter an der Achse ein, einen auf jeder Seite des Rads. Damit erzielt man eine höhere Stabilität, wenn in der Schubkarre eine Ladung bewegt wird.**

Aufgabe: Wie kann mit einem einseitigen Hebel das Bewegen einer Ladung erleichtert werden?

- Bitten Sie die Schüler, ihre Maschine zu untersuchen und herauszufinden, wo der Drehpunkt, die Last und die Kraft zu finden sind.
- Mit Hilfe von Stickern oder einem Klebeband sollen die Teile der Schubkarre benannt werden:

D - Drehpunkt
K - Kraft
L - Last
- Die Schüler sollten nun die Aufkleber an den entsprechenden Stellen anbringen.
- Fragen Sie, zu welcher Art Hebel die Schubkarre gehört und warum. (Beispiele im Klassenzimmer können einen Hinweis geben.) Zeichnen Sie eine Skizze an die Tafel und zeigen Sie die Positionen von Drehpunkt, Last und Kraft bei einem einseitigen Hebel. Belassen Sie die Zeichnung als Hinweis an der Tafel.



- Der Widerstand/die Last ist immer näher am Drehpunkt als die Kraft.
- Last und Kraft bewegen sich immer in die gleiche Richtung.
- Arbeit wird erleichtert, weil Kraft mit großer Entfernung vom Drehpunkt einwirkt. (Hier kommt ein langer Kraftarm zum Einsatz, um die Energie zu erhöhen.)

- Mit Hilfe der folgenden Schritte, helfen Sie den Schülern herauszufinden, wie mit einem einseitigen Hebel eine schwere Last leichter bewegt werden kann.

Ablauf

1. (a) Ein Schüler aus jeder Gruppe soll jeweils eine größere Menge Klammern oder Münzen vom Lehrerpult holen. Bitten Sie diese Schüler, die Klammern oder Münzen mit nur einer Hand zurück an ihren Platz zu bringen.
- (b) War es schwierig, diese losen Teile in der Hand zu tragen? Fielen einige zu Boden auf dem Weg zurück zum Tisch?
- (c) Die meisten haben es geschafft, an den Platz zurückzukehren, ohne Teile fallen zu lassen. Wäre das auch mit einer großen Handvoll Sand möglich gewesen?

Die Schüler erkennen hier, dass lose Teile leicht aus ihrer Hand fallen können, wenn sie zurück zum Platz gebracht werden. Sand würde leicht durch ihre Finger gleiten.





2. (a) Verteilen Sie an jede Gruppe ein Stück Alu- oder Plastikfolie.
- (b) Die Schüler sollen damit die Wanne der Schubkarre auslegen. Anschließend sollen die Klammern oder Münzen eingefüllt werden. Dann wird die Ladung mit Hilfe der Schubkarre angehoben, bewegt und ausgekippt. Die Ladung soll über die Vorderseite entladen werden, nicht zur Seite.

- (c) Was fällt dir in Bezug auf das Bewegen der Ladung mit der Schubkarre auf? Welche Art Ladung wird mit der Schubkarre am leichtesten bewegt und warum?

Die Schüler sollten feststellen, dass es leichter ist, lose Teile in einer Schubkarre zu transportieren, weil sie die Ladung an einen Platz zusammenführt und sie nur noch den Griff anheben müssen, um sie zu bewegen. Mit der Schubkarre können viele Arten von Ladung bewegt werden, besonders geeignet ist sie aber für den Transport von losen, schweren Ladungen wie Sand oder Ziegelsteinen.

- (d) Stellt euch vor, ihr müsst jemanden, der noch nie eine Schubkarre gesehen hat, eine genaue Bedienungsanleitung geben. Notiert Schritt-für-Schritt was zu tun ist.

Die Hefteinträge sollten beinhalten: platziere Objekte in der Schubkarre – setze Kraft ein, um die Griffe und die Stützen anzuheben, so dass sich das Rad der Schubkarre drehen kann – zur gleichen Zeit wird die Ladung gehoben – wende Kraft an, um die Schubkarre nach vorne zu schieben – das Rad hilft, die Reibung zu überwinden, die entsteht, wenn das Rad über den Boden rollt – setze mehr Kraft ein, um die Griffe höher zu ziehen und die Ladung auszukippen – senke die Griffe der Schubkarre, so dass die Stützen auf dem Boden aufliegen.

3. (a) Eine noch schwerere Last muss bewegt werden. Was könnte an dem aktuellen Modell verändert werden, um diese schwerere Ladung zu bewegen, ohne dass der Kraftaufwand für das Heben der Griffe erhöht werden muss. (Die Schüler brauchen hier vielleicht Hilfe; fragen Sie, was sie aus ihren bisherigen Übungen wissen, wie eine Last leichter bewegt werden kann.)

- (b) Was habt ihr mit dem Modell gemacht, damit eine Last leichter gehoben werden kann?

- (c) Warum habt ihr euch dafür entschieden?

Die Schubkarre ist ein einseitiger Hebel, um das Anheben leichter zu machen, sollten die Griffe der Schubkarre verlängert werden. Dies führt dazu, dass die Kraft weiter vom Drehpunkt greift und das Heben leichter wird.

Anwendung

- Wiederholen Sie mit der Klasse die Eigenschaften eines einseitigen Hebels:

- (a) Wo befindet sich der Drehpunkt?

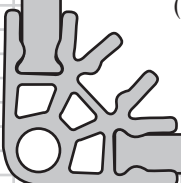
An einem Ende des Hebels, näher an der Last als an der Kraft.

- (b) Bewegen sich die Kraft und die Last in gegensätzliche Richtungen, so wie das bei dem zweiseitigen Hebel der Fall ist?

Nein. Kraft und Last bewegen sich immer in der gleichen Richtung. Wird der Hebel angehoben, bewegt sich die Last ebenfalls nach oben.

- (c) Was passiert, wenn die Kraft mit hohem Abstand vom Drehpunkt wirkt?

Es erhöht die Energie und erleichtert die Arbeit.



- Bitten Sie Ihre Schüler in ihre Hefte Gründe einzutragen, warum die Schubkarre ein einseitiger Hebel ist und wie damit schwere Ladungen leichter angehoben werden können. Sie sollten eine Tabelle und Zeichnungen anfertigen.

*Die Schüler sollten nun verstehen, dass die Kraft weiter vom Drehpunkt entfernt greift als die Last. **Je länger der Kraftarm ist, desto stärker wird die Energie erhöht.** Das ermöglicht, dass eine schwere Ladung mit wenig Kraft bewegt werden kann.*

- Bitten Sie die Schüler mit K'NEX ein weiteres Beispiel eines einseitigen Hebels aufzubauen. Sie sollen erklären, wie die Maschine wirkt und warum sie ein einseitiger Hebel ist.

Beispiele für Modelle einseitiger Hebel: Tür, Papierschneider, Joystick.

Weiterführend

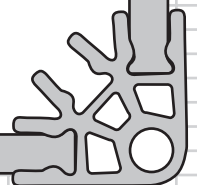
Erforschen Sie mit Hilfe des Internets und der Bibliothek die Funktion einer **Travois** und finden Sie heraus, wie die Ureinwohner Nordamerikas dieses Werkzeug auf den Great Plains nutzten, um ihre schwere Last zu bewegen. Erklären Sie, dass nicht alle Kulturen das Rad als Hilfe einsetzen, um schwere Ladungen zu bewegen.

Erklären Sie die Ähnlichkeit zwischen Travois und Schubkarre. Besuchen Sie auch folgende Website: <http://de.wikipedia.org/wiki/Travois#Nordamerika>

Genau wie die Schubkarre, wird auch die Travois für den Transport von Ladungen genutzt. Sie besteht aus einem Paar langer Stangen, die an Pferden oder Hunden angebracht werden. Das Tier zieht beim Laufen die Last während die Enden der Stangen auf dem Boden schleifen. Die Travois ist wie eine Schubkarre ohne Rad; sie wird gezogen statt geschoben.

HEFTEINTRÄGE:

- ✓ Erkennen der Schubkarre als einseitiger Hebel.
- ✓ Eigenschaften eines einseitigen Hebels, mit Skizze.
- ✓ Begründung, warum ein einseitiger Hebel die Arbeit erleichtert.





Der Hockeyschläger:

Beispiel für einen Winkelhebel.

ACHTUNG: Es liegt in Ihrem Ermessen, welche Beispiele und welche Methoden Sie für die Erklärung des Winkelhebels heranziehen. Folgen Sie hierbei Ihrem Lehrplan.



ZIELE:

Die Schüler werden:

1. Drehpunkt, Widerstand und Kraft bei einem Hockeyschläger identifizieren.
2. Einen Hockeyschläger als Hebel untersuchen.
3. Zeigen, wie der Hockeyschläger als Winkelhebel dient.
4. Durch Messungen zeigen, wie ein Winkelhebel zu Lasten von Kraft den Weg und die Geschwindigkeit erhöht.

MATERIAL

Jede Gruppe, bestehend aus jeweils 2 Schülern, benötigt:

- 1 K'NEX Hebel und Rollen Bau-Set mit Bauanleitung
- Markierstift

- Klebesticker oder Stücke von Klebeband
- Maßband
- Kleine Haftnotizzettel
- Schulhefte

Sie benötigen:

- Beispiele von Sportgeräten, wie: Eishockeyschläger, Baseballschläger, Golfschläger, oder Tennisschläger. (Fragen sie bei ihren Sportlehrern.)

DURCHFÜHRUNG

Einleitung

- Erklären Sie den Schülern, dass sie nun eine weitere Version von Hebel kennenlernen: den Winkelhebel. Erinnern Sie die Klasse an die beiden anderen Varianten und wie diese helfen, Arbeit zu erleichtern - Richtungsänderung einer Kraft und Erhöhung der Kraft.
- Erklären Sie, dass das Bewegen eines Objektes mit Hilfe des Winkelhebels, mehr Kraft erfordert, als die Bewegung ohne Hebel. Fragen Sie, warum wir diesen Hebel einsetzen sollten, wenn es einen hohen Kraftaufwand erfordert.
- Fragen Sie nach anderen Dingen, die ein Hebel tun könnte. Helfen Sie den Schülern, herauszufinden, dass wir Hebel nicht nur dann einsetzen, wenn wir Dinge einfacher bewegen oder heben möchten, sondern auch, um sie schneller oder weiter zu bewegen.
- Fragen Sie nach Situationen, in denen die Schüler etwas sehr schnell über eine große Distanz bewegen möchten und wo sie hohe Energie für eine kurze Zeit aufwenden würden, um dieses Ziel zu erreichen. (Wenn nötig, können Sie einen Tipp in Bezug auf Sport geben.)
- Erklären Sie, dass eine Reihe von Sportgeräten, die sie vielleicht schon benutzt haben, als Winkelhebel betrachtet werden können. Sie werden verwendet, weil man damit durch einen hohen Krafteinsatz in kurzer Zeit, den Ball oder Puck weit und schnell schlagen kann. Fragen Sie nach entsprechenden Beispielen.
- Zeigen Sie Beispiele - entweder einen der Schläger oder Bilder davon. (Vorschlag: Eishockeyschläger, Tennisschläger, Golfschläger etc.) Fordern Sie die Schüler auf, eine Collage aus Bildern mit Winkelhebeln, die als Sportgeräte dienen, herzustellen.
- Erklären Sie den Schülern, dass sie einen Hockeyschläger bauen werden und damit die Eigenschaften eines Winkelhebels untersuchen.

Aufgabe aus dem Bau-Set

- Teilen Sie die Klasse in Gruppen von je 2 Schülern (maximal 3) und verteilen Sie ein K'NEX Hebel und Rollen Bau-Set an JEDE Gruppe.
- Bitten Sie die Schüler, das Modell des **HOCKEYSCHLÄGERS** zu bauen (Seite 8 der Bauanleitung.)

Aufgabe: Wie hilft ein Winkelhebel, eine Last schneller und weiter zu bewegen?

- Die Schüler sollten ihre Maschine erforschen und Drehpunkt, Last und Kraft identifizieren. Bitten Sie die Schüler, das Bild auf Seite 8 der Bauanleitung zu betrachten und die Position der Hand des Hockeyspielers zu beachten. Dann sollten sie mit Hilfe des Hockeyschlägers kleine Papierbällchen schlagen. (Sie sollten dies nacheinander machen.) Erinnern Sie die Schüler, dass sie ihre Hand in der gleichen Position halten, wie auf dem Foto gezeigt.

● Fragen Sie:

- (a) Welche Seite der Hand dient als Drehpunkt? (Handoberseite)
- (b) Welche Seite der Hand dient als Kraftpunkt? (Handunterseite)
- (c) Wo ist die Last/der Widerstand? (Der Puck)

Hinweis: Es kann schwierig sein, zu erkennen, dass das Handgelenk der Drehpunkt ist: das Handgelenk ist der Punkt der Drehung - wie bei einer Türangel.

- Bitten Sie die Schüler, Aufkleber vorzubereiten, um die Teile eines Schlägers zu beschriften.

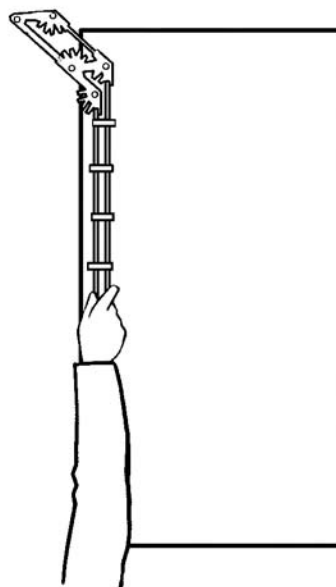
D - Drehpunkt**L** - Last/Widerstand**K** - Kraft

- Besprechen Sie, wo die Aufkleber angebracht werden sollten. Zeichnen Sie eine Skizze an die Tafel und bitten Sie die Schüler, die Skizze in ihre Hefte zu übertragen. Sie sollten einen Satz hinzufügen, der die Unterschiede zwischen einseitigem Hebel und Winkelhebel beschreibt.

Die Kraft greift näher am Drehpunkt als der Widerstand/die Last.

Schritte

1. (a) **Wechselt dabei ab.** Nehme nur einen Arm für dieses Experiment. Halte deinen Hockeyschläger, deine Finger liegen dabei an der Oberkante der grauen Verbinder. Lege deinen Arm auf deinen Tisch, so dass die Arminnenseite mit dem Ende des Tisches abschließt (siehe Abbildung.)





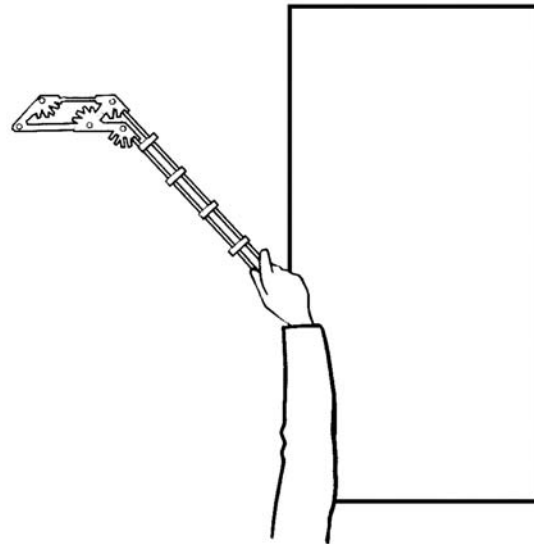
- (b) Biege das Handgelenk weg vom Tisch, so dass sich auch der Hockeyschläger über den Tisch hinweg bewegt, der Arm bewegt sich dabei nicht. Achte auf den Weg, den dein Handgelenk und der Hockeyschläger dabei zurücklegen.

- (c) Was fällt dir auf?

Die Schüler sollten bemerken, dass mit einer kleinen Bewegung des Handgelenks, der Hockeyschläger schnell über eine größere Strecke bewegt wird.

HINWEIS: Einige Schüler finden es vielleicht schwer, zu erkennen, dass sich der Hockeyschläger weiter und schneller bewegt als das Handgelenk - sie denken vielleicht, dass durch die Verbindung, die Geschwindigkeit gleich sein müsste.

Zeigen Sie die unterschiedliche Geschwindigkeit wie folgt. Bitten Sie zwei Schüler jeweils ein Ende eines langen Hockeyschlägers oder Besenstiels zu halten. Sie sollten beide in die gleiche Richtung schauen. Schüler A repräsentiert das Handgelenk und Schüler B das Ende des Hockeyschlägers. Bitten Sie die Schüler, sich um ein Viertel(1/4) zu drehen. Die anderen Schüler sollten sich die Startposition merken. Bei der Drehung wird der Schüler, der das Ende des Schlägers darstellt, sich schneller bewegen müssen, um mit dem Schüler, der das Handgelenk bildet, mitzuhalten. Schüler B muss auch eine größere Strecke zurücklegen als Schüler A.



**Schüler B =
Ende des
Hockeyschlägers**

**Schüler A =
Handgelenk**

**zurückgelegte
Strecke**

2. Verteilen Sie Maßbänder und bitten Sie die Schüler das Experiment unter Schritt 1 zu wiederholen und dabei folgenden Ablauf zu berücksichtigen:
 - (a) Halte deine Hand an das Ende des Schlägers, deine Finger liegen dabei an der Oberkante der grauen Verbinder. Deine Finger dienen dabei als Kraftpunkt. Wiederhole Schritt 1(b), aber dieses Mal sollte der Partner den Abstand zwischen Ende des Tisches und dem Punkt, an dem die Finger auf den grauen Verbindern aufliegen, messen. Danach wird der Abstand zwischen Ende des Tisches und den gelben Verbindern am Hockeyschläger gemessen.
 - (b) Was fällt dabei auf?
Notiere die Ergebnisse der Messungen.

Die Schüler sollten erkennen, dass es einen erheblichen Unterschied zwischen den beiden Ergebnissen gibt. Abhängig von der Biegsamkeit ihres Handgelenks, kann die Strecke, die das Ende des Hockeyschlägers zurückgelegt hat, viermal länger sein, als die des Handgelenks.

3. Greife nun den Schläger mit zwei Händen und versuche, ein Papierbällchen zu schlagen. Was fällt dir in Bezug auf Geschwindigkeit und zurückgelegter Strecke auf?

Hier sollten die Schüler erkennen, dass es sowohl schneller als auch weiter bewegt wird.

Stellen Sie sicher, dass die Schüler die Papierbällchen wieder einsammeln.

Anwendung

- Bitten Sie die Schüler, in ihre Hefte einzutragen, wie ein Hockeyschläger, den Spielern bei einem Hockeyspiel helfen kann.

Sie sollten erklären, dass der Schläger sich viel schneller und weiter bewegt als ihre Hände. Dies hilft ihnen, den Puck schnell und weit über das Eis zu schlagen, obwohl sie, weil Drehpunkt und Kraftangriffspunkt nahe aneinander liegen, ein hoher Kraftaufwand (viel Energie) nötig ist, eine geringe Last zu bewegen.

- Erklären Sie, dass der Eishockeyspieler auf Seite 8 der Bauanleitung eines verbesserten Schlägers bedarf, damit er noch mehr Tore schlagen kann. Er weiß, dass er den Puck nicht schnell genug schlagen kann, aber er weiß nicht, ob er einen längeren oder kürzeren Schläger kaufen soll. Deine Aufgabe ist es, einen Beweis zu führen, verändere dazu deinen Schläger, messe und helfe ihm bei der Entscheidung. Schreibe deine Ergebnisse in das Schulheft.

Die Schüler sollten den Schläger verlängern. Für die schnelle und weite Bewegung eines gleichbleibenden Pucks von einer festen Position, benötigt man viel Energie. Ein längerer Schläger lässt das Ende des Schlägers viel schneller bewegen, als die Hand des Spielers - das optionale Experiment auf Seite 33 mit einem Besenstiel oder Hockeyschläger, der um 90 Grad gedreht wird, zeigt dies. Ein Nachteil des längeren Schlägers ist, dass der Drehpunkt weiter von der Last (Puck) entfernt ist und somit mehr Energie nötig ist, ihn zu schlagen. Es kann auch viel schwieriger sein, das Ende zu kontrollieren.

HINWEIS: Sie können das auch demonstrieren, indem Sie einen Schüler einen Besen mit langem Stiel halten lassen und einen anderen einen Besen mit einem kurzen Stiel.

Weiterführend

1. Untersuchen Sie weitere Winkelhebel beim Sport mit Hilfe der Bibliothek oder des Internets - z.B. Golfschläger, Tennisschläger, Angelrute. Inwieweit helfen die verschiedenen Sportgeräte ihren Anwendern? Was benötigen die Spieler, um die Ziele des Spiels zu erreichen? Auf der folgenden Website finden Sie z.B. Informationen zu Baseballschlägern: <http://exn.ca/stories/2000/10/13/55.asp>
2. Die Schüler sollten eines der Sportgeräte bauen, das sie erkundet haben. Sie sollten erklären/zeigen, wie der Hebel arbeitet und hilft, die Aufgabe zu leisten. Drehpunkt, Last und Kraft sollten identifiziert werden.
3. Wenn möglich zeigen Sie Videos von Sportlern, beim Gebrauch dieser Sportgeräte, so dass die Schüler den Winkelhebel in Aktion beobachten können.

HEFTEINTRÄGE:

- ✓ Erkennen des Hockeyschlägers als Winkelhebel.
- ✓ Eigenschaften eines Hockeyschlägers mit Skizze.
- ✓ Messungen und Erklärung, wie Hockeyschläger den Spielern im Hockeyspiel helfen.



Die Schere:

Beispiel für verbundene zweiseitige Hebel.



ZIELE:

Die Schüler werden:

1. Erkennen, inwieweit eine Schere aus 2 verbundenen zweiseitigen Hebeln besteht.
2. Zeigen wie eine Schere funktioniert, indem sie Drehpunkt, Kraft und Widerstand/Last erkennen.
3. Andere Schneidwerkzeuge untersuchen, die ähnlich wie eine Schere arbeiten und erkennen, wie ihr jeweiliges Design zu ihrer Aufgabe passt.

Hinweis: Sie können diese Aktivitäten unmittelbar nach den zwei Kapiteln über zweiseitige Hebel durchführen (Wippe und Waage).

MATERIAL

Jede Gruppe, bestehend aus jeweils 2 Schülern, benötigt:

- 1 K'NEX Hebel und Rollen Bau-Set mit Bauanleitung
- Extra K'NEX Teile
- Markierstift
- Klebesticker oder Stücke von Klebeband
- Kleine Rollen Knetgummi
- Schulhefte

Sie benötigen:

- Eine Schere
- Karton; Papier; Stoff; Garn; Zweige
- Andere Schneidevorrichtungen: Baumschere; Stoffschere; Stickschere; Haarschneideschere; Heckenschere; Blechschere.

HINWEIS 1: Fragen Sie den Schulverwalter, ob er oder sie, Ihnen einige der obigen Geräte leihen kann.

HINWEIS 2: Verwenden Sie diese Geräte nur zur Demonstration. Geben Sie sie nicht an die Schüler aus.

DURCHFÜHRUNG

Einleitung

- Erklären Sie den Schülern, dass sie drei Arten von Hebeln kennengelernt haben, aber einige der Hebel, die sie täglich in Gebrauch haben, sind Kombinationen aus zwei Hebeln.
- Erklären Sie, dass sie ein sehr geläufiges Werkzeug untersuchen werden - die Schere. Sie werden entdecken, wie sie arbeitet und warum es eine einfache Maschine darstellt.
- Besprechen Sie mit der Klasse, welches Material sich mit einer Schere (oder Varianten einer Schere) schneiden lässt: Papier, Karton, Stoff, Haar, Draht, Blech oder Zweige. Erklären Sie, dass die Größe und die Form von Scheren variieren, je nachdem wofür sie eingesetzt werden.

Aufgabe aus dem Bau-Set

- Teilen Sie die Klasse in Gruppen von je 2 Schülern (maximal 3) und verteilen Sie ein K'NEX Hebel und Rollen Bau-Set an JEDE Gruppe.
- Bitten Sie die Schüler, das Modell der **SCHERE** zu bauen (Seite 9 der Bauanleitung.) Wir empfehlen, dass ein Schüler Schritt 1 und der andere Schritt 2 baut. Die beiden Teile werden dann wie gezeigt zu einem Modell zusammengefügt.

Aufgabe: Wie arbeitet eine Schere mit verbundenen zweiseitigen Hebeln?

Schritte

1. (a) Bitten Sie einen der Schüler, das Modell der Schere vor sich nach vorne zu halten, so dass die Scherenblätter horizontal ausgerichtet sind (parallel zum Boden.) Dann sollten Sie die Schere nur an einem Griff halten und die andere Seite frei schwingen lassen, wie bei einer Wippe.

Zeigen Sie dies der Klasse mit ihrer eigenen Schere oder mit einem Modell der Schere.

- (b) Fragen Sie die Klasse nach dem naturwissenschaftlichen Prinzip nach dem die Schere arbeitet. Geben Sie einen Hinweis: Sie haben Hebel kennengelernt, arbeitet also bei der Schere auch ein Hebel?

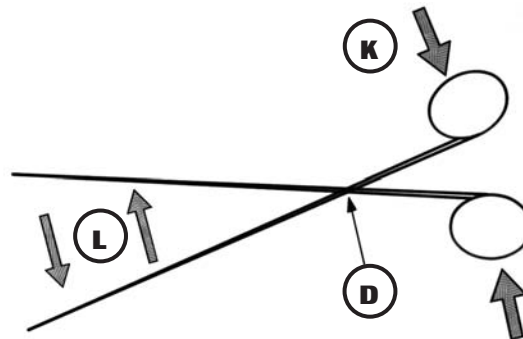
Ja. Die Schere hat ein Gelenk oder einen Drehpunkt über den die Scherenblätter rotieren.

- (c) Fragen Sie, wo der Drehpunkt liegt, wo die Kraft angreift (*die Griffe*) und was als Last fungiert.

Der Widerstand des Kartons oder Papier an den Scherenblättern.

- (d) Wenn nötig, helfen Sie den Schülern, die beiden Hebel bei der Schere zu erkennen.

2. (a) Zeichnen Sie eine Skizze an die Tafel, um die beiden zweiseitigen Hebel bei einer Schere zu illustrieren.



- (b) Lenken Sie die Aufmerksamkeit der Schüler auf die Pfeile in der Skizze und fragen Sie, was mit der Richtung der Kraft bei einem zweiseitigen Hebel geschieht. Fragen Sie, ob das bei der Schere der Fall ist.

Die Schüler sollten anmerken, dass die Maschine sie umkehrt.

Ja. Wenn man genau auf die Skizze schaut, erkennt man, dass bei einer Schere zwei zweiseitige Hebel vorliegen.

- (c) Mit Hilfe von Aufklebern sollten Sie die einzelnen Teile der Schere benennen und eine Zeichnung in ihre Hefte machen.

F - Drehpunkt

L - Last/Widerstand

K - Kraft

3. Zeigen Sie das Schneiden durch ein Papier - betonen Sie dabei, dass zwei Scherenblätter arbeiten und kreuzweise zueinander schneiden.

Hinweis für den Lehrer: Die scharfen Seiten der Blätter sind eigentlich Keile, die entgegengesetzt zueinander arbeiten – siehe auch K’NEX Einführung in einfache Maschinen: Räder & Achsen und geneigte Ebenen.





Nutzen Sie das folgende Skript, um die Abfrage der Schüler zur Wirkungsweise der Schere zu lenken.

4. (a) Lege ein Stück Knetgummi (ca. 10 x 3 cm) der Länge nach zwischen die Blätter einer Schere und drücke, als ob du schneiden würdest.

- (b) Was fällt dir bezüglich der Tiefe der Einkerbungen auf, die die Scherenblätter hinterlassen haben?

- Wo war die Einkerbung am stärksten?
- Was sagt dir das über den Schneidevorgang der Schere?

Die Schüler sollten erkennen, dass die Einkerbung in der Nähe des Drehpunkts am tiefsten ist. Diese Beobachtung sollte helfen, zu verstehen, dass die Schneidekraft der Schere in der Nähe des Drehpunkts am stärksten ist und geringer wird, je weiter vom Drehpunkt entfernt.

- (c) Wann willst du in der Nähe des Drehpunkts schneiden und wann an der Spitze der Blätter?

Wenn sie etwas Dickes schneiden wollen, dann sollten sie das in der Nähe des Drehpunkts schneiden, wenn die Schnitte kleiner oder durch dünnes Material gehen sollen, dann schneidet man mit den Spitzen der Schere.

- (d) Notiere die Ergebnisse in das Schulheft.

5. Nutze die Kenntnisse über den zweiseitigen Hebel, warum gibt es einen Unterschied in Bezug auf die Schnittstärke entlang der Scherenblätter?

Die Schüler sollten erwähnen, dass weniger Kraft nötig ist, wenn der Widerstand in der Nähe des Drehpunkts greift, ist er weiter davon entfernt, ist mehr Energie nötig für den gleichen Widerstand. Das Schneiden nahe am Drehpunkt ist leichter, als das Schneiden mit den Spitzen der Scherenblätter.

6. (a) Zeigen Sie den Schülern eine Auswahl an anderen Schneidewerkzeugen, die eine ähnliche Funktionsweise haben wie eine Schere. (Beispiel: Haarschere, Heckenschere, Stickschere, Blechschere etc.)

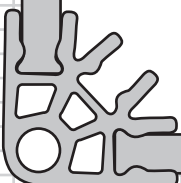
- (b) Besprechen Sie, dass alle Schneidegeräte nach dem gleichen Prinzip arbeiten, aber dass das Design den entsprechenden Bedürfnissen angepasst wurde.

- (c) Stellen Sie zu jedem Beispiel die folgenden Fragen:

- Welches Material wird damit geschnitten?
- Wäre eine Schere in der Lage, das zu schneiden? Wenn nicht, warum?
- Warum kann man mit diesem Design das Material schneiden, das eine Schere nicht schneiden kann?

Wenn möglich, schneiden Sie Material, das die Schüler für das entsprechende Schneidewerkzeug vorschlagen. Dies zeigt die Effektivität, oder auch nicht.

Die Schüler sollten verstehen, dass Werkzeuge mit kurzen Blättern und langen Griffen für das Schneiden durch Draht oder starke Zweige eingesetzt werden – diese Dinge sind schwer zu schneiden und erfordern sehr viel Kraft. Die Griffe sind lang, um die Druckkraft zu erhöhen, und bei den kurzen Blättern, liegt der Drehpunkt nahe an den Schneidekräften. Zum Vergleich haben Haarscheren lange Blätter und kurze Griffe. Hierbei wird für das Schneiden nur eine geringe Druckkraft benötigt.



Anwendung

- Erklärt in euren Heften, (i) warum Scheren als verbundene Hebel betrachtet werden und (ii) wie sie arbeiten. Zeichne eine Skizze und beschrifte es.
- Fertige beschriftete Zeichnungen von verschiedenen Schneidewerkzeugen, und zeige dabei die Position von Drehpunkt, Kraft und Last/Widerstand. Füge kurze Erklärungen zum Einsatz des jeweiligen Schneidewerkzeugs hinzu.
- Verändere dein K'NEX Modell, so dass es eine viel stärkere Schneidkraft erlangt. Teste das neue Modell mit dem Knetgummi. Fertige eine Zeichnung des neuen Modells und schreibe eine Beschreibung über die Funktionsweise und wie die Modifikation die Schneidkraft erhöht.

Weiterführend

Untersuchen Sie andere verbundene Hebel und bauen Sie sie mit K'NEX. Erklären Sie wie doppelt zweiseitige bei der Arbeit helfen. Beispiele: ein Nussknacker, ist ein verbundener einseitiger Hebel. Ein hoher Kraftaufwand ist für das Knacken der Nüsse nötig. So hoch, dass es nahezu unmöglich ist, eine harte Nussschale mit der Hand zu knacken. Mit einem doppelt einseitigen Hebel ist es einfacher, diese Kraft aufzuwenden.

HEFTEINTRÄGE:

- ✓ Erklärung, wo Scheren die höchste Schneidekraft haben.
- ✓ Erklärung – mit beschrifteter Skizze – inwieweit Scheren ein Beispiel für verbundene zweiseitige Hebel sind.
- ✓ Beschreibung inwieweit die Form der Schere Einfluss auf ihren Einsatz hat.
- ✓ Beschreibung inwieweit die Form der Schere Einfluss auf ihren Einsatz hat.

Abschlussübungen zur Unterrichtseinheit Hebel

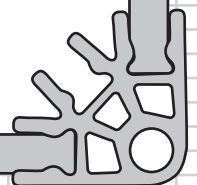
Schlagen Sie vor, dass die Schüler im Internet nach weiteren Informationen zum Thema Hebel suchen. Empfehlen Sie, die Suchworte: *Einfache Maschine* bei einer Suchmaschine wie Google einzugeben.

Jeweils zwei Schüler sollten aufmerksam im Klassenzimmer nach Beispielen für Hebel suchen (oder auf Bildern im Klassenzimmer.), anschließend gruppieren sie die Hebel nach der Position des Drehpunkts, der Kraft und der Last. Sie sollten sorgsam darüber nachdenken, wo sie bei einer Maschine Kraft aufwenden würden und wo die Maschine eine Kraft auf etwas anderes überträgt. Die Gedanken sollten in die Hefte übernommen werden.

Fragen Sie die Klasse, was in unserem Leben anders wäre ohne den Einsatz von einfachen Maschinen. Fordern Sie sie auch darüber nachzudenken, wie Hebel die tägliche Arbeit erleichtern.

Bauliche Herausforderung

Ihre Klasse wurde in einem örtlichen Obstgarten zum Apfelpflücken eingeladen. Im Obstgarten gibt es aber nicht genügend Leitern. Die Aufgabe lautet nun, ein Werkzeug zu entwerfen, mit dem jemand, der auf dem Boden steht, Äpfel pflücken kann, ohne dass sie verletzt werden oder dass sie von jemand geschlagen werden. Entwerfe mit Hilfe von K'NEX oder anderen Materialien einen Hebel, mit dem die Äpfel von den Bäumen genommen und gesammelt werden können. Erkläre, inwieweit es sich bei deinem Werkzeug um einen Hebel handelt und wie er funktioniert.



Rollen

Hintergrundinformation



ZIELE:

Ihre Schüler werden:

1. Die Eigenschaften von Rollen kennenlernen und verstehen, wie sie funktionieren.
2. Die Beziehung zwischen den einzelnen Teilen eines Rollensystems entdecken.
3. Die Beziehung von Kraft, Weg, Richtung und Arbeit untersuchen.
4. Verschiedene Rollensysteme konstruieren und sie für das Heben einer Last einsetzen.
5. Zeigen, wie verschiedene Arten von Rollen funktionieren und wo sie eingesetzt werden.
6. Objekte/Geräte hinsichtlich ihrer Anwendung als Hebel analysieren.

SCHLÜSSELBEGRIFFE und DEFINITIONEN für den Lehrer.

Das Folgende soll eine Hilfestellung für den Lehrer sein. Das Alter der Schüler, ihre Fähigkeiten, ihre Vorkenntnisse und die Anforderungen des Lehrplans bestimmen, welche dieser Begriffe und Definitionen Sie in Ihrer Klasse vorstellen. Die Auflistung dieser Begriffe dient nicht als Liste für Schüler, die sie kopieren und auswendig lernen sollen. Sie sollte vielmehr zur Formalisierung und Verdeutlichung von Begrifflichkeiten herangezogen werden, passend zu den Erforschungen der Schüler.

Rolle:

Ein Kraftwandler und Maschinenelement bestehend aus einem Rad oder einer Kreisscheibe mit einer Rille am äußeren Rand, die möglichst reibungsarm auf einer Achse gelagert ist. Sie dient der Führung eines Seils oder einer Kette.

Feste Rolle:

Eine Rolle, die an einer festen Oberfläche fixiert ist; sie bewegt sich nicht, wenn das Seil gezogen wird. Mittels fester Rollen werden Kräfte umgelenkt.

Lose Rolle:

Eine Rolle, die direkt an der zu hebenden Last befestigt ist; sie bewegt sich, wenn an dem Seil gezogen wird.

Rollen-Kombination:

Eine Reihe fester und loser Rollen, die zusammen verwendet werden, um die Vorteile beider Systeme zu nutzen.

Flaschenzug:

Eine spezielle Kombination aus Rollen, die für das Heben sehr schwerer Lasten herangezogen wird: sie besteht aus mindestens zwei Rollen sowie einem Seil. Flaschen wurden dabei die Halterungen der Rollen genannt, sie waren meist als Block aus einem Stück Hartholz gearbeitet. Heute nennt man die flachen Teile beiderseitig am Rand und zwischen den Rollen insgesamt Scheren.

Arbeit:

Eine Aufgabe wird durch den Einsatz von Rollen verrichtet. In der Wissenschaft/Physik entspricht Arbeit (engl. Work) der Energie, die durch eine Kraft entlang eines Weges auf einen Körper (Objekt) übertragen wird. Es kann wie folgt definiert werden:

$$W = F \times s$$

W = Arbeit

F = die Kraft

D = der Weg/die Strecke

ANMERKUNG: Wenn der Körper nicht bewegt wurde, wurde die Arbeit nicht verrichtet.

Kraft:

Jede Art von Stoßen oder Ziehen gegen oder an einem Objekt.

Kraftaufwand/Energie:

Die Kraft, die benötigt wird, um ein Teil einer einfachen Maschine zu bewegen. (z.B. die Kraft, die benötigt wird, eine Arbeit zu verrichten). Die Kraft, die auf eine einfache Maschine einwirkt nennt man Energie. Bei einer Rolle handelt es sich um die Kraft die durch das Ziehen des Seils auf die Rolle einwirkt und damit eine Last hebt oder einen Widerstand überwindet.

Belastung (kurz Last):

Alle äußeren Kräfte (das Gewicht des zu bewegenden Körpers oder der Widerstand), die z. B. mit Hilfe der Rolle überwunden werden. Beispiel: das Gewicht eines schweren Objektes, das bewegt werden soll.

Reibung:

The force caused when 2 surfaces rub together as an object moves.

Mechanische Übersetzung (MA*):

Grundlage einer mechanischen Übersetzung ist immer das Prinzip einer einfachen Maschine. Diese einfachen Maschinen und ihre Kombinationen sind einfach gesagt Kraftwandler - in der praktischen Anwendung nur Übersetzer, weil es keine realen idealen Körper gibt und sich zwangsläufig Verluste ergeben. Bei der Rolle kann sie ermittelt werden, indem man die Anzahl der Seile zählt, die jede lose Rolle tragen. Wenn man z.B. 3 lose Rollen einsetzt, die von 6 Seilen getragen werden, so ist die mechanische Übersetzung (MA) = 6.

Für den Hebel kann sie mit folgender Formel berechnet werden:

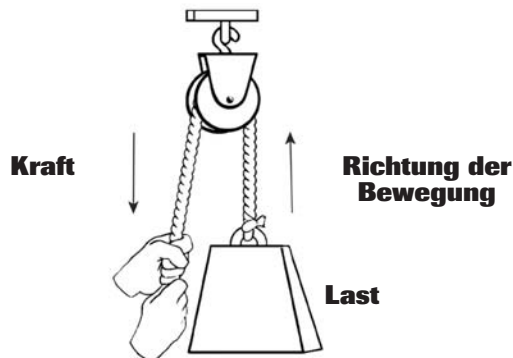
*** Achtung: Bitte verwenden Sie hier nur Beispiele und Formeln entsprechend Ihres Lehrplans!**

GRUNDSÄTZE

- Eine Rolle ist ein einfacher Mechanismus; sie wird seit vielen Tausenden von Jahren eingesetzt, um das Heben von Objekten zu erleichtern.
- Eine Kombination aus Rollen kann Bewegung und Kraft über Seile, Ketten, Gurte oder Bänder umlenken.
- Ein Hebel kann die Arbeit auf folgende Art und Weise erleichtern:

1. Richtungsänderung der Kraft

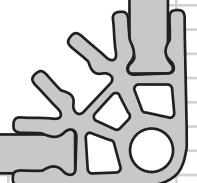
- (a) Ein Ziehen nach unten an dem Seil, das über die feste Rolle läuft, führt zu Aufwärtsbewegung der Last. (siehe Skizze unten.) Die Kraft wirkt in der gleichen Richtung wie die Schwerkraft – nach unten. Dies ist leichter als das Hochziehen gegen die Schwerkraft. Es erlaubt auch, das eigene Körpergewicht einzusetzen und es zum Kraftaufwand des Armes hinzuzufügen. Dadurch erscheint es einfacher, die Last zu heben.

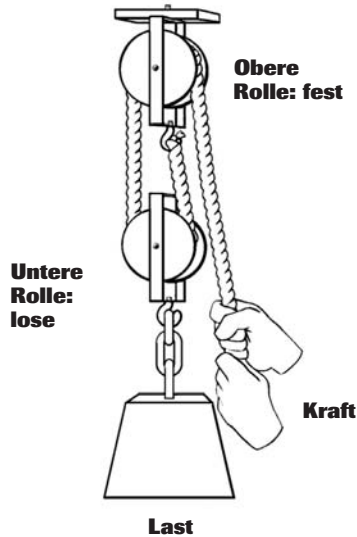


- (b) In Ergänzung zu der Richtungsänderung der Kraft in eine vertikale Richtung, können Rollen auch genutzt werden, um Lasten horizontal zu bewegen. Beispiel: sie können zum Öffnen und Schließen von Vorhängen benutzt werden oder um eine Wäscheleine zu bewegen.



2. Rollen können die angewandte Kraft erhöhen. Je mehr Rollen in einem System eingebaut wurden, desto weniger Energie ist nötig, die Last zu heben, aber man muss mehr Seil durch das System ziehen. Mit anderen Worten: man zieht ein längeres Seil, aber man muss nicht so fest ziehen, wie bei einer Rolle. (Erinnern Sie: $W = F \times s$. Mit anderen Worten: Arbeit über eine längere Strecke, erhöht die Kraft.)

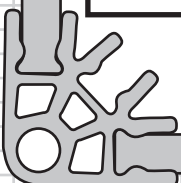







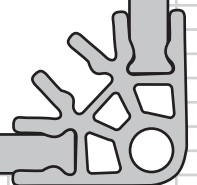
Beispiel für ein System aus zwei Rollen - eine lose und eine feste Rolle - man muss nur die Hälfte der Energie aufwenden, die sonst nötig wäre, ohne die Hilfe der Rollen, aber man muss die doppelte Länge an Seil ziehen. Dies ist so, weil die lose Rolle von zwei Abschnitten Seil gestützt wird und beide Seiten des Seils bewegt werden müssen, um die Last zu heben.

Zusammenfassung Rolle

FESTE ROLLEN	LOSE ROLLEN	ROLLEN-KOMBINATION
Fest an einem Stützgebilde angebracht. Nicht direkt an der Last.	Direkt an der zu hebenden Last angebracht.	Zwei oder mehr Rollensets mit dem gleichen Seil verbunden. Das obere Set besteht aus festen Rollen, die an einem Stützgebilde angebracht sind; das untere Set ist lose.
Bewegt sich nicht, wenn an dem Seil gezogen wird, dreht nur am Platz.	Bewegt sich, wenn das Seil gezogen wird. Wenn sich die Rolle bewegt, bewegt sich auch die Last.	Das obere Set bewegt sich nicht; das untere Set bewegt sich, wenn das Seil gezogen wird.
Beim Ziehen wird immer Kraft aufgewandt. Dies ist leichter, weil die Kraft in Richtung der Schwerkraft wirkt.	Bei einer beweglichen Rolle liegt der Kraftaufwand im Hochziehen.	Kraft wird beim Ziehen nach unten angewendet.
Richtungsänderung der Kraft. Ein Ziehen nach unten am Seil führt zu einem Anheben der Last.	Erhöhen der Krafteinwirkung auf die Last.	Richtungsänderung und Erhöhen der Krafteinwirkung auf die Last.



FESTE ROLLEN	LOSE ROLLEN	ROLLEN-KOMBINATION
Die Last bewegt sich über die gleiche Strecke, wie das Seil mit Kraft gezogen wird.	Bei einer losen Rolle bewegt sich die Last halb so weit, wie das Seil gezogen wird.	Die Strecke, auf der sich die Last bewegt, hängt ab von Anzahl der Rollen. Es kann mit Hilfe der Anzahl der tragenden Seile ermittelt werden. z.B.: mit 4 Seilabschnitten kann die Last um ein Viertel des Weges bewegt werden.
Das Heben mit einer festen Rolle bedarf theoretisch der gleichen Kraft, wie das Heben ohne Rolle. In der Praxis aber muss die Kraft höher sein, um die Reibung zu überwinden.	Das Heben mit einer losen Rolle bedarf weniger Kraft, sie muss aber über eine längere Strecke angewandt werden.	Je mehr Rollen verwendet werden, desto weniger Kraft ist nötig, um schwere Lasten zu heben. (Reibung entsteht.)
Die Last wird nur von einem Seil getragen ($MA = 1$)	Ein lose Rolle trägt die Last mit 2 Seilen ($MA = 2$)	Die Anzahl der tragenden Seile bestimmt die mechanische Übersetzung. Im Beispiel oben ist $MA = 4$
Beispiele: Fahnenmast; Wäscheleine; Vorhang	Beispiele: Segelschiff; Garagentor - Öffnungs-Mechanismus	Beispiel: Kran, Flaschenzug
		





Der Fahnenmast:

Beispiel für eine feste Rolle.



ZIELE:

Die Schüler werden:

1. Erfahren, dass Rollen Räder mit Rillen am äußeren Rand sind.
2. Lernen, dass Rollen für das Heben von Objekten und für die Richtungsänderung von Bewegungen genutzt werden.
3. Zeigen, wie eine feste Rolle funktioniert.
4. Messungen vornehmen, um festzustellen, ob eine feste Rolle, die angewandte Kraft erhöht.
5. Beispiele aus dem täglichen Leben finden, die feste Rollen beinhalten.

MATERIAL

Jede Gruppe, bestehend aus jeweils 2 Schülern, benötigt:

- 1 K'NEX Hebel und Rollen Bau-Set mit Bauanleitung
- Klebesticker oder Stücke von Klebeband

- Maßband
- 200g oder 5 Newton Federwaage (optional)
- Schulhefte

Sie benötigen:

- Einen Eimer oder Korb voll schwerer Objekte.

DURCHFÜHRUNG

Einleitung

- Wiederholen Sie mit den Schülern, wie viele der bereits kennengelernten einfachen Maschinen das Heben eines schweren Objektes erleichtern.
- Fragen Sie nach einem Freiwilligen, der sich mit dem Gesicht nach unten auf den Rand eines Tisches legt und nach unten greift, um einen Korb/Eimer mit schweren Objekten zu heben. (Die Schüler sollten dabei nicht über Vorderseite des Tisches nach unten greifen, sondern an der Seite.)
- Fragen Sie den Freiwilligen, wie schwer oder leicht dies war.
- Befestigen Sie ein Seil am Eimer und bitten Sie erneut, den Eimer zu heben.
- Bitten Sie die Schüler, über Wege nachzudenken, die das Ganze erleichtern würden.
- Erklären Sie, dass die Aufgabe darin besteht, ein Modell zu bauen, das den Einsatz einer einfachen Maschine aufzeigt, die das Heben eines Objektes erleichtert. Während dem Bau, sollten sie versuchen, die einfache Maschine zu identifizieren.

Idee

Vielleicht ist es hilfreich, eine Begriffe-Wand einzurichten. Hier sind die Worte und Begriffe zu sehen, die die Schüler während der Diskussion über ihre Erfahrungen und Ergebnisse benötigen werden. Sie können auch für beschriftete Skizzen oder Zeichnungen eingesetzt werden. Die Wörter können auf Karten geschrieben werden, auf der Rückseite ist Platz für die entsprechende Erklärung.

Aufgabe aus dem Bau-Set

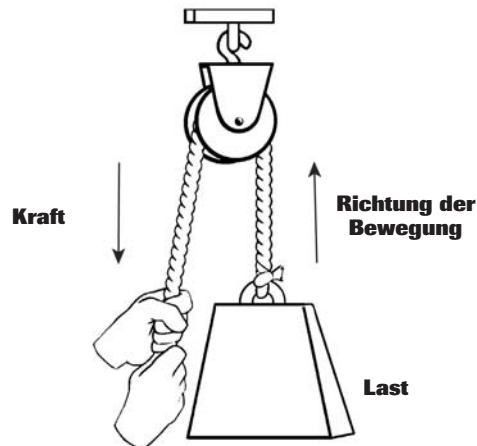
- Teilen Sie die Klasse in Gruppen von je 2 Schülern und verteilen Sie ein K'NEX Hebel und Rollen Bau-Set an JEDE Gruppe.
 - Bitten Sie die Schüler, das Modell **FAHNENMAST** zu bauen (Seiten 10-11 der Bauanleitung.) Wir empfehlen, dass ein Schüler die Schritte 1-3 und der andere die Schritte 4-6 baut. Die beiden Teile werden dann wie gezeigt zu einem Modell zusammengefügt.
- HINWEIS: die Schüler sollten die Schnur NICHT schneiden.** Sie benötigen eine lange Schnur bei späteren Aufgaben.
- Geben Sie den Schülern einige Minuten Zeit, das Modell zu erforschen und zu erkennen, was es macht.

Aufgabe I: Was ist eine Rolle und was kann sie?

Schritte

1. (a) Fragen Sie, ob jemand den Namen der einfachen Maschine kennt, die Teil ihres Modells ist.
- (b) Erklären Sie den Schülern das Prinzip der Rolle. Bitten Sie sie, die Rolle in ihrem Modell zu beschreiben. (Ein Rad mit einer Rille am Rand. Eine Schnur führt über den Rand.) Mit Hilfe einer beschrifteten Skizze an der Tafel erklären Sie, wie eine Rolle arbeitet. (siehe Begriffe und Definitionen; Grundsätze.)

Die meisten Schüler werden die Information auf Seite 11 der Anleitung gelesen haben und werden die Rolle erkennen.



2. (a) Bitten Sie die Schüler, auf die Skizze zu schauen und 2 Dinge zu beschreiben, die eine Rolle übernehmen kann.

Die Schüler sollten antworten, dass sie hilft, eine schwere Last zu heben. Sie ändert auch die Richtung der Bewegung - die Kraft wird in einer nach unten gerichteten Bewegung angewendet, während sich die Last nach oben bewegt.

- (b) Die Schüler sollten sich zurückerinnern an den Versuch, den schweren Eimer hochzuheben. Fragen Sie, warum es leichter sein kann, an einem Seil nach unten zu ziehen, als nach oben.

Sie sollten den Schülern helfen, zu verstehen, dass sie beim Ziehen nach unten ihr Körpergewicht zu der Kraft, die ihre Armmuskeln aufbringen, hinzufügen. Dies lässt das Ziehen der Last leichter erscheinen. Außerdem ziehen sie in Richtung der Schwerkraft und nicht dagegen.

- (c) Fordern Sie die Schüler auf, im Internet nach Seiten zu suchen, die erklären, wie Rollen funktionieren. (z.B. [http://de.wikipedia.org/wiki/Rolle_\(Physik\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Rolle_(Physik)))



3. (a) Erklären Sie den Schülern, dass es zwei Arten von Rollen gibt:
 - i. **Feste Rolle:** Diese Version ist an einer Wand oder einem anderen Gebilde angebracht und bewegt sich nicht, wenn an dem Seil gezogen wird, obwohl es sich am Platz drehen kann.
 - ii. **Lose Rolle:** Diese Art Rolle, bewegt sich zusammen mit der Last, wenn an dem Seil gezogen wird.

- (b) Bitten Sie die Schüler, vorherzusagen, in welche Kategorie der Fahnenmast fällt. Sie sollten ihre Gedanken in die Hefte eintragen. Nun sollten sie die Rolle in ihrem Modell als feste oder lose Rolle beschriften.

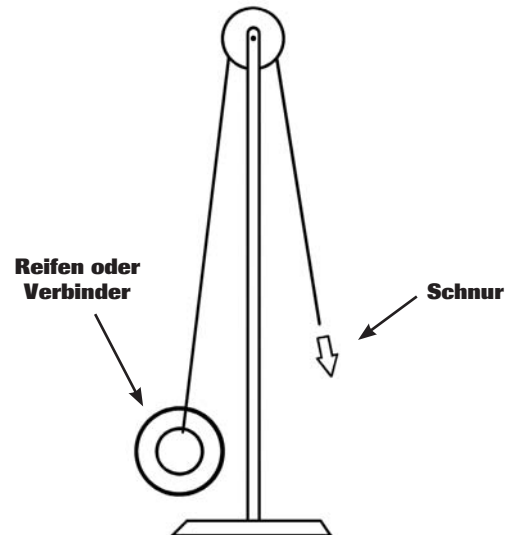
Sie sollten entdecken, dass es sich beim Fahnenmast um eine feste Rolle handelt.

- (c) Wenn die Schüler die Schnur an ihrer Rolle angebracht haben, bitten Sie, sie diese für die nächste Aufgabe zu lösen.

Aufgabe II: Wie erleichtert eine feste Rolle die Arbeit?

Schritte

1. (a) Befestige ein Objekt an einem Ende der schwarzen Schnur. Du kannst einen K'NEX Reifen oder mehrere K'NEX Teile daran befestigen. Stelle einen Aufkleber mit dem Wort LAST her und klebe ihn auf das Objekt auf.. Hebe die Last durch Ziehen am Seil. Die Zugkraft ist die **ENERGIE**, die aufgebracht wird, um die Last zu heben. Fühle, wie viel Kraft oder Energie nötig ist, die Last zu heben. Was passiert, wenn du das Seil löslässt? Wechselt euch beim Heben der Last ab.



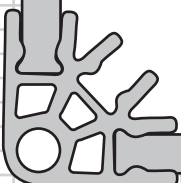
- (b) Lege nun die Schnur über die Rolle an der Spitze des Fahnenmasts. (Hinweis: die Schnur muss nicht am unteren Ende des Masts befestigt werden.) Ziehe an der Schnur und hebe die Last. Fühle, wie viel Energie für das Heben nötig ist. Wechselt euch auch hier ab.

- (c) In welche Richtung musst du die Schnur ziehen, wenn die Rolle eingesetzt wird: nach oben, oder nach unten?

- (d) Erleichtert die Rolle das Heben? Wenn ja, warum?

Die Schüler sollten wie folgt antworten: Beim Gebrauch der Rolle ziehen sie nach unten, um die Last zu heben. Es fühlt sich leichter an, nach unten zu ziehen, weil das eigene Körpergewicht die Zugkräfte unterstützt. Beim Ziehen nach oben, kann nur die Muskelkraft eingesetzt werden. Tatsächlich wird aber in beiden Fällen die gleiche Energie aufgewendet.

2. (a) Lasst die Last auf der roten Basis des Fahnenmasts ruhen und versichert euch, dass die Schnur straff über die graue Rolle geführt ist.
- (b) Ein Mitglied der Gruppe sollte die Schnur direkt unter der Rolle greifen und langsam nach unten ziehen und dabei die Last anheben. (Hinweis: dies sollte vorsichtig gemacht werden, so dass die Schnur nicht von der Rolle gleitet.) Der andere Teampartner sollte ein Maßband nehmen und wie folgt messen:
 - i. Wie weit wurde die Schnur gezogen. (Messe von den Fingerspitzen des Partners bis zum grauen Rad.)
 - ii. Wie hoch wurde die Last über den Tisch gezogen.



- (c) Was fällt dir auf, wenn du die beiden Ergebnisse vergleichst.

*Die Schüler sollten erkennen, dass beide Strecken gleich lang sind. **Feste Rollen ändern nur die Richtung der Bewegung.***

- (d) Fertige eine Skizze an in deinem Heft und beschrifte die Rolle, die Last, die Kraft und die Bewegungsrichtung der Zugkraft und der Last. Notiere die Messungen.

3. Warum haben Fahnenmasten Rollen, um die Fahne hoch- oder einzuziehen? Wie würde man die Fahne nach oben bringen, wenn man keine Rolle einsetzen würde?

Die Schüler sollten erklären können, dass es leichter ist, ein Seil nach unten zu ziehen, um die Fahne aufzuziehen, als auf eine hohe Leiter zu klettern und die Fahne oben am Mast anzubringen.

Anwendung

- Wiederholen Sie an der Tafel, was Sie über feste Rollen erfahren haben:

1. Feste Rollen ändern die Richtung der Kraft.
2. Die Last bewegt sich über die gleiche Strecke wie die Schnur gezogen wird.

- In den Heften sollten die Schüler festhalten, um welche Art Rolle es sich beim Fahnenmast handelt. Dann sollten sie erklären, wie eine **feste Rolle** die Arbeit des Hebens einer Last erleichtert. Sie sollten dabei das korrekte Vokabular verwenden.

- Sorgen Sie dafür, dass die Schüler die Schulflagge auf- und einziehen können. Stellen Sie sicher, dass sie die Regeln im Umgang mit Flaggen kennen.

- Bitten Sie die Schüler, andere Orte in der Schule, Zuhause oder in ihrer Umgebung zu finden, wo feste Rollen eingesetzt werden, um Objekte zu heben. Sie können dabei auch das Internet einsetzen.

- Fordern Sie die Schüler auf, ein K'NEX Modell einer dieser festen Rollen zu bauen und zu erklären, wie sie funktioniert. Schlagen Sie vor, dass sie darüber nachdenken, wie weit sie ziehen müssen, um das Objekt in eine bestimmte Höhe zu heben.

Vorschläge für feste Rollen: Wäscheleine, Rollen für Vorhänge

Weiterführend

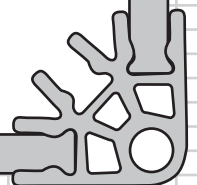
Nutze die Federwaage, um die Kraft zu messen, die für das Heben der Masse ohne feste Rolle nötig ist. Befestige die Waage an der Last, um die nötige Kraft zu messen. Befestige die Waage dann am Ende der Schnur. Führe die Schnur über die Rolle und hebe das Gewicht durch Ziehen an der Schnur. Wenn du keine aussagekräftige Anzeige ablesen kannst, verwende ein schwereres Objekt.

Theoretisch sollte die eingesetzte Kraft in beiden Fällen gleich groß sein. Das Heben mit einer festen Rolle erfordert auf beiden Seiten der Rolle die gleiche Kraft. Aufgrund der Reibung jedoch, kann die Zugkraft beim Einsatz der Rolle leicht höher sein.

Wenn die Schüler die weiterführende Aufgabe durchführen, können sie Folgendes zu der Liste der Eigenschaften einer festen Rolle in ihren Heften hinzufügen:

3. Das Heben mit einer festen Rolle erfordert die gleiche Menge Kraft, wie das Heben ohne Rolle.

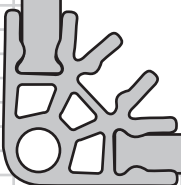
HINWEIS: Heben Sie wenn möglich ein Modell des Fahnenmasts mit der festen Rolle auf. Später können die Schüler es mit dem Rollensystem im Segelschiff auf Seite 49 vergleichen.

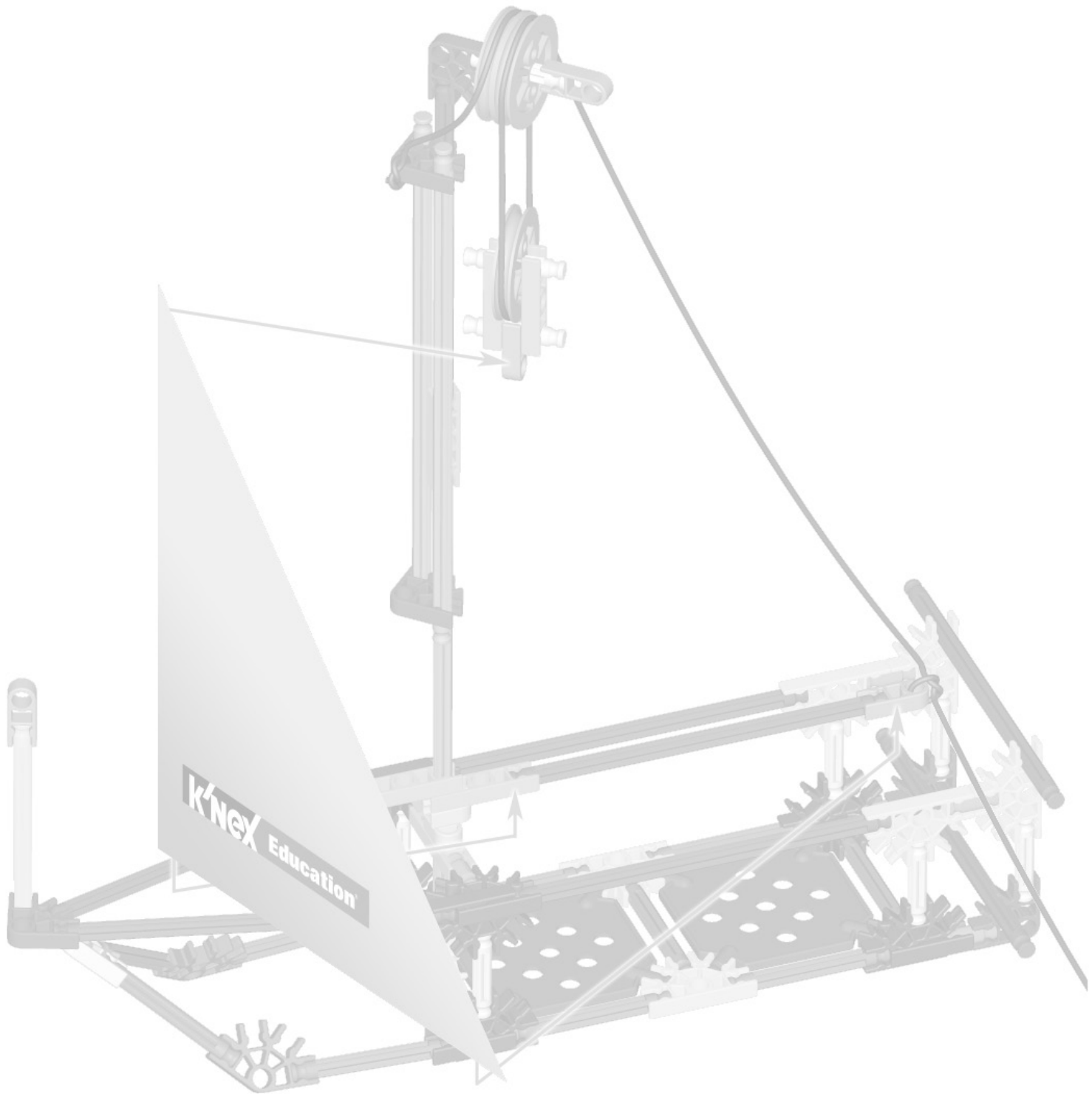




- ✔ Definition und Skizze zu einer Rolle.
- ✔ Vorhersage, welche Art der Rolle, bei einem Fahnenmast vorliegt.
- ✔ Beschriftete Skizze des Systems der festen Rolle bei einem Fahnenmast.
- ✔ Auflistung der Eigenschaften einer festen Rolle.
- ✔ Erklärung, wie eine feste Rolle Arbeit erleichtert.

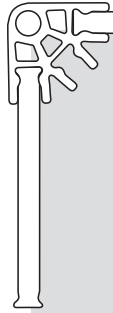
NOTIZEN:

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



Ein Segelschiff:

Beispiel für eine Rollen-Kombination.



ZIELE:

Die Schüler werden:

1. Den Unterschied zwischen fester und loser Rolle erkennen.
2. Erfahren, dass feste und lose Rollen, die zusammenarbeiten, als Rollen-Kombination bekannt sind.
3. Zeigen, wie Rollen-Kombinationen funktionieren.
4. Untersuchen, wie eine Rollen-Kombination die Kraft multipliziert und das Heben einer Last erleichtert.
5. Lernen, dass je höher die Anzahl der Rollen in einem System ist, desto leichter ist es, schwere Lasten zu heben.
6. Beispiele für Rollen-Kombinationen aus dem täglichen Leben finden.

MATERIAL

Jede Gruppe, bestehend aus jeweils 2 Schülern, benötigt:

- 1 K'NEX Hebel und Rollen Bau-Set mit Bauanleitung
- Klebesticker oder Stücke von Klebeband
- Maßband
- 200g oder 5 Newton Federwaage (optional)
- Schulhefte
- Bilder von Segelschiffen
- Größere Büroklammern

Sie benötigen:

- Das Fahnenmast-Modell der vorherigen Stunde zu Vergleichszwecken
- Bilder von Segelschiffen, die im Klassenzimmer verteilt sind, oder zur Betrachtung an einem Bildschirm bereit stehen.

DURCHFÜHRUNG

Einleitung

- Wiederholen Sie, wie der Einsatz eines Rollensystems das Aufziehen einer Flagge erleichtert. In diesem Fall **wandelt die Rolle die Richtung der Kraft** - es ist leichter, an einem Seil nach unten zu ziehen, als nach oben zu ziehen. Die Rolle bedeutet auch, dass man nicht auf eine Leiter nach oben klettern muss, um die Spitze der Stange zu erreichen.
- Bitten Sie die Schüler, auf die Bilder, die Sie gesammelt haben, zu schauen (oder verweisen Sie auf die Bilder, die Sie an den Wänden des Klassenzimmers aufgehängt haben.) und zu erklären, wie ein Segelschiff arbeitet.

Diese Gelegenheit können sie nutzen, um Vokabular im Zusammenhang mit Segelschiffen vorzustellen: Mast, Bug, Heck, Ausleger, Betakelung, Klampe etc.



- Erklären Sie, dass Segelschiffe unabhängig von der Größe, immer mit den gleichen Problemen konfrontiert werden - wie können die Segel schnell gesetzt und wieder eingeholt werden. Erklären Sie den Schülern, dass Segelschiffe und die Windkraft genutzt wurden, bevor Dampfmaschinen erfunden wurden. Oftmals waren die Segel sehr groß und sehr schwer, besonders wenn sie nass waren. Dies war eine extrem harte und gefährliche Arbeit. (Zeigen Sie wenn möglich Bilder dazu.) Moderne Segelschiffe setzen Rollen ein, damit können Segler die Segel schnell setzen oder einholen, ohne dass sie dabei das (relativ) sichere Deck verlassen müssen.
- Fragen Sie die Schüler nach Ähnlichkeiten zwischen Segelschiff und Fahnenmast.
Sie sollten antworten, dass beide Objekte an einem hohen und dünnen Mast nach oben und unten bewegen; beide nutzen ein Rollensystem.
- Schlagen Sie vor, dass die Schüler die Bilder genauer betrachten und die Rollen und Seile/Kabel identifizieren. Fragen Sie, ob es einen Zusammenhang zwischen der Anzahl der verwendeten Rollen und Seile und der Größe der zu bewegenden Last gibt. Bitten Sie sie, ihre Gedanken in den Heften festzuhalten.
- Erklären Sie, dass sie in dieser Unterrichtseinheit untersuchen werden, wie eine Rollen-Kombination für das Heben einer wirklich schweren Last, wie großen Segeln, eingesetzt werden kann.

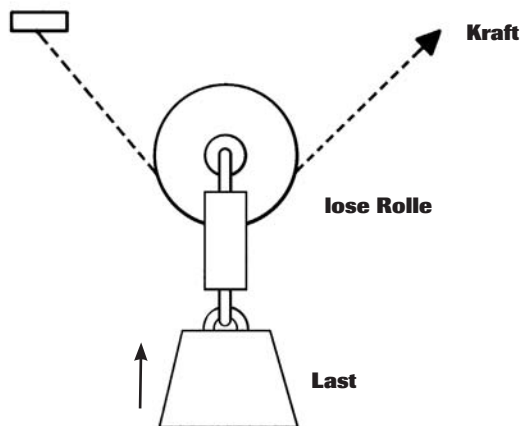
Aufgabe aus dem Bau-Set

- Teilen Sie die Klasse in Gruppen von je 2 Schülern und verteilen Sie ein K'NEX Hebel und Rollen Bau-Set an JEDE Gruppe.
 - Bitten Sie die Schüler, das Modell **SEGELSCHIFF** zu bauen (Seiten 12-13 der Bauanleitung.) Wir empfehlen, dass ein Schüler die Schritte 1-2 und der andere die Schritte 3-5 baut. Die Schritte 6-8 müssen sie zusammen bauen. Dies ist besonders wichtig in Schritt 7, wenn die Schnur über die Rollen geführt wird. Stellen Sie sicher, dass ein Schüler die lose Rolle hält (gebaut in Schritt 6) während der andere Schüler die Schnur um die Rollen führt.
- HINWEIS: die Schüler sollten die Schnur NICHT schneiden.** Sie benötigen eine lange Schnur bei späteren Aufgaben.
- Geben Sie den Schülern einige Minuten Zeit, das Modell zu erforschen und zu erkennen, was es macht.

Aufgabe: Wie erleichtert eine Rollen-Kombination das Heben von schweren Lasten?

- Fragen Sie die Schüler nach der festen Rolle in ihrem Segelschiff, Sie sollten sie mit einem Aufkleber beschriften.
- Fragen Sie, wie die untere Rolle sich von den beiden Rollen an der Spitze des Masts unterscheidet. Erklären Sie an dieser Stelle das Prinzip der losen Rolle. Geben Sie ihnen eine Definition und eine Skizze an der Tafel:
 - Eine lose Rolle ist direkt an der Last, die gehoben werden soll, befestigt; sie bewegt sich, wenn an dem Seil gezogen wird.

Die Schüler sollten erkennen, dass es zwei feste Rollen an der Spitze des Masts gibt.



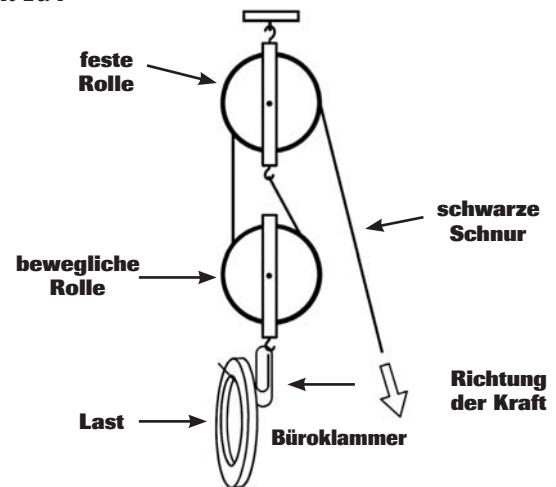


- Die Schüler sollten nun die lose Rolle mit einem Aufkleber kennzeichnen.
- Erklären Sie, dass lose Rollen normalerweise mit festen Rollen kombiniert werden und dass dies als Rollen-Kombination betrachtet wird. Wenn eine lose Rolle allein genutzt wird, muss das Seil oder die Kette nach oben gezogen werden – eine schwerere Arbeit als das Ziehen. Das Verbinden von loser und fester Rolle erlaubt es, nach unten zu ziehen, um die Last zu heben.
- Erklären Sie, dass sie erforschen werden, wie eine Rollen-Kombination funktioniert:

Schritte

1. Befestige eine Last, z.B. einen K'NEX Reifen, an ein Ende der Schnur. Du hast vielleicht einen langen Schnurabschnitt, der von da, wo sie an den grauen Verbindern befestigt ist zum Ende am roten Stab (unten) führt. Befestige deine Last an dem freien Ende dieser Schnur und versuche die gleiche Last, die du bei der Übung mit dem Fahnenmast eingesetzt hast, zu verwenden. Hebe das Gewicht durch Ziehen an der Schnur. Fühle, wie viel Kraft es bedarf, das Gewicht zu heben.

2. (a) Öffne eine große Büroklammer, so dass sie als Haken eingesetzt werden kann. Befestige die Klammer an dem grauen Verbinder unten an der hängenden Rolle. Löse die Last vom freien Ende der Schnur und hänge sie an die Klammer. Entferne die Schnur vorsichtig von dem grauen Clip am Ende des roten Stabs und ziehe daran, um die Last zu heben. Ein Partner des Teams sollte sicherstellen, dass die Schnur in der Rille der Rolle bleibt.



- (b) Inwieweit arbeiten die Rollen an dem Segelschiff wie die Rolle am Fahnenmast?

Wenn nötig, können die Schüler das Modell noch einmal prüfen.

- (c) Erleichtert diese Rolle das Heben? Wenn ja, wie?

Die Schüler sollten sagen, dass sie noch immer nach unten ziehen, um das Gewicht zu heben. Es ist leichter, an dem Seil nach unten als nach oben zu ziehen.

- (d) Was fällt dir sonst dabei auf?

Sie sollten erkennen, dass die Rollen-Kombination das Heben erleichtert - sie müssen nicht so stark ziehen wie bei einer festen Rolle. Sie müssen jedoch eine lange Schnur einsetzen, um die Last zu heben.

3. (a) Lass die Last auf dem Tisch ruhen, die Schnur bleibt straff. Ein Partner der Teams sollte die Schnur direkt unter der Rolle greifen und nach unten ziehen. Der andere Partner des Teams sollte ein Maßband nehmen und messen, wie weit die Schnur gezogen wird. Messe von den Fingerspitzen des Partners bis zur Rolle.
- (b) Messe dann den Abstand von der Oberkante der Last bis zum Tisch. Wie weit hat sich die Last bewegt?
- (c) Vergleiche die Ergebnisse der Messungen.
- (d) Was fällt dir im Hinblick auf die Länge der Schnur, an der du gezogen hast, um die Last zu heben, und der Strecke, auf der sich die Last bewegt hat, auf?

(e) Warum denkst du, geschieht das?

Die Schüler sollten erkennen, dass die Strecke, auf der sich die Last bewegt hat, etwa halb so lang ist, wie die Schnur, an der sie gezogen haben. Die verbundenen Rollen verringern die Kraft, die nötig ist, die Last zu heben, erhöhen aber die Länge der gezogenen Schnur. Dies ist so, weil das System eine lose Rolle hat, die zwei Seilabschnitte auf beiden Seiten hat, die das Gewicht der Rolle tragen. Mit diesem System müssen sie nur halb so stark ziehen, um die Last zu heben, müssen aber über die doppelte Strecke ziehen – dies ist der Ausgleich.

4. (a) Wie befestigen echte Segelschiffe ihre Segel an dem Rollensystem?
- (b) Was fällt dir in Bezug auf die Größe der Segel auf dem Segelschiff auf?
- (c) Warum denkst du, nutzen Segelschiffe die Rollen-Kombination für das Setzen und Einholen der Segel?

Echte Segelschiffe haben eine Reihe von Ringen um ihren Mast, die an einem Seil befestigt sind (Aufholer). Der Aufholer ist mit dem Rollensystem verbunden. Die Enden des Segels enthalten Ösen (Löcher) durch die Clips geführt werden und an die Ringe um den Mast gehakt werden. Durch Ziehen am Aufholer werden die Ringe und damit das Segel am Mast nach oben gezogen.

Die Schüler sollten feststellen, dass der Einsatz einer Rollen-Kombination hilft, die Segel schnell und leicht zu heben. Die Segel sind groß und schwer. Die Rollen-Kombination ist hilfreich auf einem Segelschiff, da die Segel schnell gesetzt und eingeholt werden müssen, da sich die Windkraft und Windrichtung ändert.

Anwendung

- Bitten Sie die Schüler, Informationen über das Rollensystem, das auf einem Segelschiff eingesetzt wird, zu notieren. Sie sollten beschriftete Skizzen zeichnen und die verschiedenen Arten von Rollen aufzeigen, die Richtung der Kraft und der Bewegung der Last angeben und die Anzahl der eingesetzten Seile festhalten. Sollten eine Erklärung über den Unterschied zwischen festen und losen Rollen anführen.

- Bitten Sie jede Gruppe, eine andere Rollen-Kombination auszuwählen und ein K'NEX Modell davon zu bauen. Sie sollten dem Rest der Klasse erklären, wie es funktioniert. Sie sollten darüber nachdenken, wie weit sie ziehen müssen, um ein bestimmtes Gewicht zu heben.

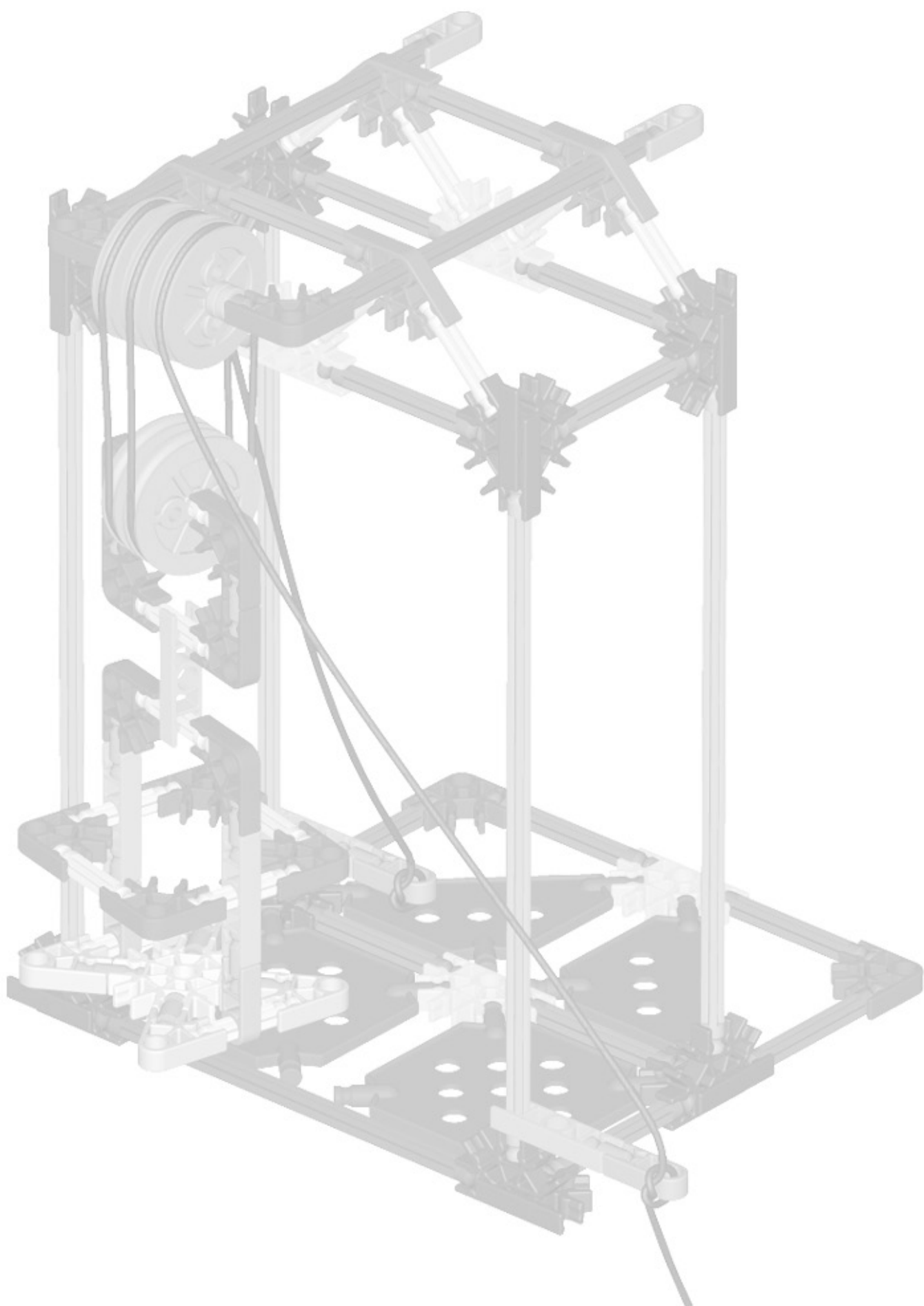
Vorschläge für Rollen-Kombinationen: Aufzug, Zugbrücke; Garagentor.

- Wiederholen Sie mit der Klasse, wie eine Rollen-Kombination die Vorteile der beiden Rollenarten verbindet. Sie sollten verstehen, dass mit einer Rollen-Kombination ein sehr schweres Gewicht gehoben werden kann, während nur wenig Kraft in die Richtung aufgebracht werden muss, in die das Ziehen am leichtesten fällt. Helfen Sie den Schülern, eine Zusammenfassung zu entwickeln und bitten Sie sie, es in ihre Hefte zu übertragen.

Mögliche Zusammenfassung: Eine Rollen-Kombination wandelt die Richtung der Kraft und erhöht die angewandte Kraft, so dass die Arbeit leichter fällt. Die Kraft muss jedoch über eine längere Strecke aufgebracht werden.

- Fragen Sie die Schüler nach anderen Plätzen, wo Rollen-Kombinationen eingesetzt werden können, um etwas sehr schweres zu heben.

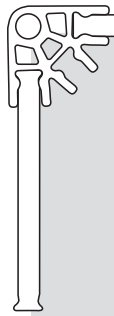






Der Flaschenzug:

Beispiel für eine Rollen-Kombination.



ZIELE:

Die Schüler werden:

1. Die Rollenarten bei einem Flaschenzug erkennen.
2. Zeigen, wie feste und lose Rollen in einem Flaschenzug arbeiten.
3. Unterscheiden zwischen einem Flaschenzug und anderen Rollensystemen.
4. Das Verhältnis zwischen der Anzahl an tragenden Seilen und der für das Heben einer Last aufzubringenden Kraft finden.

MATERIAL

Jede Gruppe, bestehend aus jeweils 2 Schülern, benötigt:

- 1 K'NEX Hebel und Rollen Bau-Set mit Bauanleitung
- Klebesticker oder Stücke von Klebeband
- Maßband
- 200g oder 5 Newton Federwaage (optional)
- Schulhefte
- Papierbecher
- 1 oder 2 Stücke Alufolie (ca. 15 x 20 cm)
- Buntstifte
- Ca. 30 Münzen

HINWEIS: Stellen Sie sicher, dass genügend Münzen für diese Aufgabe zur Verfügung stehen.

DURCHFÜHRUNG

Einleitung

- Wiederholen Sie die Ergebnisse der vorangegangenen Stunde, in der die Schüler entdeckt haben, dass die Rollen-Kombination die aufzubringende Kraft reduziert, aber die Strecke, über die eine Schnur oder ein Seil gezogen werden muss, erhöht.
- Zeigen Sie den Schülern Bilder und Fotos von Kränen bei der Arbeit. (Besuchen Sie folgende Seite: <http://de.wikipedia.org/wiki/Kran>)



- Bitten Sie die Schüler, das Rollensystem, das bei Kränen eingesetzt wird, zu beschreiben und zu erklären, welche Aufgabe sie verrichten. Welche Art von Last heben sie?
- Bitten Sie sie, daraus abzuleiten, warum Rollensysteme das Heben von schweren Lasten erleichtert.
- Erklären Sie, dass ein Kran einen Flaschenzug einsetzt, um die Aufgabe zu bewältigen. Geben Sie eine Definition für einen Flaschenzug.
 - Eine spezielle Rollen-Kombination für das Anheben von sehr schweren Objekten.
- Bitten Sie die Schüler auf Seite 15 der Bauanleitung zu gehen, wo sie den Plan des Flaschenzugs finden, den sie im nächsten Schritt bauen werden. Erklären Sie, wie der Flaschenzug aufgebaut ist: ein Seil oder eine Kette wird um eine Reihe von losen und festen Rollen geführt. Bitten Sie um Folgendes:
 - Schreibe in dein Heft, um wie viel die aufzubringende Kraft mit dieser Maschine erhöht wird. TIPP: Erwähne dich daran, was du in der letzten Stunde gelernt hast bezüglich der losen Rolle und der tragenden Seile. Wir werden sehen, ob du recht hast, wenn wir das Modell untersuchen.

HINWEIS: Besprechen Sie die Antworten nicht jetzt. Die richtige Antwort lautet das Vierfache. Das kann durch das Zählen der tragenden Seile gelöst werden. In dem Beispiel gibt es 2 lose Rollen, jede mit 2 tragenden Seilen = 4. (die drei Rollen oben sind feste Rollen.)

Aufgabe aus dem Bau-Set

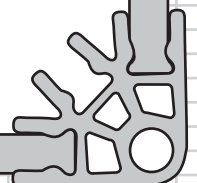
- Teilen Sie die Klasse in Gruppen von je 2 Schülern und verteilen Sie ein K'NEX Hebel und Rollen Bau-Set an JEDE Gruppe.
- Bitten Sie die Schüler, das Modell **FLASCHENZUG** zu bauen (Seiten 14-15 der Bauanleitung.) Wir empfehlen, dass ein Schüler die Schritte 1-3 und der andere die Schritte 4-5 baut. Die Schritte 6-8 müssen sie zusammen bauen. Dies ist besonders wichtig in Schritt 7, wenn die Schnur über die Rollen geführt wird.

TIPP 1: Wenn die Schnüre eingeführt werden, sollen die Schüler ein großes Buch auf eine Seite der Basis legen und somit verhindern, dass es sich über den Tisch bewegt.

TIPP 2: Wir empfehlen, dass, nachdem die Schnur an den grauen Snap befestigt wurde, sie durch das linke untere Loch des gelben Verbinders (in der Mitte der oberen Stütze) geführt wird. Dann führen Sie die Schnur über die Rollen wie in der Bauanleitung angegeben. Schließlich wird das Seil wieder durch das Loch des gelben Verbinders zurückgeführt und an den grauen Snap befestigt (Schritt 8 der Anleitung.)
- Geben Sie den Schülern einige Minuten Zeit, das Modell zu erforschen und zu erkennen, was es macht.

Aufgabe: Wie erleichtert ein Flaschenzug das Heben von schweren Lasten?

- Bitten Sie jede Gruppe, die festen und losen Rollen ihres Modells zu identifizieren und mit Aufklebern zu beschriften.
- Bitten Sie die Schüler, abzuleiten, wie der Einsatz von festen und losen Rollen in einem Hebemechanismus, die Leistungsfähigkeit beim Heben beeinflusst. .



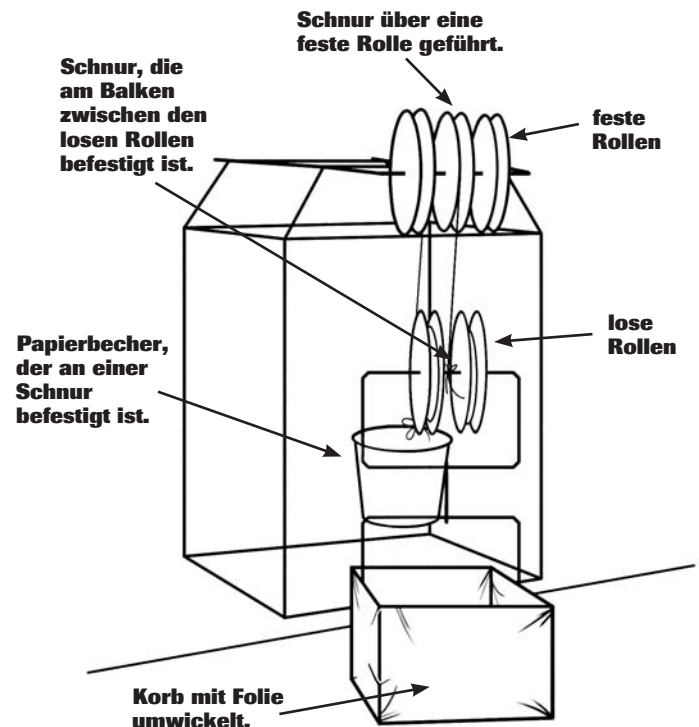


Schritte

1. (a) Geben Sie jeder Gruppe ein Stück Alufolie gefüllt mit Münzen und bitten Sie jeden Schüler abwechselnd, es auf die Handfläche zu legen und es zu heben und zu senken und einen Eindruck für die Last zu bekommen, die mit ihrem Modell gehoben werden soll und welche Kräfte aufgebracht werden müssen.
2. Als nächstes versuchst du, die Last mit deinem K'NEX Flaschenzug zu heben.
 - (a) Platziere deinen Flaschenzug am Rand des Tisches, so dass die Rollen über den Tisch hinaus hängen. Lege ein Buch auf die andere Seite, um ihn festzuhalten. (siehe Seite 15 der Bauanleitung.)
 - (b) Umwickle die Außenseite des Korbs mit der Alufolie und fülle die Münzen in den Korb. Hebe den Korb, indem du an der Schnur ziehst. Fühle, wie viel Kraft nötig ist, die Last zu heben.
 - (c) Vergleiche das Anheben der Last mit dem Flaschenzug mit dem Anheben mit deiner Hand.
3. Erklären Sie den Schülern, dass sie bei dem Experiment mit ihren Modell messen werden, wie viel Kraft nötig ist, die Last mit dem Flaschenzug zu heben. Erklären Sie, dass sie als erstes das Gewicht des leeren Korbes ermitteln müssen. Dann fügen sie die Münzen hinzu und finden so das Gesamtgewicht der Last. Sie sollten folgende Schritte durchführen:

Messen des Gewichts des leeren Korbes:

- (a) Entferne die Münzen aus dem Korb und lege sie zur Seite - sie werden später wieder gebraucht.
- (b) Löse die Schnur vom grauen Snap an der Rückseite der Basis und wickle sie um den Rand eines kleinen **Papierbechers**.
- (c) Hake die Schnur über eine der 3 **festen** Rollen an der Spitze des Flaschenzugs; anschließend bindest du das andere Ende zwischen die beiden **losen** Rollen.
- (d) Überprüfe, ob das Modell am Rand des Tisches steht, die Rollen über das Ende des Tisches hängen und ein schweres Buch das Modell sicher hält.
- (e) Stelle sicher, dass der Boden und die Seitenteile des Korbes mit Alufolie umwickelt sind (oder stelle einen kleinen Papierbecher in den Korb.)
- (f) Gebe Münzen in den **leeren** Becher bis das Gewicht ausreicht und sich der Korb nach oben bewegt.
- (g) Achte auf die Strecke, die die Last (Korb) und die Kraft (Becher mit Münzen) zurücklegt.
- (h) Notiere die Anzahl der Münzen, die du in den Becher gelegt hast. Das repräsentiert das Gewicht des Korbes.



DATENTABELLE 1

Anzahl Münzen im Korb (LAST)	Anzahl Münzen im Becher (KRAFT)	Strecke Korb (LAST)	Strecke Becher (KRAFT)
0			

Die Schüler finden heraus, dass ca. 20 Münzen in den Becher legen müssen. Sie sollten ihnen helfen, zu verstehen, dass beim Anheben mit einer festen Rolle die Kräfte auf beiden Seiten im Gleichgewicht sind. Das Gewicht des Korbes ist daher in etwa gleich mit dem Gewicht der Münzen im Becher. ACHTUNG: Es kann leicht höher sein, wegen der Auswirkung von Reibung.

4. Löse die Schnüre und platziere sie wieder so wie in der Bauanleitung gezeigt. Achte darauf, die Schnüre genauso zu führen, wie gezeigt. Leere die Münzen aus dem Becher und lege sie zur Seite; sie werden später wieder gebraucht.

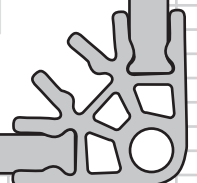
Messen der für das Anheben benötigten Kraft in einem Flaschenzug:

- Ein Schüler des Zweierteams hält die Schnur vorsichtig in der Nähe der Rollen, der andere Schüler bindet einen Papierbecher an das Ende der Schnur.
- Lege Münzen in den Becher, eine nach der anderen. Wie viele Münzen sind nötig, um den Korb nach oben zu bewegen? Notiere deine Antwort in die Datentabelle. Denke daran, das Gewicht des Korbes festzuhalten (Deine Antwort aus 3 (h) oben.)
- Gebe 10 Münzen in den Korb. Wie schwer ist der Korb nun? Wie viele Münzen müssen in den Papierbecher gelegt werden, um den Korb wieder zu heben? Notiere deine Ergebnisse in Datentabelle 2.
- Gebe weitere 10 Münzen in den Korb (20 Stück gesamt). Wie viele Münzen müssen in den Papierbecher gelegt werden, um den Korb erneut zu heben? Notiere deine Ergebnisse in Datentabelle 2.
- Was fällt dir auf in Bezug auf die in einem Flaschenzug zum Anheben benötigte Kraft auf?
- Wie verhält sich die Leistungsfähigkeit bei einem Flaschenzug im Vergleich zu anderen Rollensystemen?
- Wie unterscheidet sich das Rollensystem in diesem Modell von den anderen Rollenmodellen, die du untersucht hast?

DATENTABELLE 2

(A)	(B)	(C)	(D)
Gewicht des leeren Korbes (in Münzen.) - (Deine Antwort aus 3 (h) oben.)	Anzahl Münzen, die dem Korb hinzugefügt wurden.	LAST: Gesamtgewicht des Korbes (in Münzen) - (Spalte A+ Spalte B)	KRAFT: Anzahl Münzen im Becher.

Die Schüler sollten bei einem Flaschenzug eine erhebliche Reduzierung der für das Anheben benötigten Kraft erkennen.



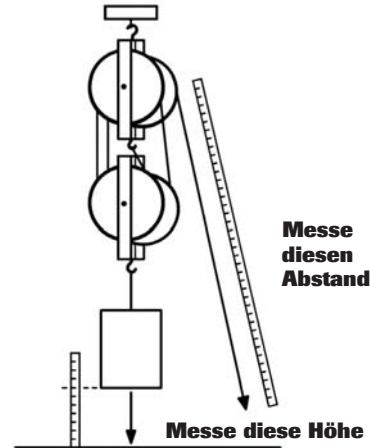


5. (a) Mit dem Flaschenzug hebt sich der Korb um 7,6 cm
- (b) Wie weit musste die Schnur gezogen werden, um diese Höhe zu erreichen?

Um den Korb mit einem Flaschenzug mit zwei losen Rollen um 7,6 cm anzuheben, müssen die Schüler ca. 30,5 cm ziehen.

HINWEIS: Wegen der Reibung können exakte Werte nur schwer erzielt werden.

6. (a) Zähle die Anzahl der tragenden Seile der losen Rollen.
- (b) Erinnere dich, was du in der letzten Stunde erfahren hast. Was sagt dir die Anzahl der tragenden Seile bei einer losen Rolle? Um wie viel wird die Kraft erhöht?
- (c) Wie verhält sich deine Antwort zu deinen Ergebnissen aus Schritt 4 oben.



Die Schüler zählen 4 tragende Seile in zwei losen Rollen. Das heißt, dass dieser Flaschenzug es 4mal einfacher macht, die Masse zu heben, aber sie müssen die Schnur 4mal weiter ziehen als mit einer festen Rolle. Dieses Ergebnis aus Schritt 4 bestätigt: 10 Münzen (Kraft) können ein Gesamtgewicht von 40 Münzen heben - der Flaschenzug hat die Arbeit um ein Vierfaches erleichtert.

7. (a) Fügen Sie mehr Riemenscheiben Ihrem Block und Gerät hinzu.
- (b) Was bedeutet das für das Anheben der Last und die Strecke, über die das Seil gezogen werden muss?

Wenn die Schüler mehr lose Rollen hinzufügen, werden sie erkennen, dass das Anheben leichter wird, aber das Seil für die gleiche Höhe weiter gezogen werden muss.

Anwendung

- Wiederholen Sie die Beobachtungen mit den Schülern. Bitten Sie sie ihre ursprünglichen Gedanken bezüglich des Flaschenzugs zu überprüfen.

Das Hinzufügen von mehr losen Rollen zu einem Flaschenzug macht das Anheben leichter. Dieses K'NEX Modelleines Flaschenzugs erleichtert die Arbeit um ein Vierfaches, das Seil muss jedoch 4mal weiter gezogen werden. Das ist der Ausgleich - weniger Kraft über eine längere Strecke..

- Bitten Sie die Schüler:

- (a) ihre Beobachtungen zu beschreiben und zu erklären.
- (b) beschriftete Skizzen ihres Modells anzufertigen.
- (c) Pfeile hinzuzufügen, die die Richtung der Bewegung anzeigen.
- (d) zu erklären, wie sich der Flaschenzug von anderen Rollensystemen unterscheidet.

Erinnern Sie sie an den Gebrauch des korrekten Vokabulars.

- Fragen Sie die Schüler nach Situationen, wo der Einsatz eines Flaschenzugs sinnvoll ist. Warum ist das so?
- Schlagen Sie vor, dass sie ein K'NEX Modell einer Maschine bauen, die einen Flaschenzug beinhaltet. Bitten Sie sie, zu erklären, wie ihre Maschine ihre Maschine das gesamte Seil bereithält.

Flaschenzüge werden für das Heben von sehr schweren Objekten eingesetzt, z.B. ein Auto oder ein Klavier.

Beispiel für einen Flaschenzug: Kran

Weiterführend

1. Verwende die Federwaage, um die Kraft, die für das Anheben des Gewichtes nötig ist mit und ohne Flaschenzug, zu messen. Hänge die Federwaage am Korb ein, um die Kraft für das Heben mit nur einer festen Rolle zu messen. Dann befestige es am Ende des Seils. Führe das Seil über den Flaschenzug und ziehe es nach oben, indem du an der Federwaage ziehst. Die benötigte Kraft sollte ein Viertel von dem sein, was es bei der bloßen Verwendung der festen Rolle war (tatsächlich wird es mehr sein, wegen der Reibung.), obwohl du weiter ziehen musst, um die gleiche Höhe zu erreichen.
2. Bitten Sie die Schüler, mehr Rollen in ihr System einzubauen und zu untersuchen, was geschieht.
3. Fordern Sie die Schüler auf, ihre Erkundigungen fortzuführen und folgende Internetseite zu besuchen: <http://de.wikipedia.org/wiki/Flaschenzug>.

Entwicklungsauftrag

Deine Mutter ist Physiotherapeutin. Sie arbeitet mit Patienten, die nach Verletzungen im Rollstuhl sitzen. Es ist für Deine Mutter schwer, die Patienten aus dem Rollstuhl zu heben und an die Übungsgeräte zu setzen. Entwickle mit K'NEX – Teilen und anderen Materialien ein transportables Gerät mit Flaschenzügen, mit dem die Patienten aus ihrem Rollstuhl gehoben und an verschiedene Übungsgeräte gesetzt werden können. Erkläre die Wirkungsweise Deines Geräts und wie die Flaschenzüge eingesetzt werden, um das Ziel zu erreichen.

HEFTEINTRÄGE:

- ✓ Definition eines Flaschenzugs.
- ✓ Beschriftete Skizze zum Flaschenzug, Angabe der Bewegungsrichtung.
- ✓ Messungen zum Anheben der Last mit einem Flaschenzug.
- ✓ Erklärung, wie ein Flaschenzug das Anheben von Objekten erleichtert.
- ✓ Erklärung, wie ein Flaschenzug sich von anderen Rollen unterscheidet.
- ✓ Beispiele aus dem täglichen Leben.

