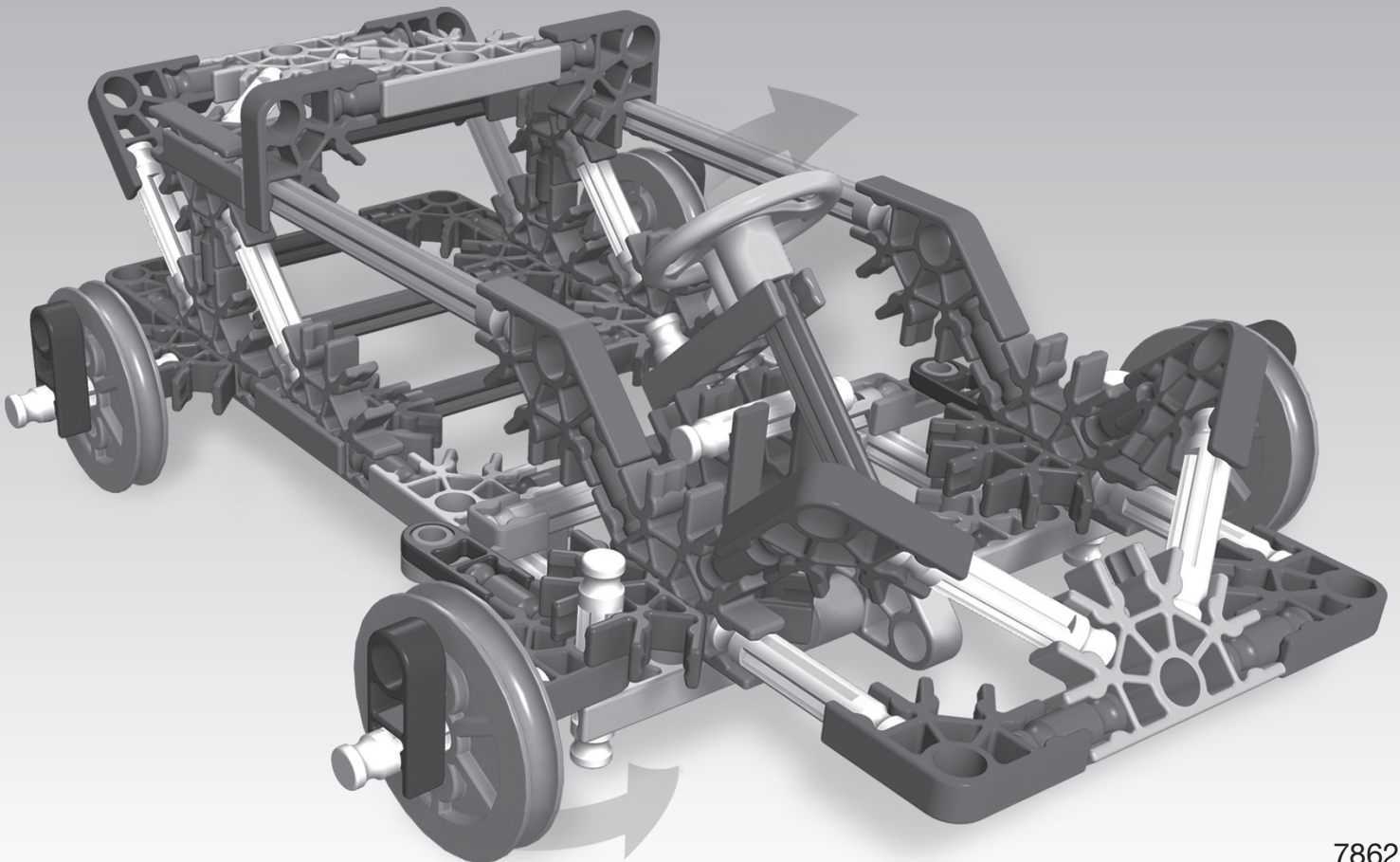
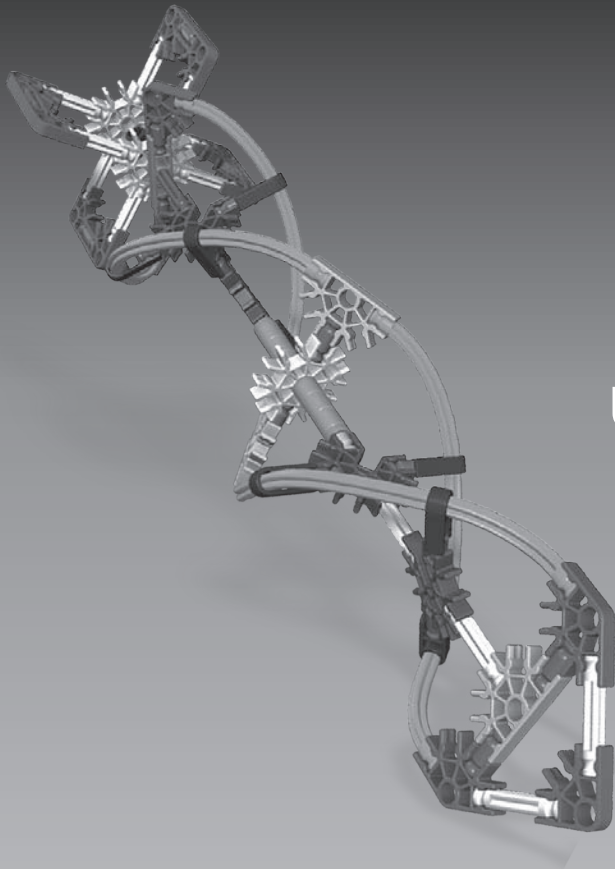


HANDBUCH FÜR LEHRER

RÄDER & ACHSEN UND GENEIGTE EBENEN

EINFÜHRUNG EINFACHE MASCHINEN



RÄDER & ACHSEN und GENEIGTE EBENEN

Handbuch Für Lehrer

96265-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.



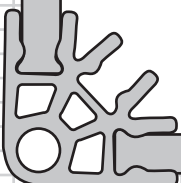
ACHTUNG:

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 kommen. Finger dürfen niemals in sich bewegende Zahnräder oder andere bewegliche Teile gesteckt werden.



Einführung:

ÜBERBLICK

Dieses Lehrerhandbuch wurde entwickelt, um sie zu unterstützen, während ihre Schüler das K'NEX Set Einführung Einfache Maschinen: Räder & Achsen und geneigte Ebenen erforschen. 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: Räder & Achsen und geneigte Ebenen.

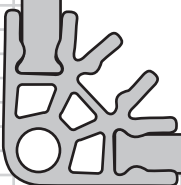
Dieses K'NEX Konstruktionsset ist Teil einer Serie und als Schülereinführung in die wissenschaftlichen Zusammenhänge zweier einfacher Maschinentypen konzipiert – Räder und Achsen, und geneigte Ebenen.

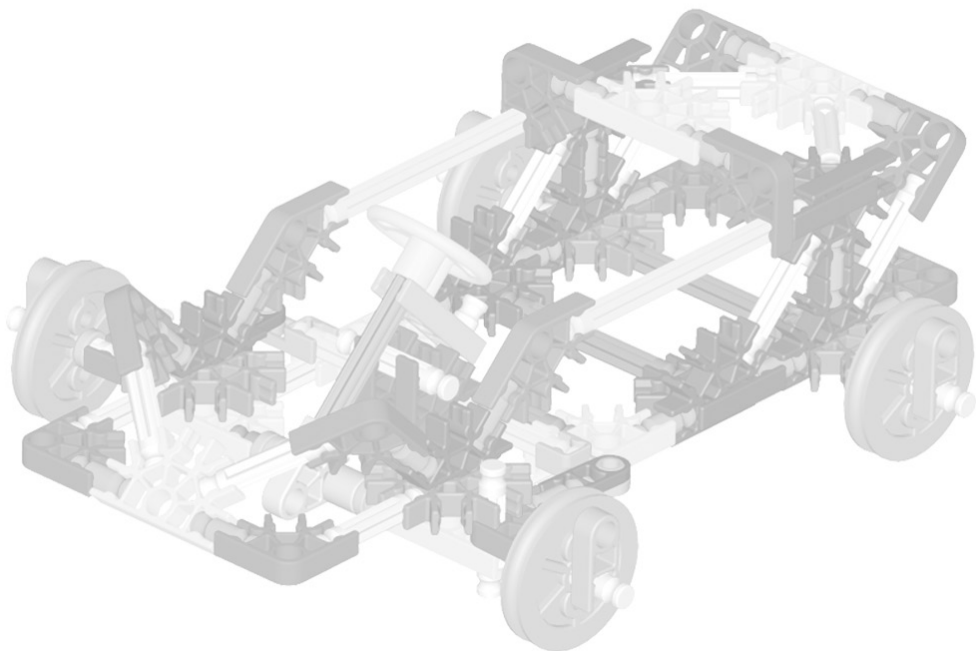
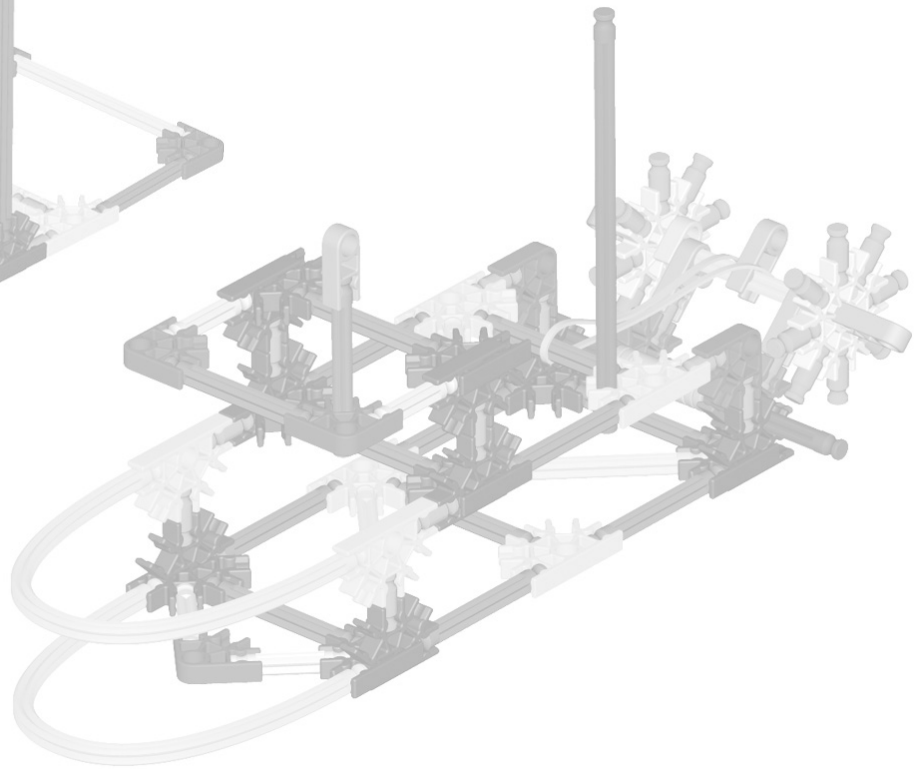
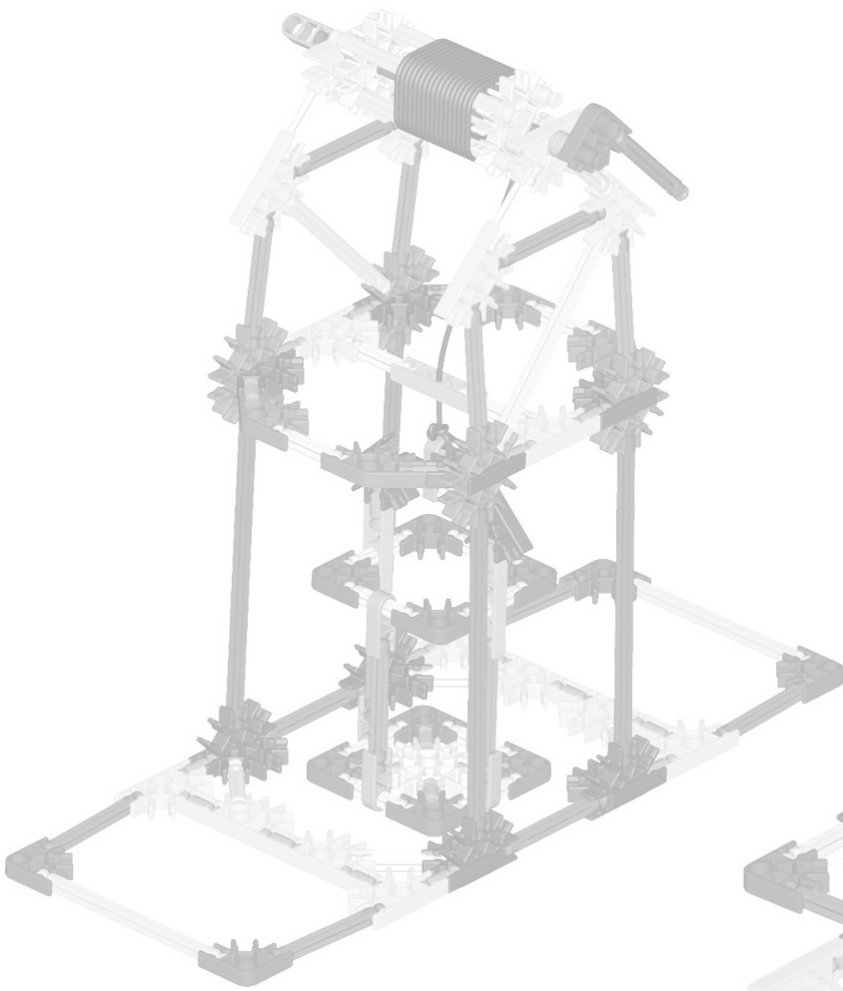
PORTFOLIEN

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

INHALTSVERZEICHNIS

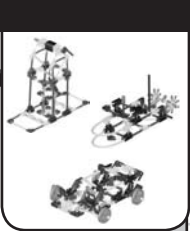
Räder und Achsen.....	3-22
Ziele	3
Hauptbegriffe & Definitionen	3-4
Grundsätze	4-6
Der Brunnen	7-13
Das Paddelboot.....	14-18
Das Lenkrad.....	19-22
Geneigte Ebenen.....	23-39
Ziele	23
Hauptbegriffe & Definitionen	23-24
Grundsätze	24-25
Steile und lange Rampe	26-30
Der Spaltkeil	31-34
Der Handbohrer!	35-39





Räder & Achsen

Hintergrundinformation



ZIELE:

Ihre Schüler werden:

1. Die Eigenschaften des Systems Rad und Achse erforschen und die Funktion verstehen.
2. Die Anordnungsbeziehung der einzelnen Teile des Systems beschreiben können.
3. Verschiedene Arten des Systems Rad und Achsen konstruieren und die Funktion demonstrieren.
4. Identifizieren, ob das Rad die Achse dreht, oder ob die Achse das Rad dreht und erkunden, welchen Einfluss dies auf die Funktion des Systems hat.
5. Herausfinden, wie der Einsatz eines Rad und Achsen Systems die Arbeit in Hinblick auf Kraft, Entfernung, Geschwindigkeit und Richtung beeinflusst.
6. Verstehen, wie die Größe eines Rades und einer Achse die ausgeführte Arbeit beeinflusst.
7. Objekte/Geräte hinsichtlich ihrer Anwendung als Rad und Achsen System analysieren.

SCHLÜSSELBEGRIFFE und DEFINITIONEN für den Lehrer.

Das Folgende dient als Zusammenfassung für den Lehrer. Das Alter der Schüler, ihre Fähigkeiten, ihre Vorkenntnisse und die Anforderungen des Lehrplans bestimmen, welche dieser Begriffe und Definitionen sie in ihrer Klasse vorstellen.

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.

Rad & Achse:

Eine runde Scheibe (Rad), durch deren Mitte ein festangebrachter Stab (Achse) führt. Wenn ein Teil davon bewegt wird, bewegt sich auch das jeweils andere Teil. Es wird benutzt, um Kräfte zu übertragen. Einige Beispiele sehen aus wie ein Rad mit einer Achse, andere aber haben ein Rad und eine Art Griff, wie zum Beispiel eine Angelspule, oder ein Handgriff, so wie ein Türgriff oder der Lautstärkeregler an einem Radio. Alle Rad- und Achse-Mechanismen verhalten sich wie ein Hebel, der sich um einen fixen Punkt dreht.

Kraft:

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

Arbeit:

Eine Aufgabe wird durch den Einsatz eines Rades und einer Achse 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

s = der Weg/die Strecke

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

Kraftaufwand:

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. Wenn ein Rad eine Achse dreht, dann ist die Energie die Größeneinheit für die Kraft, die auf das Rad entlang des zurückgelegten Weges übertragen wird. Die Maschine überträgt dabei die Kraft auf die Achse, die die Ladung bewegt.

Widerstand:

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

Belastung (kurz Last):

Alle äußeren Kräfte (das Gewicht des zu bewegenden Körpers oder der Widerstand), die z. B. auf das Rad und Achsen-System einwirken.

Reibung:

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

Mechanische Übersetzung (MA*):

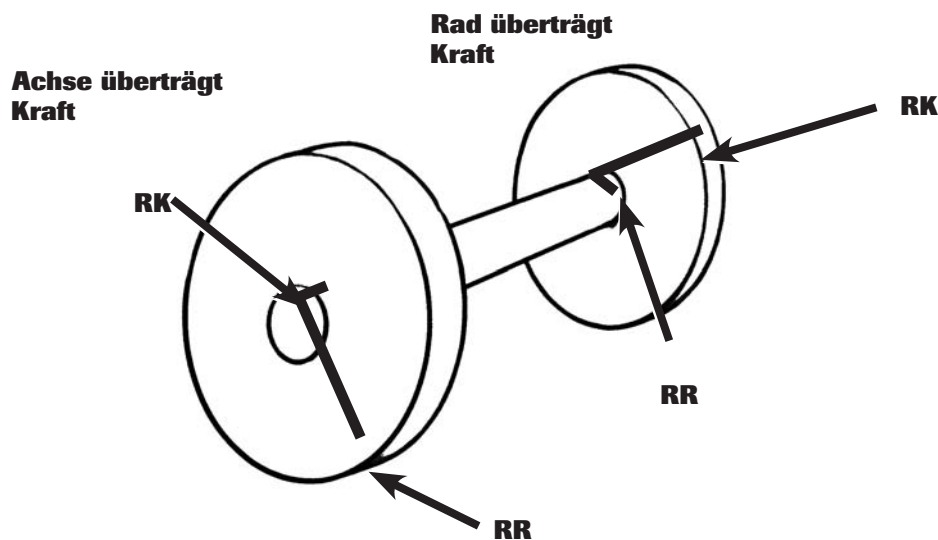
Grundlage einer mechanischen Übersetzung ist immer das Prinzip einer einfachen Maschine (hier Rad und Achse). Diese einfachen Maschinen und ihre Kombinationen sind einfach gesagt Überträger von Kräften – in der praktischen Anwendung nur Übersetzer, weil es in der Realität keine idealen Körper gibt und sich zwangsläufig Verluste ergeben. Beispiel-Formel für ein Rad und Achsen-System*:

$$\frac{\text{Kraftradius (RK)}}{\text{Widerstand-/oder Reibradius (RR)}} = \text{MA}$$

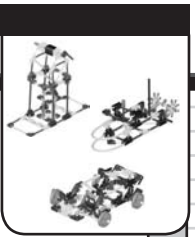
Hier: **RK** = der Radius des Rades oder der Achse, das oder die Kraft aufbringt

RR = der Radius des Rades oder der Achse, das oder die keine Kraft aufbringt

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

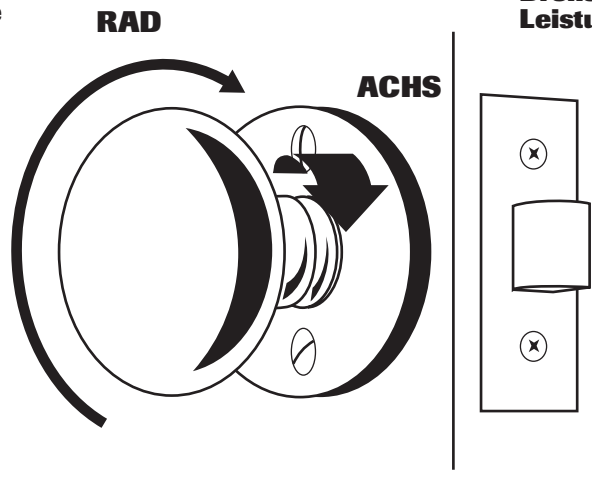
**GRUNDSÄTZE**

- ☉ Wird eine Last mit Hilfe eines Rad und Achsen-Mechanismus bewegt, wird die Kraft ENTWEDER für das Drehen des Rades ODER für das Drehen der Achse aufgewandt.
- ☉ Ein Rad und Achsen-Mechanismus verhält sich wie ein rotierender Hebel, mit der Mitte der Achse als Angel- oder Drehpunkt und dem Rand des Rades als das äußere Ende des Hebels. Bei Hebeln gilt: je weiter die Kraft vom Drehpunkt entfernt aufgewandt wird, desto weniger Kraft ist nötig, um die Last zu bewegen. Das Gleiche gilt für das Rad und die Achse. Das größere Rad erfordert im Vergleich zu einem kleineren Rad – wie einer Achse – weniger Kraftaufwand.
- ☉ Ein Rad und Achsen-System erleichtert die Arbeit, weil es das Bewegen von Gegenständen erleichtert. Es kann dies auch auf folgende Weise tun:
 - ☉ Erhöhen der Kraft.
Da sich das Rad und die Achse wie ein rotierender Hebel verhalten, bewegt sich der Rand eines drehenden Rades über eine größere Strecke als die Achse, benötigt aber weniger Kraft. Die Achse dreht sich über eine kleinere Strecke, die angewandte Kraft steigt zu Gunsten einer kürzeren Strecke. Die Kraft wird erhöht, bedingt durch den Größenunterschied zwischen Rad und Achse.



Es ist zum Beispiel sehr schwer, einen Verriegelungsmechanismus ohne Türgriff zu drehen. Der Türgriff macht diese Aufgabe einfacher, indem er die für das Drehen des Verriegelungsmechanismus nötige Leistung reduziert. Der Türgriff dreht über eine größere Strecke als die Verriegelungsspindel, benötigt nur wenig Leistung für das Drehen. Zur gleichen Zeit übt die Verriegelungsspindel (Achse) eine größere Kraft auf einer kleineren Strecke aus.

RAD: Geringe Energie
über eine große
Drehstrecke

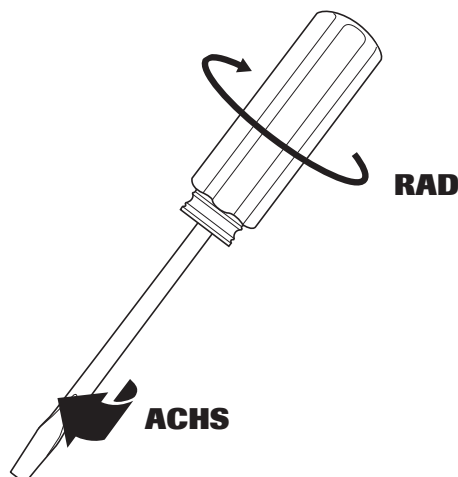


ACHSE: Kleine
Drehstrecke. Große
Leistungsabgabe.

- Verlängerung der **Strecke** entlang der eine Arbeit verrichtet wird.
Das Drehen der Achse verursacht das Drehen des Rades entlang einer größeren Strecke. Beispiel: Bei jeder vollen Umdrehung eines Schaufelrades, dreht die Achse auf einer kleinen Strecke während sich das Rad in einem großen Kreis bewegt. Die Achse dreht sich nur entlang einer kleinen Strecke, es benötigt aber eine große Kraft, um sie über diese Strecke zu drehen. Das Drehen der Achse ist deshalb schwer, sie muss aber nicht weit gedreht werden. Der Radkranz oder die Umrandung des Rades jedoch dreht mit weniger Kraft, bewegt sich aber über eine größere Strecke und schneller als die Achse.

- Änderung der **Richtung** der Krafteinwirkung
Wenn der Griff des Wunschbrunnen gedreht wird, bewegt sich die Hand in einem vertikalen Kreis. Der Eimer am anderen Ende bewegt sich in einer geraden Linie auf und ab. Es ist leichter, den Griff zu drehen, als den Eimer mit den bloßen Händen raufzuziehen.

Bei anderen einfachen Maschinen des Rad und Achsen Systems, wie zum Beispiel dem Schraubendreher, ändert sich die Richtung der Krafteinwirkung nicht. Der Stab (Achse) des Schraubendrehers bewegt die Schraube in die gleiche Richtung, wie der Griff (Rad) des Schraubendrehers bewegt wird.



ANMERKUNG: Einige der Rad und Achsen-Systeme, die in einem Fahrzeug Anwendung finden, unterscheiden sich von einfachen Rad und Achsen Systemen. Diese haben Räder, die NICHT fest mit ihren Achsen verbunden sind und das Rad leichter über eine Oberfläche bewegen, indem sie die Reibung reduzieren.

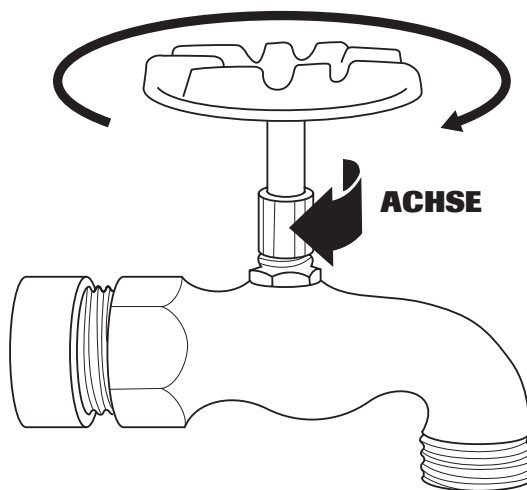
- Wie bereits vorher angemerkt, erleichtern einfache Maschinen die Arbeit. Sie tun dies, indem sie entweder die angewandte Kraft vervielfältigen oder die Strecke erhöhen, auf der sich der Widerstand bewegt. Dies geschieht, weil Kraft und Strecke nicht gleichzeitig erhöht werden können. Wenn das eine erhöht wird, muss das andere reduziert werden, da die Arbeitsleistung niemals größer sein kann als der Arbeitseinsatz

WEITERE BEISPIELE AUS DEM ALLTAG FÜR RÄDER UND ACHSEN

WASSERHAHN:

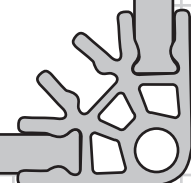
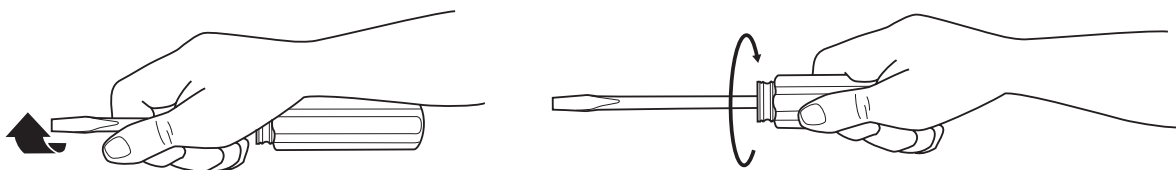
Der Griff eines Wasserhahns ist ein Rad. Wenn der Griff gedreht wird, rotiert er über eine große kreisrunde Strecke. Die Achse, mit einer kleineren Kreislinie, dreht auf einer kleineren Strecke mit höherer Kraft. Dies bedient das Ventil im Wasserhahn und lässt das Wasser fließen.

RAD



SCHRAUBENDREHER:

Der Griff eines Schraubendrehers ist das Rad; der Stab ist die Achse. Der dickere Griff und der dünnere Metallstab des Schraubendrehers drehen sich gemeinsam und drehen dabei eine Schraube. Wenn der Kraftaufwand auf den Griff des Schraubendrehers ausgerichtet ist, dreht er sich über eine größere Strecke als der Stab (Achse), diese Kraft aber wird multipliziert, während der Stab sich über seine kleinere Kreislinie dreht und die Schraube sich dabei leicht eindrehen lässt. Ein großes Rad ist leichter zu drehen als eine kleine Achse und somit wird die Arbeit erleichtert. Dieses Prinzip kann wie folgt demonstriert werden: Die Schüler drehen nur den Metallstab des Schraubendrehers (Achse) und versuchen, eine Schraube auszudrehen. Diese Vorgehensweise wird im Vergleich zum Drehen am größeren Griff des Schraubendrehers (Rad) viel schwieriger sein.



Der Brunnen:

Beispiel für ein Rad, das eine Achse dreht.



ZIELE:

Die Schüler werden:

1. Das physikalische Prinzip von Arbeit und die Arbeitserleichterung durch einfache Maschinen verstehen.
2. Die Eigenschaften von Rad und Achse demonstrieren.
3. Untersuchen, wie ein Rad, das eine Achse dreht, die Arbeit erleichtert.
4. Erforschen, welchen Einfluss die Größe des Rades auf den Kraftaufwand einer auszuführenden Arbeit hat.

MATERIAL

Jede Gruppe, bestehend aus jeweils 2 Schülern, benötigt:

- 1 K'NEX Räder & Achsen und geneigte Ebenen Bau-Set mit Bauanleitung
- Markierstift
- Pappbecher
- Münzen oder kleine Büroklammern
- Lineal
- Schulhefte
- 200g oder 5 Newton Federwaage (optional)

Sie benötigen:

Bilder und Beispiele von unterschiedlichen Arten des Rad und Achsen-Systems. (Vorschläge: Kunststoff-Garnrolle mit einem durch die Mitte geführten Stift; Türgriff/knauf; Schraubendreher.)

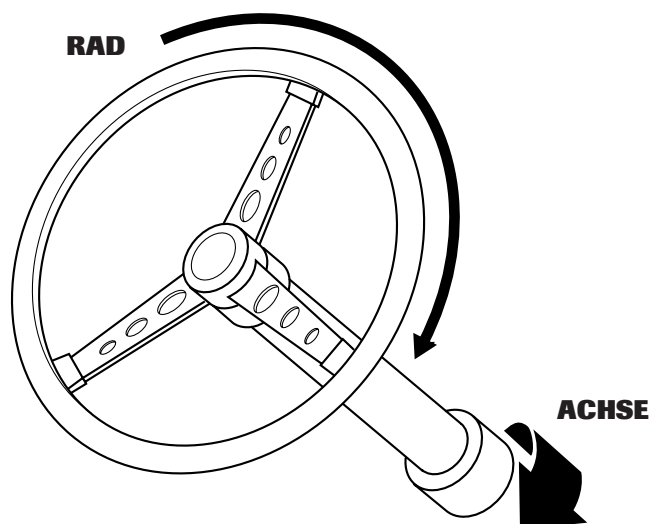
DURCHFÜHRUNG

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 die Bücher über den Tisch schob, hat Arbeit geleistet. Die Schüler sollten ihre Beobachtungen in ihre Hefte eintragen.



- Beginnen Sie die Stunde mit der Definition von Rad und Achse. (Eine Definition finden sie auf Seite 3 dieses Handbuchs.) Weisen Sie darauf hin, dass ein Rad mit einer Achse eine einfache Maschine ist. Zeigen Sie ein Beispiel: die Garnrolle mit dem eingeführten Stift und erklären Sie die Komponenten. Zeichnen Sie ein Diagramm an die Tafel (siehe unten.)

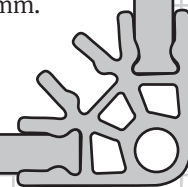


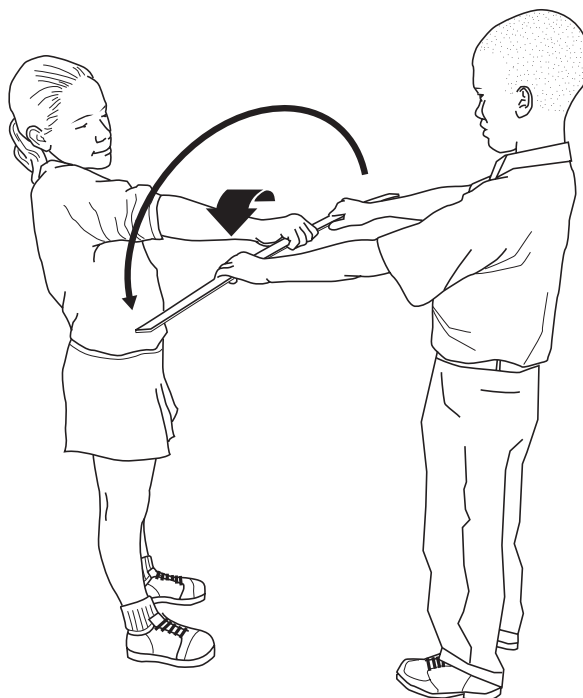
- Fragen Sie die Schüler nach weiteren Beispielen für das System Rad und Achse, die sie aus ihrem Alltag kennen. Möglicherweise werden sie die Räder und Achsen eines Autos oder Busses nennen. Dies gibt Ihnen die Möglichkeit, zu erklären, wie sie sich von anderen Rad und Achsen-Maschinen unterscheiden. In diesem Fall bewegt sich das Rad unabhängig von der Achse und die Funktion des Rades verringert in diesem Fall die Reibung. Untersuchen Sie weniger offensichtliche Beispiele wie Wasserhahn, Türgriff und Schraubendreher.
- Bitten Sie die Klasse nachzudenken, wie sich unser Leben ohne den Einsatz einfacher Maschinen verändern würde. Auf welche Art und Weise und wo erleichtern einfache Maschinen unser tägliches Leben? Bitten Sie die Klasse, Alternativen für Türgriff und Schraubendreher vorzuschlagen. Diese Optionen können als Hausaufgabe gegeben werden.
- Schlagen Sie vor, dass sie im Internet nach weiteren Informationen über Rad und Achse suchen. (Schlagworte für Suchmaschinen wie Google: Einfache Maschine)
- Teilen Sie die Klasse in Gruppen von jeweils 2 (maximal 3) Schülern und verteilen Sie Maßstäbe.

Aufgabe






Wir bedanken uns bei Susan Frazier und den Direktoren von SMILE Programm am Illinois Institute of Technology für die Genehmigung, folgende Aufgaben zu übernehmen. ©1990. (Besuchen Sie bitte <http://www.iit.edu/~smile/ph9005.html> für weitere Informationen.)

- Erklären Sie, dass jedes Team zu Beginn die Merkmale von Rad und Achse mit Hilfe der Arme und eines Lineals untersuchen wird.
- Bitten Sie, dass ein Mitglied aus jeder Gruppe (A) das Lineal in der Mitte greift und ihn vor sich ausgestreckt hält. Der Schüler B legt nun seine Hände rechts und links neben die Hand von Schüler A und versucht den Stab zu drehen, während Schüler A versucht, das zu verhindern. Der Schüler B sollte in wiederholten Versuchen seine Hände weiter nach außen bewegen, so lange bis sich der Stab leicht drehen lässt. (siehe Diagramm nächste Seite.)
- Fragen Sie die Schüler, was die Hand von Schüler A verkörpert (Achse) und was das Lineal (Rad.)
- Bitten Sie die Schüler, das Experiment in ihre Hefte zu übernehmen zusammen mit einem beschrifteten Diagramm.





Aufgabe aus dem Bau-Set

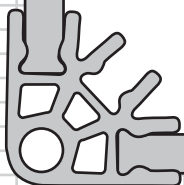
-  Verteilen Sie ein K'NEX Rad & Achsen und geneigte Ebene Bau-Set an jede Gruppe. Das Set sollte geöffnet werden und die Anleitung herausgenommen werden. Wenn die Schüler zum ersten Mal mit K'NEX Elementen in Berührung kommen, weisen sie auf die Seite mit dem Bau-Tipps hin. Es ist entscheidend, dass 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 eines Brunnens bauen, das ein Rad und Achsen System enthält. Dann können sie das Modell nutzen und die Funktion von Rad und Achse erkunden und erkennen, wie damit Arbeit geleistet wird.
-  Nun können die Schüler das Brunnen-Modell bauen (Seite 2-3 der Bauanleitung). Wir empfehlen, dass ein Schüler die Schritte 1-3 baut und der andere die Schritte 4-7. Anschließend sollten die Teile zu einem Brunnen zusammengeführt werden.

Aufgabe: Wie helfen Rad und Achse bei der Arbeit?

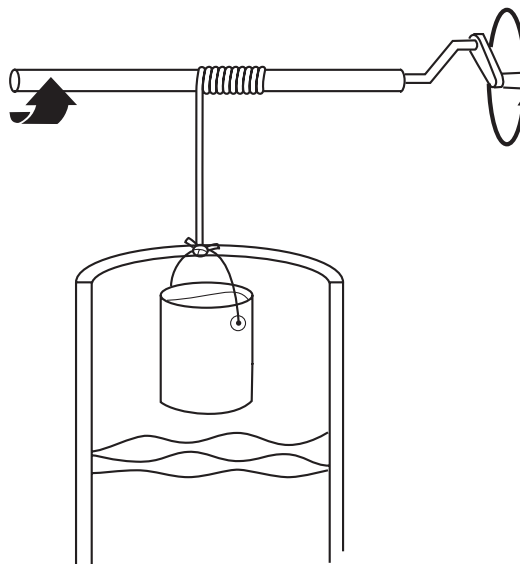
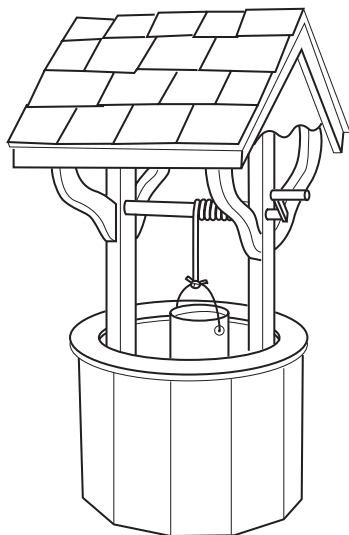
Jede Gruppe erhält einen mit Münzen oder Büroklammern gefüllten Pappbecher. Bitten Sie die Schüler, das Gewicht des Bechers zu fühlen und ihn dann in den Eimer des Brunnenmodells zu stellen. Die folgenden Tipps helfen den Schülern bei der Erforschung der Funktion von Rad und Achse.

Ablauf

1. Schieben Sie zwei Tische so nah zusammen, dass je eine Seite des Brunnens am Ende des jeweiligen Tisches platziert ist. Fixieren Sie die Basis des Brunnens auf jeder Seite mit einem Buch. Lassen Sie den Eimer zu Boden sinken. (Siehe Seite 3 der Bauanleitung.)



Zuerst sollen die Schüler das Rad und die Achse erkennen und benennen. (Der Stab über der Spitze ist die Achse. Die Kurbel, die sich im Kreis bewegt, ist das Rad.)

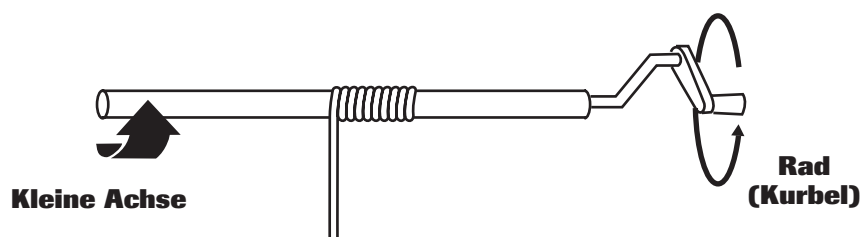


- Die Schüler sollten in ihren Heften notieren, welchen Unterschied es in Bezug auf den Kreisumfang von Rad und Achse gibt. Sie sollten feststellen, welches Teil eine größere Strecke mit einer Drehung zurücklegt. (Das Rad.)

- Stellen Sie folgende Fragen:

- (a) Drehst du das Rad, um die Achse zu drehen? In diesem Fall hilft dir die Maschine durch Multiplizieren der angewandten Kraft, die Aufgabe zu verrichten.

Das große Rad dreht sich über eine lange Strecke mit geringem Kraftaufwand, während die kleine Achse sich über eine kleine Strecke dreht, aber mit höherer Kraft.



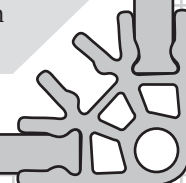
- (b) Oder drehst du die Achse, um das Rad zu bewegen? In diesem Fall hilft dir die Maschine, einen weiteren Weg mit höherer Geschwindigkeit zurückzulegen.

Die kleine Achse dreht auf einer kleinen Strecke mit einem großen Krafteinsatz, während das große Rad sich auf einer großen Strecke mit geringem Kraftaufwand bewegt.

Die Schüler sollten erkennen, dass sie das Rad bewegen und nicht die Achse.

- (c) Bitten Sie die Schüler, exakt festzustellen, wie der Brunnen funktioniert.

Wenn man Kraft ausübt, indem man die Kurbel dreht, dann dreht sich der Stab und wickelt dabei ein Seil auf, um den Eimer heraufzuziehen – das ist der Widerstand oder die Last. Diese einfache Maschine erleichtert das Heraufziehen des Eimers im Vergleich zum Ziehen am Seil mit der Hand.



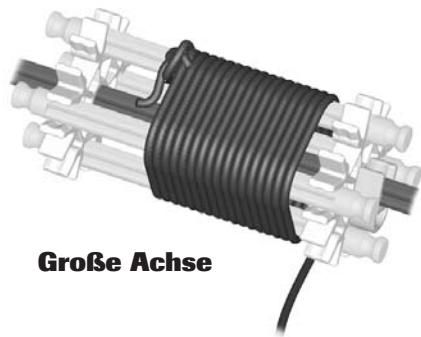


2. (a) Zum Start sollte der blaue Stab nach oben zeigen, drehe das Rad so lange, bis der Eimer hochgezogen ist. Achte darauf, dass der Stab nicht losgelassen wird, sonst wird das Seil sofort abgewickelt und der Eimer fällt.
- (b) Zähle die Umdrehungen, die nötig sind, um den Eimer vom Boden bis zum Tisch hochzuziehen. Jedes Mal, wenn der blaue Stab oben zu sehen ist, ist eine Umdrehung vollzogen. Schreibe die Anzahl auf.
- (c) Wie weit hat sich der Eimer pro Umdrehung des Rades (Kurbel) bewegt?

- (d) Wie können Rad und Achse an einem echten Brunnen das Heraufziehen eines vollen Eimers erleichtern?

Abhängig von der Höhe der Tische, werden 5-7 Kurbelumdrehungen nötig sein, um den Eimer zum Tisch hochzuziehen. Für jede volle Umdrehung des Rades, entspricht die vom Eimer zurückgelegte Strecke genau der Kreislinie der Achse. Die Schüler sollten erkennen, dass es auch bei einem echten Brunnen leichter ist, ein Rad zu drehen, als den Eimer mit den Händen hochzuziehen.

3. (a) Entferne die gelben Stäbe von der Achse und befestige das Seil am roten Stab, der nun die Achse darstellt. (siehe das Bild der kleinen Achse auf Seite 3 der Bauanleitung.)



Große Achse



Kleine Achse

- (b) Senke den Eimer auf den Boden.
- (c) Zähle die Umdrehungen, die nötig sind, um den Eimer vom Boden bis zum Tisch hochzuziehen.
- (d) Was stellst du fest, wenn du das Rad bewegst, um den Eimer anzuheben?
- (e) Vergleiche die Umdrehungen bei den beiden Achsen-Varianten.
- (f) Welche Achse ließ sich leichter drehen?

- (g) Warum?

Wieder abhängig von der Höhe der Tische, sollten nun ca. 20-22 Umdrehungen nötig sein, um den Eimer zum Tisch hochzuziehen. Die Schüler sollten erkennen, dass mit der kleinen Achse für das Hochziehen viel mehr Umdrehungen nötig sind, als mit der großen Achse. Sie werden feststellen, dass es mit der kleinen Achse leichter war, den Eimer hochzuziehen, weil der Kraftaufwand geringer war als bei der großen Achse. Mit gleichem Rad lässt sich eine kleine Achse leichter drehen, als eine große Achse.

Plan für die Klasse

Eine Hälfte der Klasse baut das Modell mit den gelben Stäben und die andere Hälfte baut es mit dem einzelnen roten Stab. Anschließend wechseln die Schüler von einem Modell zum anderen und sollen herausfinden, bei welchem Modell mehr Kraft für das Hochziehen des Eimers aufzuwenden ist.

4. (a) Ändere die Größe des Rades durch den Einsatz längerer und kürzerer Stäbe und wiederhole das Experiment.
- (b) Wie verhalten sich die anderen Stäbe im Vergleich zum blauen Stab?
- (c) Lässt sich der Eimer leichter oder schwerer hochziehen?

- (d) Was sagt das über den Einfluss der Größe des Rades auf die zu leistende Arbeit?

Die Schüler sollten erkennen, dass der Einsatz längerer Stäbe am Rad, das Drehen der Achse erleichtert. Kürzere Stäbe erschweren das Drehen der Achse. Wenn ihre Klasse den Hebel bereits kennengelernt hat, können sie erklären, dass Rad und Achse genauso arbeiten wie ein Hebel, der sich dreht und knüpfen sie an ihre Kenntnisse über die Auswirkung eines Hebelarms auf die geleistete Arbeit an.

Anwendung

- Bitten Sie ihre Schüler, Vor- und Nachteile der beiden Achsen und der unterschiedlichen Radgrößen in ihre Hefte zu übernehmen.

Die kleine Achse lässt sich leichter drehen, es erfordert aber mehr Umdrehungen, das Objekt zu heben. Die große Achse benötigt weniger Umdrehungen, fordert aber einen höheren Kraftaufwand für die Drehung. Je größer das Rad, desto leichter ist es, die Achse zu drehen, muss aber über eine größere Strecke bewegt werden.

- In welchen Situationen wären die unterschiedlichen Größen angemessen?

Wenn sie etwas Schweres heben müssten, würden sie besser eine kleine Achse einsetzen, weil sich das Rad leichter drehen lässt. Eine große Achse würden sie nehmen, wenn etwas, das nicht sehr schwer ist, schnell angehoben werden soll.

- Die Schüler sollen entscheiden, welche Kombination von Rad und Achse den Eimer am leichtesten anheben lässt.

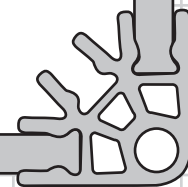
Das größte Rad und die kleinste Achse.

- Bitten Sie die Schüler, andere Rad- und Achsen-Größen zu testen, um damit ihre Erkenntnisse zu überprüfen..

Weiterführend

1. (a) Verwenden Sie eine Federwaage, um die Kraft zu messen, die für das Anheben des Eimers in den unterschiedlichen Situationen aufgewendet wird. Befestigen Sie die Waage am Becher, um die Kraft zu messen, die Sie brauchen, um ihn ohne Rad und Achsen-Mechanismus am Brunnen zu heben.
- (b) Klicken Sie einen grauen Verbinder an das Ende des blauen Stabes, der als Kurbel (Griff) des Brunnens dient. Haken Sie die Federwaage an den grauen Verbinder. Ziehen Sie die Federwaage gerade nach oben und heben Sie damit den Hebel in jeder der verschiedenen Anwendungen.
- (c) Notieren und vergleichen Sie die unterschiedlichen Messwerte. Bestimmen Sie damit, welches System den kleinsten und welchen den größten Kraftaufwand fordert. Erklären Sie die Antworten.
- (d) Berechnen Sie die Arbeit, die mit dieser einfachen Maschine geleistet wurde. Dies kann mit folgender Formel erfolgen:

Arbeitsleistung = Gewicht des Eimers X bewegte Strecke (Weg)





2. Bitten Sie die Schüler, die Mechanische Übersetzung der gebauten Rad und Achsen Kombinationen zu berechnen. Folgen Sie diesen Vorgaben:
 - (a) Messen Sie den Durchmesser des Rades und der Achse – wo immer die Kraft aufgebracht wird. Dann halbieren Sie den Radius und erhalten den Krafradius (**RK**).
 - (b) Messen Sie den Durchmesser des Rades und der Achse – wo immer keine Kraft aufgebracht wird. Dann halbieren Sie den Radius und erhalten den Reibradius (**RR**).
 - (c) Dividieren Sie RK durch RR und Sie erhalten die Mechanische Übersetzung (**MA**).

$$\mathbf{RK / RR = MA}$$

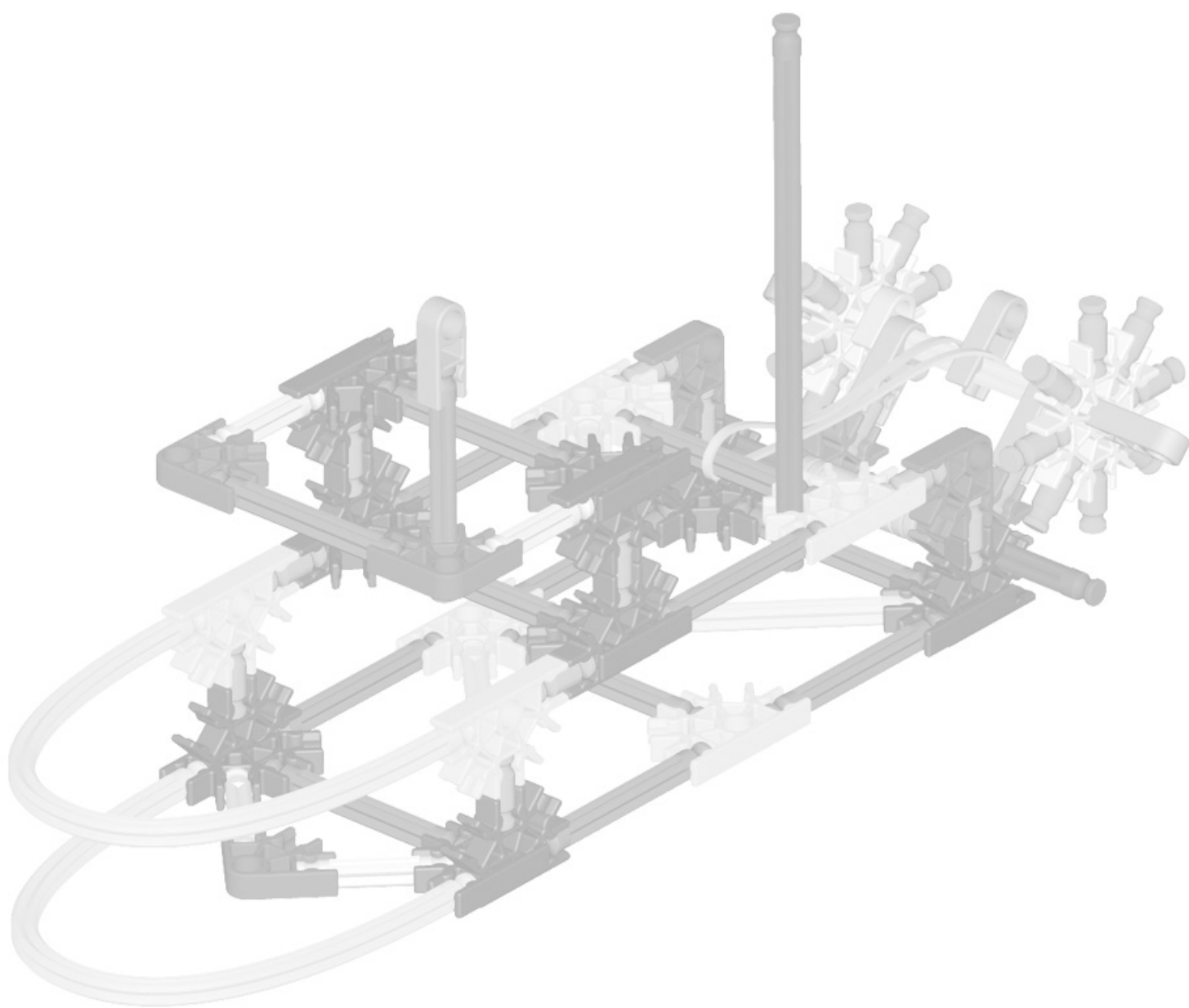
Im Brunnenbeispiel dreht das Rad die Achse, d.h., $MA = \text{Radius des Rades} / \text{Radius der Achse}$. Die Kalkulation ergibt eine Mechanische Übersetzung, die größer als 1 ist und zeigt, dass die einfache Maschine die Arbeit erleichtert, indem sie die aufgewendete Kraft multipliziert.

HEFTEINTRÄGE:

Nach jedem Abschnitt bitten Sie die Schüler, die Ergebnisse in ihren Schulheften festzuhalten. Die folgenden Experimente, Messungen und beschrifteten Diagramme sollten im Heft eingetragen sein:

- ✓ Identifikation von Rad und Achse (inklusive Diagramm).
- ✓ Funktionsbeschreibung des Brunnens.
- ✓ Auflistung der jeweiligen Anzahl von Drehungen für das Hochziehen des Eimers.
- ✓ Auflistung der jeweils benötigten Kraft bei verschiedenen Größen von Rad und Achse.
- ✓ Eine Tabelle, ähnlich der untenstehenden, als Zusammenfassung der Ergebnisse.

Kleine Achse	Große Achse	Kleines Rad	Großes Rad
Mehr Drehungen für das Hochziehen des Eimers	Weniger Drehungen für das Hochziehen des Eimers	Kürzere Strecke	Längere Strecke
Weniger Kraft für das Drehen	Mehr Kraft für das Drehen	Achse dreht schwerer	Achse dreht leichter



Das Schaufelradboot

Ein Beispiel für eine Achse, die ein Rad dreht.



ZIELE

Die Schüler werden:

1. Entdecken, wie eine Achse, die ein Rad bewegt, die zurückgelegte Strecke und die Geschwindigkeit eines Objektes erhöht.
2. Prüfen, inwieweit ein größeres Rad die zurückgelegte Strecke mit jeder Umdrehung erhöht.

MATERIAL

Jede Gruppe aus 2 Schülern benötigt:

- | | | |
|---|--|--------------------------------------|
| - 1 K'NEX Räder & Achsen und geneigte Ebenen Bau-Set mit Bauanleitung | - Hochleistungsgummibänder | - 2 kleine Holzbretter oder Styropor |
| | - Zugang zu einer großen Wanne oder Spülbecken | - Schulhefte |

ABLAUF

Einführung

- Wiederholen Sie, wie bei dem BRUNNEN, ein Rad eine Achse dreht und dabei die Kraft vergrößert(multipliziert) wird. Das Hochziehen eines schweren Objektes wird erleichtert.
- Erklären Sie den Schülern, dass sie nun einen anderen Einsatz von Rad und Achse kennenlernen. Die Schüler werden ein Schaufelradboot bauen und entdecken, wie das Rad und die Achse die Fortbewegung eines Bootes im Wasser erleichtern. Verweisen Sie auf die Abbildung des Schaufelradbootes auf Seite 4 der Bauanleitung.



- Fragen Sie die Klasse, wo man heute Schaufelradboote findet. Fragen Sie, ob jemand weiß oder zu wissen glaubt, wie diese Boote funktionieren.

Eine Antriebsmaschine dreht die Achse, die dann das große Rad dreht.

Aufgabe aus dem Bau-Set

- Verteilen Sie ein K'NEX Räder & Achsen und geneigte Ebenen Bau-Set an jede Gruppe.
(**ACHTUNG:** Stellen Sie sicher, dass alle Schüler verstehen, dass das Gummiband bei Überdehnung zurückschnellen oder außer Kontrolle geraten kann; sie müssen sehr vorsichtig sein. Siehe auch Sicherheitshinweis am Anfang des Handbuches.)
- Bitten Sie die Schüler, auf Seite 4 der Bauanleitung zu blättern und das Modell **SCHAUFELRADBOOT** zu bauen. Ein Schüler sollte die Schritte 1-5 bauen, der andere die Schritte 6-8. Danach sollten die beiden Teile zu einem kompletten Boot zusammengefügt werden..

Aufgabe: Wie können ein Rad und eine Achse helfen, Arbeit zu leisten?

- Bitten Sie die Teams, das Rad (weiße und grüne Speiche) und die Achse in ihrem Modell zu identifizieren.
- Die Schüler sollten dann herausfinden, wie das Rad und die Achse helfen, das Boot über das Wasser fahren zu lassen und sie sollten die folgenden Fragen beantworten:

- (a) Drehst du das Rad, um damit die Achse zu drehen? Wenn ja, hilft dir die Maschine bei der Aufgabe, indem sie die angewendete Kraft multipliziert.
- (b) Oder drehst du die Achse, um damit das Rad zu drehen? Wenn ja, hilft dir die Maschine, eine größere Strecke mit höherer Geschwindigkeit zurückzulegen.

Das große Rad dreht sich über eine lange Strecke mit geringem Kraftaufwand, während die kleine Achse sich über eine kleine Strecke dreht, dies aber mit höherer Kraft.

Die kleine Achse dreht auf einer kleinen Strecke mit einem großen Krafteinsatz; dieser Kraftaufwand wird auf das große Rad übertragen und hat zur Folge, dass der äußere Rand des Rades auf einer größeren Strecke mit höherer Geschwindigkeit dreht.

Schritte:

1. Halte das Schaufelradboot in einer Hand. Wickel das Gummiband um den gelben Stab an der Rückseite des Bootes. Das Gummiband wird die Energiequelle sein, welche die Kraft für den Antrieb des Rades und der Achse bereitstellt. Achte darauf, das Gummiband nicht zu überdrehen oder überdehnen. Lass das Gummiband los und beobachte die Schaufelräder.
2.
 - (a) Was fällt dir in Bezug auf Geschwindigkeit und Richtung, in der sich die Schaufelräder bewegen, auf?
 - (b) Wie verhält sich das zu der Richtung, in der du das Gummiband aufgewickelt hast
 - (c) Welcher Teil des Schaufelbootes stellt die Energie bereit und dreht es die Achse oder das Schaufelrad? Fassen sie die Ergebnisse an der Tafel zusammen.
3.
 - (a) Nehme die Gummibänder und befestige ein Holzbrett oder Styropor (für den Auftrieb) an die beiden Enden des Schaufelradbootes. Achte darauf, die Gummibänder nicht zu überdehnen. (Alternativ können sie den Bootskörper auch mit Alu-Folie umwickeln.)
 - (b) Ziehe den Motor auf und platziere das Boot in eine große mit Wasser gefüllte Wanne oder in ein Spülbecken. Beobachte das Rad und die Achse wenn das Boot auf dem Wasser fährt.
 - (c) Beobachte, wie sich das Schaufelradboot bewegt. Lassen Sie die Beobachtungen ins Heft eintragen.

Die Schüler sollten erkennen, dass die Achse durch das Gummiband gedreht wird und so das Schaufelrad in Bewegung gesetzt wird.

Sie sollten weiterhin erkennen, dass sich das Schaufelrad langsam dreht, wenn sie das Gummiband um die Achse wickeln – es benötigt viel Kraft, die Achse zu drehen – aber sobald sie das Gummiband loslassen, drehen sich die Räder leicht und schnell. Das Gummiband stellt eine Energiequelle dar, welche die Kraft für das Drehen der Achse aufbringt. Die Achse wiederum lässt die Schaufelräder schneller drehen.



4. Bitten Sie die Klasse, zu überlegen, inwieweit Abdeckungen an den Schaufelradblättern (grüne Stäbe), die Bewegung des Bootes beeinflussen würden. (Wenn Sie das schwer finden, fragen Sie die Schüler, was passiert, wenn sie beim Schwimmen Flossen tragen.)

Die Schüler sollten vorhersagen können, dass die Schaufelblätter das Boot weiter fahren lassen, auch wenn der Motor auf die gleiche Weise aufgezogen wurde. Das Hinzufügen von Schaufelblättern vergrößert das Schaufelrad (und die Wassermenge, die bewegt wird), daher kann es mit jeder Umdrehung der Achse eine größere Strecke fahren.

Anwendung

- Bitten Sie die Schüler, die Vor- und Nachteile des Einsatzes einer ein Schaufelrad drehenden Achse in das Heft zu notieren. Bestärken Sie die Schüler, darüber nachzudenken, wie der hohe Kraftaufwand, nötig für das Drehen der Achse auf einem kleinen Kreis, es dem Schaufelrad ermöglicht auf einem großen Kreis zu drehen, was wiederum dazu führt, dass der äußere Rand des Schaufelrades in der gleichen Zeit eine größere Strecke zurücklegt. Somit bewegt sich der Rand des Rades mit höherer Geschwindigkeit als die Achse.
- Fordern Sie die Schüler auf, darüber nachzudenken, warum Schaufelradboote üblicherweise in ruhigen Gewässern, wie einem See oder einem Fluss, zum Einsatz kommen. Wie können sie ihre Ideen testen?

Es erfordert sehr viel Kraft, das Schaufelrad über die Achse drehen zu lassen und das Schaufelradboot in einem gleichmäßigen Tempo zu bewegen. Für den Einsatz dieses Boottyps in rauem Gewässer, wäre noch mehr Kraft erforderlich.

Weiterführend

1. Recherchieren Sie mit Hilfe der Bibliothek und des Internets über die Clermont, einen frühen Schaufelraddampfer von Robert Fulton. Die 1807 gebaute Clermont war der erste wirtschaftlich erfolgreiche Raddampfer. Er bewies, dass Dampfboote schneller und verlässlicher waren als Segelschiffe, weil sie nicht von veränderlichen Windverhältnissen abhängig waren. Bauen sie die Clermont mit K'NEX und präsentieren sie ihn der Klasse. (Besuchen Sie <http://ulster.net/~hrmm/steamboats/fulton.html> für weitere Informationen.)
2. Bitten Sie ihre Schüler, die Mechanische Übersetzung der gebauten Rad und Achsen Kombination, zu berechnen. Folgen Sie dabei diesen Anweisungen:
 - Messen Sie den Durchmesser des Rades oder der Achse – was immer die **Kraft** aufbringt. Dann halbieren Sie den Durchmesser und erhalten den Kraftradius (**RK**).
 - Messen Sie den Durchmesser des Rades oder der Achse – was immer nicht die Kraft aufbringt. Dann halbieren Sie den Durchmesser und erhalten den Reibradius (**RR**).
 - Dividieren Sie RK durch RR und Sie erhalten die Mechanische Übersetzung (**MA**).

$$RK \div RR = MA$$

Am Beispiel des Schaufelradbootes, bei dem die Achse das Rad dreht, lautet das Ergebnis: $MA = \text{Radius der Achse} \div \text{Radius des Rades}$. Das Ergebnis weist einen Wert auf, der kleiner ist als 1 und zeigt, dass die Arbeit schwerer ist, als bei der Variante, wo das Rad gedreht wird. Die Achse wird jedoch über eine kleinere Strecke bewegt als das Rad. Die einfache Maschine hilft, die Arbeit zu erleichtern, indem sie die Strecke und die Geschwindigkeit erhöht (multipliziert).



HEFTEINTRÄGE:

Nach jedem Abschnitt bitten Sie die Schüler, die Ergebnisse in ihren Schulheften festzuhalten. Folgendes sollte im Heft eingetragen sein:

- ✓ Identifikation von Rad und Achse Mechanismus.
- ✓ Bestimmung, ob das Rad oder die Achse gedreht werden um damit das Boot zu bewegen.
- ✓ Erklärung wie die Drehung der Achse hilft, das Boot über eine größere Strecke und in höherer Geschwindigkeit zu bewegen.
- ✓ Vergleich der Schaufelradfunktion mit und ohne Schaufelabdeckung.
- ✓ Erklärung, warum Schaufelradboote in ruhigen Gewässern eingesetzt werden, beruhend auf Ableitungen und Beobachtungen.



Das Lenkrad:

Beispiel für ein Rad, das eine Achse dreht.



ZIELE

Die Schüler werden:

1. Erkennen, wie ein Rad, das eine Achse dreht, die angewandten Kräfte erhöhen kann.
2. Die Beziehung zwischen Lenkrad, Lenksäule und den Rädern eines Fahrzeugs erforschen.

MATERIAL

Jede Gruppe aus 2 Schülern benötigt:

- 1 K'NEX Räder & Achsen und geneigte Ebenen Bau-Set mit Bauanleitung

- Schulhefte

ABLAUF

Einführung




- Wiederholen Sie, wie im Fall des Brunnens, ein Rad, das eine Achse dreht, die **Kraft erhöht** und die Arbeit – das Hochziehen eines schweren Gegenstands – erleichtert wird.
- Erklären Sie den Schülern, dass sie einen anderen Einsatz von Rad und Achse kennenlernen werden: Ein Lenkrad, es dient der Richtungsänderung eines Fahrzeugs. Fragen Sie die Klasse nach ihren Ideen, wie in diesem Fall Rad und Achse funktionieren.
- Fragen Sie, inwieweit sich das Lenkrad von den anderen Arten des Rad und Achsen Systems, die sie bisher kennengelernt haben, unterscheidet.
- Bitten Sie die Klasse, Bilder von Fahrzeugen/Maschinen mitzubringen, bei denen ein Lenkrad eingesetzt wird. (Sie können das Internet nutzen und Bilder ausdrucken.) Zeigen Sie Bilder vom Einsatz von Lenkrädern im täglichen Leben und bitten Sie die Schüler, zu überlegen, was es für ihr Leben bedeuten würde, wenn diese einfache Maschine nicht zur Verfügung stünde.

Das Rad dreht eine Achse in der Lenksäule, welche die Bewegungen des Lenkrads auf die Räder des Fahrzeugs überträgt.





Es sieht tatsächlich aus wie ein Rad.



Aufgabe aus dem Bau-Set

-  Verteilen Sie ein K'NEX Räder & Achsen und geneigte Ebenen Bau-Set an jede Gruppe.
-  Bitten Sie die Schüler, auf Seite 6, 7 & 8 der Bauanleitung zu blättern und das Modell **LENKRAD** zu bauen. Ein Schüler sollte die Schritte 1-5 bauen, der andere die Schritte 6-10. Danach sollten die beiden Teile zusammengefügt werden. (Schritte 11-14.)
-  ERINNERN SIE DIE SCHÜLER, DASS ES HIER 3 SEITEN BAUANLEITUNG GIBT.

Aufgabe: Wie helfen das Rad und die Achse bei der Arbeit?

-  Geben Sie den Schülern Zeit, den Mechanismus des Modells zu untersuchen.
-  Bitten Sie die Teams, das Rad (gelbes Rad) und die Achse (blauer Stab) in ihrem Modell zu identifizieren. Sie sollten eine beschriftete Zeichnung in ihre Hefte übertragen.
-  Die Teams sollen nun untersuchen, wie das Rad und die Achse helfen, das Fahrzeug zu lenken. Hierzu sollten Sie sich zunächst folgende Fragen stellen:
 - (a) Bewegt du das Rad, um die Achse zu drehen? Wenn ja, hilft dir die Maschine bei der Aufgabe, indem sie die angewandte Kraft multipliziert.
 - (b) Oder drehst du die Achse, um das Rad zu bewegen? Wenn ja, hilft dir deine Maschine, eine längere Strecke mit höherer Geschwindigkeit zurückzulegen.
-  Anschließend sollten die Schüler herausfinden, ob das Lenkrad die Räder des gebauten Fahrzeugs direkt bewegt, oder nicht.

Das große Rad dreht über eine lange Strecke und mit kleinem Kraftaufwand, während die kleine Achse über eine kleine Strecke dreht, aber mit höherer Kraft.

Die kleine Achse dreht mit hohem Krafteinsatz über eine kurze Strecke und sorgt dafür, dass das große Rad über eine größere Strecke läuft.

Die Schüler sollten erkennen, dass das Lenkrad gedreht wird, um die Achse zu drehen.

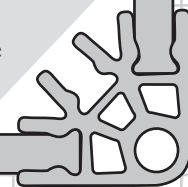
Um das Lenkrad zu drehen, wird über eine längere Strecke, weniger Kraft eingesetzt; dieser Aufwand dreht die Achse auf einer kleinen Kreisbahn, jedoch mit einer höheren Leistung und macht damit den Lenkvorgang leichter.

Das Lenkrad dreht nicht direkt die Räder des Fahrzeugs. Es dreht die Lenksäule – Achse. An der Achse ist ein oranger Verbinder angebracht, der sich ebenfalls dreht, wenn das Lenkrad gedreht wird. Der orange Verbinder ist durch einen weißen Stab mit dem Lenkmechanismus verbunden. Wenn das Lenkrad gedreht wird, bewegt sich der Lenkmechanismus nach links und rechts.

Schritte:

1. (a) Entferne das gelbe Lenkrad von dem blauen Stab. Drehe den blauen Stab und drehe damit die Räder, während du das Fahrzeug schiebst.
- (b) Ist es leicht oder schwer, die Räder auf diesem Weg zu drehen?
- (c) Wie würde das Lenken beeinflusst werden, wenn das ein echtes Auto wäre?

Die Schüler sollten erkennen, dass es schwer ist, die Räder nur mit Hilfe der Achse zu bewegen. Der blaue Stab hat einen kleinen Durchmesser und ist somit schwer zu drehen. Wenn das Fahrzeug über das Drehen der Achse gelenkt werden müsste, wäre es sehr schwer das Auto in eine andere Richtung fahren zu lassen, besonders, wenn man schnell fährt. Möglicherweise würde das Fahrzeug ins Schleudern geraten.





2. (a) Stecke das gelbe Lenkrad zurück auf den blauen Stab. Schiebe das Fahrzeug erneut und lenke dabei.
- (b) Was stellst du nun in Bezug auf das Lenken fest?
- (c) Ist es leichter oder schwerer als vorher? Warum?

Die Schüler sollten feststellen, dass es nun leichter ist, das Auto zu lenken. Das Rad ist größer als die Achse und somit besser zu greifen und leichter zu drehen. Das Rad bewegt sich über eine größere Strecke als die Achse, aber es dreht sich mit geringerem Kraftaufwand.

Anwendung

- Bitten Sie die Schüler, in ihre Heft einzutragen, warum sie denken, dass ein Auto über ein richtiges Rad gelenkt wird und nicht mit einem Griff, der sich drehen lässt.
- Fordern Sie die Schüler auf, auch an andere Fahrzeuge mit Lenkrad zu denken – ein Bus, ein LKW, ein FORMEL 1 Rennwagen. Haben größere Fahrzeuge auch größere Lenkräder? Wie könnten wir das herausfinden? Wenn eine Lösung gefunden wurde, wie sieht dann die Erklärung dazu aus?
- Die Schüler sollten nun eine Zeichnung anfertigen, oder einen LKW oder Bus mit K'NEX Elementen bauen und eine geeignete Lenkradgröße einbauen.

Die Schüler sollten bedenken, dass man beim Autofahren eine schwere Maschine mit hoher Geschwindigkeit bedient. Man hat eine bessere Kontrolle über das Fahrzeug, wenn man mit zwei Händen lenken kann.

Diese ist eine Gelegenheit für die Schüler, realistische Daten zu sammeln und zu zeichnen, bevor sie entsprechende Schlüsse ziehen. Sie sollen erkennen, dass LKWs und Busse größere Lenkräder besitzen als Autos. Dies ist so, weil der Lenkmechanismus viel größer und schwerer ist, ein Lenkrad mit größerem Durchmesser erfordert weniger Kraft für die Drehung. Rennautos haben kleinere Lenkräder als normale Autos, so kann maximale Kontrolle über das Auto erreicht werden, für scharfe Kurven bei hoher Geschwindigkeit. Es ist jedoch mehr Kraft nötig, das kleinere Rad zu drehen.

Anwendung

“Das K'NEX Modell, das sie gebaut haben, demonstriert den grundlegenden Lenkmechanismus eines Autos. Untersuchen Sie mit Hilfe des Internets und der Bibliothek andere Automobile und erhalten sie weitere detaillierte Informationen über den Lenkmechanismus. Vielleicht interessiert Sie die Entwicklung des Autos und die Veränderungen seit wir Fahrzeuge lenken. Untersuchen Sie Innovationen der Automobilhersteller und wie sie das Lenken erleichtern (z.B. Servolenkung.)”

(Besuch <http://www.howstuffworks.com/steering.htm> und <http://www.vintagecars.about.com/library/weekly/aa092698.htm>)

Weiterführend

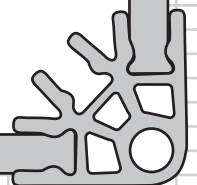
“Du und deine Freunde arbeiten an einem neuen Pfadfinderabzeichen für Überleben in der Wildnis. Für dieses Abzeichen müsst ihr vorgeben, dass ihr auf einer einsamen Insel gestrandet seid. Ihr müsst ein Fahrzeug bauen, das euch über die Insel an die Küste fahren lässt und dann über das Wasser zurück in die Zivilisation bringt. Das Fahrzeug muss sich lenken lassen und auch andere Arten von Rad und Achse beinhalten. Für eure Reise müsst ihr auch einen Weg finden, Wasser hochziehen und lagern zu können.

Entwerft und baut dieses Land- und Wasserfahrzeug mit Hilfe von K'NEX. Erklärt, wie eure Maschine funktioniert und mit welchen unterschiedlichen Rädern und Achsen es diese Aufgabe bewältigt.

Hefteinträge:

Nach jedem Abschnitt bitten Sie die Schüler, die Ergebnisse in ihren Schulheften festzuhalten. Folgendes sollte im Heft eingetragen sein:

- ✓ Identifikation von Rad und Achse Mechanismus.
- ✓ Bestimmung, ob das Rad oder die Achse gedreht werden und damit die Lenkung in Gang setzen.
- ✓ Erklärung wie die Drehung des Rades die angewandte Kraft vervielfacht und damit die Aufgabe leichter macht.
- ✓ Erklärung, warum für das Drehen der Achse in einem Fahrzeug ein Rad und nicht ein Griff herangezogen wird.
- ✓ Vergleich der verschiedenen Größen bei Lenkrädern und Begründung für den Einsatz.





Geneigte Ebene

Hintergrundinformation



ZIELE

Die Schüler werden:

1. Die Eigenschaften einer geneigten Ebene erforschen und die Funktion verstehen.
2. Erkennen, dass Schrauben und Keile geneigte Ebenen sind.
3. Untersuchen, wie der Einsatz einer geneigten Ebene die Arbeit in Bezug auf Kraft, Strecke, Geschwindigkeit und Richtung beeinflusst.
4. Demonstrieren, wie die Kraft, die für das Hochbewegen einer Last an einer geneigten Ebene benötigt wird, von der Neigung dieser abhängt.
5. Verschiedene Arten von geneigten Ebenen konstruieren und demonstrieren, wie sie funktionieren.
6. Objekte und Werkzeuge hinsichtlich ihrer Anwendung als geneigte Ebene analysieren.

SCHLÜSSELBEGRIFFE und DEFINITIONEN für den Lehrer.

Das Folgende dient als Zusammenfassung für den Lehrer. Das Alter der Schüler, ihre Fähigkeiten, ihre Vorkenntnisse und die Anforderungen des Lehrplans bestimmen, welche dieser Begriffe und Definitionen sie in ihrer Klasse vorstellen.

Einfache Maschine:

Eine einfache Vorrichtung, die Arbeit erleichtert und den Menschen entlastet. Einfache Maschinen erleichtern die Arbeit, indem sie den Weg ändern, wie die Arbeit verrichtet wird.

Geneigte Ebene:

Eine ebene Fläche, deren eines Ende niedriger ist als das andere. Sie wird verwendet, um Gegenstände über die Ebene hinauf oder hinunter zu bewegen.

Schraube:

Ein Stab, genannt der Zylinder, mit einer aufgewickelten geneigten Ebene. Die geneigte Ebene formt Kanten, genannt Gewinde, um den zylindrischen Stift. Sie wird benutzt, um ein Objekt zu bewegen oder zwei Objekte miteinander zu verbinden.

Keil:

Eine Baugruppe aus 2 Rücken an Rücken gelegenen geneigten Ebenen. Körper mit Keilform werden als Werkzeug zum Spalten und zur Kraftübertragung verwendet.

Kraft:

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

Arbeit:

Eine Aufgabe, die mit Hilfe des Einsatzes einer geneigten Ebene verrichtet wird. 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

s = der Weg/die Strecke

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

Kraftaufwand:

Die Kraft, die benötigt wird, um eine Last zu bewegen oder einen Widerstand zu überwinden. (z.B. die Kraft, die benötigt wird, eine Arbeit zu verrichten). Die Kraft, die auf eine einfache Maschine einwirkt nennt man Energie.

Widerstand:

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

Belastung (kurz Last):

Alle äußeren Kräfte (das Gewicht des zu bewegenden Körpers oder der Widerstand), die beim Einsatz einer geneigten Ebene einwirken.

Neigung:

Ein Maß für die Steilheit einer Ebene.

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. Diese einfachen Maschinen und ihre Kombinationen sind einfach gesagt Überträger von Kräften – in der praktischen Anwendung nur Übersetzer, weil es keine realen idealen Körper gibt und sich zwangsläufig Verluste ergeben.

Beispiel-Formel für eine geneigte Ebene:

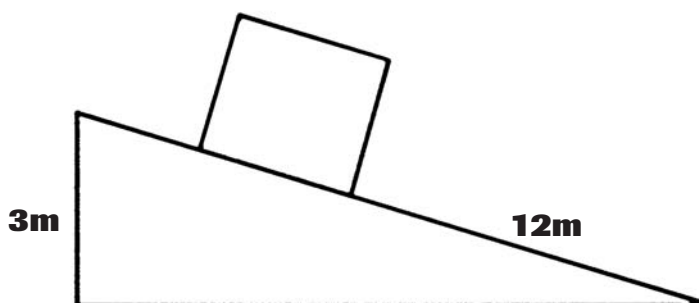
$$\frac{\text{Länge der geneigten Ebene}}{\text{Höhe der geneigten Ebene}} = MA$$

(**ACHTUNG:** Die Länge bei einer Schraube wird durch das Messen der Stecke um das Gewinde ermittelt)

GRUNDSÄTZE

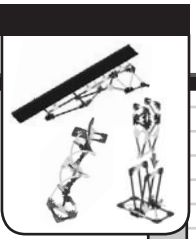


- Eine geneigte Ebene wird verwendet, um Gegenstände über die Ebene hinauf oder hinunter zu bewegen. Besser als ein Objekt gerade nach oben zu heben, was einen Kraftaufwand fordert, der gleich dem Gewicht der Last ist, wird die Länge der Strecke erweitert, entlang derer die Arbeit verrichtet wird. In dem Diagramm (unten) ist die geneigte Strecke 4mal länger als die vertikale Strecke. Um ein Objekt über die geneigte Ebene zu bewegen, benötigt man nur $\frac{1}{4}$ der Kraft, die nötig wäre, um das Objekt vertikal nach oben zu bewegen. Diese Kraft jedoch muss über eine längere Strecke gehalten werden. (12m im Vergleich zu 3m.)



- Je länger die geneigte Ebene ist, desto weniger Kraft ist nötig für die Aufgabe.
- Der **Arbeitsaufwand** bleibt jedoch unverändert, sie ist in beiden Fällen gleich groß, ob man das Objekt über die geneigte Ebene bewegt, oder direkt nach oben (wenn man die Reibung außer Acht lässt.)

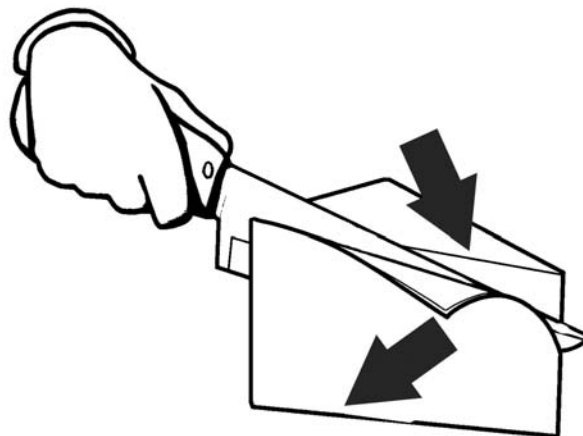




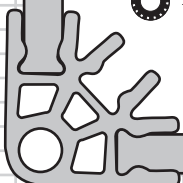
- Objekte werden entlang der Neigung der geneigten Ebene bewegt; die geneigte Ebene bewegt sich normalerweise nicht.
- Geneigte Ebenen können auch verwendet werden, um die Sinkgeschwindigkeit eines Objekts aus einer Höhe zu steuern.
- Schrauben erhöhen die Strecke entlang derer die Kraft einwirkt, reduzieren aber den benötigten Kraftaufwand. Die Strecke entlang dem Gewinde einer Schraube ist länger als die Schraube selbst. Das heißt, dass der Weg in einem Gewinde länger ist, aber leichter als der Weg gerade nach oben. Zum Beispiel ist es wesentlich leichter, eine Wendetreppe nach oben zu gehen, als über eine Leiter, aber man steigt mehr Stufen und geht eine längere Strecke, um an den gleichen Punkt zu gelangen.

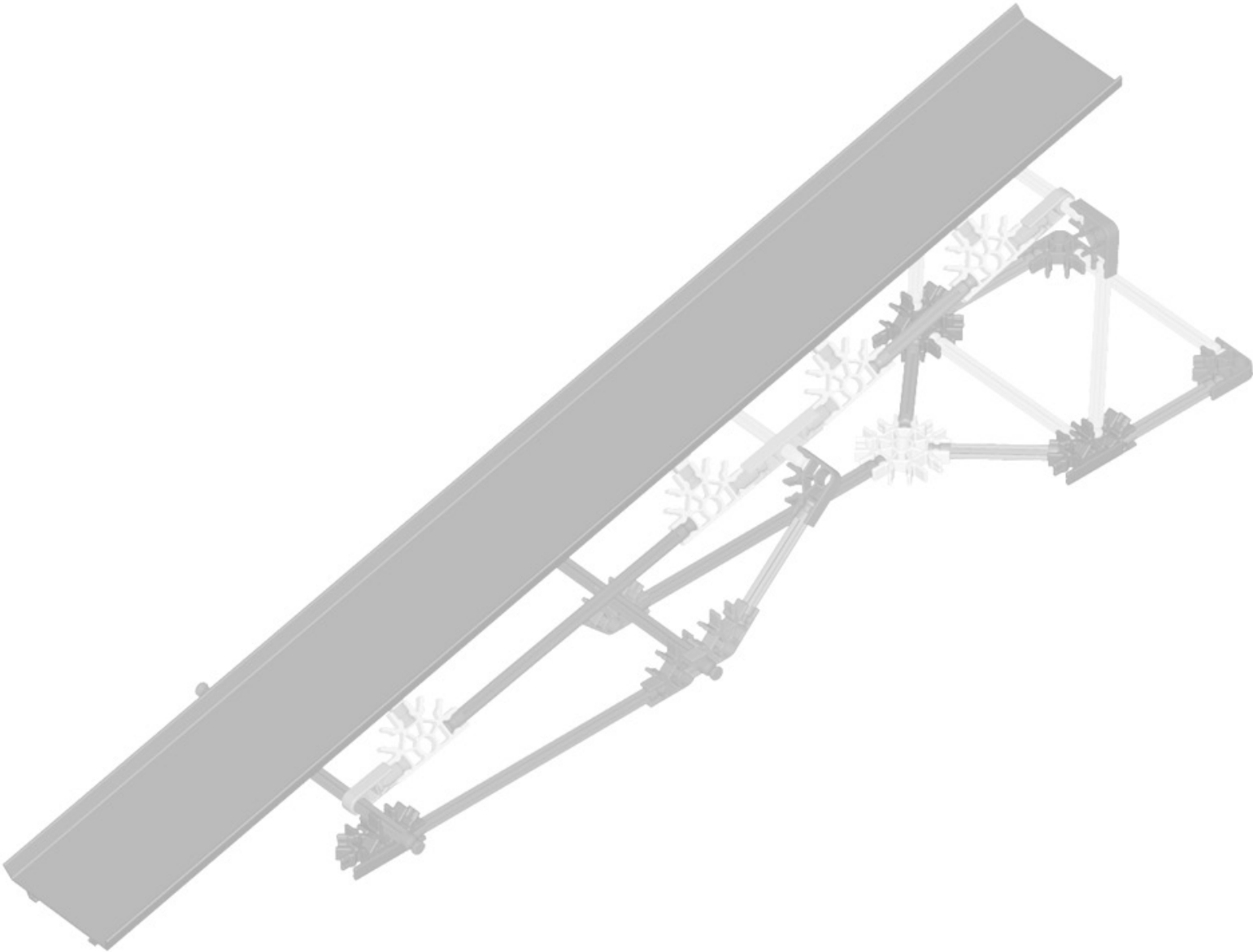


- Keile ändern die Richtung der einwirkenden Kraft und erhöhen die Kraft, die auf die zu teilenden Objekte einwirkt; wird ein Keil nach unten gedrückt, bewegt sich das Objekt, auf das der Keil einwirkt, zur Seite. Die Richtung der beiden Kräfte wird neben der vorwärts gerichteten Kraft auch in eine im rechten Winkel dazu wirkende Kraft zerlegt.
- Ist der Keil lang und dünn, teilt er die Seiten des Objektes, in das er eingeschlagen wird, mit einem geringen Kraftaufwand. Wenn der Keil dick und kurz ist, werden die Seiten des Objektes über eine größere Strecke geteilt, erfordert aber einen viel höheren Kraftaufwand.
- Die Klinge eines Messers ist ein Keil. Wenn die Klinge (Keil) nach unten durch z.B. ein Stück Käse gedrückt wird, trennt es eine Scheibe vom Käsestück.



- Keile und Schrauben sind beides Arten einer geneigten Ebene, die sich bewegen, um ihre Funktion auszuüben.





Steile & Lange Rampen:

Beispiel für geneigte Ebenen



ZIELE:

Die Schüler werden:

1. Die Eigenschaften einer geneigten Ebene erforschen.
2. Verstehen, wie der Einsatz einer geneigten Ebene die Arbeit in Bezug auf Kraft, Strecke, Geschwindigkeit und Richtung beeinflusst
3. Geneigte Ebenen mit verschiedenen Winkeln untersuchen und die Kräfte ermitteln, die für das Heben eines Objektes nötig sind.

MATERIAL

Jede Gruppe aus 2 Schülern benötigt:

- 1 K'NEX Räder & Achsen und geneigte Ebenen Bau-Set mit Bauanleitung
- Maßstab/-band
- 3 Rollen Münzen, Grammgewichte, oder andere Gewichte (Stellen sie sicher, dass die Gewichte schwer sind und falls sie Münzrollen einsetzen, diese entsprechend gesichert sind, bevor sie ausgeteilt werden.)
- 1 starkes Gummiband, ca. 10-15 cm lang.
- Schulhefte
- 400g oder 10 Newton Federwaage (optional)

ABLAUF

Einführung

- Wiederholen Sie, auf welche Art und Weise einfache Maschinen Arbeit erleichtern – nicht indem sie das Ausmaß der Arbeit reduzieren, sondern indem sie den Weg ändern, wie die Arbeit verrichtet wird.
- Bitten Sie die Schüler, an eine Aktion zu denken, die sie täglich ausüben: sich selbst oder ein Objekt von einer Ebene auf eine andere bringen. Was hilft ihnen dabei? (Treppen, Stufen, Leiter oder Rampe.)
- Die Schüler werden eine einfache Maschine erforschen, die **geneigte Ebene**, die es ihnen ermöglicht, ein Objekt mit weniger Kraftaufwand hoch und runter zu bewegen, obwohl das Objekt über eine längere Strecke bewegt werden muss, als es direkt nach oben oder unten zu bewegen.
- Geben Sie den Schülern eine Definition für eine geneigte Ebene und zeichnen sie ein Diagramm an die Tafel und zeigen sie die Eigenschaften. (siehe Grundsätze oben.)



- Bitten Sie die Schüler nachzudenken, wo sie geneigte Ebenen (Rampen) gesehen haben, die helfen, eine Person oder ein Objekt in eine höher gelegene Position zu bringen.

Rampen für Rollstuhlfahrer; Laderampen an einem LKW; Rampen zwischen den Stockwerken in einem Einkaufszentrum oder einem Sportstadion.

- Vielleicht gibt es in ihrer Schule eine Rampe für Rollstuhlfahrer oder eine Laderampe. Wenn möglich gehen Sie mit den Schülern vor Ort und lassen sie die Rampe erforschen. Sie sollten die Steile der Rampe beachten; Gründe für den Einsatz der Rampe an dieser Stelle nennen; sie sollen verstehen, dass sie der Weg über die Rampe an den gleichen Platz bringt wie der direkte Weg vertikal nach oben. Rampen machen es einfacher, an diesen Platz zu gelangen.
- Die Schüler können nun auch die Bibliothek oder das Internet nutzen und mehr über die Einsatzmöglichkeiten von Rampen erfahren. (Beispiele für englische Seiten: Macaulay, D. The Way Things Work. Oder besuch http://www.professorbeaker.com/plane_fact.html)

Aufgabe aus dem Bau-Set

- Verteilen Sie ein K'NEX Räder & Achsen und geneigte Ebenen Bau-Set an jede Gruppe.
- Bitten Sie die Schüler, auf Seite 9, 10 & 11 der Bauanleitung zu blättern und die Modelle STEILE RAMPE und LANGE RAMPE zu bauen. Ein Schüler sollte die steile Rampe bauen, der andere die lange Rampe.
- Tipp für Schritt 7 bei der langen Rampe: Schiebe den ersten Teil der Rampe über die gelben Verbinder, und gleite dann in die weiße Verbindungsplatte am Ende des ersten Abschnitts der Rampe. Schiebe anschließend den zweiten Abschnitt der Rampe über die gelben Verbinder bis an die weiße Verbindungsplatte. Schiebe es über die Verbindungsplatte und schließe die Lücke und die ganze Länge der Rampe ist fertiggestellt.
- **HINWEIS:** Stellen Sie sicher, dass bei beiden Rampen das untere Ende der schwarzen Plastikrampe den Tisch berührt. Mit beiden Rampen kann ein Objekt über die gleiche vertikale Strecke bewegt werden, um dies zu gewährleisten, ist die korrekte Positionierung der Stützvorrichtung ausschlaggebend.

Aufgabe: Wie kann eine geneigte Ebene die Arbeit erleichtern?

- Die Schüler werden die geneigte Ebene kennenlernen, indem sie verschiedene Objekte über die STEILE RAMPE und LANGE RAMPE ziehen. Erinnern Sie daran, dass der Zweck einer geneigten Ebene (Rampe) in der Arbeitserleichterung liegt. Dies wird durch Reduzieren der für das Bewegen des Objektes benötigten Kraft erzielt.

Schritte

- Messe die Höhe der beiden Rampen und die Länge der jeweiligen geneigten Seite. Was stellt ihr fest?
 - Zeichnet Diagramme der beiden Rampen in die Schulhefte und gebt auch die entsprechenden Maße an.
- Geben Sie jeder Gruppe 3 Münzrollen (oder andere Gewichte) und ein 10-15cm langes Gummiband. (**ACHTUNG:** Bevor sie die Gummibänder austeilen, weisen sie bitte noch einmal darauf hin, dass die Überdehnung der Bänder zu einem Rückschnalzen führen kann; die Schüler müssen im Umgang mit den Bändern vorsichtig sein. Siehe auch die Sicherheitshinweise am Anfang des Lehrbuches.)
 - Bindet die Gummibänder an die Gewichte, achtet darauf, dass ein Stück übrig bleibt, an dem es gehalten werden kann. Ein Mitglied der Gruppe sollte nun das Ende des Gummibandes halten und das Gewicht vertikal nach oben ziehen, bis zum oberen Ende der Rampe. Haltet fest, wie es sich anfühlt, das Gewicht zu heben.

Die Schüler sollten erkennen, dass die vertikale Höhe beider Rampen gleich ist, aber die Länge der geneigten Ebene einmal länger und einmal kürzer ist.



- (c) Die anderen Mitglieder der Gruppe sollten die Länge des gedehnten Gummibandes messen und festhalten.

- (d) Was denkt ihr, sagt das gedehnte Gummiband aus?

Die Schüler sollten feststellen, dass es schwer ist, das Gewicht gerade nach oben zu ziehen. Das gedehnte Gummiband zeigt die Kraft, die nötig ist, das Gewicht über die vertikale Strecke nach oben zu ziehen. Da das Gummiband sehr stark gedehnt ist, bedarf es einen hohen Kraftaufwand, das Gewicht gerade nach oben zu ziehen.

3. (a) Zieht nun das Gewicht über die Neigung der steilen (kurzen) Rampe. Haltet das Gummiband an exakt dem gleichen Punkt wie unter Schritt 2 oben.

- (b) Messt nun auch hier die Länge des Gummibandes, wenn das Gewicht fast oben angekommen ist.

- (c) Wie sieht dies im Vergleich zu dem Versuch ohne Rampe aus?

- (d) Was denkt ihr, bedeutet das?

Die Schüler sollten hier nun erkennen, dass es leichter ist, das Gewicht über die Rampe zu ziehen, als direkt nach oben zu ziehen. Deshalb ist das Gummiband bei der Rampe weniger gedehnt. Sie sollten den Unterschied in der Ausdehnung des Gummibandes bei der Rampe feststellen. Der Kraftaufwand ist hier geringer, weil das Gummiband weniger gedehnt ist.

4. (a) Zieht nun das gleiche Gewicht entlang der langen Rampe nach oben. Messt auch hier die Länge des Gummibandes, wenn das Gewicht fast das obere Ende der Rampe erreicht hat.

- (b) Wie sieht das Ergebnis im Vergleich zu dem Versuch an der steilen Rampe aus?

- (c) Was bedeutet das?

Die Schüler sollten erkennen, dass das Gummiband beim Einsatz der langen Rampe noch weniger gedehnt wird als bei der steilen Rampe. Dies bedeutet, dass weniger Kraft nötig ist, etwas über eine lange, nur leicht geneigte Ebene zu bewegen, als über eine steile und kurze. Es muss jedoch über eine längere Strecke bewegt werden.

Anwendung

- Bitten Sie die Schüler in ihre Hefte einzutragen, in welchen anderen Situationen sie eine geneigte Ebene einsetzen würden und warum.

- Wenn sie ihre Einträge abgeschlossen haben, bitten Sie die Schüler, ihre Ideen mit dem Rest der Gruppe auszutauschen. Ermutigen Sie die Schüler, über Faktoren zu sprechen, die möglicherweise den Grad der Neigung beeinflussen könnten. Sie sollten überlegen, wo vielleicht eine kurze, steile Rampe geeigneter ist, wie bei einer Rutschbahn oder einer Achterbahn, und wo eine lange, leichte Neigung besser ist, wie bei einem Bergpfad oder einer Rampe für Rollstuhlfahrer.



Anwendung (weiter)

- Die Schüler sollen den folgenden Satz über die für das Heben eines Objektes entlang einer geneigten Ebene nötigen Kräfte vervollständigen:

Je steiler die Neigung einer geneigten Ebene...

(desto mehr Kraft ist nötig, das Objekt über die Ebene zu bewegen.)

- Der komplette Satz sollte nun in die Hefte übertragen werden.

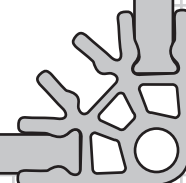
Weiterführend

- Bestimme mit Hilfe der Federwaage die exakte Kraft, die nötig ist, das Gewicht über die geneigte Ebene zu ziehen. Hänge das Gewicht an die Waage und wiederhole die Versuche ab Schritt 2.
 - Bei beiden Versuchen, hatte die geneigte Ebene eine glatte Oberfläche. Überlege, wie Reibung die Arbeit an einer geneigten Ebene beeinflussen kann.
 - Würde ein raues Objekt entlang einer rauen geneigten Ebene mehr Kraft fordern als das direkte Hochziehen?
 - Würde es mehr Kraft fordern als das Ziehen eines rauen Objektes über eine glatte geneigte Ebene?
 - Würden Räder an dem Objekt Einfluss auf den Kraftaufwand haben, der nötig ist, es entlang der Ebene zu ziehen? Warum oder warum nicht?
 - Führen Sie weitere Versuche durch, die zeigen, wie Reibung die Bewegung auf einer geneigten Ebene beeinflusst. Bedecken sie die Rampe z.B. mit einem Frotteehandtuch oder ähnlichem Stoff. Versuchen sie ein Fahrzeug mit Rädern an der Rampe hochzuziehen. Diskutieren Sie die Ergebnisse.
- Bitten Sie die Schüler, die mechanische Übersetzung einer steilen Rampe und einer langen Rampe auszurechnen und zu vergleichen. Dies kann mit folgender Formel berechnet werden::

$$\frac{\text{Länge der geneigten Ebene}}{\text{Höhe der geneigten Ebene}} = MA$$

HEFTEINTRÄGE

- ✓ Maße der Rampe (Höhe und Länge) und Diagramme.
- ✓ Messungen der Kräfte am Gummiband.
- ✓ Erklärung der Vorteile von steiler und leichter Neigung bei geneigten Ebenen.
- ✓ Liste verschiedener geneigter Ebenen und Beschreibung, wie sie helfen, Arbeit zu erleichtern.





Der Spaltkeil:

Ein Beispiel für einen Keil:



ZIELE:

Die Schüler werden:

1. Untersuchen, wie ein Keil, eine besondere Art der geneigten Ebene, für das Teilen von Dingen genutzt werden kann.
2. Erforschen, wie ein Keil die Arbeit erleichtert, indem der Kraftaufwand reduziert wird und die Richtung der angewandten Kraft geändert wird.

MATERIAL

Jede Gruppe aus 2 Schülern benötigt:

- 1 K'NEX Räder & Achsen und geneigte Ebenen Bau-Set mit Bauanleitung
- Lineal
- Schulheft
- 4 schwere Bücher

ABLAUF

Einführung

- Wiederholen Sie, inwieweit eine geneigte Ebene, das Heben eines Objektes von einer Ebene auf die andere, erleichtert. Erklären Sie, dass die Schüler nun kennenlernen werden, wie sie eine geneigte Ebene für das Teilen von Dingen nutzen können.
- Die Schüler sollten überlegen, wie ein Messer durch ein Objekt schneidet. Zeigen Sie es mit Hilfe eines Stücks Käse oder Modellierton. Bitten Sie die Schüler genau zu erklären, was bei diesem Vorgang passiert.
- Wenn das Messer durch den Käse oder den Ton gleitet, trennen sich die beiden Teile und bewegen sich weg von der Klinge.
- Erklären Sie, dass die Klinge des Messers eine spezielle Art der geneigten Ebene ist, genannt ein Keil.
- Geben Sie den Schülern eine Definition und ein Diagramm für einen Keil. (siehe Schlüsselbegriffe und Definitionen.)
- Die Schüler sollten auch die Bibliothek und das Internet heranziehen und weitere Informationen über den Gebrauch eines Keils sammeln. (Besichtigen Sie den folgenden Aufstellungsort zu Information: <http://coe.uh.edu/archive/>)

Aufgabe aus dem Bau-Set

- Verteilen Sie ein K'NEX Räder & Achsen und geneigte Ebenen Bau-Set an jede Gruppe.
- Bitten Sie die Schüler, auf Seite 12-13 der Bauanleitung zu blättern und das Modell eines **SPALTKEILS** zu bauen. Ein Schüler sollte die Schritte 1-6 bauen, der andere die Schritte 7-11.
- Geben Sie den Schülern einige Minuten Zeit, das Modell zu untersuchen und zu erkennen, was es kann.
- HINWEIS:** In dem Diagramm zu Schritt 1-6 erscheint es, dass zwei Sets der roten Verbinder weiter von der Spitze entfernt sind als vom unteren Ende – sie liegen aber parallel zu einander.

Aufgabe: Wie hilft ein Spaltkeil bei der Arbeit?

- Wiederholen Sie mit den Schülern, dass Keile eigentlich geneigte Ebenen sind. Ihr Zweck ist es, eine Arbeit zu erleichtern, indem sie den nötigen Kraftaufwand reduzieren. Die Schüler werden dies mit Hilfe des gebauten Modells erkennen.

Schritte

1. Betrachte den Spaltkeil. Warum handelt es sich um eine Art geneigte Ebene?

Der Spaltkeil besteht aus zwei aneinander liegenden Ebenen.

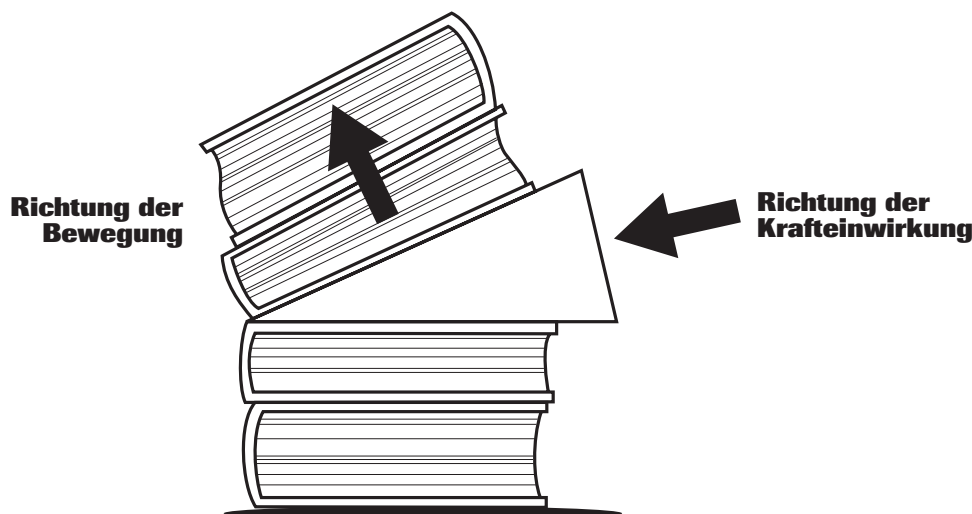
2. (a) Setze die Kante des Spaltkeils (Aufgabe aus dem Bau-Set Schritte 7-11) zwischen die beiden Seiten des Stammes', so dass sie bis etwa zur Hälfte des ersten Sets blauer Stäbe reicht.
(b) Messe und notiere den Abstand zwischen der oberen Kanten des, Stammes'.
(c) Schiebe den Keil weiter hinein und messe erneut. Was stellst du fest?

3. Zeichne und beschrifte ein Diagramm und zeige damit, in welche Richtung sich der Keil und der 'Stamm'bewegt haben.

Die Schüler sollten hier erkennen, dass sich die Teile des 'Stammes' seitlich bewegen. Dies sollte anhand des Diagramms wiedergegeben werden – der Keil trennt die grünen Verbinder des 'Stammes' weiter voneinander als nur die Breite der Keilspitze. Je mehr sie nach unten drücken, je weiter trennen sich die Teile voneinander. Die Seiten des Stammes bewegen sich im rechten Winkel zur Bewegung des Keils.

4. (a) Nehmt 4 schwere Bücher und stapelt sie übereinander. Hebt zwei von ihnen mit den Fingerspitzen nach oben. Wie fühlt sich das an?
(b) Nehmt nun den Spaltkeil, um diese beiden Bücher anzuheben.
(c) In welche Richtung bewegen sich die Bücher, wenn du den Keil einschiebst?
(d) Wie verhält sich das im Vergleich zum Anheben mit den Fingerspitzen?
(e) Führe den Versuch erneut mit allen vier Büchern durch.
(f) Was fällt dir dabei auf?

Die Schüler sollten erkennen, dass es viel schwerer ist, die Bücher mit den Fingerspitzen anzuheben, als mit dem Keil, besonders wenn sie versuchen, alle vier Bücher anzuheben. Während sich der Keil seitlich bewegt, bewegen sich die Bücher senkrecht.





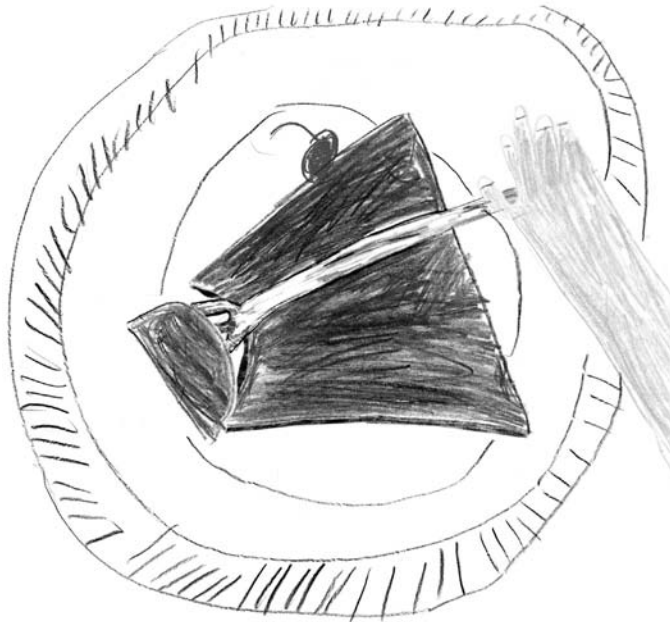
Anwendung

- Bitten Sie die Schüler in ihre Hefte einzutragen, wie ein Spaltkeil als geneigte Ebene arbeitet und wie er sich von den anderen geneigten Ebenen unterscheidet, die sie bisher kennengelernt haben.

Die Schüler sollten bemerken, dass Keile das Heben von Gegenständen erleichtern und dies macht sie zu einer geneigten Ebene. Sie sind anders, weil der Keil die Richtung der Krafteinwirkung ändert. Im Gegensatz zu einem Objekt, das sich über eine geneigte Ebene nach oben bewegt, bewegt sich die geneigte Ebene (Keil) unter das Objekt, um es zu heben. Anders als die meisten geneigten Ebenen, bewegt sich der Keil beim Einsatz.

- Fragen Sie die Schüler nach anderen Mechanismen, die wie ein Keil funktionieren. Bitten Sie, von einem der Mechanismen ein Bild zu zeichnen oder ein K'NEX Modell zu bauen, und es zu erklären.

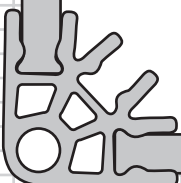
Weitere Beispiele: Gabel, Axt oder Meißel



Weiterführend

1. Bitten Sie die Schüler die Mechanische Übersetzung des K'NEX Spaltkeils zu errechnen. Dies kann mit der folgenden Formel berechnet werden:

$$\frac{\text{Länge der geneigten Ebene} \times 2}{\text{Stärke/Dicke des Endes auf das eingeschlagen wird}} = MA$$



HEFTEINTRÄGE

- ✓ Diagramm und Erklärung zum Keil.
- ✓ Messungen des Abstands.
- ✓ Diagramm, das die Richtung der geleisteten Arbeit aufzeigt.
- ✓ Erklärung der Funktion des Keils als geneigte Ebene und Beschreibung, wie er sich von anderen geneigten Ebenen unterscheidet.
- ✓ Beispiele für den Keil aus dem täglichen Leben, mit Diagrammen.



Handbohrmaschine:

Bespiel für eine Schraube.



ZIELE

Die Schüler werden:

1. Die Eigenschaften von Schrauben erforschen und erkennen, wie sie funktionieren.
2. Erkennen, dass Schrauben eine Art geneigte Ebene sind.
3. Erfahren, wie eine Schraube die Arbeit erleichtern kann, indem die nötige Kraft verringert wird, dabei aber eine längere Strecke benötigt, als bei der Arbeit ohne diese einfache Maschine.
4. Darlegen, dass ein Bohrer genauso funktioniert wie eine Schraube.
5. Beschreiben, wie ein Bohrer funktioniert.

MATERIAL

Jede Gruppe aus 2 Schülern benötigt:

- Eine Auswahl an Schrauben und/oder ein Bohrer
- Bleistift und Marker
- 1 Blatt Papier (A4)
- Schere
- 1 K'NEX Räder & Achsen und geneigte Ebenen Bau-Set mit Bauanleitung

Sie benötigen:

- Eine kleine Kaffeedose oder eine ähnliche Dose (ca. 9cm Durchmesser)
- 3-5 Pingpongballen oder Styroporballen
- Lineal
- Schulhefte

- Beispiele von Schrauben, Bohrern, Drehknöpfe (optional)

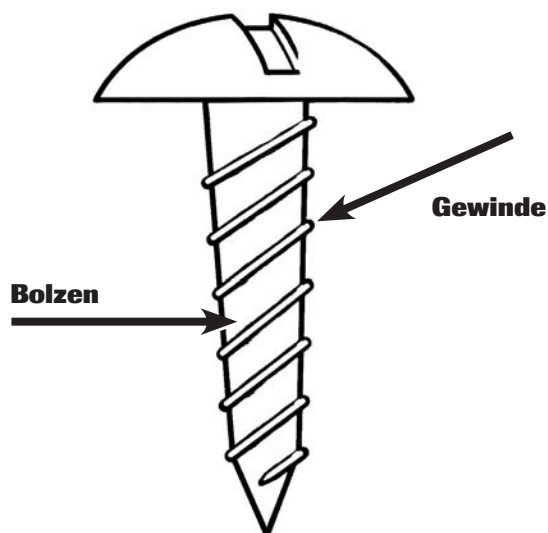
ABLAUF

Einführung

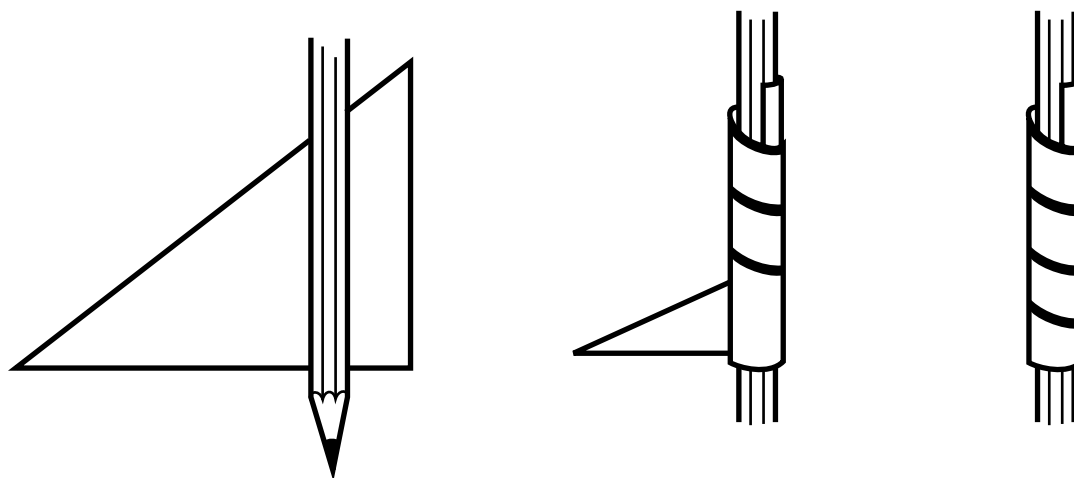
- Fragen Sie die Schüler, ob sie jemals eine Wendeltreppe oder Spirallutsche benutzt haben. Die Schüler sollen nachdenken, wie es war, eine dieser Einrichtungen hoch oder runter zu gehen. Fragen Sie, ob es länger dauert, das Wasser zu erreichen, wenn man diese Wasserrutsche nutzt, oder wenn man senkrecht von einem Sprungbrett ins Wasser springt. Sie sollten erkennen, dass sie in der spiralförmigen Rutsche einen langen Weg gleiten, länger als wenn sie nach unten springen würden. Das Rutschen auf einer Spirale geschieht wesentlich sanfter als der Sprung von einem Brett – die senkrechte Strecke, die sie überwinden ist aber in beiden Fällen gleich.
- Erklären Sie, dass die Wendeltreppe und die Spirallutsche genau wie eine weitere Art der geneigten Ebene – die Schraube – funktionieren.

Aufgabe: Wieso ist eine Schraube eine geneigte Ebene?

- Geben Sie jeder Gruppe eine große Schraube. Helfen Sie, die Hauptbestandteile zu identifizieren: der Bolzen und das Gewinde. Fragen Sie, warum die Schüler glauben, dass eine Schraube zu der Kategorie geneigte Ebene gehört. Machen Sie darauf aufmerksam, dass bei der Schraube eine spiralförmige geneigte Ebene um einen Zylinder gewickelt ist. Der Bolzen der Schraube ist der Zylinder in der Mitte. Das Gewinde entsteht, wenn die geneigte Ebene spiralförmig um den Bolzen gelegt wird. Zeichnen Sie ein Diagramm an die Tafel und beschriften Sie die Teile.



- Erklären Sie den Schülern, dass sie leicht demonstrieren können, dass die Schraube eine geneigte Ebene ist.
- Bitten Sie sie ein Stück Papier (A4) zu nehmen. Nun falten sie das untere Ende zum linken oberen Ende. Schneiden Sie nun entlang der Diagonale und Sie erhalten ein rechtwinkliges Dreieck.
- Die Schüler sollen nun einen Marker nehmen und eine dicke Linie entlang dem langen schrägen Ende ziehen. Fragen Sie, was dieses Ende repräsentiert. Sie sollen erkennen, dass dies eine geneigte Ebene ist. Der Längenunterschied zwischen der Schräge der geneigten Ebene und den anderen beiden Seiten ist auffallend.
- Bitten Sie die Schüler, ihr rechtwinkliges Dreieck mit der markierten Seite nach unten zeigend auf den Tisch zu legen, die beiden nichtmarkierten kürzeren Enden sind nach oben bzw. nach links gerichtet. Nun legen sie einen Bleistift auf das Papier und wickeln das Papierdreieck um den Stift, bis es komplett aufgewickelt ist. (Demonstrieren Sie dies zuerst.)
- Die Schüler sollen das markierte Ende der geneigten Ebene betrachten. Sie erkennen nun, dass es sich wie eine Schraube windet.



- Fordern Sie die Schüler auf, auch im Internet oder in der Bibliothek nach weiteren Informationen über die Funktion einer Schraube zu suchen.



Aufgabe aus dem Bau-Set

- Verteilen Sie ein K'NEX Räder & Achsen und geneigte Ebenen Bau-Set an jede Gruppe.
- Bitten Sie die Schüler, auf Seite 14-15 der Bauanleitung zu blättern und das Modell einer HANDBOHRMASCHINE zu bauen. Ein Schüler sollte die Schritte 1-3 bauen, der andere die Schritte 4-6. Die beiden Teile werden dann zu einem Bohrer zusammengeführt.
- Geben Sie ihnen ein paar Minuten Zeit, das Modell zu untersuchen und herauszufinden, was es kann.

HINWEIS: Stellen Sie sicher, dass der graue Abstandshalter und der graue Clip oberhalb des mittigen Verbinders durch das Loch des unteren weißen Rades führt. Dies garantiert, dass der weiße und rote Griff die gelbe Bohrspitze drehen.

Aufgabe: Warum funktioniert der Handbohrer wie eine Schraube?

- Fragen Sie die Schüler, welche einfache Maschine der Bohrer repräsentiert.

Sie sollten erkennen, dass es sich um eine Schraube und deshalb um eine spiralförmige geneigte Ebene handelt..

- Wiederholen Sie mit der Klasse, dass der Einsatz einer Schraube, die Arbeit erleichtert, indem der nötige Kraftaufwand reduziert wird, dass es aber einen Ausgleich gibt, da die Aufgabe über eine längere Strecke ausgeübt werden muss.
- Erklären Sie, dass sie mit Hilfe ihres Modells von einem Handbohrer erforschen werden, wie eine Schraube Arbeit erleichtert.

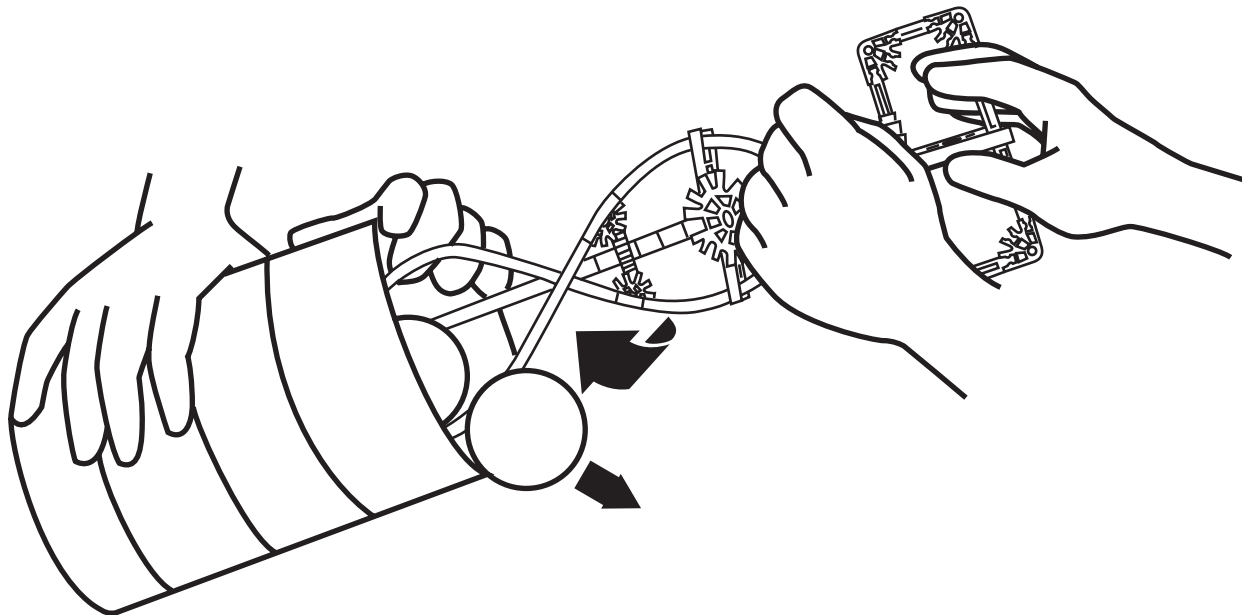
Schritte

1. Haltet den Handbohrer senkrecht nach oben und bewegt die Finger entlang eines Gewindes (gelbe flexible Stäbe). Beschreibt den Weg, den euer Finger nimmt.
2. (a) Nehmt eines der Gewinde vom Modell ab, richtet es gerade aus und misst es ab.
(b) Notiert die Maße. Denkt daran, das Gewinde wieder zurückzustecken, wenn ihr das Messen beendet habt.
3. (a) Messt und notiert die Länge des Handbohrer-Bolzen.
(b) Was fällt euch bei diesen beiden Abmessungen auf?
(c) Unter Berücksichtigung des Wissens, das du über geneigte Ebenen hast, warum denkst du, ist eine Schraube so gestaltet?
4. Die Kerbe zwischen dem Gewinde einer Schraube nennt man GEWINDEGAN. Eine Schraube mit einem schmalen Gewindegang lässt sich leichter drehen, als eine mit einem breiten Gewindegang. Je breiter ein Gewindegang ist, desto steiler ist die Neigung – wie beim Besteigen eines steilen Berges, das erfordert mehr Energie. Messe und notiere den Gewindegang deines Handbohrers, halte dazu das Lineal an den Bolzen des Bohrers und messe wie groß die Kerbe zwischen dem Gewinde ist.

Den Schülern sollte auffallen, dass die Bahn des Gewindes eine aufwärts gerichtete Neigung ist, wie bei jeder geneigten Ebene. Der einzige Unterschied ist, dass diese geneigte Ebene sich um den Bolzen windet. Die Länge des Gewindes ist größer als die des Bolzens. Wie bei anderen geneigten Ebenen, erfordert die Schraube einen längeren Weg, aber weniger Kraftaufwand auf diesem Weg.

5. (a) Gebe die Pingpongballen in eine leere Kaffedose und drehe die Dose dann auf die Seite. Nimm nun den Handbohrer und bohre in das „offene“ Ende der Dose. Beachte, was mit den Bällen geschieht.
- (b) Warum passiert das?
- (c) Was denkst du geschieht mit echtem Holz, wenn du mit einem echten Handbohrer ein Loch bohrst?
- (d) Notiere deine Erkenntnisse in das Schulheft.

Die Schüler sollten erkennen, dass sich die Bälle beim Bohren in die Dose entlang des Gewindes bewegen, und nach oben und aus der Dose gedrückt werden. Das Gleiche passiert, wenn ein Loch in Holz gebohrt wird. Die Spitze des Bohrers arbeitet wie ein Keil und beginnt mit dem Loch. Wenn das Gewinde des Bohrers in das Holz schneidet, drückt es Holzspäne nach oben und außen, und hinterlässt so ein Loch.



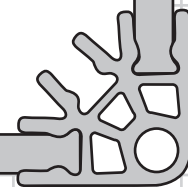
Anwendung

- Bitten Sie die Schüler verschiedene Schrauben zu untersuchen und zu notieren, wie sich die Gewindegänge unterscheiden.
- Sie sollten ebenfalls festhalten, wie die unterschiedlichen Gewindegänge der jeweiligen Schraube helfen, ihre Aufgabe zu übernehmen.
- Ermutigen Sie die Schüler, einen Bohraufsatz mit einem anderen Gewindegang für den Handbohrer zu bauen. Nun sollen Sie erklären, für welche Art von Material der neue Handbohrer eingesetzt werden würde und warum.

Die Schüler sollten hier anmerken können, dass Schrauben mit engen Gewindegängen leichter zu drehen sind und somit besser geeignet sind, Löcher in sehr harte Materialien zu machen. Schrauben mit breiten Gewindegängen eignen sich für tiefe Löcher.

Weiterführend

1. Vor mehr als 2.000 Jahren verwendeten die Menschen einfache Maschinen, um das Wasser von Flüssen hoch- und weiter zu transportieren und damit ihre Felder zu wässern oder als Trink- und Badewasser zu nutzen. Damit entfernten sie sogar Wasser aus ihren Schiffen. Der griechische Mathematiker Archimedes erfand diese einfache Maschine, die Archimedes Schraube genannt wurde.





- ☉ Mit Hilfe des Internets und der Bibliothek können die Schüler über die Archimedes Schraube recherchieren und mehr über das Design und die Funktionsweise erfahren. Entwerfen und bauen Sie eine Archimedes Schraube aus K'NEX. Besprechen Sie, wie die vor 2.000 Jahren eingesetzt wurde und wie sie auch heute noch genutzt wird.



Quelle: American Museum of Natural History.

Die Archimedes Schraube besteht aus einem Zylinder, in dessen Inneren sich eine Schraube befindet und der an beiden Seiten geöffnet ist. Am Ende des Schraubmechanismus ist ein Griff angebracht. Wasser ist schwer und nicht leicht zu heben oder große Mengen auf einmal zu transportieren. Das Ende des Zylinders, an dem kein Griff befestigt ist, wird in das Wasser gesenkt - z.B. in einem Fluss. Der Griff am oberen Ende der Schraube wird gedreht, dabei nimmt die Schraube am unteren Ende Wasser auf, es bewegt sich in der Spirale nach oben und fließt schließlich oben wieder raus. Früher wurde die Archimedes Schraube fast immer eingesetzt, wenn Wasser von einem Fluss oder einem See auf höhere Ebenen zu transportieren war. Heute findet sie Anwendung bei Bewässerungsanlagen, für das Wenden von Getreide oder das Entfernen von Geröll an Ausgrabungsstätten.

Besucht: http://de.wikipedia.org/wiki/Archimedische_Schraube für weitere Informationen über die Archimedes Schraube.

2. Bitten Sie die Schüler die Mechanische Übersetzung einer Schraube oder Bohrers zu berechnen. Dies kann mit folgender Formel errechnet werden:

$$\frac{\text{Länge der Neigung (Länge der Spirale)}}{\text{Höhe der Neigung (Länge des Zylinders)}} = MA$$

Aufgabe zum Bauen

“Stell dir vor, dir gehört eine Fabrik, die Bowlingbälle herstellt. Du benötigst eine Maschine, die diese Bälle vom Fertigungsband in die Schachteln transportiert. Die Bälle sollten am unteren Ende der Maschine aufgenommen werden und oben in eine Schachtel fallen. Außerdem müssen die Schachteln von der Ladestation auf die LKWs befördert werden.

Versuche mit Hilfe von K'NEX die Maschinen, die in deiner Fabrik für die obigen Aufgaben benötigt werden, zu konstruieren und zu bauen. Dabei solltest du mindestens ZWEI der drei verschiedenen Arten von geneigten Ebenen einsetzen – geneigte Ebene, Keil und Schraube. Erkläre, wie deine Maschinen funktionieren und wie dabei das Prinzip der geneigten Ebene einbezogen wurde.

Hefteinträge

- ✓ Beschriftetes Diagramm zum Thema Schraube und Definition.
- ✓ Vergleich von Bohrer und geneigter Ebene.
- ✓ Gegenüberstellung von Bällen, die aus der Dose geschraubt werden und dem Auftreten von Holz- oder Metallspan beim Einsatz eines echten Bohrers.
- ✓ Auflistung von Bohrern mit unterschiedlichen Gewindegängen und den entsprechenden Einsatzmöglichkeiten.