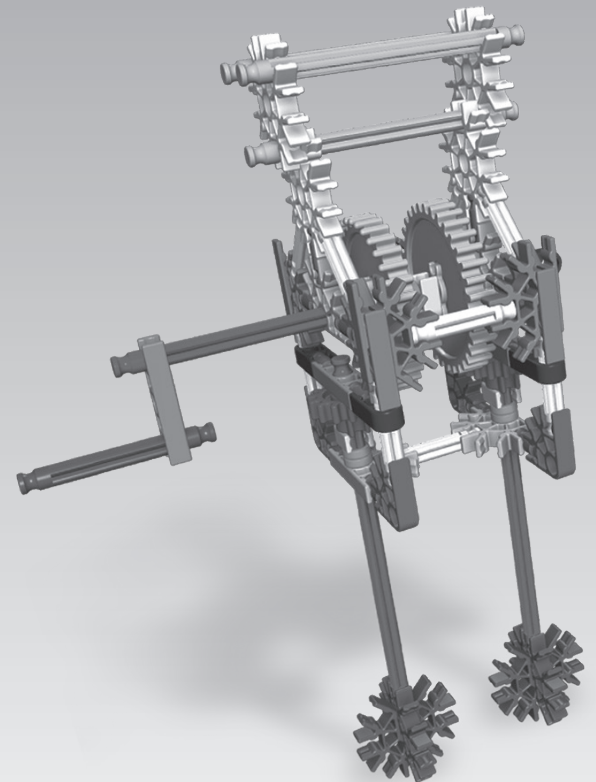


## **HANDBUCH FÜR LEHRER**

### **ZAHNRÄDER**

**EINFÜHRUNG EINFACHE MASCHINEN**



# ZAHRNÄDER

## Handbuch Für Lehrer

96566-V4-09/14  
©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](http://www.knexeducation.com)  
Email: [abcknex@knex.com](mailto:abcknex@knex.com)  
Telefon: 1-888-ABC-KNEX

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

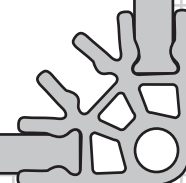
Geschützt durch International Copyright.  
Alle Rechte vorbehalten.

### 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.

Warnen sie ihre Schüler, Hände und Haare nicht in die Nähe von beweglichen Teilen. Finger dürfen niemals in sich bewegende Zahnräder oder andere bewegliche Teile gesteckt werden.

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



# Einführung:

## ÜBERBLICK

Dieses Lehrerhandbuch wurde entwickelt, um Sie beim Einsatz des K'NEX Set Einführung Einfache Maschinen: Zahnräder 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: Zahnräder

Dieses K'NEX Konstruktionsset ist Teil einer Serie und als Einführung in die wissenschaftlichen Zusammenhänge von Zahnrädern konzipiert. Schüler erhalten die Möglichkeit, Ihre Kenntnisse und Informationen durch praktische Erfahrungen und Übungen zu erweitern. Die Zusammenarbeit wird gefördert, da die Schüler gemeinsam Bauen, Diskutieren und wissenschaftlichen Grundgesetze entwickeln.

## LEHRERHANDBUCH

Dieses Handbuch dient als Nachschlagewerk für den Lehrer und liefert eine Liste an Hauptbegriffen und Definitionen, es enthält einen Überblick über die Grundsätze, die im Zusammenhang mit Zahnrädern 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 durchgeführt werden. Es gibt darüber hinaus weiterführende Übungen, die für eine Vertiefung genutzt werden können. Wir empfehlen Ihnen, Ihre jeweiligen Lehrpläne und Standards für den wissenschaftliche-technischen Unterricht zu überprüfen, um zu ermitteln, welche der angebotenen Übungen und Definitionen für ihre Anforderungen geeignet sind.

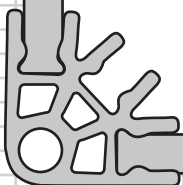
## PORTFOLIEN

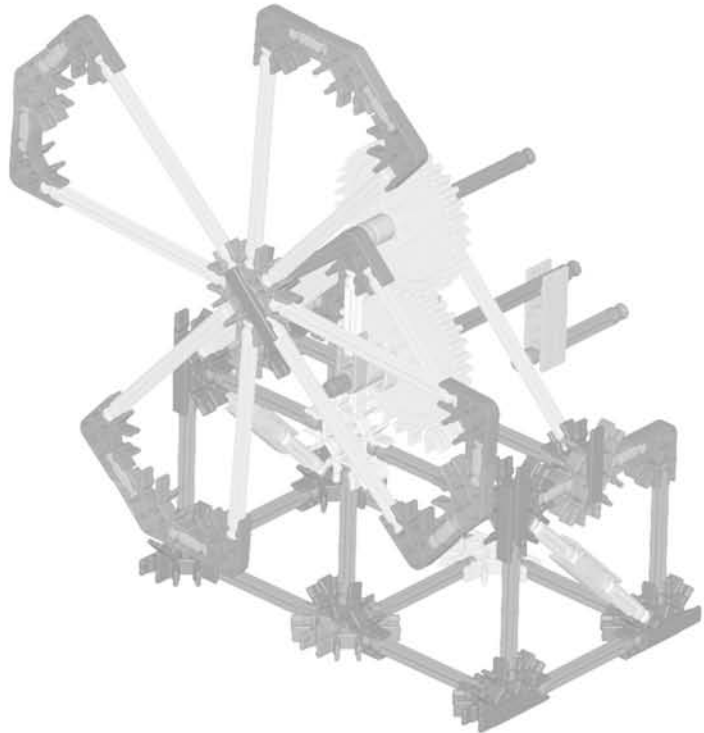
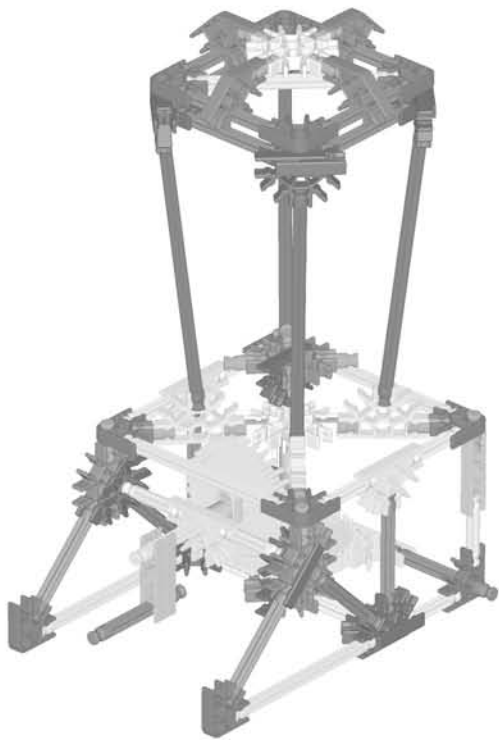
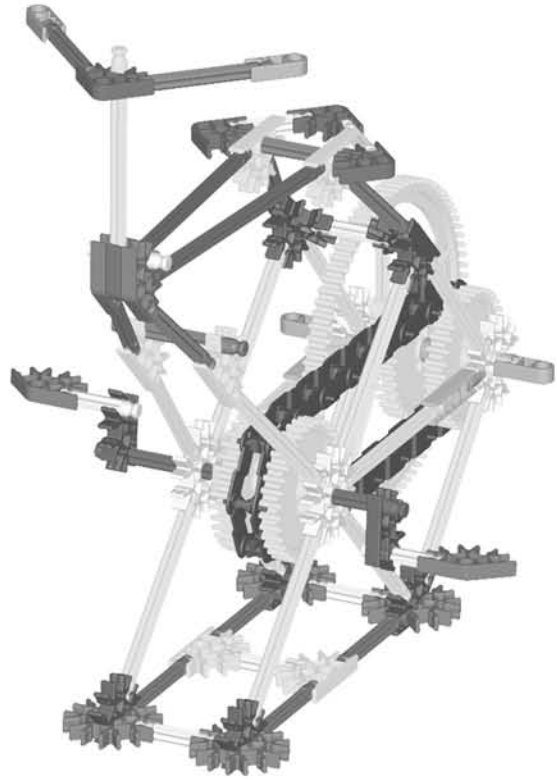
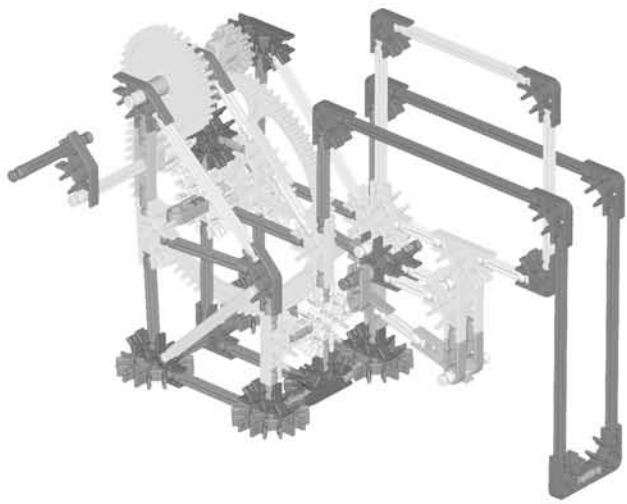
Die Schüler sollen ein Portfolio oder eine andere in Ihrer Schule übliche Form der Dokumentation über diese Unterrichtseinheit anlegen

## INHALTSVERZEICHNIS

Ziele .....	3
Hauptbegriffe & Definitionen .....	3-4
Grundsätze .....	4-8
Der Kurbel-Ventilator .....	9-18
Das Autofenster .....	19-24
Der Mixer (mit weiterführenden Übungen für den Schneebesen) .....	25-30
Der Heimtrainer .....	31-34
Kopiervorlagen .....	35-40

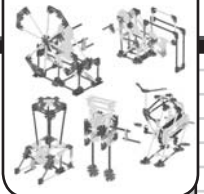
**HINWEIS:** Das K'NEX Set Einführung Einfache Maschinen: Zahnräder beinhaltet auch Bauanleitungen für eine Kettensäge und einen Plattenspieler. Diese Modelle dienen dazu, das Verständnis der Schüler für die Wirkungsweise von Zahnrädern zu fördern.





# Zahnräder

## Hintergrundinformation



### ZIELE:

#### Ihre Schüler werden:

1. Die Eigenschaften von Zahnradgetrieben untersuchen und verstehen, wie sie funktionieren.
2. Das Verhältnis zwischen den einzelnen Teilen eines Zahnradgetriebes beschreiben.
3. Verschiedene Arten von Zahnradgetrieben bauen und ihre Funktion demonstrieren.
4. Verstehen, welchen Einfluss die unterschiedlichen Zahnradgrößen auf Geschwindigkeit und Kraft haben.
5. Erkennen, wie sich eine Drehbewegung mit Hilfe von verschiedenen Zahnradgetrieben in eine Linearbewegung wandelt.
6. Erkennen, welchen Einfluss ein Zahnradgetriebe im Hinblick auf Kraft, Weg, Geschwindigkeit und Richtung auf Arbeit hat.
7. Objekte/Werkzeuge hinsichtlich ihrer Anwendung als Zahnradgetriebe analysieren.

## SCHLÜSSELBEGRIFFE und DEFINITIONEN 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. Die Auflistung dieser Begriffe dient nicht als Liste für die 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.

### Kraft:

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

### 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.

### Widerstand:

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

### Arbeit:

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:

$$W = F \times s$$

$$W = \text{Arbeit}$$

$$F = \text{die Kraft}$$

$$s = \text{der Weg/die Strecke}$$

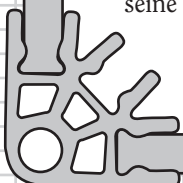
**ANMERKUNG:** Wenn der Körper nicht bewegt wurde, wurde die Arbeit nicht verrichtet.

### Zahnrad:

Ein Rad mit Zähnen an seinem äußeren Rand (Umfang).

### Zahnrad-Getriebe:

Zwei oder mehr Zahnräder, deren Zähne ineinandergreifen, bilden ein Zahnrad-Getriebe. Wenn sich ein Zahnrad dreht, drücken seine Zähne gegen das angrenzende Zahnrad und lassen so das zweite Zahnrad in die andere Richtung drehen.





**Antriebsrad:**

Das Zahnrad, an dem die Kraft angreift. Das Antriebsrad überträgt die Energie auf das nächste Zahnrad innerhalb eines Zahnrad-Getriebes, das Abtriebsrad.

**Abtriebsrad:**

Das Zahnrad, das die Last bewegt.

**Zwischenrad:**

Dieses Zahnrad sorgt dafür, dass sich die Räder auf jeder Seite in die gleiche Richtung bewegen.

**Mechanische Übersetzung (MA\*):**

*(Geeignet für Schüler, die mathematische Kenntnisse über das Rechnen mit Brüchen besitzen und sie anwenden können.)*

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 (Reibung) ergeben.

Für ein Zahnrad kann die mechanische Übersetzung mit folgender Formel berechnet werden:

$$\frac{\text{Anzahl der Zähne des Abtriebsrads}}{\text{Anzahl der Zähne des Antriebsrads}} = MA$$

Da die Einheiten (Zähne) sich gegenseitig kürzen, wird die mechanische Übersetzung stets als dimensionslose Zahl ausgegeben:

$$\text{Beispiel: } MA = \frac{16 \text{ Zähne}}{8 \text{ Zähne}} = 2$$

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

**Übersetzungsverhältnis**

*(Geeignet für Schüler, die mathematische Kenntnisse über das Rechnen mit Brüchen besitzen und sie anwenden können.)*

Das Verhältnis der Drehgeschwindigkeit des Antriebsrades zu der des Abtriebsrades in einem Zahnrad-Getriebe. Es kann mit Hilfe der Anzahl der jeweiligen Zähne ermittelt werden.

$$\text{Übersetzungsverhältnis} = \frac{\text{Anzahl der Zähne des Abtriebsrads (84)}}{\text{Anzahl der Zähne des Antriebsrads (14)}} = \frac{6}{1} = 6:1$$

**Kettenrad:**


Ein Rad mit Zähnen über die eine Kette läuft.

**Kettengetriebe:**

Ein Antriebssystem, bei dem die Drehbewegung von einer Antriebsachse auf eine Abtriebsachse übertragen wird. Die Zähne der Kettenräder greifen in die Glieder einer Kette.

**GRUNDSÄTZE**

Im Folgenden werden einige Grundsätze über Zahnräder zusammengefasst, dies dient als Hilfestellung für den Lehrer. Einige der Informationen können bei der Vorbereitung ihrer Unterrichtsstunde mit dem K'NEX-Set Einführung in einfache Maschinen: Zahnräder nützlich sein.

-  Zahnräder werden gebraucht, um Bewegung und Kraft von einem Ort auf den anderen zu übertragen. Dies kann durch direkten Kontakt zwischen Zahnrädern innerhalb eines Zahnradgetriebes erfolgen, oder mittels einer Kette oder eines Zahnriemens, der zwei oder mehrere Zahnräder verbindet, auch über eine Distanz hinweg.

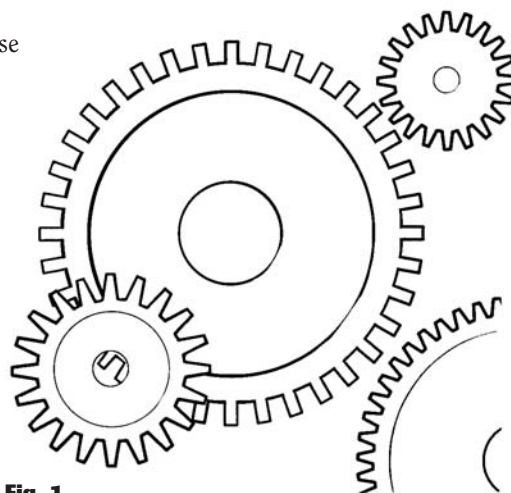
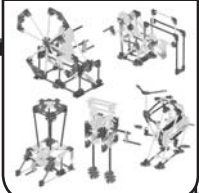


Fig. 1

**Zahnrad: Ein Rad mit Zähnen am äußeren Rand/Umfang.**



- ☉ Für den Betrieb müssen die Zähne von Zahnrädern ineinandergreifen oder durch eine Kette oder ein Band verbunden werden. Ein einfaches Zahnrad-Getriebe umfasst zwei oder mehr verzahnte Zahnräder mit jeweils nur einem verzahnten Zahnrad an jeder Achse.
- ☉ Das Zahnrad an dem die Kraft/Energie angreift, wird Antriebsrad genannt. Bei dem K'NEX Kurbel-Ventilator ist das Antriebsrad das Zahnrad, das an der Kurbel-Achse angebracht ist. Das Antriebsrad überträgt Drehkräfte auf das Abtriebsrad und sorgt dafür, dass dieses sich gegensinnig dreht.
- ☉ Die Kraft, die auf das Antriebsrad einwirkt, ist die Energie oder der Kräfteinsatz; das Abtriebsrad gibt die Leistung ab.
- ☉ Grundsatz zum einfachen Zahnrad-Getriebe: Bei einem einfachen Zahnrad-Getriebe mit zwei Zahnrädern der gleichen Größe, dreht sich das Antriebsrad in der gleichen Geschwindigkeit wie das Abtriebsrad, aber in entgegengesetzter (gegensinnig) Richtung.
- ☉ **Zahnradgetriebe können Arbeit erleichtern:**  
Zahnradgetriebe können eine Arbeit erleichtern, indem sie es leichter machen, die Dinge zu bewegen. Sie können dies auf folgende Art und Weise tun:
  - ☉ Bewegung von einem Ort auf einen anderen übertragen. Wenn eine Drehbewegung, genannt das Drehmoment, an einem Antriebsrad angreift, übertragen die Zähne Kraft und Bewegung auf die Zähne des benachbarten Abtriebsrades. Ein Beispiel für diese Anwendung finden wir in einer Salatschleuder.

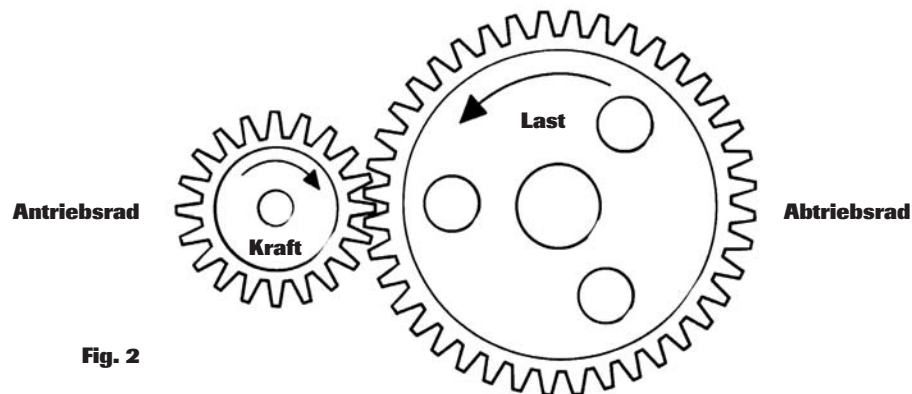


Fig. 2

- ☉ Die Richtung der Drehbewegung ändern. Benachbarte Zahnräder in einem Zahnrad-Getriebe drehen sich im Verhältnis zu einander gegensinnig. Bei Getrieben jedoch, die aus einer ungeraden Anzahl von Zahnrädern bestehen, ist die Drehbewegung von Antriebs- und Abtriebsrad gleichsinnig. Beispiele hierfür finden wir bei einem Schneebesen und bei einem Uhrwerk.

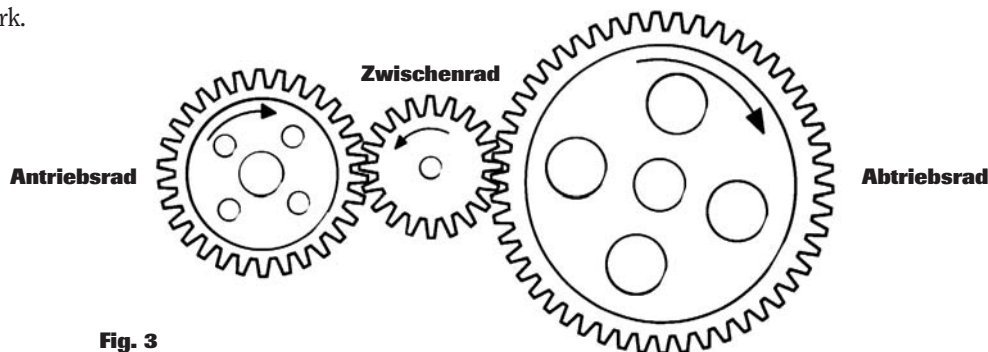


Fig. 3

**Zahnrad-Getriebe mit ungerader Anzahl Zahnräder**

- ⊗ Vervielfachen der angewandten Kraft. Der Einsatz unterschiedlich großer Zahnräder in einem Getriebe oder Kettenantrieb, beeinflusst die Leistung des Abtriebsrades. Ein kleines Zahnrad, das ein größeres Zahnrad antreibt, multipliziert Kraft auf Kosten der Geschwindigkeit.

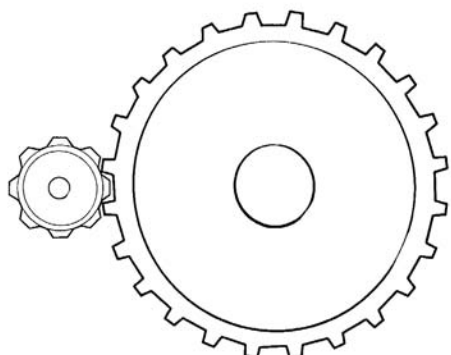


Fig. 4

*(Geeignet für Schüler, die mathematische Kenntnisse über das Rechnen mit Brüchen besitzen und sie anwenden können.)*

$$MA = \frac{\text{Anzahl Zähne des Abtriebsrades}}{\text{Anzahl Zähne des Antriebsrades}} = \frac{24}{8} = 3$$

**Wenn die mechanische Übersetzung größer ist als 1, dann wird die Energie/Kraft durch das Zahnrad-Getriebe vervielfacht.**

- ⊗ Ändern der Abtriebsdrehzahl eines Systems. Mit Hilfe von unterschiedlich großen Zahnrädern, lässt sich die Abtriebsdrehzahl bei einem Getriebe oder Kettenantrieb beeinflussen.

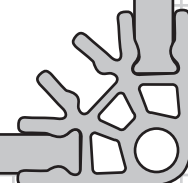


## • Beschleunigung.

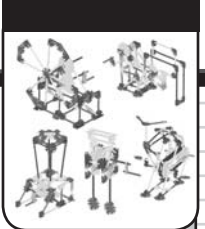
Ein großes Antriebsrad, das ein kleines Abtriebsrad dreht, erhöht die Drehgeschwindigkeit der am Abtriebsrad befestigten Achse.

*(Geeignet für Schüler, die mathematische Kenntnisse über das Rechnen mit Brüchen besitzen und sie anwenden können.)*

Beispiel: Ein Antriebsrad mit 84 Zähnen vollzieht eine komplette Umdrehung, während sich ein Abtriebsrad mit 14 Zähnen dabei 6 Mal dreht. In diesem Fall zeigt das Übersetzungsverhältnis von 1:6, dass die Abtriebsdrehzahl 6 Mal höher ist als die Antriebsdrehzahl. Dies nennt man Übersetzung ins Schnelle. Eine Übersetzung ins Schnelle steigert die Drehzahl, reduziert aber die Kraft.







## • Verlangsamung.

Ein kleines Antriebsrad, das ein großes Abtriebsrad dreht, verringert die Drehgeschwindigkeit der am Abtriebsrad befestigten Achse.

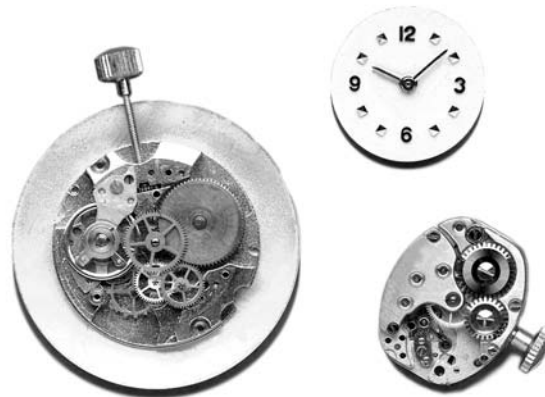
Beispiel: Ein Antriebsrad mit 14 Zähnen vollzieht 6 komplette Umdrehungen, während sich ein Abtriebsrad mit 84 Zähnen dabei nur 1 Mal dreht. In diesem Fall zeigt das Übersetzungsverhältnis von 6:1, dass die Antriebsdrehzahl des kleinen Antriebsrades 6 Mal höher ist als die Abtriebsdrehzahl des großen Abtriebsrades. Dies nennt man Übersetzung ins Langsame.

Eine Übersetzung ins Langsame vermindert die Drehzahl, erhöht aber die Kraft.

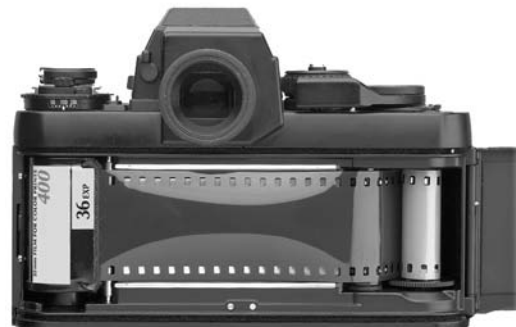
**ERINNERUNG:** Beim Fahren eines Autos schaltet man die Gänge nach OBEN (1., 2. 3. 4.), um schneller zu fahren und man schaltet nach UNTEN durch die Gänge (4., 3. 2. 1.), um langsamer zu fahren.

## ⚙ Zahnrad-Arten

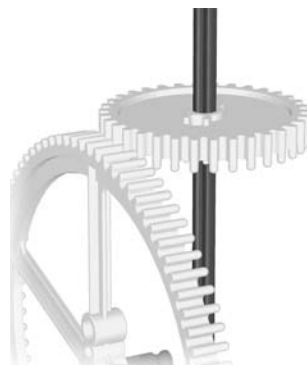
⚙ **Stirnräder:** Diese Zahnräder liegen auf der gleichen Ebene und drehen sich gegensinnig, wenn sie ineinandergreifen. Unterschiedlich große Stirnräder drehen mit unterschiedlichen Drehzahlen (Geschwindigkeit) und unterschiedlicher Kraft.



⚙ **Kettenräder:** Eine besondere Art von Stirnrad, ein Kettengetriebe besteht aus zwei Zahnrädern, die auf gleicher Ebene, aber voneinander entfernt angebracht sind und durch eine Kette verbunden werden. Kettenräder drehen in die gleiche Richtung. Unterschiedlich große Kettenräder haben unterschiedliche Drehzahlen und drehen mit unterschiedlicher Kraft. Wenn sie gleich groß sind, drehen sie mit gleicher Drehzahl und gleicher Kraft.



- ☛ **Kronräder:** Diese Zahnräder liegen im rechten Winkel zueinander. Unterschiedlich große Kronräder drehen mit unterschiedlicher Drehzahl und Kraft.



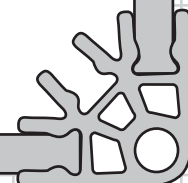
- ☛ **Zahnstangengetriebe:** Diese Getriebe bestehen aus einem Rad mit Zähnen und einer geraden Stange mit Zähnen. Zahnstangengetriebe ändern eine Drehbewegung in eine lineare Bewegung.



- ☛ **Schneckengetriebe:** Diese Getriebeform besteht aus der Schnecke, einem Zahnrad, bei dem die Zähne schraubförmig um den Zylinder gewunden sind und dem dazugehörigen Schneckenrad. Schnecke und Schneckenrad drehen gegensinnig, mit unterschiedlicher Drehzahl und Kraft. Die Schnecke dreht sich langsamer als das Schneckenrad. Schneckengetriebe verlangsamen die Bewegung.



Informative Websites, die teilweise auch mit Animationen:  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Zahnrad>;  
<http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cbersetzungsverh%C3%A4ltnis>;  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Kettentrieb>



# Der Kurbel-Ventilator:

Beispiel für den Einsatz eines Stirnradgetriebes.



## ZIELE:

### Die Schüler werden:

1. Die Bewegungsübertragung mittels eines Stirnradgetriebes verstehen und beschreiben.
2. Die Beziehung zwischen Zahnradgröße, Drehzahl und Kraft erforschen.

## MATERIAL

### Jede Gruppe, bestehend aus jeweils 2 Schülern, benötigt:

- 1 K'NEX Zahnräder Bau-Set mit Bauanleitung
- Klebeband
- Punktaufkleber (optional)
- Schulhefte

### Sie benötigen:

- Bilder und Beispiele von unterschiedlichen Stirnradgetrieben. (Vorschläge: Musikbox, elektrischer Ventilator, Dosenöffner, Spielzeug mit Zahnradern)
- K'NEX Zahnräder für Erforschungszwecke, bevor die Schüler mit den Aufgaben aus dem Bau-Set beginnen. (Nehmen Sie genügend Zahnräder aus dem K'NEX-Set, so dass jeder Schüler 2 Zahnräder zur Verfügung hat.)
- 2 große Gummibälle (optional.)
- Karton und Eisstiele (optional)

**Anmerkung:** Diese Übung kann mehr als 45 Minuten in Anspruch nehmen.

## DURCHFÜHRUNG

### Einleitung

- Falls dies für die Schüler die erste Einführung in das Thema Zahnräder ist, wollen sie vielleicht zu Beginn die Übertragung von Energie von einem Objekt auf ein anderes demonstrieren. Nehmen Sie zwei gleich große Gummibälle und bitten Sie einen Schüler, einen der Bälle gegen den anderen rollen zu lassen. Was fällt den Schülern dabei auf? Stellen Sie die folgenden Fragen und helfen Sie ihnen, zu erkennen, was dabei passiert ist.

- Was macht der erste Ball mit dem zweiten Ball?

*Der erste Ball stößt gegen den zweiten Ball und setzt ihn in Bewegung.*

- Wann war der genaue Zeitpunkt, an dem das Stoßen stattgefunden hat?

*Der erste Ball stieß gegen den zweiten Ball als er ihn berührte.*

- Was wurde dabei von einem Ball auf den anderen übertragen?

*Bewegung, Energie, Kraft.*

- Verteilen Sie an jeden Schüler 2 Zahnräder. Bitten Sie darüber nachzudenken, wie ein Zahnrad beschrieben werden kann und auszuprobieren, wie die Zahnräder ineinander passen.

- Beginnen Sie die Lektion mit einer Diskussion und Ausführung zu dem, was die Schüler an ihren Zahnradern entdeckt haben. Vielleicht wollen Sie zunächst die Definitionen der Schüler über die Funktion der Zahnräder akzeptieren, Sie können aber bereits hier die Begriffe und Definitionen formalisieren.

*Zahnräder sind Räder mit Zähnen an ihrem äußeren Rand/Umfang. Die Zähne eines Zahnrad passen zwischen (verzahnen sich mit) die Zähne eines anderen Zahnrad.*

- Erklären Sie, dass Zahnräder einfache Maschinen sind, die Energie in Form von Bewegung von einem Ort auf einen anderen übertragen. Nehmen Sie ein Zahnradspielzeug oder ein Getriebe, das Sie aus Karton gefertigt haben und zeigen sie, was geschieht, wenn sie ein Zahnrad, das in Kontakt mit einem anderen ist, drehen.

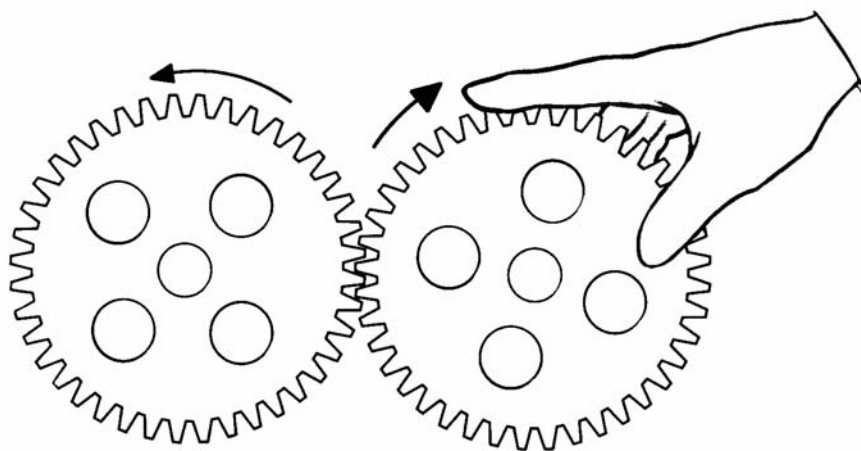
*Vorschlag: Nehmen sie Kartonkreis und kleben sie Eisstiele daran fest. Sie stellen Zahnräder dar. Stellen sie sicher, dass die Eisstiele gleichmäßig um den Kreis verteilt sind. Es ist leichter, zwei Zahnräder gleicher Größe herzustellen, als Zahnräder mit unterschiedlicher Anzahl an Zähnen. Befestigen sie die Zahnräder mit einer Reißzwecke auf einem Stück Karton, achten sie darauf, dass sie ineinander greifen und sich leicht drehen. Auch aus Kronkorken kann man ein Getriebemodell bauen.*

- Verteilen sie Klebeband oder Punktaufkleber. Bitten Sie die Schüler, auf jedes der Zahnräder ein kleines Stück Klebeband (oder Punktsticker) aufzukleben, so können sie beobachten, in welche Richtung sich das Zahnrad dreht. Nun sollen sie Schüler die beiden Zahnräder auf ein Stück Papier legen und sie ineinander greifen lassen. Bitten Sie einen Schüler, in jedes Zahnrad mit einem Stift am Platz zu halten, während der andere Schüler ein Zahnrad dreht.

- Fragen Sie die Schüler, wie es möglich ist, dass sie nur ein Zahnrad bewegen und sich dabei das zweite Zahnrad auch dreht.

*Während sich das eine Rad dreht, drücken die Zähne dieses Zahnrads gegen die Zähne des anderen. Siehe Zeichnung unten.*

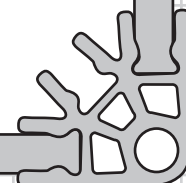
- Ermutigen Sie die Schüler, zu prüfen, wie viele Zahnräder sie zu einem Getriebe zusammenbauen können. Sie sollten dabei die Richtung jeder Zahnradbewegung skizzieren und beschriften.
- Dies ist eine gute Gelegenheit, formale Begriffe, die die Schüler künftig bei ihren Experimenten verwenden sollen, einzuführen. Diese Übung führt von selbst zur Einführung von Antriebsrad, Abtriebsrad und Zahnrad-Getriebe.



- Bitten Sie die Schüler, zu beschreiben, in welche Richtung sich ihre Zahnräder bewegen.

*Wenn das erste Zahnrad in eine Richtung dreht, dreht es das andere gegensinnig.*

- Bitten Sie die Schüler, an Beispiele anderer Zahnräder, die im täglichen Leben Gebrauch finden, zu denken. Viele Schüler werden die Zahnräder eines Fahrrades erkennen. Dies gibt ihnen die Möglichkeit, zu erklären, dass es unterschiedliche Arten von Zahnrädern gibt und dass der Einsatz der jeweiligen Art von der zu verrichtenden Aufgabe abhängt. So unterscheidet sich zum Beispiel das Zahnradsystem bei einem Fahrrad von dem bei einem Dosenöffner.
- Reichen Sie einen Dosenöffner (Handgerät) durch die Klasse. Geben Sie den Schülern Zeit, den Mechanismus zu erforschen.
- Fordern Sie die Schüler auf, weitere Beispiele für ein Zahnradgetriebe zu überlegen. Schreiben Sie diese an die Tafel. Halten Sie Beispiele griffbereit, falls sich die Schüler keiner Zahnradsysteme bewusst sind.





- An dieser Stelle wollen Sie vielleicht den Begriff Bewegung und die korrekten Bezeichnungen für die Bewegungsarten einführen, die die Schüler in der vorangegangenen Übung genützt haben. Einige der Begriffe lauten: Antriebsbewegung (die Hand des Schülers, die das erste Zahnrad dreht), Drehbewegung (Drehung um einen Punkt), lineare Bewegung. Geben Sie den Schülern ein Beispiel für eine lineare Bewegung im Vergleich zu einer Drehbewegung. ([http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/physik/online\\_material/mechanik2/kreis/kreislin.htm](http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/physik/online_material/mechanik2/kreis/kreislin.htm))

*Als Bewegung im physikalischen Sinne versteht man die Änderung des Ortes eines Beobachtungsobjektes mit der Zeit.*

- Teilen Sie die Klasse in Gruppen von 2 bis 3 Schülern.

### Aufgabe aus dem Bau-Set

- Verteilen Sie an jede Gruppe ein K'NEX Zahnräder Bau-Set. Bitten Sie die Schüler, das Set zu öffnen und die Bauanleitung zur Hand zu nehmen. Falls die Klasse noch keine Erfahrungen mit K'NEX Bau-Sets hat, verweisen Sie auf die Seite mit den Bau-Tipps, besonders auf die Information zu den violetten Verbindern. Geben Sie den Schülern etwas Zeit, das Material zu erforschen – es ist entscheidend, dass die Schüler zu diesem Zeitpunkt bereits das Bauen mit K'NEX verstehen, so lässt sich eventuelle Frustration später vermeiden. Stellen Sie sicher, dass die Schüler die beiden Zahnräder, die sie zu Beginn der Stunde erhalten haben, wieder in das Set zurücklegen.
- Geben Sie einige Grundregeln für den Umgang mit den K'NEX –Elementen, die Teile sollten für spätere Einsätze immer vollzählig in das Set zurückgelegt werden. Denken 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 Kurbel-Ventilators bauen, das ein Zahnradgetriebe enthält. Lenken Sie die Aufmerksamkeit der Schüler auf das Foto eines elektrischen Ventilators auf Seite 2 der Bauanleitung oder zeigen Sie, falls vorhanden, ein echtes Modell.

### Bau-Tipps:

Um zu vermeiden, dass sich die beiden roten Achsen lösen, empfehlen wir, graue Verbinder anzubringen. (Dies sind die kleinen Clips – ca. 2,5cm lang – mit einem geschlossenen runden Ende, durch das ein Stab geführt werden kann und einem offenen Ende, in das ein Stab geklickt werden kann. Sie sollten an den folgenden Stellen angebracht werden:

1. An dem freien Ende der oberen Ventilatorflügel-Achse.
2. An beiden Enden der unteren bzw. Kurbelachse.

### Übung: Wie wird mit einem Stirnradgetriebe Bewegung übertragen?

Nützen Sie den folgenden Leitfaden und helfen Sie den Schülern beim Erforschen der Funktionsweise eines Stirnradgetriebes.

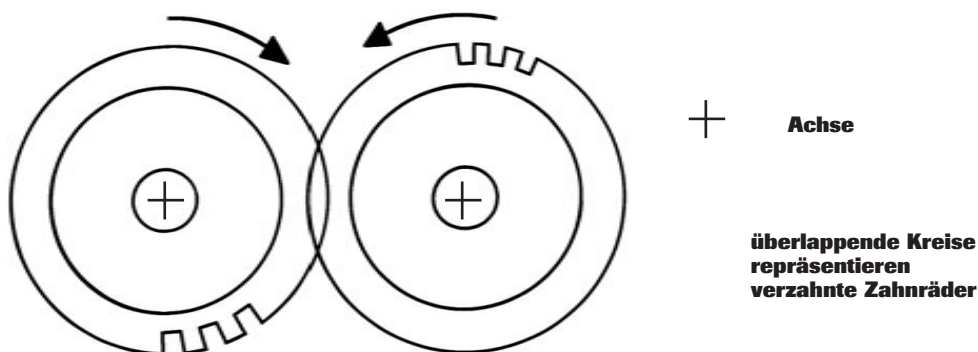
#### Schritte

1. (a) Wenn die Modelle fertiggestellt sind, sollten Sie den Schülern etwas Zeit geben, das Modell zu erkunden. Bitten Sie, die Zahnräder zu lokalisieren. Während sie die Kurbel drehen, sollten sie den Zahnrad-Mechanismus beobachten.
- (b) Fordern Sie die Schüler auf, eventuelle andere einfache Maschinen, die sie kennen und die in dem Ventilator-Modell vorhanden sind, zu identifizieren.

*Wenn ihre Klasse das Rad & Achsen-System bereits kennengelernt hat, ist dies eine gute Gelegenheit für eine kurze Wiederholung.*



- (c) Bitten Sie die Schüler, zu erklären, wie das Zahnradgetriebe die Ventilatorflügel dreht. Helfen Sie den Schülern, zu verstehen, dass die Zahnräder ineinander passen und auf gleicher Linie liegen. Erinnern Sie die Schüler an die vorangegangene Übung als die Zahnräder ein in einer Linie flach auf dem Tisch lagen. Erklären Sie, dass bei dieser Anordnung, die als Stirnradgetriebe bezeichnet wird, die Zahnräder auf einer Linie oder in einer Ebene ineinandergreifen (verzahnen). In diesem Modell liegen die Zahnräder übereinander. Möglicherweise bitten Sie die Schüler, das Modell auf die Seite zu drehen, so dass sie die Zahnräder in einer Linie sehen können, so wie bei der vorhergehenden Übung.
2. (a) Nun sollten die Schüler eine Skizze des Kurbel-Ventilators in ihre Hefte zeichnen. Die Zahnräder können als Symbole dargestellt werden – es müssen nicht alle Zähne des Zahnrads gezeichnet werden.



- (b) Fordern Sie die Schüler auf, die verschiedenen Teile ihres Modells zu benennen. Sie können diese anschließend formalisieren und sie bitten, ihre Skizze entsprechend zu beschriften. Die beschrifteten Teile sind:

## **Kurbel, Antriebsrad, Abtriebsrad und Ventilatorflügel, -/blätter.**

3. Die Schüler sollten in ihren Heften auf folgende Fragen antworten:

- Hat der Ventilator bewegliche Teile?  
Liste die Teile im Heft auf.

*Kurbel, Antriebsrad, Abtriebsrad, Ventilatorflügel.*

- Beschreibe wie die oben genannten beweglichen Teile miteinander verbunden sind.

*Die Kurbel ist mittels einer Achse mit dem Antriebsrad verbunden. Die Zähne des Antriebsrades verzahnen mit den Zähnen des Abtriebsrades, das ebenfalls durch eine Achse mit den Ventilatorflügeln verbunden ist.*

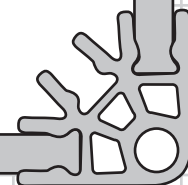
- Beschreibe die Antriebsbewegung – die Bewegung, die sie beim Drehen der Kurbel einsetzen.

*Die Antriebsbewegung entspricht einer Drehbewegung. Sie drehen ihre Hand auf einer Kreislinie.*

- Beschreibe die Bewegung der Zahnräder.

*Die Zahnräder rotieren oder drehen sich.*

- Zeichne Pfeile an deine Skizze, die zeigen, in welche Richtung sich die einzelnen Teile bewegen, wenn der Ventilator in Betrieb ist.





4. Bitten Sie die Schüler, an dem Ende eines Ventilatorflügels einen kleinen Aufkleber zu befestigen und einen Bezugspunkt auszuwählen, so dass sie die Bewegung des Flügels bei der Drehung verfolgen können, wenn sie an der Kurbel drehen.

- (a) Bitten Sie die Schüler, an der Kurbel zu drehen und dabei eine Umdrehung zu vollziehen. Beim weiteren Drehen an der Kurbel sollen die Schüler nun die Drehgeschwindigkeit variieren.

Wie können die Schüler den Ventilator schneller oder langsamer drehen lassen?

*Die Geschwindigkeit des Ventilators hängt allein von der Drehgeschwindigkeit an der Kurbel ab.*

- (b) Schlagen Sie vor, dass sie nun die beiden Zahnräder mit einem Punktaufkleber oder einem Stift markieren. Die Markierung sollte dort angebracht werden, wo sich die beiden Räder verzahnen. Nun sollten die Schüler langsam an der Kurbel drehen. Was fällt ihnen dabei auf?

*BEIDE Räder vollziehen mit einer Drehung an der Kurbel ebenfalls eine komplette Drehung*

- (c) Bitten Sie die Schüler, die Größe der beiden Zahnräder in ihren Heften festzuhalten.

*Sie sind gleich groß.*

- (d) Denken sie, dass es einen Zusammenhang zwischen der Größe der Zahnräder und den Ergebnissen unter (b) gibt?

*Helfen Sie den Schülern, zu verstehen, dass diese beiden gleich großen Zahnräder sich mit der gleichen Geschwindigkeit drehen, obwohl sie sich auf verschiedenen Achsen befinden.*

- (e) Bitten Sie die Schüler, die Kurbel erneut zu drehen, dieses Mal sollen sie aber darauf achten, wie weit sich die Ventilatorflügel bewegen. Einer der Schüler soll dabei zählen, wie oft der markierte Flügel einen ausgewählten Bezugspunkt passiert, während der andere sich darauf konzentriert, exakt eine Umdrehung an der Kurbel zu vollziehen.

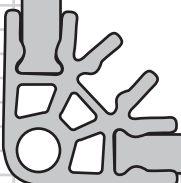
*Die Ventilatorflügel vollziehen mit einer Drehung der Kurbel ebenfalls eine komplette Drehung.*

- (f) Wie leicht/schwer ist es, die Kurbel mit dieser Zahnradanordnung zu drehen?

*Hinweis: Dies wird zu subjektiven Antworten führen, hilft den Schülern aber Vergleiche anzustellen, wenn sie andere Zahnradanordnungen für das Modell untersuchen.*

- (g) Bitten Sie um eine Zusammenfassung der Beobachtungen bezüglich der Strecke, die die beiden Zahnräder und die Ventilatorflügel bei einer Drehung der Kurbel zurücklegen.

*Den Schülern sollte aufgefallen sein, dass alle beweglichen Teile sich mit einer Drehung an der Kurbel ebenfalls einmal drehen.*



**HINWEIS:** Wir empfehlen, dass für Punkt 5 zwei Gruppen zusammenarbeiten. Eine Gruppe sollte das Modell mit dem großen Zahnrad als Antriebsrad bauen, die andere Gruppe das Modell mit dem kleinen Zahnrad als Antriebsrad. Wenn beide Modelle zur Verfügung stehen, ist der Vergleich einfacher.

5. (a) Bitten Sie die Schüler, zu überlegen, was wohl geschieht, wenn sie

- (i) ein großes Antriebsrad und ein kleines Abtriebsrad und
- (ii) ein kleines Antriebsrad und ein großes Abtriebsrad einsetzen.

Sie sollen eine Notiz dazu im Heft vornehmen.

(b) Ermutigen Sie die Schüler, ihre Vermutungen zu überprüfen, indem sie ihre Modelle entsprechend mit unterschiedlich großen Zahnrädern abändern. Hierzu sollten sie die Abbildungen rechts auf Seite 3 der Bauanleitung berücksichtigen.

(c) Fragen Sie die Schüler nach einer Methode, mit der die Geschwindigkeit des sich drehenden Ventilators und der Kurbel bei beiden neuen Bauvarianten verglichen werden kann.

*Verwenden sie die Technik aus Schritt 4 – dabei wird ein Aufkleber auf einen der Ventilatorflügel geklebt und dann beobachtet, wo er sich in der Ausgangsposition befindet und wie oft er bei einer Drehung an der Kurbel diesen Ausgangspunkt passiert.*

(d) Wie leicht/schwer ist es, die Kurbel bei dieser Anordnung zu drehen? Wie verhält es sich im Vergleich zu dem Versuch mit zwei gleich großen Zahnrädern?

Die Beobachtungen sollten in die Hefte eingetragen werden.

*Die Schüler sollten erkennen, dass sich der Ventilator schneller dreht als die Kurbel, wenn das große das kleine Rad antreibt: 1 Drehung der Kurbel führt zu 6 Umdrehungen der Ventilatorflügel. Die Kurbel ist jedoch schwerer zu drehen, als in dem Versuch mit den beiden gleichen Rädern.*

(e) Nun sollten die Schüler den Versuch noch einmal durchführen, dieses Mal ist das kleine Zahnrad an der Kurbelachse befestigt und das große Zahnrad an der Achse der Ventilatorflügel.

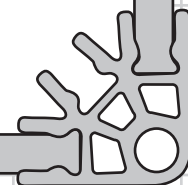
(f) Wie leicht/schwer ist es, die Kurbel bei dieser Anordnung zu drehen? Wie verhält es sich im Vergleich zu dem Versuch mit (i) zwei gleich großen Zahnrädern und (ii) dem großen Zahnrad als Antriebsrad?

Die Beobachtungen sollten in die Hefte eingetragen werden.

*Die Schüler sollten erkennen, dass sich der Ventilator langsamer dreht als die Kurbel, wenn das kleine das größere Rad antreibt: es bedarf 6 Kurbelumdrehungen für eine komplette Drehung der Ventilatorflügel. Die Kurbel ist jedoch leichter zu drehen, als bei den beiden anderen Versuchen.*

6. (a) Besprechen Sie die Beobachtungen zu den Zahnradgetrieben mit verschiedenen großen Zahnrädern.

(b) Fragen Sie die Schüler, ob die Beobachtungen mit ihren Vorhersagen übereinstimmen. Ermutigen Sie die Schüler, ihre Schlussfolgerungen anhand ihrer Untersuchungen zu belegen.





## Anwendung

- Wiederholen Sie die Ergebnisse aus Schritt 3.

- Drehen sich die Kurbel und das Zahnrad an ihrer Achse mit der gleichen Geschwindigkeit?

*Sie bewegen sich mit der gleichen Geschwindigkeit: eine Drehung der Kurbel (Rad) führt zu einer Umdrehung des Zahnrads auf der gleichen Achse.*

- War das Ergebnis gleich, wenn ein kleineres Zahnrad verwendet wurde? Ein größeres Zahnrad?

*Ja. Auch wenn die Zahnräder unterschiedlicher Größe sind, drehen sie mit der gleichen Geschwindigkeit, wenn sie auf der gleichen Achse liegen.*

- Als du den Ventilator mit den beiden gleich großen Zahnräder betätigt hast, welche der folgenden Aussagen traf dann zu?

Das Antriebsrad drehte schneller als das Abtriebsrad?

Das Abtriebsrad drehte schneller als das Antriebsrad?

Beide drehten mit gleicher Geschwindigkeit?

*Sie drehten mit gleicher Geschwindigkeit: Eine Umdrehung des Antriebsrads sorgte auch für eine komplette Umdrehung des Abtriebsrads.*

- Bitten Sie die Schüler, ihre Erkenntnisse über den Ventilator mit gleich großen Zahnrädern zusammenzufassen, indem sie die folgenden Sätze vervollständigen:

- Zahnräder, die auf der gleichen Achse liegen, drehen sich mit

*gleicher Geschwindigkeit*

- Zahnräder, die ineinandergreifen und gleich groß sind, drehen mit

*gleicher Geschwindigkeit*

- Bei diesem Kurbel-Ventilator drehen sich alle beweglichen Teile mit

*gleicher Geschwindigkeit; gleich groß*

weil das Antriebsrad und das Abtriebsrad

- Bitten Sie die Schüler, die Vor- und Nachteile der beiden unterschiedlichen Zahnradgetriebe aus Schritt 4 aufzuschreiben.

*Das Drehen der Kurbel war leichter, wenn das kleine Zahnrad das größere Zahnrad gedreht hat. Der Ventilator aber drehte sich aber langsamer als die Kurbel. Obwohl die Kurbel schwerer zu drehen war, wenn das große Zahnrad das kleinere Rad drehte, drehten sich die Ventilatorflügel doch viel schneller als die Kurbel.*

- Ermutigen Sie die Schüler, zu diskutieren, wo diese Getriebe am sinnvollsten wären. Sie sollten dabei die Begriffe, Energie, Antriebsrad und Abtriebsrad in ihren Antworten verwenden.

*Die Antworten werden variieren. Mögliche Antwort: Ein kleines Zahnrad, das ein großes Zahnrad dreht, wird am sinnvollsten eingesetzt, wenn das zu drehende Objekt schwer ist. Das Drehen eines großen, schweren Gegenstands bedarf weniger Energie, wenn das Antriebsrad kleiner ist als das Abtriebsrad.*

**Weiterführend**

(mit empfohlenen Klassenstufen.)

**[3.-4. Klasse]**

1. Schlagen Sie vor, dass die Schüler im Internet nach weiteren Informationen über Zahnradgetriebe suchen. Sie sollten dabei eine Suchmaschine wie Google einsetzen und den Suchbegriff Zahnräder eingeben.

**[Klasse: 5]**

2. (a) Erinnern Sie die Schüler daran, dass sie An- und Abtriebsgeschwindigkeit mit einer sehr simplen Methode bestimmt haben. (siehe Schritte 4(e), 5(c) und 5(e).) Erklären sie, dass sie ein einfaches Übersetzungsverhältnis ermittelt haben.
- (b) Erklären Sie, dass der Vergleich der Anzahl der Zähne von beiden Zahnradern ein genaueres Herangehen wäre. Schreiben Sie die Gleichung für das Übersetzungsverhältnis an die Tafel oder den Overhead-Projektor, so dass die für jeden sichtbar ist.

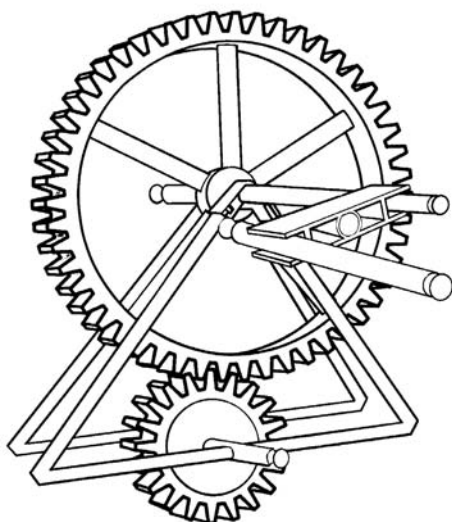
$$\text{Übersetzungsverhältnis} = \frac{\text{Anzahl Zähne des Abtriebrades}}{\text{Anzahl Zähne des Antriebrades}}$$

Beispiel: 14/84 ergibt ein Übersetzungsverhältnis von 1/6 oder 1:6.

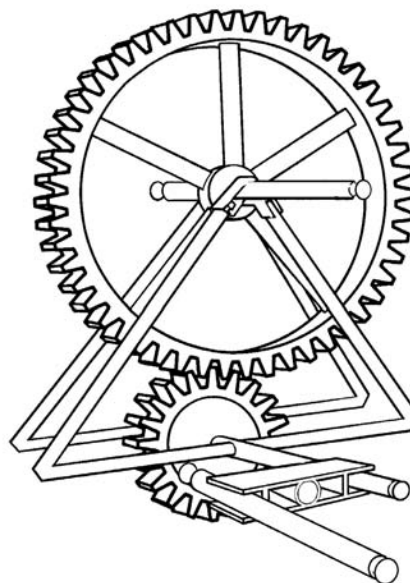
Erklären Sie, dass ein Übersetzungsverhältnis von 1:6 bedeutet, dass mit jeder kompletten Umdrehung des Antriebsrads, das Abtriebsrad 6 Umdrehungen vollzieht. Oder anders gesagt: die Abtriebsgeschwindigkeit ist größer als die Antriebsgeschwindigkeit.

**[Klasse: 3-5]**

3. (a) Bitten Sie die Gruppen, die Ventilatorflügel von den Kurbel-Ventilatoren zu entfernen und beiseite zu legen.
- (b) Teilen Sie die Gruppen, so dass die eine Hälfte Ventilatoren mit dem großen Antriebsrad und dem kleinen Abtriebsrad hat. Die anderen Gruppen sollten die Ventilatoren mit kleinem Antriebsrad und großem Abtriebsrad haben. Die Schüler müssen die Ventilatoren nicht auseinanderbauen. Lassen Sie sie einfach nur die Kurbel an die entsprechende Achse anbringen. (siehe Zeichnungen unten.) Um die Drehgeschwindigkeit des zweiten Zahnrads beobachten zu können, sollten die Schüler einen gelben Verbinder am Ende dieser Achse anbringen. (Dieser Verbinder ersetzt die Flügel, die an der niedrigen Achse die Tischoberfläche streifen würden, es sei denn, das Modell stünde am Rand des Tisches.)



Aufbau eins: Kurbel an der oberen Achse. Befestige den gelben Verbinder am Ende der unteren Achse.



Aufbau zwei: Kurbel an der unteren Achse. Befestige den gelben Verbinder am Ende der oberen Achse, wo die Flügel angebracht waren.





**[Klasse: 5.]**

- (c) Bitten Sie die Schüler, das Übersetzungsverhältnis des Getriebes in ihrem Kurbel-Ventilators zu ermitteln. Die Schüler sollten das Übersetzungsverhältnis in ihre Hefte eintragen und mit eigenen Worten beschreiben, was das Übersetzungsverhältnis über ihren Ventilator aussagt.
- (d) Ermutigen Sie die Schüler, ihnen zu sagen, was mit diesem Getriebe erzielt wird. Wenn sie mehr Erläuterung benötigen, fragen Sie, ob ihr Ventilator sich schnell oder langsam dreht. Hier können Sie die Gelegenheit nutzen und ihren Schülern zu verstehen geben, dass sie nicht eine Maschine benutzen können, um beides – Geschwindigkeit und Kraft – zu erzielen. Sie können entweder Geschwindigkeit erlangen, dies geht jedoch zu Lasten der Kraft, oder aber Kraft erzielen, die wiederum zu Lasten der Geschwindigkeit geht. Wenn Sie beschließen, dies zu vermitteln, finden sie in der Tabelle unten entsprechenden Platz, wo die Schüler ihre Ergebnisse festhalten können.

**[Klasse: 5.]**

4. Die Gruppen sollten nun die Ventilatoren tauschen und den Schritt (d) oben wiederholen.

**[Klasse: 5.]**

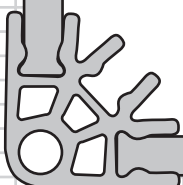
5. Bitten sie die Schüler, ihre Erkenntnisse und Folgerungen über die Zahnräder in einer Tabelle zu sammeln. (Siehe auch Hefteinträge.) Es ist vielleicht hilfreich, eine Tabelle wie hier gezeigt, zur Verfügung zu stellen.

ZAHNRADGETRIEBE GESCHWINDIGKEIT	VENTILATOR GESCHWINDIGKEIT ./ KURBEL GESCHWINDIGKEIT	ÜBERSETZUNGSVERHÄLTNIS (UNGEFÄHR)	ERHÖHTE ABTRIEBS ODER ERHÖHTE ANTRIEBS GESCHWINDIGKEIT
Zahnräder gleicher Größe			
Großes Antriebsrad bewegt kleines Abtriebsrad			
Kleines Antriebsrad bewegt großes Abtriebsrad			

**[Klasse: 5.]**

6. Bitten Sie die Schüler, zu überlegen, wie sie das Modell umbauen könnten, um einen Ventilator zu erhalten, bei dem sich Kurbel und Ventilator in die gleiche Richtung drehen. Geben Sie wenn nötig einen Tipp: Die Schüler müssen dem System etwas hinzufügen. Dies gibt ihnen Gelegenheit, den Begriff Zwischenrad einführen. Geben Sie den Schülern Zeit, ihre Ideen zu testen.

*Die Kurbel und der Ventilator würden sich in die gleiche Richtung drehen, wenn dem Getriebe ein drittes Zahnrad – ein Zwischenrad – zwischen Antriebs- und Abtriebsrad hinzugefügt würde.*

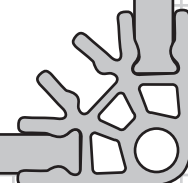


**HEFTEINTRÄGE:**

Die Schüler sollten ihre Ergebnisse festhalten. Die folgenden Einträge sind Beispiele für mögliche Hefteinträge:

- ✓ Beschriftete Skizze des Kurbel-Ventilators mit Pfeilen.
- ✓ Beobachtungen der Schüler.
- ✓ Vorhersagen.
- ✓ Fazit.
- ✓ Eine Tabelle wie unten gezeigt, die die Ergebnisse zusammenfasst.

ZAHNRADGETRIEBE GESCHWINDIGKEIT	VENTILATOR GESCHWINDIGKEIT ./ KURBEL GESCHWINDIGKEIT	ÜBERSETZUNGSVERHÄLTNIS (UNGEFÄHR)	ERHÖHTE ABTRIEBS- ODER ERHÖHTE ANTRIEBS- GESCHWINDIGKEIT
Zahnräder gleicher Größe	die Geschwindigkeiten sind gleich	1:1	keine Änderung
Großes Antriebsrad bewegt kleines Abtriebsrad	Ventilator dreht schneller	1:6	erhöhte Abtriebs- geschwindigkeit
Kleines Antriebsrad bewegt großes Abtriebsrad	Kurbel dreht schneller.	6:1	erhöhte Abtriebs- energie





# Das Autofenster:

**Beispiel eines Stirnradgetriebes, das eine Drehbewegung in eine lineare Bewegung wandelt.**



## ZIELE:

### Die Schüler werden:

1. Ein Modell konstruieren, das einen Gegenstand des täglichen Lebens repräsentiert.
2. Beobachten, wie eine Drehbewegung mit Hilfe eines Stirnradgetriebes in eine lineare Bewegung gewandelt wird.
3. Stirnräder als Hilfsmittel zur Multiplikation der Abtriebskraft kennenlernen.

## MATERIAL

### Jede Schülergruppe benötigt:

- 1 K'NEX Zahnräder Bau-Set mit Bauanleitung
- Schulhefte
- Punktaufkleber oder kleine Klebebandstücke

## DURCHFÜHRUNG

### Einleitung

- Wenn ihre Schüler das Modell des KURBEL-VENTILATORS untersucht haben, bitten sie die Schüler zu erklären, wie durch das Ventilator-System Bewegung übertragen wurde.

*Die Drehbewegung der drehenden Kurbel wurde durch die Drehbewegung der Zahnräder übertragen und sorgte dafür, dass sich die Ventilatorflügel drehten.*

- Erinnern Sie die Schüler daran, dass ein Stirnradgetriebe eingesetzt wurde, um die Geschwindigkeit und die Drehrichtung der Ventilatorflügel zu ändern. Bitten Sie um die Beschreibung eines Stirnradgetriebes und wie das Übersetzungsverhältnis des Systems die Bewegung des Ventilators beeinflusst.

*Bei einem Stirnradgetriebe sind die Stirnräder verzahnt und drehen sich auf der gleichen Ebene. Wie schnell oder langsam der Ventilator im Vergleich zur Kurbel dreht, hängt von der Anordnung der unterschiedlich großen Zahnräder in dem Getriebe ab. Da das Stirnradgetriebe des Ventilators zwei Zahnräder besitzt, drehen sich die Ventilatorflügel gegensinnig zur Antriebskraft, die auf den Kurbelgriff einwirkt.*

- Erklären Sie, dass sie beim Bau des Autofensters entdecken werden, dass nicht alle Zahnradgetriebe, die Stirnräder verwenden, zu einer Abtriebs-Drehbewegung führen. Bevor sie aber mit ihren Erkundigungen beginnen, sollen sie sich vorstellen, wie sie einem Zeitreisenden aus dem Jahr 1815 erklären würden, wie ein Autofenster zu bedienen ist. Bitten Sie ein oder zwei Schüler, eine Anleitung für das Öffnen eines Autofensters zu geben. Wenn die Schüler sagen \*Drück den Knopf\*, erklären Sie, dass eine Drucktaste ein relativ neues Bedienelement ist und dass es noch immer viele Autos gibt, die mehr Arbeit zum Betrieb des Fensters erfordern.

*Schlagen Sie vor, dass sie auf Seite 4 der Bauanleitung schauen.*

- Fragen Sie die Schüler, was sie mit ‚Arbeit‘ meinen.

*Die Schüler sollten eine entsprechende Definition ähnlich der unter der Liste Schlüsselbegriffe auf Seite 3 dieses Handbuchs geben können.*

- Erklären Sie, dass das Öffnen eines Fensters üblicherweise das manuelle hoch- und runterkurbeln des Fensters erfordert. (Vollziehen Sie die Bewegung des Hochkurbelns eines Fensters und anschließend kurbeln Sie es wieder runter.) Fragen Sie die Schüler nach der Art der Bewegung, die nötig war, den Griff des Autofensters zu drehen. (Drehbewegung) Erklären Sie, dass diese Drehbewegung die Antriebsbewegung ist.

- Helfen Sie den Schülern, zu verstehen, dass egal, ob eine Taste gedrückt wird, oder ein Griff gedreht wird, die Abtriebsbewegung – die Bewegung des Fensters – gleich ist. Um welche Bewegungsform handelt es sich bei der Bewegung des Fensters.

*Rauf und runter oder linear.*

- Sagen Sie den Schülern, dass sie den Mechanismus, der für die Bewegung des Fensters sorgt, untersuchen werden. Bei dieser Untersuchung werden sie entdecken, wie ein Stirnradgetriebe die Drehbewegung in eine lineare Bewegung ändern kann.

- Teilen Sie die Klasse in Gruppen von 2 bis 3 Schülern.

## Aufgabe aus dem Bau-Set

- Verteilen Sie an jede Gruppe ein K'NEX Zahnräder Bau-Set.
- Bitten Sie die Schüler, Seite 4 und 5 der Bauanleitung aufzuschlagen und das Modell eines AUTOFENSTERS zu bauen. Wir empfehlen, dass ein Schüler die Schritte 1-5 baut, während ein weiterer Schüler aus der Gruppe die Schritte 6-9 übernimmt. Wenn die Gruppen aus mehr als zwei Schülern bestehen, bitten Sie den dritten Schüler, die Schritte 10-12 zu bauen. Die Schüler sollten sich gegenseitig helfen und die Teile zusammenfügen. Beispiel: Schritt 4 mit den Schritten 1, 2 und 3 zu verbinden, bedarf vielleicht mehr als zwei Hände.

## Bau Tipp:

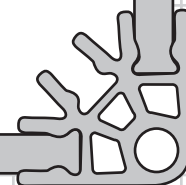
Achtet in Schritt 3 besonders auf die Platzierung des blauen Stabs (mit dem freien Ende) innerhalb des weißen Verbinders.

## Übung: Wie können Zahnräder eine Drehbewegung in eine lineare Bewegung wandeln?

### Schritte

1. (a) Geben Sie den Schülern etwas Zeit, ihr Modell zu untersuchen. Bitten Sie, (i) die Zahnradart zu identifizieren und (ii) die verschiedenen Arten einfacher Maschinen in ihrem Modell zu erkennen.
- (b) Jede Gruppe sollte genau untersuchen, wie der Mechanismus funktioniert. Halten Sie an der Tafel einige Richtlinien für die Untersuchung und Diskussion fest:
  - Wir arbeitet der Mechanismus?
  - Welche Teile bewegen sich?
  - Welche Art Bewegung wird an der blauen Kurbel angewendet (Antriebsbewegung)?

*Stirnrad, Rad und Achse, Hebel.*





- Beschreibe die Bewegung des Fensters (Abtriebsbewegung.)
- Warum wird für die Drehung des großen Abtriebsrades ein kleines Zahnrad als Antriebsrad eingesetzt?
- Wie kann die Geschwindigkeit der Abtriebsbewegung kontrolliert werden?
- Warum dreht sich die Kurbel mehrfach, während sich das Fenster nur langsam nach oben bewegt?

Die Beobachtungen sollten in die Hefte eintragen werden.

- Wiederholen Sie die Schritte vom Einsetzen der Kraft am Griff bis zum Heben des Fensters. Bitten Sie Freiwillige um eine Beschreibung der Geschehnisse, sie sollten wie folgt beginnen:  
 "Wird die Kurbel gegen den Uhrzeigersinn gedreht, ..."  
 Halten Sie die Schritte an der Tafel fest.  
 Wiederholen Sie die Gedanken aus 1(b).
- Wiederholen Sie, wie einfache Maschinen Arbeit erleichtern können – sie multiplizieren die angewandte Kraft oder sie erhöhen die zurückgelegte Strecke (Geschwindigkeit) auf der sich ein Widerstand bewegt. Erinnern Sie, dass Kraft und Weg nicht gleichzeitig erhöht werden können.
- (a) Senken Sie das Autofenster komplett nach unten und drehen Sie anschließend die blaue Kurbel um eine volle Umdrehung, um das Fenster zu heben.

- Wie weit bewegt sich das erste 14-zahnige dunkelgelbe Zahnrad, wenn die Kurbel um eine volle Umdrehung bewegt wird? Markieren Sie den Startpunkt mit einem Stift oder einem Punktsticker auf dem Zahnrad und zählen Sie, um wie viele Zähne es sich bewegt, während Sie die Kurbel drehen.

*Dieses Zahnrad vollzieht eine komplette Umdrehung.*

Die Schüler sollten ihre Antworten in einer Tabelle, wie unten gezeigt, festhalten. (DATENTABELLE 1)

- Wie weit bewegt das 34-zahnige gelbe Zahnrad, das mit dem hellbraunen Zahnrad ineinandergreift? Halten Sie die Antwort in der Tabelle fest.

*Dieses Zahnrad dreht sich um ca. 14 Zähne – etwas weniger als eine halbe Umdrehung.*

- Basierend auf den obigen Beobachtungen: Was dreht schneller – das Antriebsrad oder das Abtriebsrad?

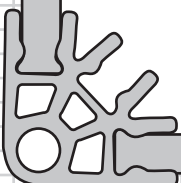
*Antriebsrad*

- (nur für 5. Klasse)  
 Berücksichtigen Sie die Kenntnisse in Bezug auf das Übersetzungsverhältnis. Was wird erreicht oder multipliziert, wenn die Energie durch die erste Getriebeanordnung läuft?

*Die Schüler sollten schlussfolgern, dass sich das Abtriebsrad langsamer dreht als das Antriebsrad. Wenn Geschwindigkeit verloren geht, wurde durch das Getriebe die Kraft vervielfacht.*

- Wie wird die Kraft auf das zweite Getriebe übertragen? Wie sind die beiden Getriebe verbunden?

*Die Kraft wird entlang der Achse, die das große Zahnrad des ersten Getriebes mit dem kleinen Zahnrad des zweiten Getriebes verbindet, übertragen.*

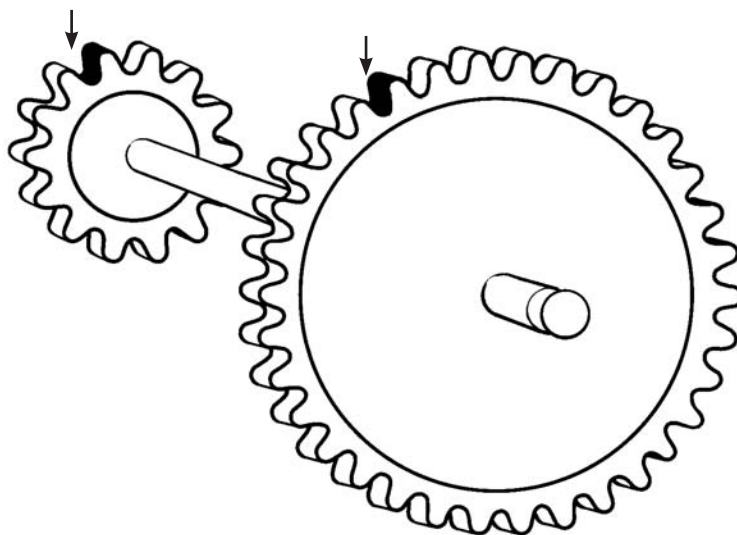




DATENTABELLE 1

	1. Zahnradgetriebe	
	14-zahniges Rad	34-zahniges Rad
Zahnradart (An-/Abtrieb)	Antriebsrad	Abtriebsrad
Ergebnis 1 Rotation der blauen Kurbel	1 komplette Umdrehung (über alle 14 Zähne)	Etwas unter einer halben Umdrehung (über 14 Zähne)
Schnellstes Zahnrad	✓	Verlust von Geschwindigkeit
Erzielte Kraft		✓

- (b) Platziere einen Punktsticker an einem Zahn des zweiten 14-zahnigen hellbraunen Zahnrads (es liegt auf der gleichen Achse wie das 34-zahnige gelbe Zahnrad.) Versuche, die Markierung auf dem hellbraunen Zahnrad so anzubringen, dass sie mit der Markierung auf dem gelben Zahnrad auf einer Linie liegt.



- (i) Drehe die blaue Kurbel um eine 1 komplette Umdrehung und achte darauf, wie weit sich das hellbraune und gelbe Zahnrad drehen. Du kannst die Zähne zählen oder die Bewegung mit dem Stand der Uhr vergleichen. Beispiel: das Zahnrad bewegt sich von 9 Uhr nach 2 Uhr. Die Schüler sollten ihre Ergebnisse in die Tabelle eintragen
- (ii) Angesichts der Tatsache, dass die beiden Zahnräder unterschiedliche Größe besitzen, wie erklärt sich das Ergebnis unter (i)?

*Den Schülern sollte auffallen, dass beide Zahnräder etwas weniger als eine halbe Umdrehung vollziehen.*

*Obwohl diese beiden Zahnräder unterschiedliche Größe besitzen, vollziehen sie eine gleiche Umdrehung, weil sie auf der gleichen Achse liegen.*



- (c) Platziere einen Punktaufkleber auf dem großen 82-zahnigen Rad. Senke das Autofenster wieder und drehe die blaue Kurbel um 1 volle Umdrehung, um das Fenster zu heben. Beobachte das 82-zahnige gelbe Zahnrad und zähle die Zähne um die es sich dreht.

- (i) Wie weit dreht es sich?  
Wie schnell dreht es sich im Vergleich zu den anderen Zahnrädern?

*Es bewegt sich um ca. 6-7 Zähne, oder fast um ein Zwölftel (1/12) einer kompletten Umdrehung – eine sehr kleine Strecke. Es dreht sich langsam.*

- (ii) Was wird mit dem zweiten Getriebe mit dem großen 82-zahnigen Rad erreicht?

*Die Schüler sollten schlussfolgern, dass das Abtriebsrad langsamer dreht als das Antriebsrad. Wenn Geschwindigkeit verloren geht, wird Kraft multipliziert.*

## DATENTABELLE 2

	2. Zahnradgetriebe	
	14-zahniges Rad	82-zahniges Rad
Zahnradart (An-/Abtrieb)	Antriebsrad	Abtriebsrad
Ergebnis 1 Rotation der on the gears blauen Kurbel	<i>etwas weniger als eine halbe (1/2) Umdrehung (6-7 Zähne)</i>	<i>Ca. ein Zwölftel (1/12) Umdrehung (6-7 Zähne)</i>
Schnellstes Zahnrad	✓	Verlust von Geschwindigkeit
Erzielte Kraft		✓

- (d) (i) Beschreibe, wie das Fenster vom zweiten Getriebe bewegt wird.

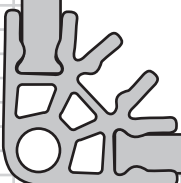
*Das Fenster wird durch Hebel an der Achse des großen Zahnrads im zweiten Getriebe befestigt. Wenn sich das große Zahnrad bewegt, wird die Kraft entlang der Hebel übertragen und das Fenster hebt und senkt sich.*

- (ii) Wie unterscheidet sich die Bewegung des Fensters von der Bewegung der Kurbel und der Zahnräder?

*Sie ist linear; die Kurbel und die Zahnräder drehen sich.*

5. Bitten Sie die Schüler, zu überlegen, wie der Einsatz von stärkerem Glas den Mechanismus des Autofensters beeinflussen würde.

*Die Schüler sollten folgern, dass das Fenster durch stärkeres Glas schwerer wird. Deshalb müssten die Getriebe und Hebel geändert werden, um eine höhere Abtriebskraft zu erzielen.*



## Anwendung

- ☉ Bitten Sie die Schüler, eine Skizze des Autofensters in ihre Hefte zu zeichnen. Sie sollten folgendes beschriften: Kurbel, Antriebsrad, Abtriebsrad und Hebel. Ihre Skizzen sollten zwei Antriebsräder und zwei Abtriebsräder aufzeigen.
- ☉ Die Schüler sollten Pfeile in ihre Skizzen einfügen, und damit die Bewegung der beweglichen Teile beim Heben des Fensters darstellen.
- ☉ Die Schüler sollten in ihrem Heften den Mechanismus beschreiben und dabei den Schritt-für-Schritt Vorgang aus obiger Übung heranziehen.
- ☉ Die Schüler sollten den folgenden Satz vervollständigen:  
 “Wenn Energie mittels der Maschine übertragen wird, geht \_\_\_\_\_ verloren, aber \_\_\_\_\_ wird gewonnen”  

Geschwindigkeit; Kraft
- ☉ Bitten Sie die Schüler über Folgendes nachzudenken:
  - ☉ Warum ist es wichtig, dass sich ein Autofenster langsam bewegt?
  - ☉ Wie wird das Fenstersystem in einem Familienauto gesichert und die Insassen vor Verletzungen geschützt?

## Weiterführend

(Klasse: 5)

1. Bitten Sie die Schüler, die mechanische Übersetzung JEDES Getriebes zu berechnen. Geben Sie folgende Richtlinie:
  - (i) Zähle die Zähne des Abtriebsrades.
  - (ii) Zähle die Zähne des Antriebsrades.
  - (iii) Teile die Anzahl der Zähne des Abtriebsrades durch die Anzahl der Zähne des Antriebsrades.

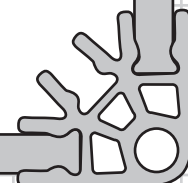
Erinnern Sie die Schüler: Wenn MA größer als 1 ist, wird die Kraft multipliziert. MA des ersten Getriebes ist gleich 2,4. MA des zweiten Getriebes ist gleich 5,8.

(Klasse: 5)

2. Fragen Sie die Schüler, ob sich die Berechnungen der mechanischen Übersetzung mit den Ergebnissen der Fragen 4a(i) und 4c(ii) aus der obigen Übung überschneiden. (mit den beiden Getrieben wurde Kraft gewonnen.)

## Hefteinträge:

- ✓ Beschriftete Skizze des Autofensters mit Pfeilen.
- ✓ Aufzeichnung der Beobachtungen der Schüler aus Schritt 1 (b) und 3.
- ✓ Ausgefüllte Datentabellen.
- ✓ Eine Erklärung zur Übertragung von Kraft und Bewegung durch die Maschine auf das Fenster.
- ✓ Beschreibung, wie die Änderung der Fenstereigenschaften den verwendeten Mechanismus beeinflusst.





# Der Mixer:

## Beispiel eines Kronenradgetriebes.



### ZIELE:

#### Die Schüler werden:

1. Den Mechanismus eines Systems bauen und erforschen, der in ein Objekt des täglichen Lebens eingebaut ist.
2. Beobachten, wie eine Drehbewegung mit einem Kronenradgetriebe von einer Ebene in eine andere übertragen wird.

## MATERIAL

### Jede Schülergruppe benötigt:

- 1 K'NEX Zahnräder Bau-Set mit Bauanleitung
- Schulhefte

### Sie benötigen:

- Einen Mixer + Lebensmittel zu Demonstrationszwecken.

**HINWEIS:** Unter dem Punkt Weiterführend finden sie weitere Übungen zum Modell SCHNEEBESEN. (siehe Seite 10 und 11 der Bauanleitung.)

## DURCHFÜHRUNG

### Einleitung

- Fragen Sie die Schüler, wie mit einem Stirnradgetriebe Bewegung übertragen wurde.

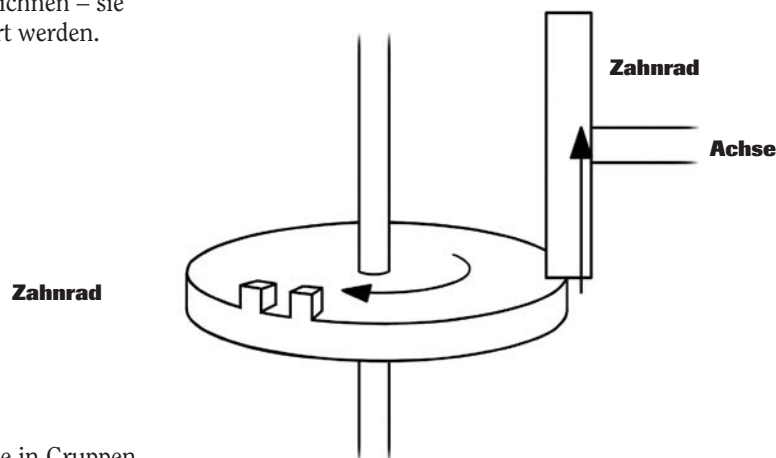
*Kraft und Bewegung werden von einem Zahnrad auf ein anderes innerhalb der gleichen Ebene übertragen.*

- Wenn ihre Schüler die Aufgabe zum Kurbel-Ventilator durchgeführt haben, wiederholen Sie, wie ein Stirnradgetriebe Arbeit erleichtern kann, indem Abtriebsgeschwindigkeit geändert wird oder die Abtriebskraft multipliziert wird. Es kann nicht beides, Kraft und Geschwindigkeit gewonnen werden. Erklären sie, dass es beim Einsatz einer einfachen Maschine immer einen Ausgleich geben muss. Sie erhöhen die Geschwindigkeit zu Lasten der Kraft oder umgekehrt. Bitten Sie um eine Beschreibung, was mit dem Einsatz eines Getriebes mit gleich großen Rädern erreicht wird.

*Von der Übung mit dem Kurbel-Ventilator sollten die Schüler wissen, dass bei Zahnrädern der gleichen Größe weder Kraft noch Geschwindigkeit erzielt wird. Sie können die Gelegenheit nützen und erklären, dass einige Maschinen Zahnräder gleicher Größe nützen, um die Richtung der Bewegung zu ändern.*

- Erklären Sie, dass das Stirnradgetriebe nur eine Art von Getriebeanordnung darstellt. Sagen Sie den Schülern, dass sie nun das Getriebe eines Mixers kennenlernen werden. Die Anordnung der Zahnräder bei einem Mixer unterscheidet sich von der des Autofensters. Ihr Mixer wird mit der Hand bedient.

- Zeigen Sie, wie ein echter Mixer funktioniert und besprechen Sie:
  - die verschiedenen Aufgaben eines Mixers.
  - wie einige Mixer unterschiedliche Geschwindigkeiten für das Schneiden, Schlagen oder Mischen von Nahrungsmitteln einsetzen.
- Benützen Sie den K'NEX Mixer als Beispiel und zeigen Sie an der Tafel wie einfache beschriftete Skizzen mit Pfeilen gezeichnet werden können, um damit die Drehrichtung der Zahnräder zu zeigen. Es ist dabei unnötig, alle Zähne des Zahnrads zu zeichnen – sie können symbolisiert werden.



- Teilen Sie die Klasse in Gruppen von 2 bis 3 Schülern.

## Aufgabe aus dem Bau-Set

- Verteilen Sie an jede Gruppe ein K'NEX Zahnräder Bau-Set. Bitten Sie die Schüler, die Seiten 6 und 7 der Bauanleitung aufzuschlagen und das Modell eines MIXERS zu bauen. Um Zeit zu sparen, empfehlen wir, dass ein Schüler die Schritte 1-4 baut, während ein weiterer Schüler aus der Gruppe die Schritte 6-8 übernimmt.

## Übung: Wie ändert diese Maschine die Richtung der Antriebskraft?

### Schritte

1. Geben Sie den Schülern einige Minuten Zeit, ihre Modelle zu untersuchen. Bitten Sie sie, das Getriebe zu lokalisieren. Fragen Sie, welche einfachen Maschinen in diesem Modell integriert sind.

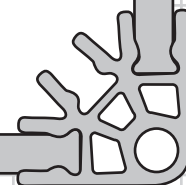
*Zahnradgetriebe, Rad und Achse. Das Getriebe dieses Modells verwendet ein Kronrad; wir empfehlen, dass die den Schülern Zeit geben, die Eigenschaften zu untersuchen, bevor Sie sie mit der Klasse weiter besprechen.*

2. Bitten Sie die Schüler, eine Skizze des Mixers in ihre Hefte zu zeichnen. Die folgenden Teile sollten eindeutig beschriftet werden: Kurbel, Antriebsrad, Abtriebsrad und Häcksler. Schreiben Sie diese Begriffe an die Tafel.

Bitten Sie die Schüler weiter, Bewegungspfeile zu jeden beweglichen Teil zu zeichnen.

3. Helfen Sie den Schülern, zu verstehen, wie ihr Modell funktioniert, indem Sie sie bitten Folgendes zu untersuchen:
  - (a) Wo greift die Energie/Kraft an?

*Die Energie/Kraft wirkt auf die Kurbel ein.*







- (b) Um welche Art von Bewegung handelt es sich bei der Antriebsbewegung?

*Die Antriebsbewegung ist eine Drehbewegung.*

- (c) Wo vollzieht sich die Abtriebsbewegung? Um welche Art Bewegung handelt es sich?

*Die Abtriebsbewegung vollzieht sich am Häcksler.  
Die Abtriebsbewegung ist ebenfalls eine Drehbewegung.*

- (d) Vergleiche Antriebs- und Abtriebsbewegung. Inwieweit sind diese Bewegungen gleich? Wie unterscheiden sie sich?

*Es sind beides Drehbewegungen, darin gleichen sie sich. Sie unterscheiden sich in der Drehrichtung, sie drehen gegensinnig. Das Messer dreht sich auf einer horizontalen Ebene. Die Kurbel dreht auf einer vertikalen Ebene. Wenn ihre Schüler mit dem Thema Ebenen nicht vertraut sind, akzeptieren sie ihre Beschreibung der Zahnradanordnung. Die Schüler sagen vielleicht, dass ein Zahnrad flach ist und das andere Zahnrad am Ende liegt.*

- (e) Untersuche und beschreibe die Bewegung jedes Teiles. Dreht sich das Teil in einer horizontalen oder vertikalen Ebene?

*Kurbel: vertikal; 1. Zahnrad: vertikal; 2. Zahnrad: horizontal; Messer: vertikal.*

- (f) Versuche, herauszufinden, wo sich die Bewegung von einer Bewegung in vertikaler Ebene (rauf und runter) auf eine horizontale (oder flache) Ebene ändert.

- (g) Bitten Sie die Schüler Folgendes mit ihren Teammitglieder zu besprechen:

- (i) Wie kann die Geschwindigkeit der Abtriebsbewegung kontrolliert werden.

*Die Drehgeschwindigkeit an der Kurbel wird angepasst.*

- (ii) Warum die Kurbel mit der gleichen Geschwindigkeit dreht wie die Schneideblätter.

*An- und Abtriebsrad haben die gleiche Anzahl an Zähnen und drehen mit der gleichen Geschwindigkeit. Die Kurbel ist direkt mit dem Antriebsrad verbunden, während die Schneideblätter direkt mit dem Abtriebsrad verbunden sind.*

- (iii) Ob es einfacher ist, den Mechanismus ohne Kurbelgriff zu drehen.

*Wenn ihre Schüler Rad und Achse kennengelernt haben, wissen sie, dass es einfacher ist, das Rad (Kurbelgriff) zu drehen als die Achse.*

4. Fragen Sie die Schüler, ob dieses Getriebe die Geschwindigkeit erhöht, oder die Richtung ändert. Ihre Beobachtungen sollten sie in ihre Hefte übernehmen.

*Die Schüler sollten feststellen, dass das Getriebe die Richtung der Bewegung ändert.*



## Anwendung

Erklären Sie den Schülern, dass sie ein **Kronenradgetriebe** erforscht haben. Bitten Sie die Schüler, eines der extra Zahnräder aus dem Set zu nehmen und Gründe für die Bezeichnung „Krone“ zu nennen. Wenn nötig, zeigen Sie den Schülern, dass das gelbe Zahnrad Zähne hat, die im 90°-Winkel zur Oberfläche des Zahnrads angebracht sind. Von der Seite betrachtet sieht es aus wie eine Krone. Diese Zähne verzahnen mit den Zähnen auf dem Rand eines weiteren Zahnrads und ändern somit die Richtung um 90°. Empfehlen Sie, dass die Schüler eine Notiz zur Bezeichnung dieses Zahnrads in ihre Hefte übernehmen.

Fragen Sie nach Freiwilligen, um mit der Klasse zu wiederholen, wie mit Hilfe eines Kronrades die Energie/Kraft von einer Ebene auf eine andere übertragen wird (oder um 90°).

Wo greift die Antriebskraft?

*An der Kurbel.*

Um welche Art von Bewegung handelt es sich bei der Antriebskraft?

*Drehbewegung.*

Was dreht das Antriebsrad?

*Die Kurbel dreht die Achse; das Antriebsrad liegt auf der gleichen Achse und dreht sich ebenfalls.*

Wie heißt dieses besondere Antriebsrad?

*Kronrad.*

Liegt das Antriebsrad in einer vertikalen oder horizontalen Position?

*Vertikal.*

Wie unterscheidet sich die Position des Abtriebsrades von der des Antriebsrades?

*Das Abtriebsrad liegt in einer horizontalen Ebene.*

Wie überträgt das Antriebsrad Energie auf das Abtriebsrad?

*Die Zähne der beiden Zahnräder greifen ineinander und somit dreht sich auch das Abtriebsrad, wenn das Antriebsrad gedreht wird.*

Wo entsteht die Abtriebskraft?

*An den Messern.*

Um welche Art von Abtriebsbewegung handelt es sich?

*Drehbewegung.*

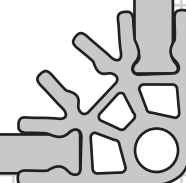
Die Schüler sollten aufgefordert werden, diese Informationen mit ihren eignen Worten und den entsprechenden Begriffen in ihre Hefte zu übernehmen.

Sie können außerdem die folgende Aussage ergänzen:

Ein Kronrad kann die Richtung der Bewegung \_\_\_\_\_ ändern.

Die Antworten können variieren: von einer Ebene auf eine andere Ebene; von einer vertikalen Ebene in eine horizontale Ebene; einige sagen vielleicht um 90°.

Vielleicht wollen Sie die Vorteile eines Kronenradgetriebes im Vergleich zu einem Stirnradgetriebe mit ihren Schülern untersuchen:





1. Wiederholen Sie die Ergebnisse – ein Kronengetriebe hilft, eine Arbeit zu leisten, indem es die Bewegungsrichtung ändert. Die heißt, die Antriebskraft kann in die Richtung erfolgen, in die es am leichtesten fällt, die Arbeit aber kann in einer anderen Richtung stattfinden.
2. Bitten Sie um einen Vergleich des Platzbedarfs der beiden Getriebearten (Stirnrad und Kronrad). Die Schüler sollten erkennen, dass es sich bei einem Kronenradgetriebe um eine kompaktere Anordnung handeln kann.

### Weiterführend

- Fragen Sie die Schüler, ob bei einem Kronenradgetriebe die gleichen Grundsätze hinsichtlich Getriebeübersetzung, Geschwindigkeit und Kraft vorliegen wie bei einem Stirnradgetriebe. Bitten Sie die Schüler ihre Annahmen in den Heften festzuhalten.
- Richten Sie die Aufmerksamkeit der Schüler auf die Anleitung für den SCHNEEBESEN auf den Seiten 10 und 11 der Bauanleitung. Besprechen Sie einige Eigenschaften des Schneebesens – der Bedarf an hoher Abtriebsgeschwindigkeit, um Eier schneller und effizienter schlagen zu können als mit einer Gabel.

- Welche andere Maschine haben sie kennengelernt, die mit hoher Geschwindigkeit arbeitet?

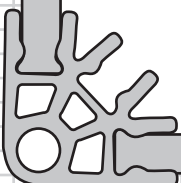
*Kurbel-Ventilator.*

- Kann für den Betrieb eines Schneebesens ein ähnliches Getriebe oder ähnlicher Mechanismus verwendet werden?

1. Fragen Sie die Schüler, ob sie nur mit Hilfe der Abbildung auf den Seiten 10 und 11 der Bauanleitung die Funktionsweise erklären können.

Nützen Sie die Fragestrategie, um das Verständnis der Schüler zu ermitteln:

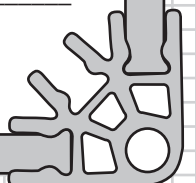
- (a) Schaue auf die Skizze und identifiziere die Teile, die sich bewegen, welche Aufgabe übernehmen sie.
  - (b) Wie sind die Teile miteinander verbunden und wie ändern sie die Richtung.
  - (c) Beschreibe die Richtung der Antriebsbewegung und die der Abtriebsbewegung.
  - (d) Identifiziere Antriebsräder und Abtriebsräder.
  - (e) Wie ist die Drehrichtung der An- und Abtriebsräder?
  - (f) Beschreibe, wie sich die Anordnung der Zahnräder beim Schneebesen von der beim Ventilator unterscheidet.
  - (g) Dreht sich der Griff mit der gleichen Geschwindigkeit wie der Quirl?
  - (h) Dreht sich der Quirl in der gleichen Richtung?
  - (i) Wäre es einfach oder schwer, den Mechanismus zu betreiben, wenn der Griff entfernt würde.
2. Geben Sie den Schülern Zeit, ihre Gedanken in den Heften festzuhalten.
  3. Geben Sie außerdem Zeit, den K'NEX SCHNEEBESEN zu bauen und zu untersuchen.
  4.
    - (a) Bitten Sie die Schüler, die Bewegungen und Funktion des untersuchten Mechanismus zu erklären.
    - (b) Wie unterscheidet sich ihre Interpretation der Zeichnungen von den Ergebnissen aus dem gebauten Modell?
    - (c) Bitten Sie die Schüler, zu beschreiben, ob es leichter war, das Modell oder die Zeichnung zu verstehen. Sie sollten ihre Antwort begründen können.



### Hefteinträge:

- ✓ Identifikation des Zahnradmechanismus.
- ✓ Beschriftete Skizze des Mixers mit Angabe von Richtungspfeilen.
- ✓ Aufzeichnung der Beobachtungen der Schüler unter Schritt 3.
- ✓ Identifikation der jeweiligen Bewegung der Teile.
- ✓ Identifikation der Änderung der Bewegungsrichtung und der Kraft.
- ✓ Wie kam das Kronrad zu seinem Namen.
- ✓ Vorteile eines Kronenradgetriebes hinsichtlich der Änderung der Bewegungsrichtung.

## NOTIZEN:

[illegible]



# Der Heimtrainer:

## Beispiel eines Kettengetriebes.



### ZIELE:

#### Die Schüler werden:

1. Den Mechanismus eines Systems bauen und erforschen, der in ein Objekt des täglichen Lebens eingebaut ist.
2. Beobachten, wie Bewegung und Kraft mit einem Kettengetriebe über eine Strecke übertragen werden.

## MATERIAL

### Jede Schülergruppe benötigt:

- 1 K'NEX Zahnräder Bau-Set mit Bauanleitung
- Schulhefte

### Sie benötigen:

- Ein Fahrrad (optional)

## DURCHFÜHRUNG

### Einleitung

- Wiederholen Sie mit den Schülern, wie Zahnräder verbunden sind und wie Energie/Bewegung mit Hilfe eines Stirnradgetriebes übertragen wird.

*Bei einem Stirnradgetriebe greifen die Zahnräder ineinander und liegen auf einer Linie. Kraft und Bewegung werden von einem Zahnrad auf das andere Zahnrad auf dieser Linie übertragen. Wenn ihre Schüler mit dem Begriff „Ebene“ vertraut sind, können sie erklären, dass die Kraft und Energie auf der gleichen Ebene übertragen wird.*

- Erinnern Sie die Schüler daran, wie ein Stirnradgetriebe Arbeit erleichtern kann, indem die Abtriebsgeschwindigkeit geändert wird oder die Abtriebskraft multipliziert wird. Es kann nicht beides, Kraft und Geschwindigkeit gewonnen werden. Erklären Sie, dass es beim Einsatz einer einfachen Maschine immer einen Ausgleich geben muss. Sie erhöhen die Geschwindigkeit zu Lasten der Kraft oder umgekehrt. Bitten Sie um eine Beschreibung, was mit dem Einsatz eines Getriebes mit gleich großen Rädern erreicht wird.

*Die Schüler sollten sich erinnern, dass bei Zahnrädern der gleichen Größe weder Kraft noch Geschwindigkeit erzielt wird. Das Ziel ist es, damit möglicherweise die Richtung der Bewegung zu ändern.*

- Erklären Sie, dass das Stirnradgetriebe nur eine Art von Getriebeanordnung darstellt. Sagen Sie den Schülern, dass sie nun eine weitere Art kennenlernen, ein Getriebe, bei dem sich die Zahnräder NICHT berühren. Das System, das sie untersuchen wird bei einem Fahrrad eingesetzt.

● Besprechen Sie, dass der Heimtrainer auf der Basis eines Fahrrads mit zwei Rädern entwickelt wurde. Stellen Sie wenn möglich ein Fahrrad zur Verfügung, das die Schüler untersuchen können. Alternativ können Sie die Schüler auch bitten, auf die Seiten 12 und 13 der Bauanleitung zu sehen und zu erklären, wie sie sich die Funktionsweise dieses Mechanismus vorstellen.

● Stellen Sie Fragen zur Funktion eines Fahrrads und fordern Sie sie auf, Begriffe zu verwenden, die sie bereits kennen und die im Zusammenhang mit einem Fahrradgetriebe stehen.

● Woher kommt die Kraft, ein Fahrrad zu fahren?

*Kraft der Füße, über die Pedale.*

● Welche Teile bewegen sich und was ist ihre Funktion?

*Verschiedene Antworten.*

● Wie wird die Kraft auf das Hinterrad übertragen?

*Kette.*

● Wie unterscheidet sich die Anordnung der Zahnräder in diesem Mechanismus von der des Stirnradgetriebes, das sie bereits untersucht haben.

Die Antworten auf diese Fragen, geben ihnen die Möglichkeit, das Kettengertriebe zu besprechen.

*Das Kettengertriebe nützt eine Kette um Drehkraft von einer Antriebsachse auf eine Abtriebsachse zu übertragen. Kettenzahnräder sind Räder mit Zähnen über die eine Kette läuft. Sie werden mit einem gewissen Abstand zu einander platziert, die Kettenglieder verzahnen sich aber mit den Zähnen auf den Kettenrädern. Dreht sich eines der Kettenzahnräder, bewegt es die Ketten und somit auch das anderen Rad.*

● Teilen Sie die Klasse in Gruppen von 2 bis 3 Schülern.

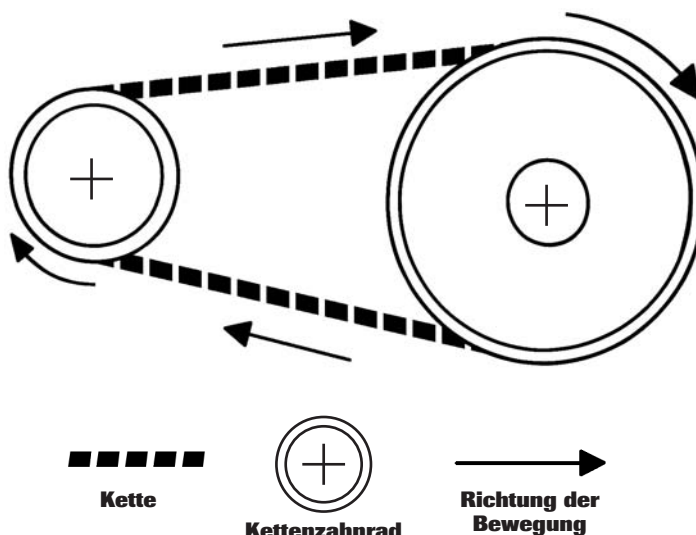
## Aufgabe aus dem Bau-Set

● Verteilen Sie an jede Gruppe ein K'NEX Zahnräder Bau-Set. Bitten Sie die Schüler, die Seiten 12 und 13 der Bauanleitung aufzuschlagen und das Modell eines HEIMTRAINERS zu bauen. Um Zeit zu sparen, empfehlen wir, dass ein Schüler die Schritte 1-6 baut, während ein weiterer Schüler aus der Gruppe die Schritte 7-11 übernimmt

## Übung: Wie wird mit einem Kettengertriebe Bewegung und Kraft übertragen?

### Schritte

1. (a) Geben Sie den Schülern etwas Zeit, ihre Modelle zu untersuchen. Fordern Sie die Schüler auf, die Teile ihres Fahrradmodells zu identifizieren.
- (b) Nehmen Sie das Modell als Beispiel und zeigen sie an der Tafel, wie einfache beschriftete Skizzen angefertigt werden können. Pfeile zeige die Bewegungsrichtung. Siehe Beispiel rechts:







- (c) Bitten Sie die Schüler, eine Skizze ihres Fahrrads zu zeichnen. Fordern Sie sie auf, den verschiedenen Teilen ihres Modells Namen zu geben. Sie können diese dann formalisieren oder auch nicht. Die folgenden Begriffe könnten dabei hilfreich sein:

**Kettenzahnrad, Kette, Pedal, Antrieb, Glieder, Antriebsrad, Abtriebsrad, Antriebsachse, Abtriebsachse.**

- (d) Lassen Sie die Schüler Pfeile an ihrer Skizze anbringen, die die Bewegungsrichtung jedes einzelnen Teils darstellen.
- (e) Bitten Sie die Schüler, die Bewegungsrichtung der Achse am Antriebsrad mit der Bewegungsrichtung der Achse des Abtriebsrades zu vergleichen.

*Beide Achsen drehen gleichsinnig.*

- (f) Die Schüler sollten ihre Beobachtungen festhalten.

2. Ermutigen Sie die Schüler, mit der Erforschung ihres Kettenantriebs fortzufahren und dabei die untenstehenden Fragen zu beantworten. Bitten Sie die Schüler, ihre Antworten in die Heft zu übernehmen.

- (a) Wo greift die Antriebskraft? Um welche Art von Bewegung handelt es sich bei der Antriebskraft?

*Die Antriebskraft greift an den Pedalen. Die Antriebsbewegung ist eine Drehbewegung.*

- (b) Wo entsteht die Abtriebsbewegung? Um welche Art von Bewegung handelt es sich?

*Die Abtriebsbewegung entsteht am Hinterrad. Es handelt sich ebenfalls um eine Drehbewegung.*

- (c) Welche Rolle spielt die Kette in diesem Mechanismus?

*Die Kette überträgt Energie/Bewegung vom Zahnrad an den Pedalen auf das Zahnrad am Hinterrad.*

- (d) Beschreibe die Übertragung von Energie/Bewegung an deinem Heimtrainer. Beginne an den Pedalen und beende am Hinterrad.

*Beim Drehen der Pedale wird Bewegung und die entsprechen Energie entlang der Antriebsachse auf das Kettenzahnrad am Vorderteil des Fahrrads übertragen (Antriebsrad). Wenn sich das vordere Kettenzahnrad dreht, wird Bewegung auf die Kette übertragen. Die Ketten wiederum überträgt diese Bewegung und seine Energie auf das Kettenzahnrad des Hinterrads (Abtriebsrad). Die Drehung des Abtriebsrades lässt das Hinterrad ebenfalls drehen.*

## Anwendung

**HINWEIS:** Es ist vielleicht hilfreich, ein Modell des Kurbel-Ventilators für Vergleichszwecke bereitzuhalten.

- ☉ Bitten Sie die Schüler, einen Grund niederzuschreiben, warum Fahrräder ein Kettengetriebe anstelle eines Stirnradgetriebes benützen. Für eine kleine Auffrischung können die Schüler ihre Aufzeichnungen zum Ventilator heranziehen.

*Die Antworten können variieren. Mögliche Antwort: Bei einem Stirnradgetriebe dreht das Abtriebsrad gegensinnig zum Antriebsrad. Um vorwärts zu fahren, müssten die Pedale nach hinten getreten werden.*

- ☉ Wenn die Schüler damit fertig sind, bitten Sie einzelne Schüler, ihre Gedanken der Klasse mitzuteilen. Notieren Sie die Antworten der Schüler an der Tafel.
- ☉ Gehen Sie die Liste durch. Bitten Sie die Schüler, an andere Maschinen zu denken, die Bewegung über eine Strecke hinweg übertragen. Sagen Sie den Schülern, dass nicht nur Ketten Bewegung über eine Strecke übertragen können. Fordern Sie sie auf, eine Liste anderer Maschinen zu erstellen, die Kettengetriebe für die Übertragung von Bewegung einsetzen. Sie werden dafür etwas Hilfe benötigen und es ist vielleicht eine gute Idee, Bilder einiger dieser Maschinen bereit zu halten. Sie können die Schüler dann fragen, wo das Kettengetriebe liegt. Beispiele, die sie verwenden können:
  - ☉ Kassenband in einem Supermarkt – an einer Kasse wird ein Förderband eingesetzt.
  - ☉ Eine Achterbahn in einem Freizeitpark – eine Kette zieht die Fahrzeuge der Achterbahn nach oben.
  - ☉ eine Rolltreppe in einem Kaufhaus.

## Weiterführend

(Klasse: 5)

1. Erinnern Sie die Schüler, dass der Begriff Getriebeübersetzung sich auf die Anzahl der Umdrehungen des Antriebsrads im Verhältnis zur Anzahl der Umdrehungen des Abtriebsrades bezieht. Bitten Sie die Schüler, die Übersetzung ihres Heimtrainers zu schätzen.
2. Bitten Sie die Schüler, zu erklären, warum Fahrräder mit 10-Gang-Schaltung und Mountainbikes unterschiedliche Zahnradgrößen haben.

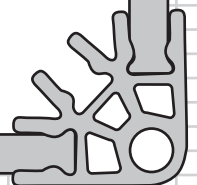
*Die Schüler sollten schlussfolgern können, dass die Übersetzung 1:1 ist, dies basiert auf der identischen Größe der benutzten Räder.*

*Mögliche Antwort: Verschiedene Zahnradkombinationen bieten verschiedene Übersetzungen. Die meisten schlagen vermutlich vor, dass sie beim Hochfahren eines Berges unterschiedliche Zahnradgrößen als beim Fahren auf einer flachen Straße einsetzen.*

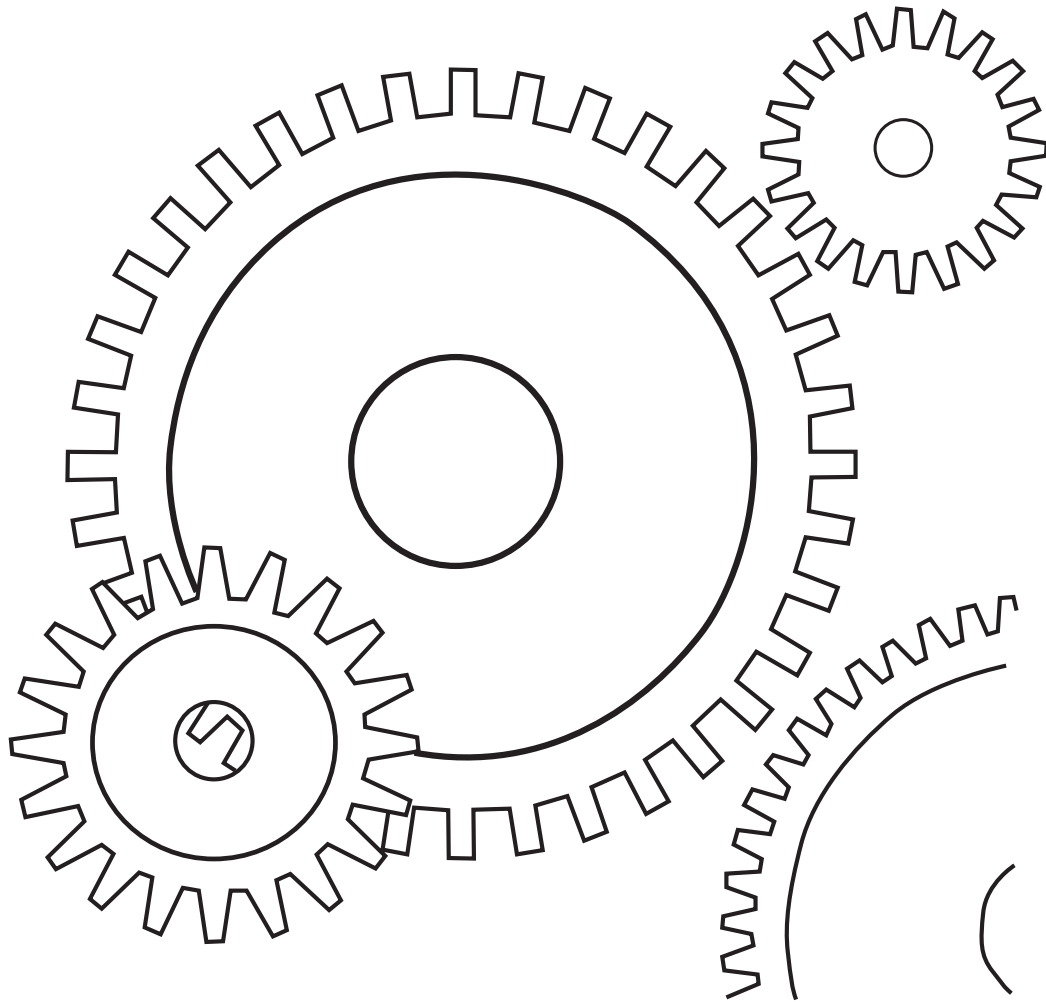
## HEFTEINTRÄGE:

Das Folgende sollte in den Heften eingetragen sein:

- ✓ Identifikation des Getriebemechanismus.
- ✓ Beschriftete Skizze des Heimtrainers mit Pfeilen, die die Bewegung angeben.
- ✓ Aufzeichnungen zu den Beobachtungen unter Schritt 2.
- ✓ Identifikation der jeweiligen Bewegung der einzelnen Komponenten.
- ✓ Beschreibung der Übertragung von Energie/Bewegung innerhalb eines Fahrrad-Systems.



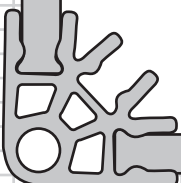
# ZAHNRÄDER: Änderung von Richtung, Geschwindigkeit und Kraft...



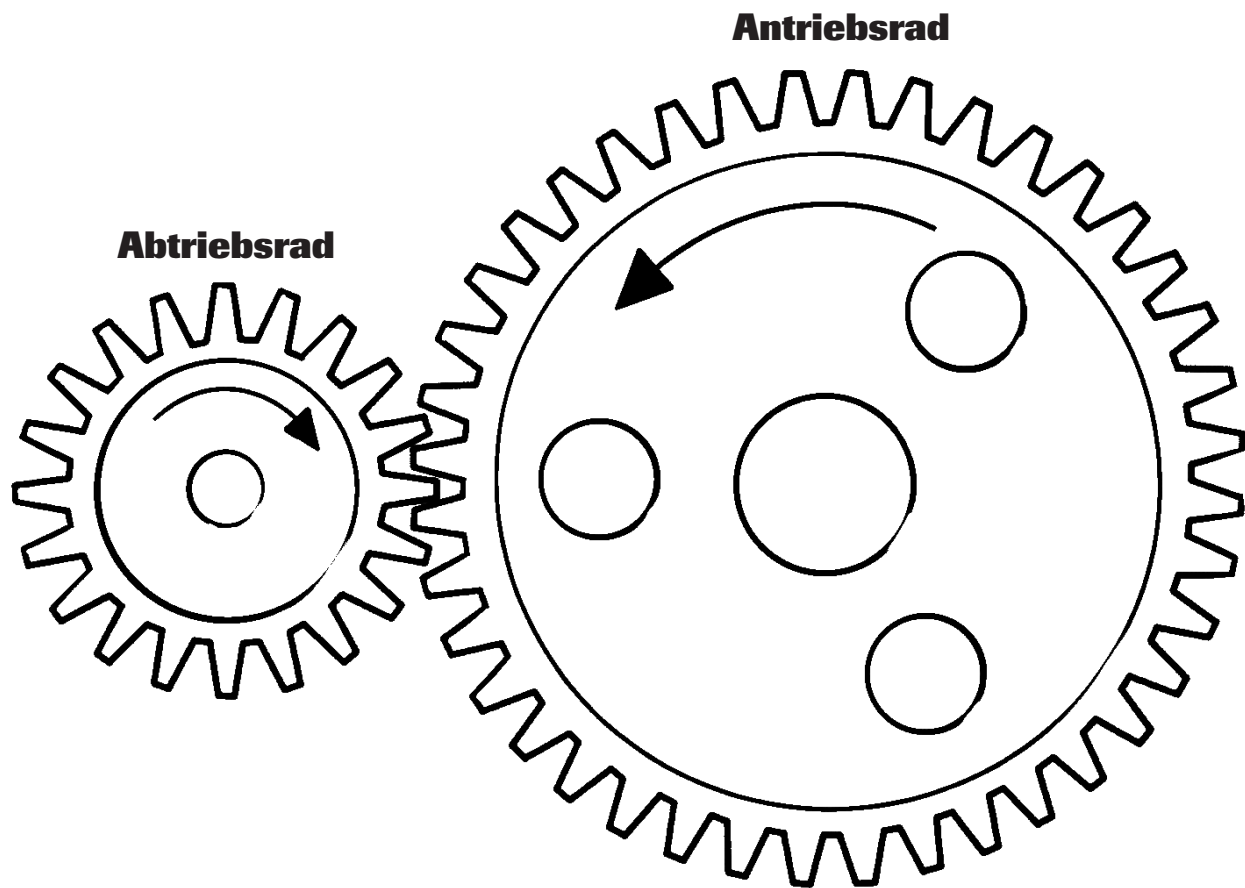
Ein Zahnrad ist ein Rad mit Zähnen an seinem äußeren Rand.

Zahnräder können:

- Die Bewegungsrichtung eines Objektes ändern.
- Die Bewegungsgeschwindigkeit eines Objektes ändern.
- Die Kraft ändern, die nötig ist, ein Objekt zu bewegen.



## ZAHRNÄDER: In Bewegung...

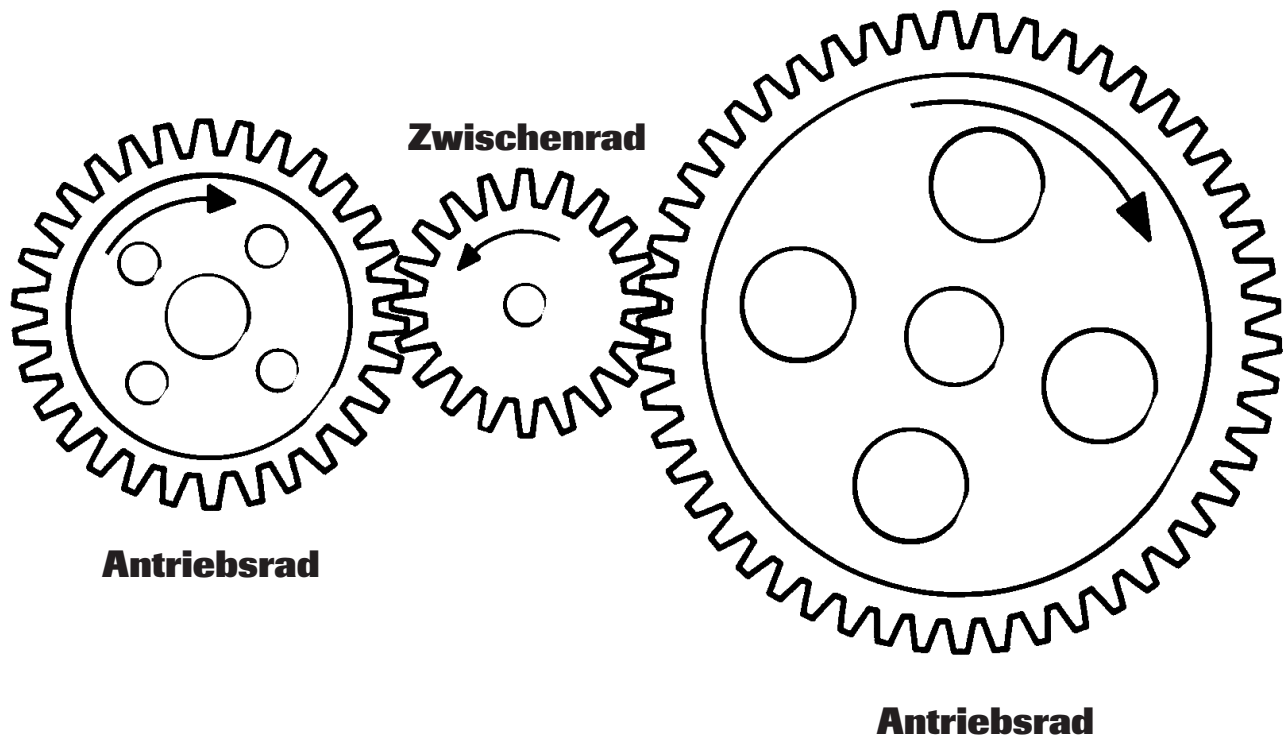


**ANTRIEBSRAD:** Das Zahnrad, an dem die Energie/Kraft einwirkt.

**ABTRIEBSRAD:** Das Zahnrad, das in das Antriebsrad greift.

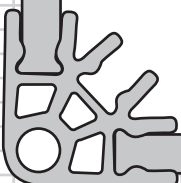


## ZAHNRADGETRIEBE: Änderung der Drehrichtung...

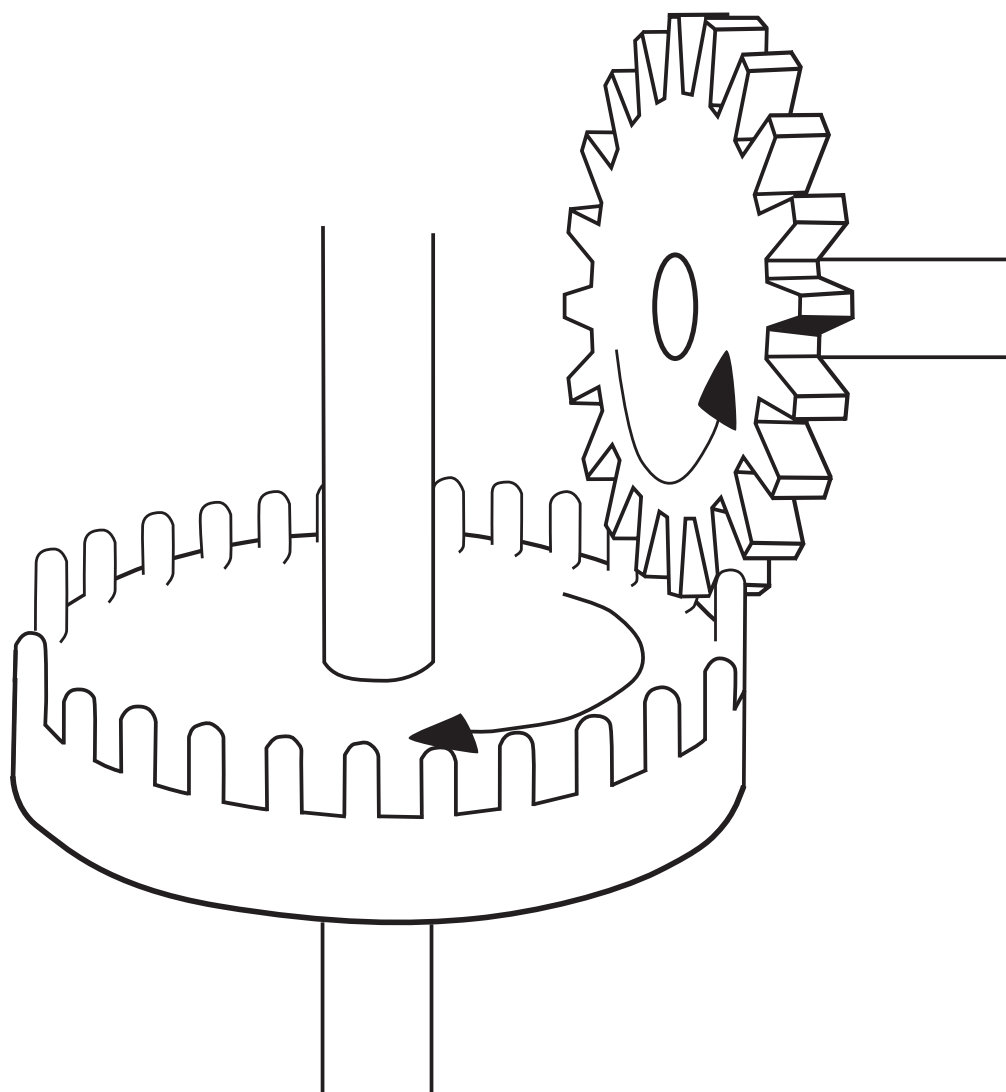


Zwei oder mehr Zahnräder, die ineinandergreifen formen ein Zahnradgetriebe. Verzahnte Zahnräder drehen gegensinnig.

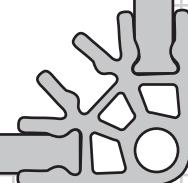
Ein Zwischenrad lässt die Räder auf beiden Seiten gleichsinnig drehen.



## KRONRÄDER: Änderung der Ebenen...

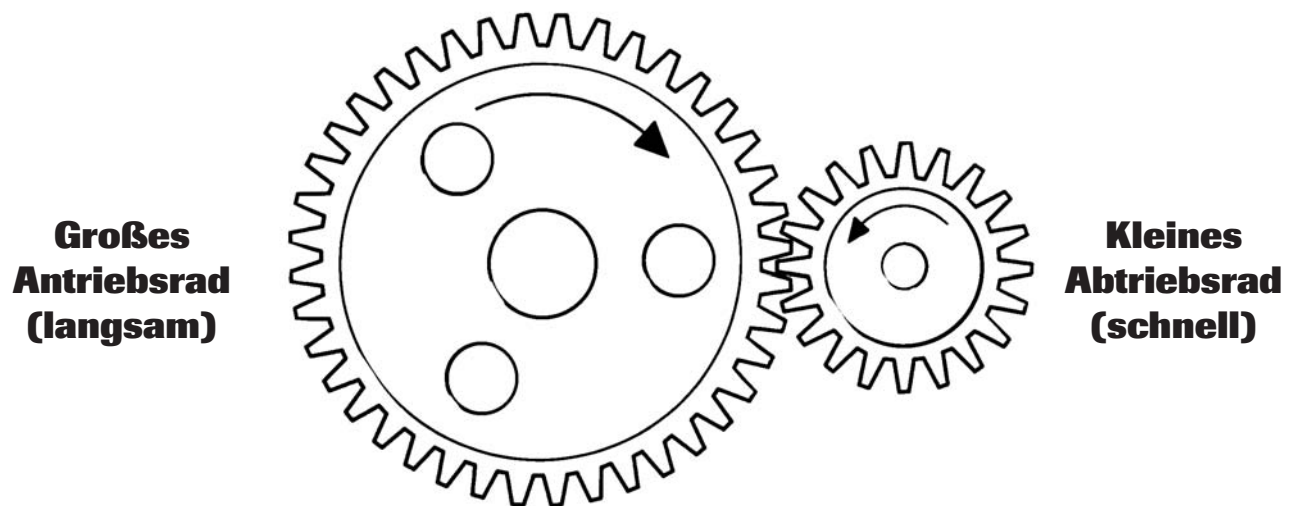


Ein Kronrad liegt im rechten Winkel ( $90^\circ$  Grad) zu einem anderen Zahnrad und ändert die Bewegungsrichtung. Ein Zahnrad dreht sich vertikal, während das andere Zahnrad horizontal dreht.

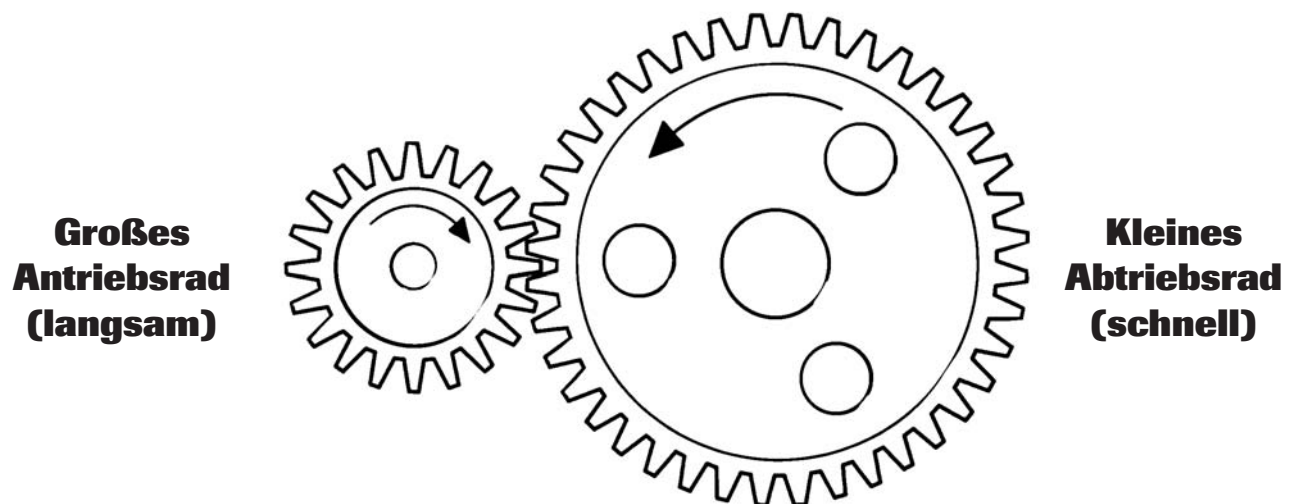




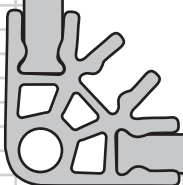
# ZAHNRÄDER: Änderung von Geschwindigkeit und Kraft...



ÜBERSETZUNG INS SCHNELLE: Ein großes Antriebsrad lässt ein kleines Abtriebsrad schneller drehen. Eine Übersetzung ins Schnelle steigert die Drehzahl, reduziert aber die Kraft.

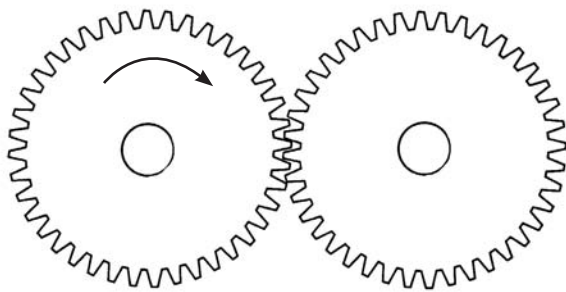


ÜBERSETZUNG INS LANGSAME: Ein kleines Antriebsrad lässt ein großes Abtriebsrad langsamer drehen. Eine Übersetzung ins Langsame vermindert die Drehzahl, erhöht aber die Kraft.

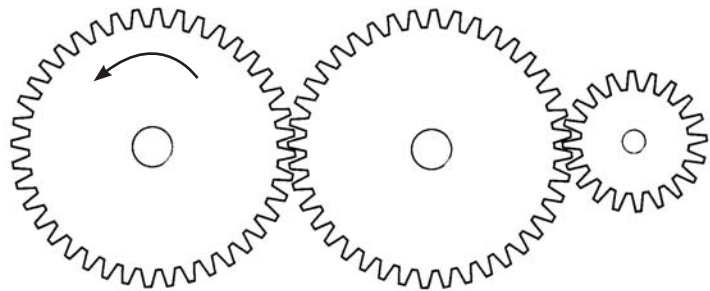


# ZAHNRÄDER: Versuche dies...

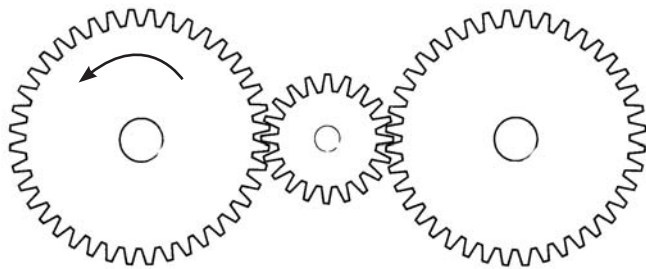
In welche Richtung drehen sich die Zahnräder?



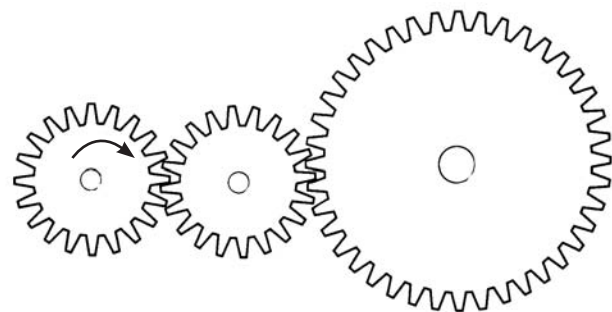
(a)



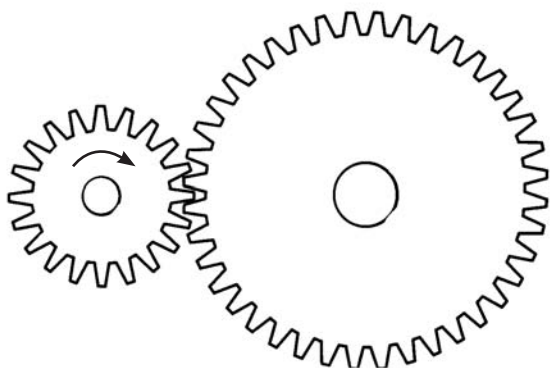
(b)



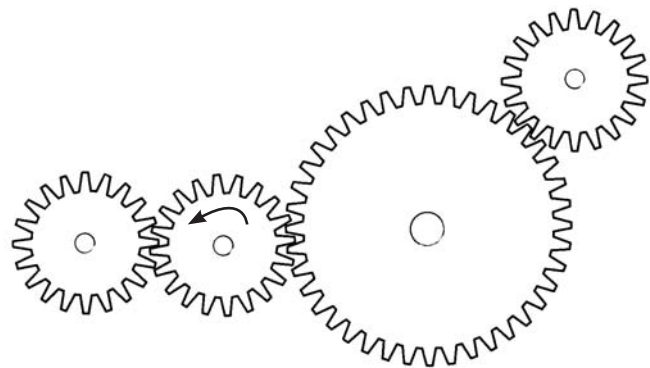
(c)



(d)



(e)



(f)