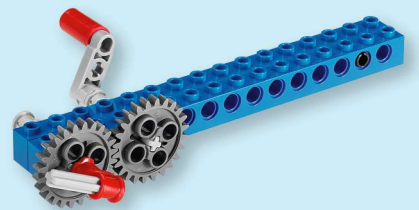
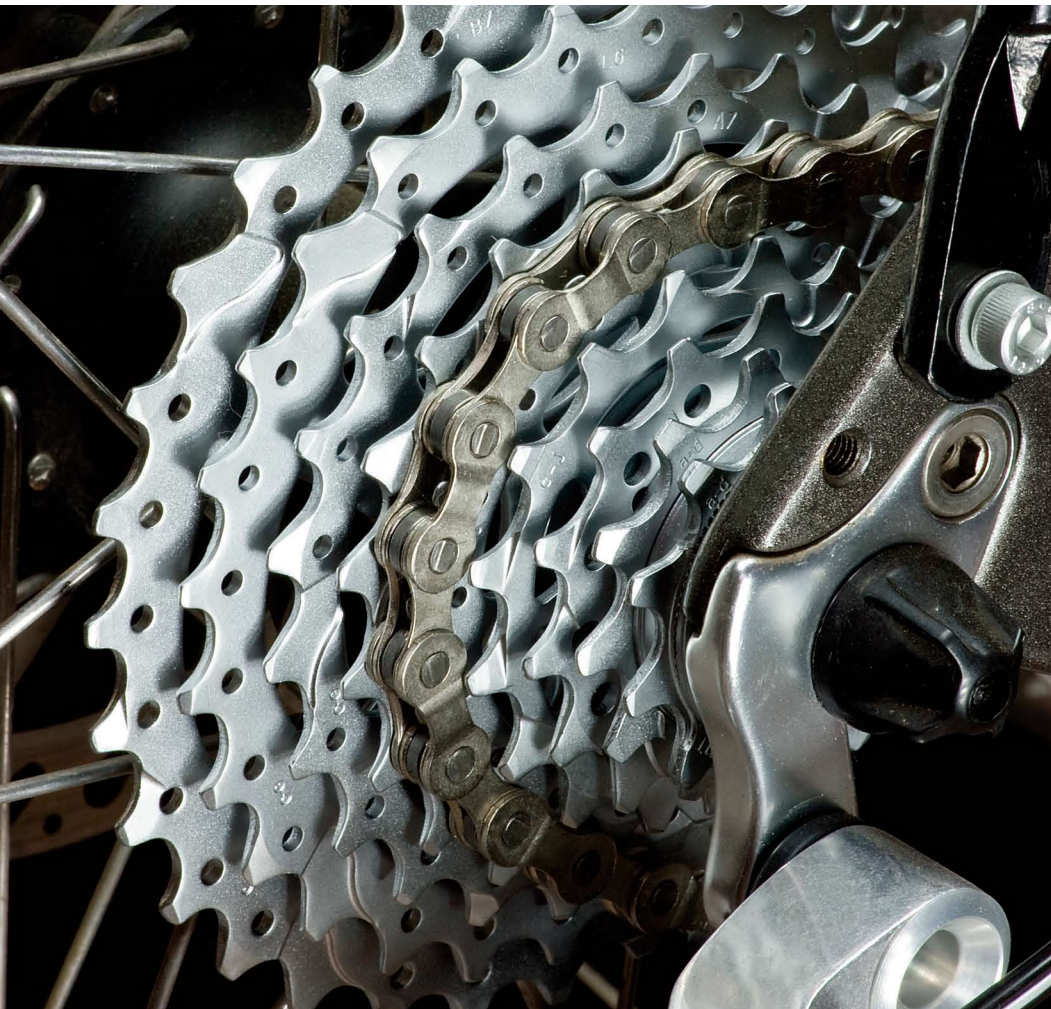




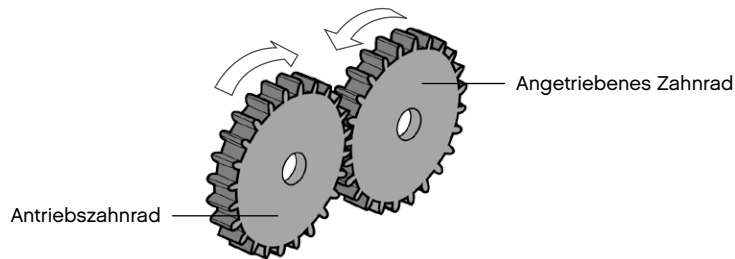
education



## Mechanische Elemente: das Zahnrad

## Mechanische Elemente: Zahnrad

Zahnräder sind mit Zähnen ausgestattet, die in die Zähne anderer Zahnräder eingreifen. Weil die Zähne sich gegenseitig umschließen, können sie Kräfte und Bewegung gut übertragen.



Das Antriebszahnrad wird durch eine äußere Kraft angetrieben, z. B. von deiner Hand oder von einem Motor. Jedes Zahnrad, das direkt von einem anderen Zahnrad bewegt wird, zählt zu den angetriebenen Zahnrädern. Das Antriebszahnrad leitet die äußere Kraft ein, das angetriebene Zahnrad gibt die Kraft wieder ab.

Mit einem Zahnradsystem (oder „Getriebe“) kann die Geschwindigkeit, Richtung und Kraft einer Bewegung verändert werden. Es gibt jedoch immer Vor- und Nachteile: Man kann beispielsweise nicht gleichzeitig die Kraft und die Geschwindigkeit erhöhen.

Wenn wir das Verhältnis der Geschwindigkeiten ausrechnen wollen, mit denen sich zwei ineinandergreifende Zahnräder drehen, müssen wir nur die Zähnezahl des angetriebenen Zahnrads durch die Zähnezahl des Antriebszahnrads teilen. Das Ergebnis wird Übersetzungsverhältnis genannt. Wenn ein angetriebenes Zahnrad mit 24 Zähnen in ein Antriebszahnrad mit 48 Zähnen eingreift, ergibt sich also ein Übersetzungsverhältnis von 1:2. Bei diesem Beispiel gibt das Verhältnis an, dass sich das angetriebene Zahnrad doppelt so schnell wie das Antriebszahnrad dreht.

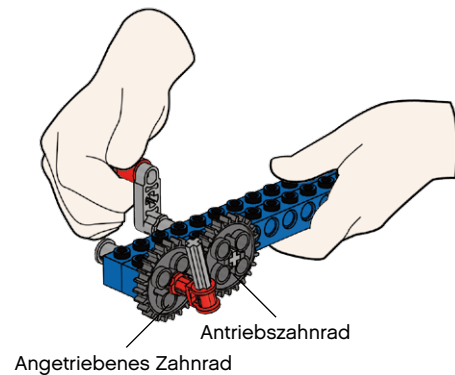
Zahnräder werden in zahlreichen Maschinen eingesetzt, bei denen die Geschwindigkeit und Kraft einer Drehbewegung geändert werden muss. Zu diesen Maschinen zählen viele elektrische Werkzeuge, Autos oder auch Rührgeräte.

### Schon gewusst?

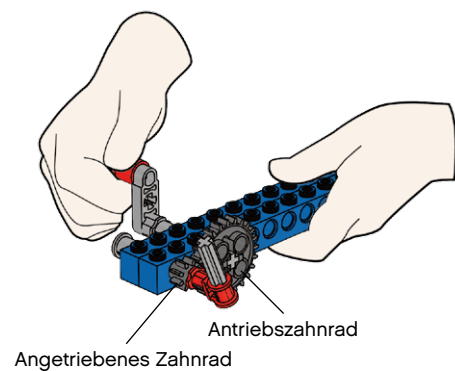
Nicht alle Zahnräder sind rund: Manche Zahnräder sind viereckig, dreieckig oder auch elliptisch.

**G1**

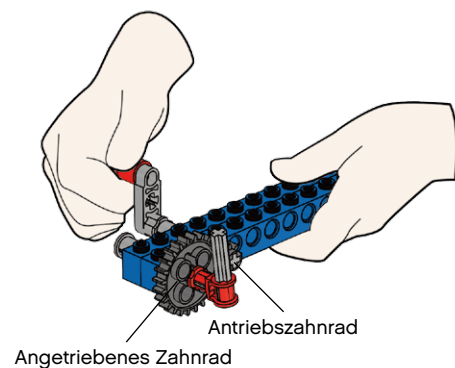
Das Modell besitzt ein Übersetzungsverhältnis von 1:1. Die Geschwindigkeit (Drehzahl) von Antriebszahnrad und angetriebenem Zahnrad ist gleich, weil beide Zahnräder dieselbe Zähnezahl aufweisen. Antriebszahnrad und angetriebenes Zahnrad drehen sich in gegensätzliche Richtungen.

**G2**

Bei diesem Modell erfolgt eine Übersetzung: Das große Antriebszahnrad treibt ein kleineres Zahnrad an, dessen Welle sich dadurch schneller dreht, aber auch weniger Kraft abgibt.

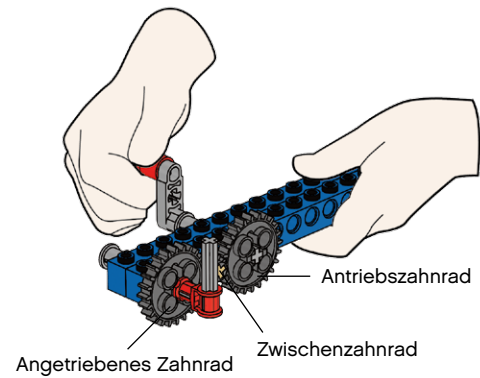
**G3**

Bei diesem Modell erfolgt eine Untersetzung: Das kleine Antriebszahnrad treibt ein größeres Zahnrad an. Die Welle des angetriebenen Zahnrads dreht sich zwar langsamer, erhält aber mehr Kraft.

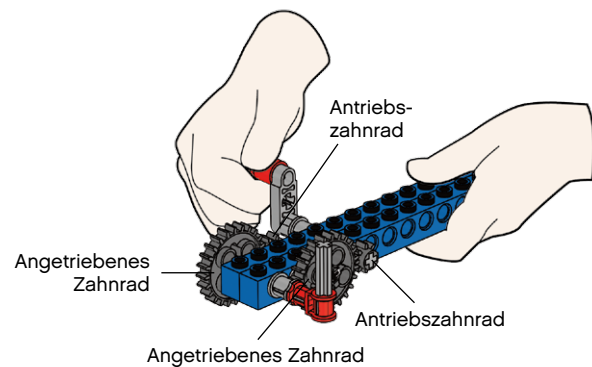


**G4**

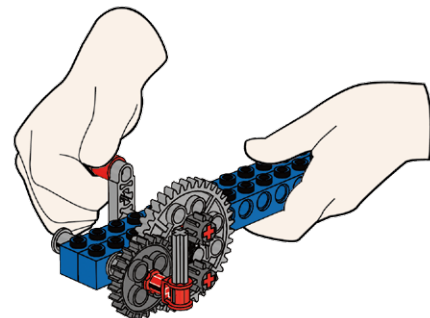
Das Getriebe des Modells verfügt über ein Zwischenzahnrad (kleines Zahnrad). Das Zwischenzahnrad beeinflusst weder die Geschwindigkeit noch die Kraft von Antriebszahnrad und angetriebenem Zahnrad. Antriebszahnrad und angetriebenes Zahnrad drehen sich mit derselben Geschwindigkeit in dieselbe Richtung.

**G5**

Dieses Modell verfügt über ein mehrstufiges Getriebe. Aufgrund der Anordnung der Zahnräder wird die Drehzahl deutlich reduziert, die Kraft am Getriebeausgang im Vergleich zur Eingangskurbel aber stark erhöht. Das kleine Antriebszahnrad treibt ein größeres Zahnrad an, auf dessen Welle (an der anderen Seite) wiederum ein kleines Antriebszahnrad sitzt. Dieses wird ebenso in Bewegung versetzt und treibt ein weiteres großes Zahnrad an, das sich noch langsamer dreht.

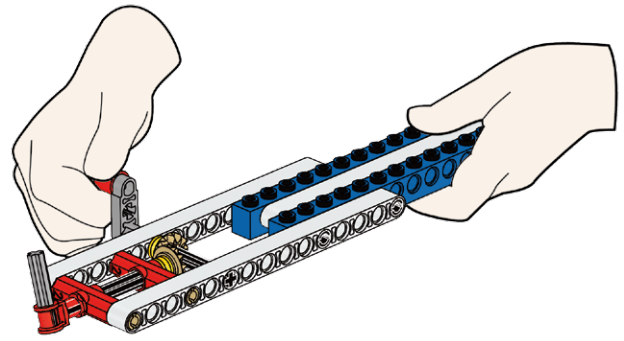
**G6**

Dieses Modell ist mit einem Getriebe ausgestattet, das eine periodische Bewegung herstellt: Das angetriebene Rad hält immer wieder für kurze Zeit an. Die Geschwindigkeit wird deutlich reduziert, denn das angetriebene Zahnrad bewegt sich nur, wenn es in eines der beiden Antriebszahnäder eingreift.

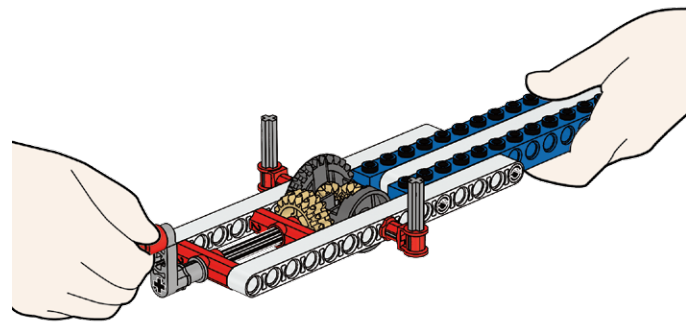


**G7**

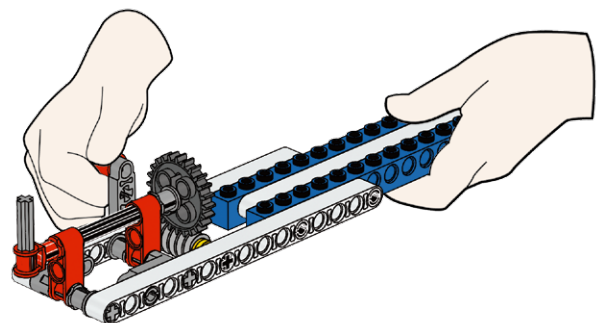
Bei diesem Modell wird die Bewegungsrichtung abgewinkelt. Die beiden Kegelräder geben die Bewegung ohne Kraft- und Drehzahländerung weiter, stellen aber einen Winkel von  $90^\circ$  her.

**G8**

Dieses Modell verfügt über ein Differentialgetriebe. Die eingeleitete Bewegung wird um  $90^\circ$  abgewinkelt und an zwei Ausgänge weitergegeben. Wenn einer der Zeiger an den Ausgängen angehalten wird, verdoppelt sich die Geschwindigkeit des anderen. Wenn beide Zeiger festgehalten werden, kann die Kurbel nicht gedreht werden.

**G9**

Dieses Modell verfügt über ein Schneckenrad. Die Drehzahl wird stark verringert, weil das Schneckenrad eine ganze Umdrehung ausführen muss, damit sich das darüber liegende Zahnrad um einen Zahn weiterdreht. Die Bewegungsrichtung wird um  $90^\circ$  abgewinkelt. Die Kraft am Ausgang ist deutlich höher als am Getriebeeingang. Schneckenräder können ausschließlich als Antriebszahnäder verwendet werden.



**G10**

Dieses Modell verfügt über ein Zahnstangengetriebe. Im Gegensatz zu den vorherigen Zahnradanordnungen kann ein Zahnstangengetriebe nur für lineare (geradlinige) Bewegungen eingesetzt werden, nicht zur Herstellung von Drehbewegungen. Beim Drehen an der Kurbel bewegt sich die Zahnstange je nach Drehrichtung des kleinen Zahnrads („Ritzel“) vorwärts oder rückwärts.

