

Getriebe – Aufgaben Primarstufe

Dirk Fox

Wir beginnen mit einem einfachen Zahnradgetriebe, dann lernen wir andere Getriebearten kennen. Zum Abschluss werden einfache Übersetzungsgetriebe konstruiert.

Thema

Getriebe zur Bewegungsrichtungsänderung, Änderung der Lage und der Geschwindigkeit. Abschließend werden zwei wichtige Getriebe vorgestellt, die die Bewegungsart ändern.

Lernziel

- Verständnis von Getrieben zur Änderung der Drehrichtung
- Verständnis für die Berechnung von Getrieben, die die Bewegungsgeschwindigkeit verändern (ins Langsame und ins Schnelle)
- Konstruktion von Getriebe zur Änderung der Bewegungsart

Zeitaufwand

Die Konstruktion der Getriebe sollte jeweils nicht mehr als 10-15 Minuten Zeit erfordern. Anschließend sollte das Ergebnis kurz bewertet und diskutiert werden (5 Minuten). Der Gesamtaufwand für alle sechs Aufgaben wird auf zwei Schulstunden (2 x 45 Minuten) geschätzt; der Zeitaufwand für die Erläuterung der Hintergründe von Getrieben (Definition, Funktion, Geschichte), der mit den Aufgaben gemischt werden kann, auf eine weitere Schulstunde.

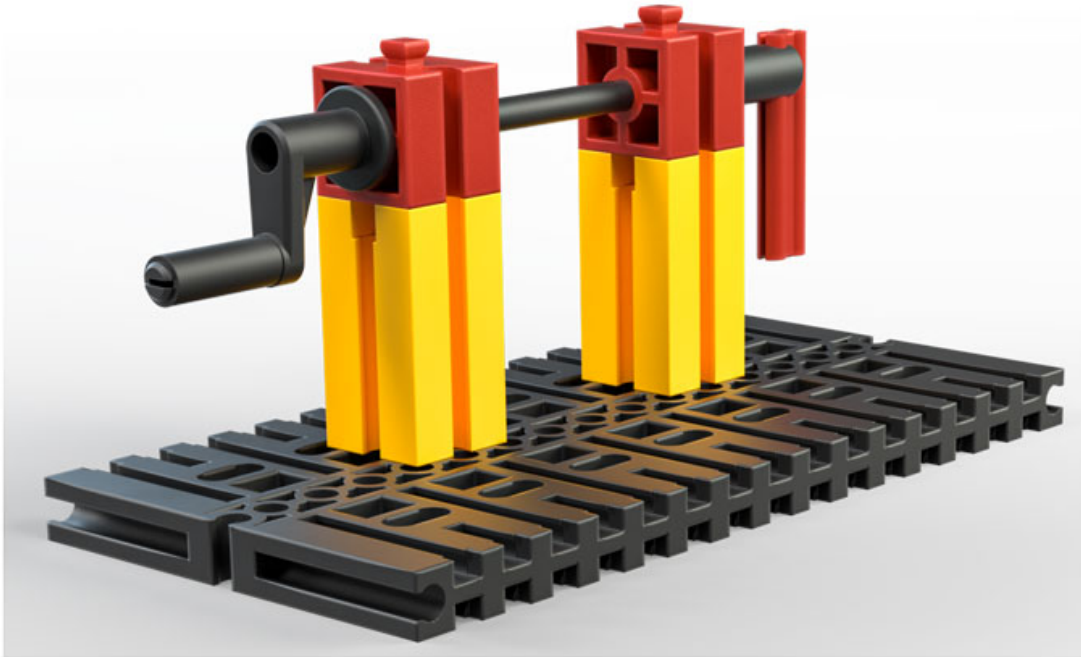
Bezug Curriculum

Land	Stufe/Fächer	Bezüge
BW	GS 3/4	SU-3.2.3.3 Bauten und Konstruktionen (4)(5), S. 47
BY	GS 3/4	HSU-6.2 Bauen und Konstruieren, S. 249
BE	GS 1-4	SU-3 Themen und Inhalte - Zur technischen Perspektive, S. 25 ff.
BB	GS 1-4	SU-3 Themen und Inhalte - Zur technischen Perspektive, S. 25 ff.
HB	GS 3/4	SU-Technik und Medien, S.32
HH	GS 3/4	SU-3.1.2 e Technik, S.24; 3.1.3 e Technik begreifen, S.29
HE	GS 3/4	SU-B 2.2.5 Technik, S. 133
MV	GS 3/4	WERKEN-Entwickeln, Montieren und Nutzen von technischen Objekten S.19, S.22
NI	GS 3/4	SU-3.1 Technik, S. 19
NW	GS 3/4	SU-3.2 Technik und Arbeitswelt, S. 45

RP	GS 1-4	SU-4 OR bebaute und gestaltete Umwelt, S. 25
SL	GS 3/4	SU-4 Technik, S.28, S.30
SN	GS 4	WERKEN-LB1 Warten und Pflegen technischer Objekte, S.13
ST	GS 3/4	GESTALTEN-Konstruieren/Formen/Fertigen, S. 13 ff.
SH	GS 3/4	FA SU-4 Themen und Inhalte des Unterrichts, S. 28
TH	GS 1-4	GS 1/2 WERKEN-2.2.2 Fahrzeugbau -Transport Menschen und Güter, S. 20; GS 3/4 WERKEN-2.2.3 Fahrzeugbau -Fördertechnik, S. 22

Getriebe Aufgabe 1 – Zahnrad- und Riemengetriebe

Konstruktionsaufgabe



Du siehst auf der Abbildung zwei parallele, gelagerte Achsen. Die eine ist der Antrieb (Kurbel), die andere der Abtrieb (kleine „Fahne“). Ergänze die Konstruktion um ein Getriebe aus Zahnrädern so, dass die beiden Achsen sich einander entgegengesetzt drehen, wenn du an der Kurbel drehst.

Experimentieraufgabe

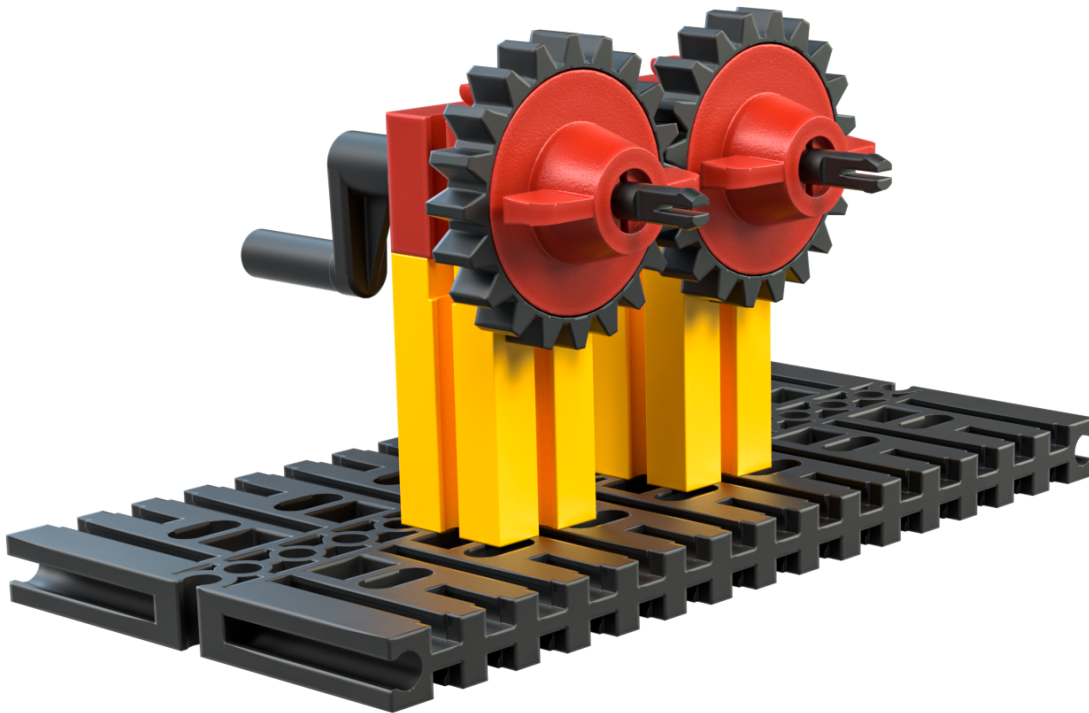
1. Wie kannst du das Zahnradgetriebe so erweitern, dass sich die beiden Achsen in derselben Richtung drehen?
2. Ändert sich die Bewegung des Abtriebs, wenn du ein anderes drittes Zahnrad verwendest?
3. Wie kannst du die Experimentieraufgabe 1 unter Verwendung einer Kette oder eines Gummibands statt der Zahnräder lösen?
4. Wie kannst du dein Gummiband-Getriebe so ändern, dass sich die Achsen einander entgegengesetzt drehen?

Lösungsblatt

Getriebe Aufgabe 1 – Zahnrad- und Riemengetriebe

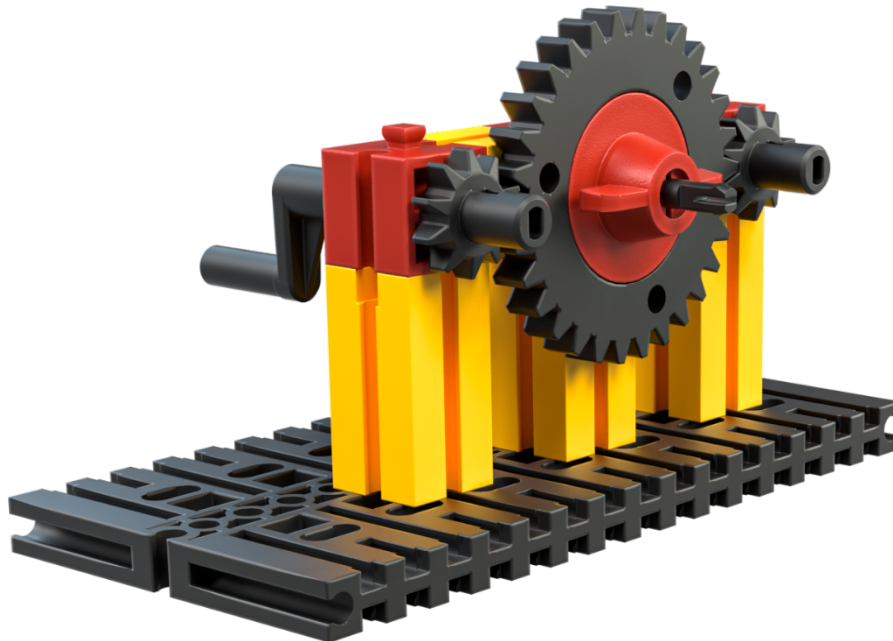
Zu den Experimentieraufgaben gibt es teilweise unterschiedliche Lösungen, die jeweils Vor- und Nachteile haben. Die Schülerinnen und Schüler sollen diese Lösungen vergleichend bewerten. Die Berechnung der Übersetzungsverhältnisse von Antrieb und Abtrieb (Aufgabe 5) ist eine schöne und sinnvolle praktische Anwendung der Bruchrechnung.

Konstruktionsaufgabe

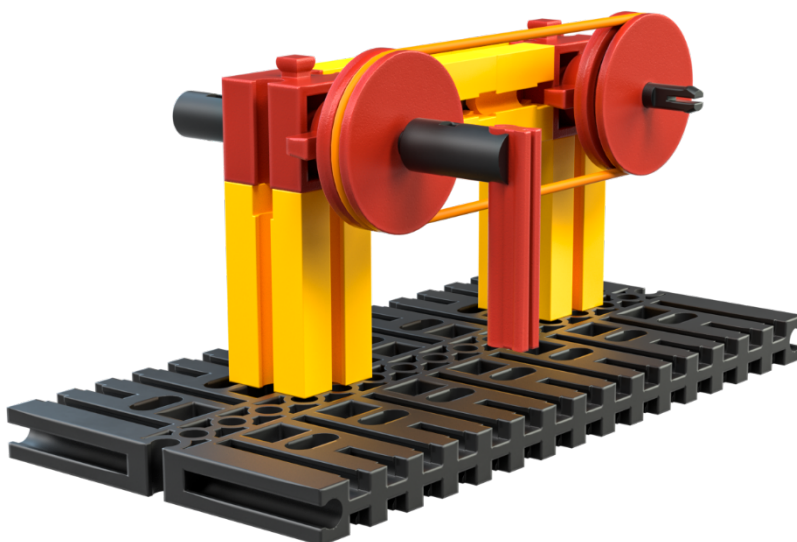


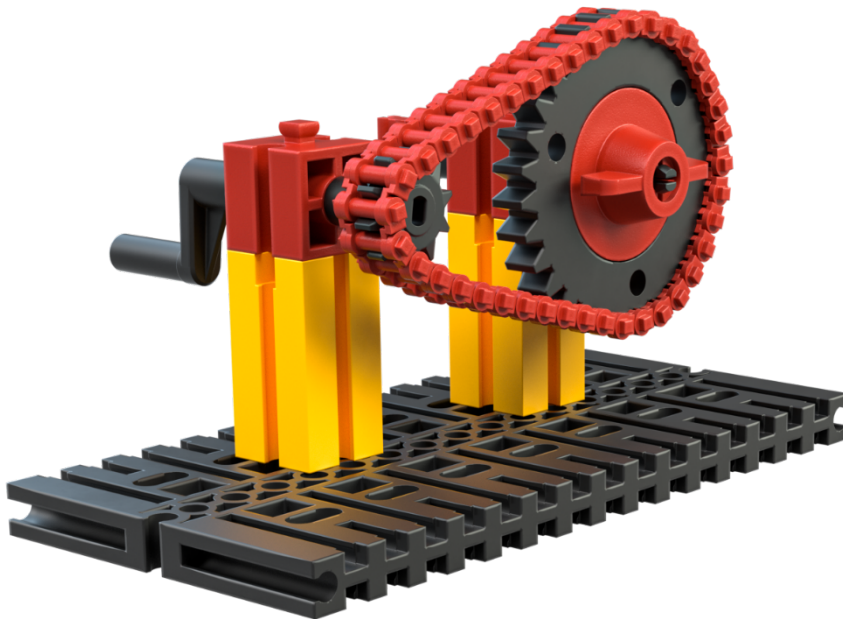
Experimentieraufgabe

1. Die Drehrichtung lässt sich durch ein weiteres Zahnrad (oder auch durch jede ungerade Anzahl an Zahnrädern) umkehren, sodass sich die Achsen wieder in derselben Richtung drehen.

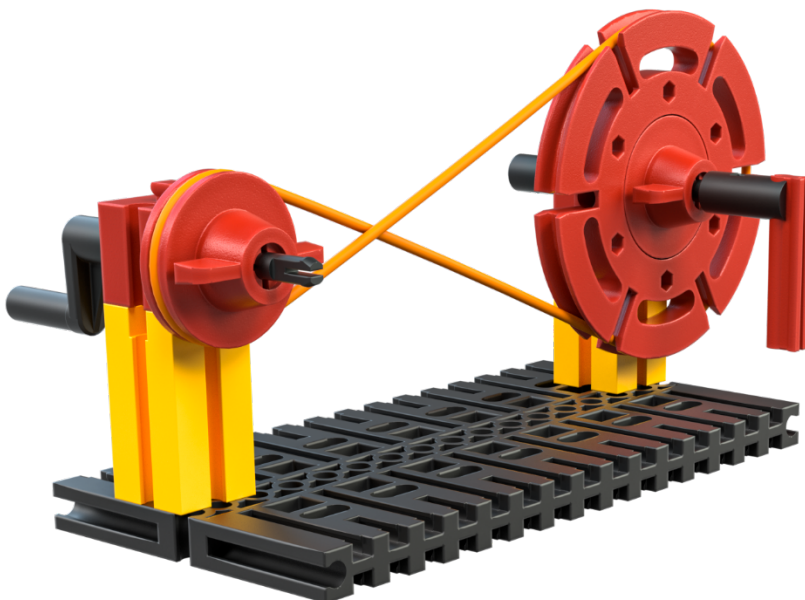


2. Die Bewegung des Abtriebs ändert sich nicht, wenn man das Z30 durch ein anderes Zahnrad ersetzt.
3. Bei einem Riemenantrieb und bei einem Kettenantrieb bleibt die Drehrichtung erhalten.





4. Eine Umkehrung der Drehrichtung gelingt durch Kreuzen des Antriebsriemens (Gummibands).



Getriebe Aufgabe 2 – Kegelzahnrad- und Kronradgetriebe

Konstruktionsaufgabe

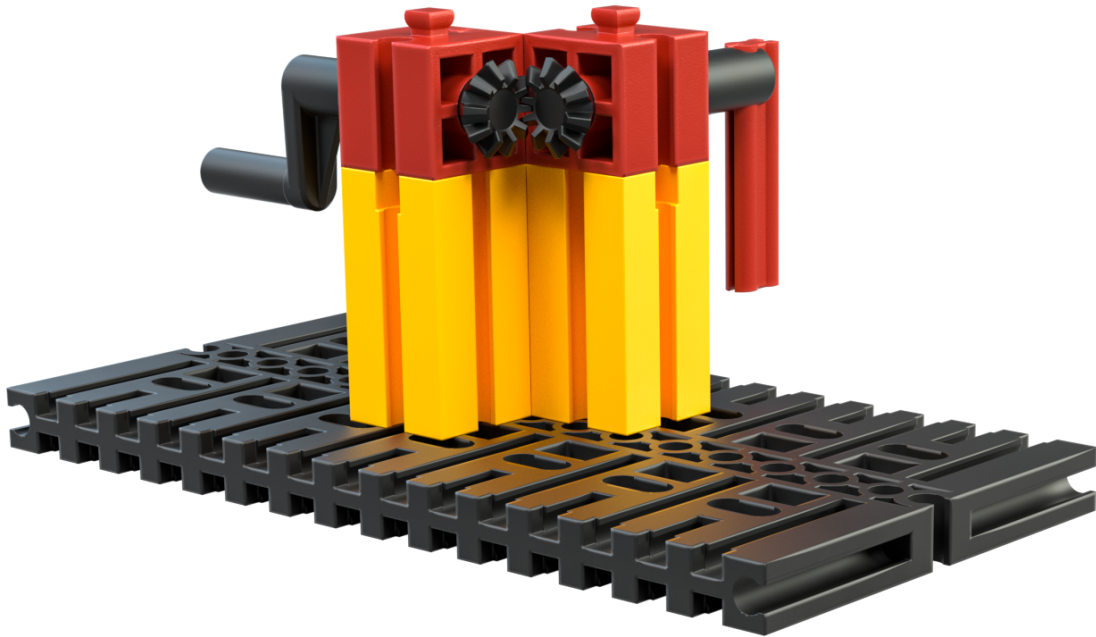


Abb. 2: Kegelzahnradgetriebe

Konstruiere das in der Abbildung gezeigte Getriebe. Die Zahnräder, die senkrecht, also in einem rechten Winkel (90°) aufeinandertreffen und ineinandergreifen („kämmer“), werden Kegelzahnrad genannt.

Thematische Frage

Betrachte den Abtrieb und drehe an der Kurbel. Welche der Achsen (Antrieb/Abtrieb) dreht sich schneller? Warum?

Experimentieraufgabe

1. Versuche, mit den Getriebe-Bauteilen aus dem Kasten ein anderes „ 90° -Getriebe“ ohne Kegelzahnrad zu konstruieren.
2. Beschreibe deine Konstruktion. Betrachte den Abtrieb und drehe an der Kurbel. Welche der Achsen (Antrieb/Abtrieb) dreht sich schneller? Warum?

Lösungsblatt

Getriebe Aufgabe 2 – Kegelzahnrad- und Kronradgetriebe

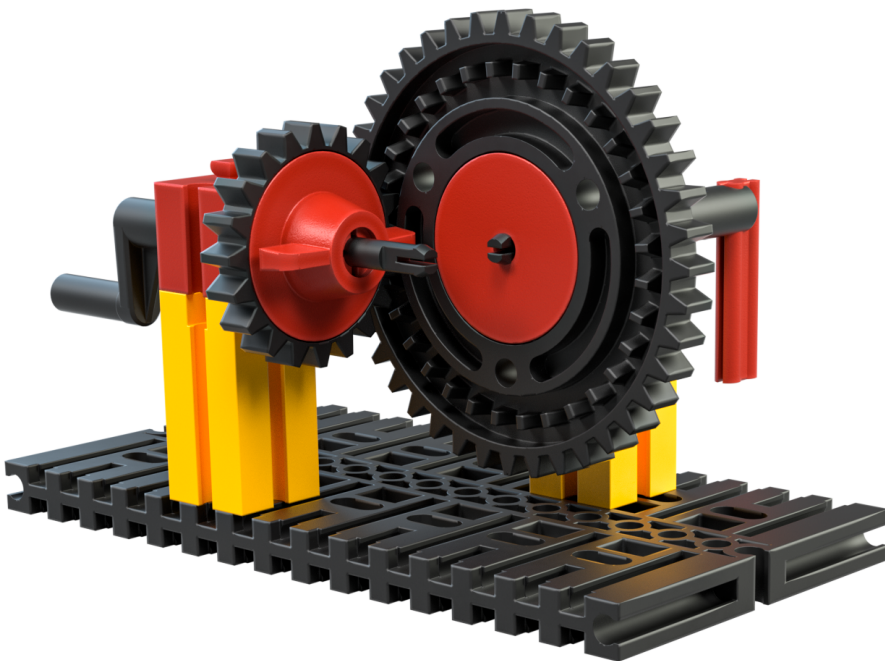
Zu den Experimentieraufgaben gibt es teilweise unterschiedliche Lösungen, die jeweils Vor- und Nachteile haben. Die Schülerinnen und Schüler sollen diese Lösungen vergleichend bewerten. Die Berechnung der Übersetzungsverhältnisse von Antrieb und Abtrieb ist eine schöne und sinnvolle praktische Anwendung der Bruchrechnung.

Thematische Frage

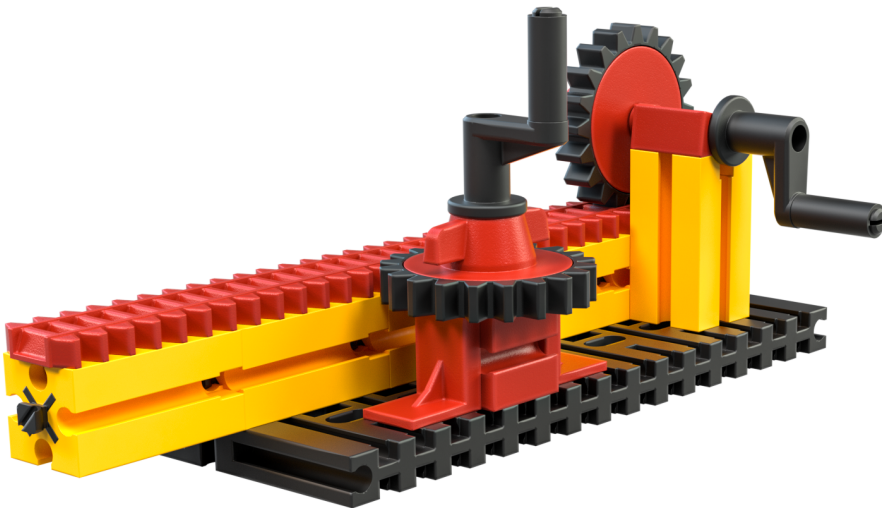
Beide Achsen drehen sich gleich schnell, denn die Anzahl der Zähne beider Kegelzahnräder (10) ist identisch (keine Übersetzung).

Experimentieraufgabe

1. Statt der Kegelzahnräder kann man ein Kronradgetriebe mit einem Z40 und bspw. einem Z20 konstruieren.



Eine alternative Konstruktion ist das folgende Zahnstangengetriebe. Auch hier erfolgt eine Umsetzung der Drehbewegung um 90° , wenn man die zweite Kurbel als Abtrieb versteht. Nachteil des Getriebes: Die Länge der Zahnstange ist begrenzt.



2. Bei der Konstruktion des Kronradgetriebes erfolgt eine Übersetzung 20:32 ins Langsame (oder, gekürzt: 5:8). Das bedeutet, dass sich das Z20 achtmal dreht, während das Z40 (Z32) fünf Umdrehungen macht. Das lässt sich mit einem farbigen Punkt-Kleber auf den Zahnrädern und Zählen beim Kurbeln, sehr leicht experimentell überprüfen.

Beim Zahnstangengetriebe bewegen sich Antriebs- und Abtriebsachse gleich schnell.

hat gelöscht:)

Getriebe Aufgabe 3 – Übersetzungsgetriebe (I)

Konstruktionsaufgabe

Konstruiere ein Zahnradgetriebe, bei dem sich die Abtriebsachse doppelt so schnell dreht wie die Antriebsachse (deine Kurbel).

Thematische Frage

Wovon hängt es ab, wie schnell sich die Abtriebsachse im Vergleich mit der Antriebsachse dreht?

Experimentieraufgabe

1. Experimentiere mit verschiedenen Zahnrad-Kombinationen. Wie kannst du die Umdrehungsgeschwindigkeit der Abtriebsachse (im Vergleich zum Antrieb) berechnen?
2. Kannst du ein solches Übersetzungsgetriebe, bei dem sich die Abtriebsachse schneller dreht als der Antrieb, auch mit einem anderen Getriebeprinzip konstruieren?

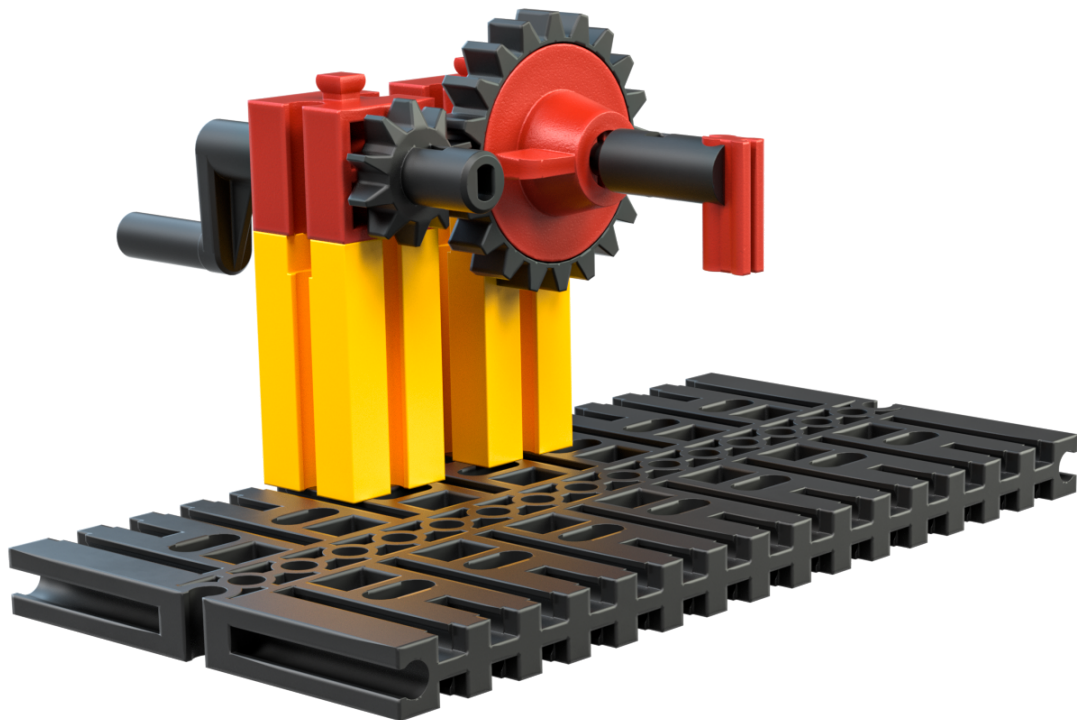
Lösungsblatt

Getriebe Aufgabe 3 – Übersetzungsgetriebe (I)

Zu den Experimentieraufgaben gibt es teilweise unterschiedliche Lösungen, die jeweils Vor- und Nachteile haben. Die Schülerinnen und Schüler sollen diese Lösungen vergleichend bewerten. Die Berechnung der Übersetzungsverhältnisse von Antrieb und Abtrieb ist eine schöne und sinnvolle praktische Anwendung der Bruchrechnung.

Konstruktionsaufgabe

Die Konstruktionsaufgabe kann durch eine Übersetzung eines Z20 auf ein Z10 gelöst werden, oder aber durch ein Z40 auf ein Z20.



Thematische Frage

Der Geschwindigkeitsunterschied drückt sich in dem Verhältnis der Zähne der Zahnräder zueinander aus.

Experimentieraufgabe

1. Durch Division der Zahl der Zähne der an der Übersetzung beteiligten Zahnräder: Zähnezahls des Zahnrads am Antrieb geteilt durch die Zähnezahls des Zahnrads am

Abtrieb ergibt den Faktor, um den die Abtriebsachse gegenüber der Antriebsachse beschleunigt oder verlangsamt wird.

2. Das gelingt z.B. mit einer Drehscheibe 60 auf der Antriebsachse und einer Nabe auf der Abtriebsachse, die über ein Gummiband verbunden werden.



Dasselbe gelingt mit einem Kettengetriebe unter Verwendung eines Z20 (Antrieb) auf ein Z10 (Abtrieb) oder eines Z40 auf ein Z20.

Getriebe Aufgabe 4 – Übersetzungsgetriebe (II)

Konstruktionsaufgabe

Konstruiere ein Zahnradgetriebe, bei dem sich die Abtriebsachse halb so schnell dreht wie die Antriebsachse (deine Kurbel) – das ist einfach.

Wie kannst du das Getriebe aus der Konstruktionsaufgabe in Aufgabe 3 so erweitern, dass sich die Abtriebsachse 12mal so schnell dreht wie die Antriebsachse?

Experimentieraufgabe

1. Versuche, mit den dir zur Verfügung stehenden Bauteilen ein Getriebe zu konstruieren, das die Abtriebsachse möglichst schnell antreibt.
2. Kannst du die Geschwindigkeit der Abtriebsachse im Verhältnis zur Antriebsachse bestimmen – durch Zählen der Umdrehungen, vielleicht aber auch durch Rechnen?

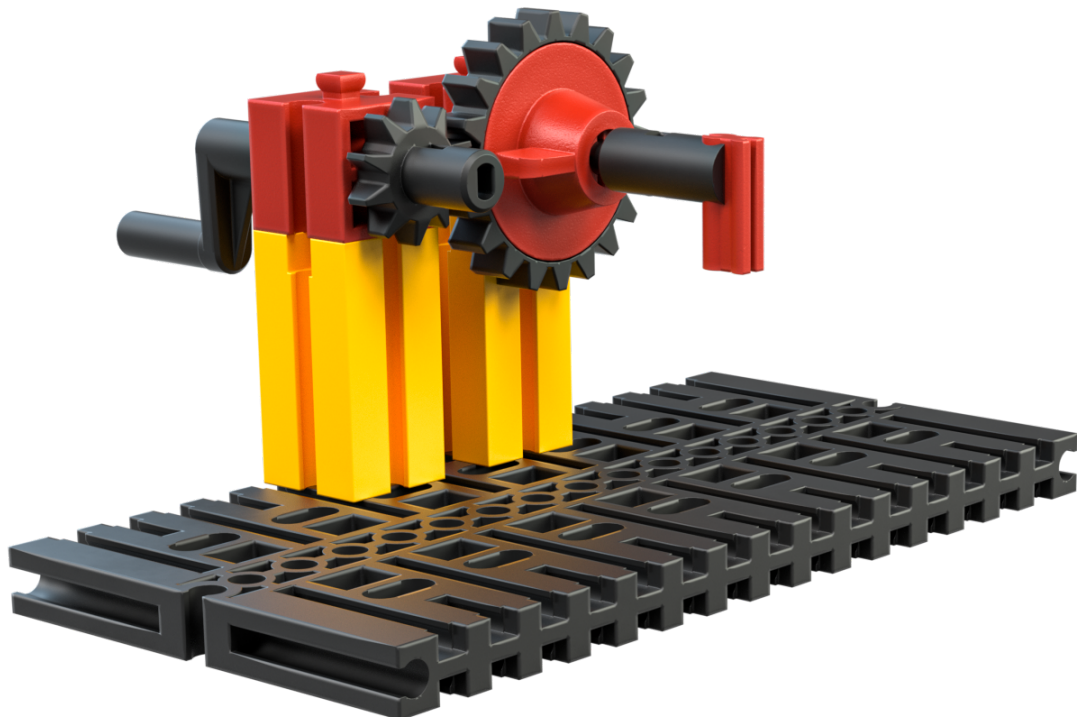
Lösungsblatt

Getriebe Aufgabe 4 – Übersetzungsgetriebe (II)

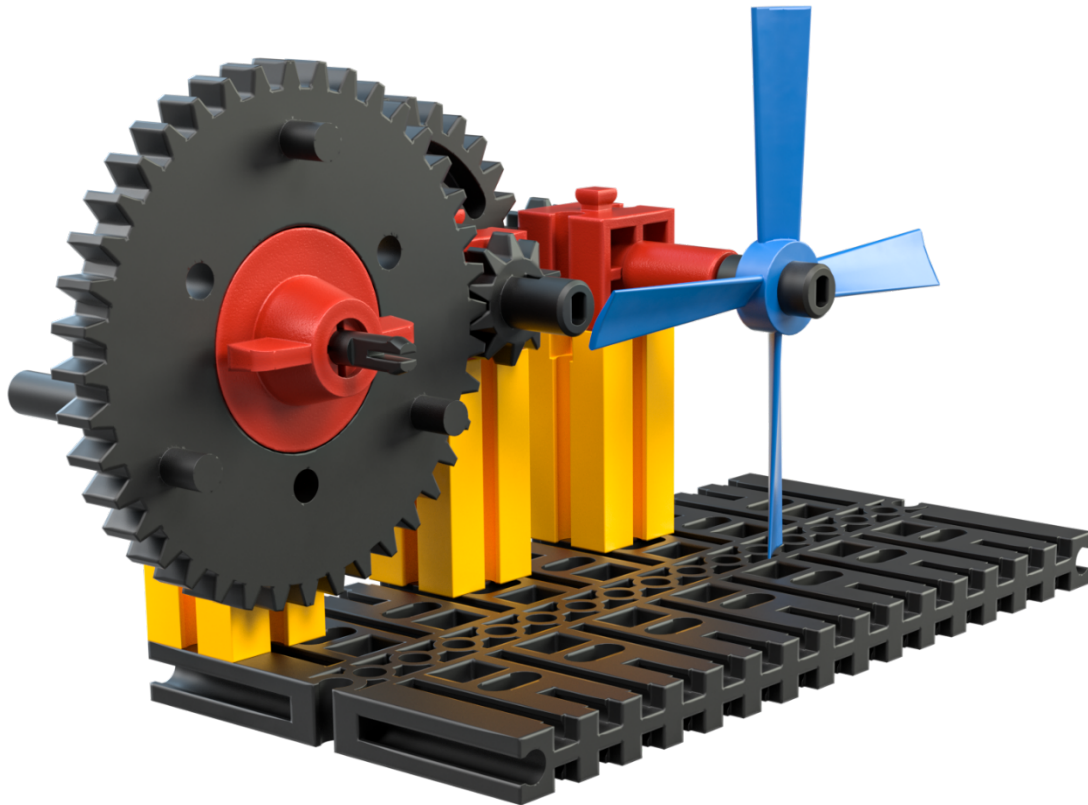
Zu den Experimentieraufgaben gibt es teilweise unterschiedliche Lösungen, die jeweils Vor- und Nachteile haben. Die Schülerinnen und Schüler sollen diese Lösungen vergleichend bewerten. Die Berechnung der Übersetzungsverhältnisse von Antrieb und Abtrieb ist eine schöne und sinnvolle praktische Anwendung der Bruchrechnung.

Konstruktionsaufgabe

Die Konstruktionsaufgabe kann durch eine Übersetzung eines Z10 auf ein Z20 gelöst werden, oder aber durch ein Z20 auf ein Z40 (einfach An- und Abtriebsachse durch Umstecken der Kurbel vertauschen).



Die Erweiterung des Getriebes aus Aufgabe 3 kann zum Beispiel so aussehen:



Dabei kann auch ein Kettengetriebe verwendet werden.

Man erhält das Übersetzungsverhältnis des gesamten Getriebes, indem jedes weitere Übersetzungsverhältnis mit dem bereits vorliegenden multipliziert wird. Die Übersetzung berechnet sich dann aus den Zähnen der Zahnräder wie folgt: $40:10 \times 30:10 = 4:1 \times 3:1 = 12:1$.

Experimentieraufgabe

1. Die Konstruktion des 12:1-Getriebes kann noch um weitere Übersetzungen erweitert werden (z. B. noch eine 20:10-Übersetzung). Auch hier können ein Ketten- oder auch ein Riemengetriebe ergänzt werden.
2. Mit einer zusätzlichen 2:1-Übersetzung dreht sich die Abtriebsachse 24-mal so schnell wie die Antriebsachse.

Getriebe Aufgabe 5 – Übersetzungsgetriebe (III)

Konstruktionsaufgabe

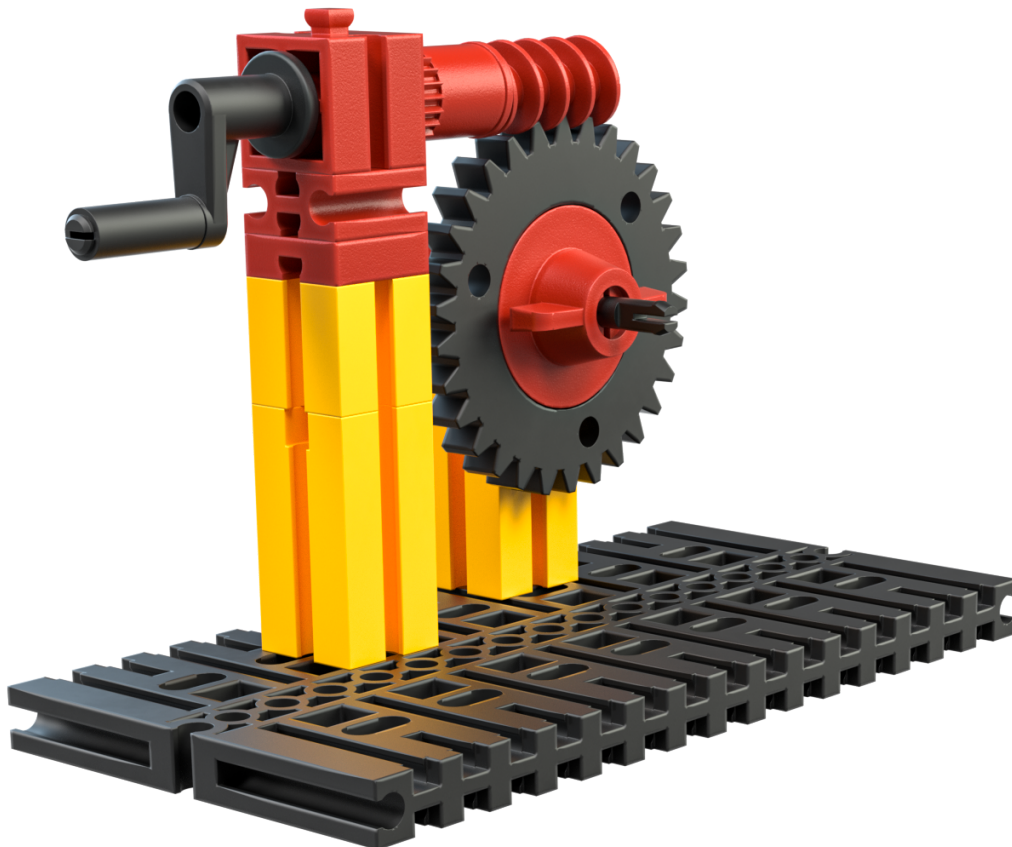


Abb. 3: Schneckengetriebe

Konstruiere das in Abbildung 3 gezeigte Schneckengetriebe. Dieses besondere Getriebe ist „selbstsperrend“, das bedeutet, dass die Abtriebsachse nur bewegt werden kann, indem man die Antriebsachse (die Schnecke) mit der Kurbel in Bewegung setzt.

Experimentieraufgabe

1. Ergänze das Getriebe so um weitere Getriebeelemente, dass die Abtriebsachse möglichst langsam wird.
2. Bestimme die Geschwindigkeit der Abtriebsachse im Verhältnis zur Antriebsachse – durch Zählen der Umdrehungen oder, noch besser, durch Rechnen.

Lösungsblatt

Getriebe Aufgabe 5 – Übersetzungsgetriebe (III)

Zu den Experimentieraufgaben gibt es teilweise unterschiedliche Lösungen, die jeweils Vor- und Nachteile haben. Die Schülerinnen und Schüler sollen diese Lösungen vergleichend bewerten. Die Berechnung der Übersetzungsverhältnisse von Antrieb und Abtrieb ist eine schöne und sinnvolle praktische Anwendung der Bruchrechnung.

Experimentieraufgabe

1. Über die Achse des Z30 können z. B. eine Übersetzung ins Langsame von 10:40 (Z10 auf Z40) ergänzt werden, von dort eine weitere Verlangsamung von 10:20 (Z10 auf Z20).
2. Insgesamt ergibt sich daraus eine Verlangsamung von $1:30 \times 1:4 \times 1:2 = 1:240$.

Lösung in Gruppenarbeit:

Eine weit größere Übersetzung ins Langsame kann erreicht werden, wenn auf der Abtriebsachse des Schneckengetriebes statt des Z30 ein Z40 montiert wird. Befestigt man auf der Abtriebsachse eine weitere Schnecke, die wiederum ihrerseits ein Z40 antreibt, und auf dessen Abtriebsachse wiederum eine Schnecke, die ein Z40 antreibt (und so fort), dann erreicht man damit eine Übersetzung ins Langsame von $(1:40)^n$ mit $n = \text{Anzahl der Schneckengetriebe}$.

Für den Aufbau einer solchen „Ewigkeitsmaschine“ kann die große Bauplatte verwendet werden.

Literaturhinweis:

Wolfgang Bürger: *Nur zwölf Stunden bis zur Ewigkeit*. Spektrum der Wissenschaft, 2/2004, S. 102-103. (<https://www.spektrum.de/pdf/sdw-04-02-s102-pdf/835752>)

Arthur Ganson: *Maschine mit Granit (machine with concrete)*, Youtube, <https://youtu.be/8jeQ1gK1J-E>

Remadus: *Die Ewigkeitsmaschine*. Youtube, <https://youtu.be/AZ3EDa-qM34>

Dirk Fox: *Die Ewigkeitsmaschine*. ft:pedia 1/20215, S. 41-43. (<https://ftcommunity.de/ftpedia/2015/2015-1/ftpedia-2015-1.pdf#page=41>)