

D

P R O F I M E C H A N I C + S T A T I C B E G L E I T H E F T

D Profi Mechanic + Static

Das Begleitheft zum Baukasten.
Für alle, die wissen wollen,
„was dahinter steckt“.

Seite 1–20

GB+USA Profi Mechanic + Static

Activity Booklet for the Assembly
Kit. For everyone who wants
to know “what’s behind it”.

Page 21–40

F Profi Mechanic + Static

Le manuel d’accompagnement
du jeu de construction.
Pour tous ceux qui veulent
savoir « ce qu’il y a derrière ».

Page 41–60

NL Profi Mechanic + Static

Begeleidend boekje bij de
bouwdoos.
Voor iedereen die wil weten
wat „erachter zit“.

blz. 61–80

E Profi Mechanic + Static

Cuaderno adjunto a la caja de
costrucción. Para todos
aquellos que quieren saber
„qué hay detrás de las cosas“.

Página 81–100

P Profi Mechanic + Static

O auxiliar do kit. Para Todos
os que querem saber
“como a coisa funciona
por dentro”.

Página 101–120

Maschinen in unserer Umgebung	S. 2
Was ist Mechanik?	S. 2
Der Elektromotor	S. 2
Schneckenradgetriebe	S. 3
Schranke	S. 3
Drehtisch	S. 3
Zahnradgetriebe	S. 4
Kurbelgetriebe	S. 4
Fahrzeugantriebe (Fahrzeug 1–3)	S. 5
Zahnradgetriebe mit Ketten	S. 5
Fahrzeug mit Lenkung	S. 6
Schaltgetriebe	S. 7
Planetengetriebe	S. 8
Kegelradgetriebe	S. 9
Küchenmaschine	S. 9
Differentialgetriebe	S. 9
Schraubenspindel	S. 10
Wagenheber	S. 10
Scherenhubtisch	S. 11
Drehmaschine	S. 11
Koppelgetriebe	S. 12
Scheibenwischer	S. 12
Viergelenkkette	S. 12
Bügelsäge	S. 13
Hebel	S. 13
Balkenwaage	S. 13
Waage mit Laufgewicht	S. 14
Seilrollen – Flaschenzug	S. 14
Die Welt der Statik	S. 16
Tisch	S. 16
Bockleiter	S. 17
Balkenbrücke	S. 17
Brücke mit Unterzug	S. 18
Brücke mit Oberzug	S. 18
Hochsitz	S. 19
Kran	S. 19

Inhalt



Maschinen in unserer Umgebung

► Wer schleppt heute noch schwere Lasten durch die Gegend? Wer bohrt ein Loch mit reiner Muskelkraft in eine Wand? Wer wäscht seine Wäsche noch mit einem Waschbrett? Fast niemand. Der Mensch hat viele Geräte erfunden, die ihm das Leben und die Arbeit erleichtern. Angefangen beim Mahlwerk einer Mühle über die Düsentriebwerke eines Jumbo-Jets bis hin zum Computer. Geräte, die dir eine Arbeit erleichtern oder sogar abnehmen können, nennt man in der Fachsprache Maschinen.

Maschinen können:	Beispiel:
● Lasten bewegen	● LKW, PKW, Kran, Bagger,...
● Werkstoffe bearbeiten	● Teigrührgerät, Betonmischer, Mixer,...
● Elektrische Energie in Bewegungsenergie umwandeln	● Elektromotor
● Daten verarbeiten	● Taschenrechner, Computer,...

Was ist Mechanik?

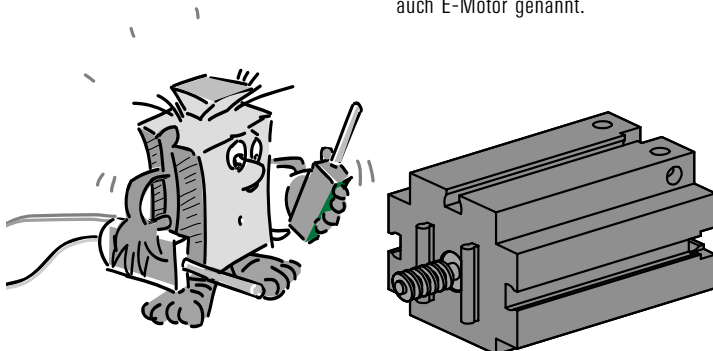
► In der Mechanik geht es um Wirkungen und Kräfte, die starre und sich bewegende Körper beeinflussen. Die Mechanik ist in verschiedene Bereiche wie z. B. Statik, Dynamik, Kinetik oder Thermodynamik gegliedert. Wir begrenzen uns auf zwei Bereiche: die Dynamik und die Statik.

Schon in der Antike haben Wissenschaftler die Bereiche der Mechanik untersucht. Die alten Dombaumeister haben mit immer höheren Kirchen das Gleichgewicht der Kräfte bis zum Äußersten ausgelotet. Heute übernimmt ein Statiker die Berechnungen für die Stabilität eines Bauwerks. Sein Beruf kommt – wie der Name schon sagt – aus dem mechanischen Teilbereich der Statik. Mehr darüber erfährst du im Thementeil Statik.

Immer dann, wenn Maschinen oder Getriebe in Bewegung gesetzt werden, sind sie dynamisch. Die **Dynamik** beschreibt die Änderung der Bewegungsgrößen, beispielsweise beim Drehen einer Welle, bei einer Hin- und Herbewegung oder einer Zahnradübertragung. Die Dynamik ist also die Lehre von den Bewegungsänderungen. Was das genau ist, lernst du in den folgenden Kapiteln kennen.

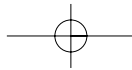
Der Elektromotor

► Der Motor ist ein möglicher Antrieb für eine Maschine. Man unterscheidet zwei Arten von Motoren: Verbrennungsmotoren und Elektromotoren. Ein Auto z. B. wird von einem Verbrennungsmotor angetrieben. Einen so komplizierten Motor hast du natürlich nicht in deinem Baukasten, dafür aber einen Elektromotor, kurz auch E-Motor genannt.



Elektromotoren sind die Antriebe für die meisten Maschinen des Alltags. Sie können überall eingesetzt werden, wo elektrische Energie zur Verfügung steht.

Der Elektromotor in deinem Baukasten hat eine sehr hohe Drehzahl, d. h. er dreht sich so schnell, dass du eine einzelne Umdrehung gar nicht erkennen kannst. Dein Motor ist aber sehr „schwach“, er kann also keine Lasten heben und auch kein Fahrzeug antreiben. Um die schnellen Umdrehungen zu verringern und den Motor „stärker“ zu machen, benötigt man ein Getriebe.



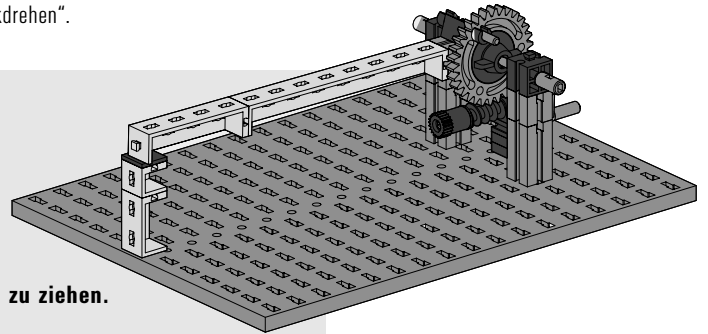
Schneckenradgetriebe

► Um die hohe Drehzahl des Motors zu drosseln, eignet sich am besten ein Schneckenradgetriebe. Dabei wird auf die Motorwelle, das ist die Stange, die aus dem Motorengehäuse herausragt, eine Schnecke aufgesetzt. Die Schnecke treibt ein Zahnrad an. Man verwendet diese Art von Getriebe dort, wo auf engem Raum hohe Umdrehungszahlen herabgesetzt werden sollen.

Ein Schneckengetriebe arbeitet selbsthemmend, d. h. das Schneckenrad kann durch die Schnecke zwar angetrieben werden, umgekehrt sperrt das Getriebe jedoch.

► Schranken und Kräne verwenden dieses Getriebe, weil hier die sichere Sperrwirkung der Schnecke verhindert, dass die Schranke oder die anhängende Last den Antrieb „zurückdrehen“.

Schranke



Aufgabe:

- Baue das Schrankenmodell nach.
- Drehe die Schranke mit der Kurbel nach oben.
Wie oft musst du die Kurbel drehen, um die Schranke in die Senkrechte zu bekommen?
- Versuche, die Schranke mit den Fingern nach unten zu ziehen.
Was fällt dir auf?

Du hast sicher einige Male an der Kurbel drehen müssen, um die Schranke um 90° zu bewegen. Konntest du die Schranke nach unten ziehen? Siehst du, das versteht man unter einem selbsthemmenden Getriebe.

Mit der kleinen Kurbel konntest du bequem die große Schranke anheben, du hast also mit dem Schneckenradgetriebe die Antriebskraft gesteigert.

Das Schneckenradgetriebe hat viele Vorteile:

- Es ist platzsparend
- Es reduziert die Umdrehungszahl des Antriebs um ein Vielfaches
- Es ist selbsthemmend
- Es steigert die Kraft des Antriebs
- Aber es ändert auch die Richtung der Drehbewegung um 90°



Drehtisch

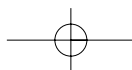
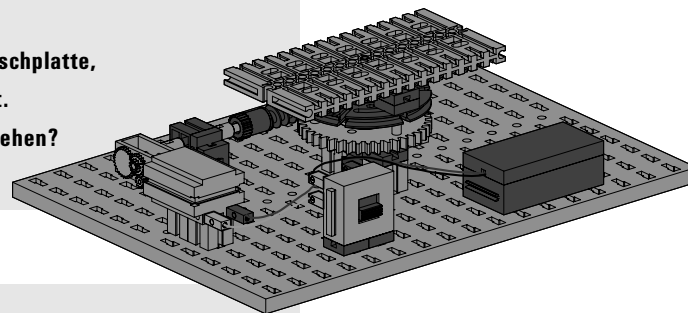
► Der Mechanismus des Schneckengetriebes wird in vielen Maschinen angewendet. Ein einfaches Beispiel dafür ist der Drehtisch, dein nächstes Modell.

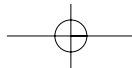
Bei diesem Modell soll die Drehzahl verringert und die Drehrichtung geändert werden. Der Widerstand des belasteten Drehtisches darf den Motor nicht anhalten.



Aufgabe:

- Baue den Drehtisch nach.
- Stelle einen Topf mit Wasser oder Erde auf die Drehtischplatte, natürlich nur einen Topf, der auch auf die Platte passt.
- Kann der kleine Motor tatsächlich den großen Topf drehen?





D

Zahnradgetriebe

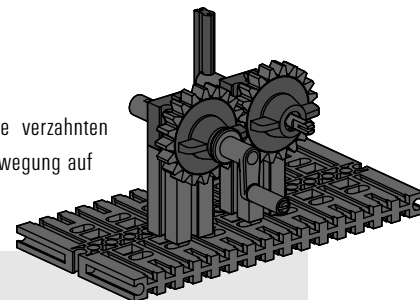
► In diesem Kapitel lernst du Getriebe aus Zahnrädern näher kennen. Zahnräder gehören zu den ältesten und robustesten Maschinenelementen. Es gibt sie in verschiedenen Arten und Größen. Eine ähnliche Funktion wie bei einem Zahnradgetriebe kennst du von deinem Fahrrad. Allerdings sind hier die Zahnräder durch Kettenräder und eine Kette ersetzt.

Mit Zahnradgetrieben kann man Drehbewegungen übertragen und verändern. Ein Zahnradgetriebe kann:

- eine Drehbewegung weiterleiten
- eine Drehzahl ändern
- eine Drehkraft erhöhen oder verringern
- oder eine Drehrichtung ändern

Kurbelgetriebe

► In den folgenden Modellen baust du Zahnradgetriebe mit gerade verzahnten Stirnrädern auf. Stirnräder verwendet man immer dann, wenn die Drehbewegung auf eine parallel liegende Welle übertragen werden soll.



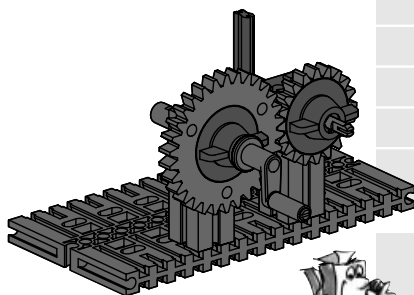
Aufgabe:

- Baue das Kurbelgetriebe 1 nach
- Drehe die Kurbel ein Mal. Wie oft dreht sich die Welle mit dem zweiten Zahnrad?
- Drehe die Kurbel im Uhrzeigersinn. In welche Richtung dreht sich das Abtriebsrad und somit die zweite Welle?

Wenn du auf diese Art ein Fahrzeug bewegen möchtest, würdest du nur sehr langsam von der Stelle kommen. Außerdem würdest du rückwärts fahren. Dieses Modell soll dir auch nur zeigen, wie man ein einfaches Getriebe aufbaut und berechnet.

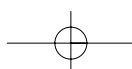
Berechnung des Übersetzungsverhältnisses von Zahnradgetrieben

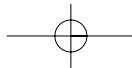
	Antriebsrad	Abtriebsrad
Rad Nr.	1	2
Zähnezahl eines Zahnrades	Z1	Z2
Umdrehungszahl	n1	n2
Drehrichtung (links/rechts)		



Aufgabe:

- Baue das Kurbelgetriebe 2 nach
- Drehe die Kurbel ein Mal. Wie oft dreht sich die Welle mit dem zweiten Zahnrad?
- Drehe die Kurbel im Uhrzeigersinn. In welche Richtung dreht sich das Abtriebsrad und somit die zweite Welle?





Wenn du auf diese Art ein Fahrzeug bewegen möchtest, würdest du schon etwas schneller von der Stelle kommen, als mit deinem ersten Modell. Berechne auch für dieses Getriebe die Übersetzung.

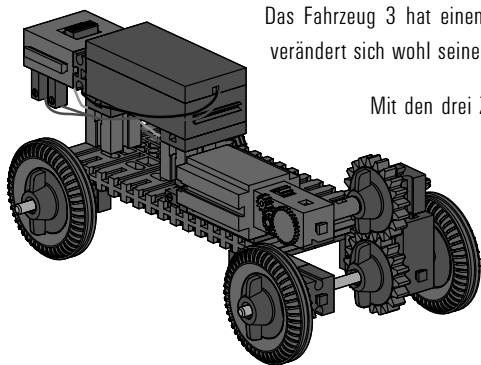
Berechnung des Übersetzungsverhältnisses von Zahnradgetrieben		
	Antriebsrad	Abtriebsrad
Rad Nr.	1	2
Zähnezahl eines Zahnrades	Z1	Z2
Umdrehungszahl	n1	n2
Drehrichtung (links/rechts)		



Fahrzeugantriebe

► Du hast jetzt schon viel über Getriebe gelernt und kannst dieses Wissen an einem Modell ausprobieren. Baue das Fahrzeug 1 auf. Du hast mit dem Motor und dem Getriebe jetzt einen richtigen Fahrzeugantrieb.

Damit es noch schneller geht, baue Fahrzeug 2 nach. Dein Mobil fährt nun 1,5 mal so schnell wie sein Vorgänger. Dafür hat diese Übersetzung aber ihre Probleme am Berg.



Das Fahrzeug 3 hat einen „umgekehrten“ Getriebeaufbau wie das Fahrzeug 2. Wie verändert sich wohl seine Geschwindigkeit im Vergleich zu den anderen Modellen?

Mit den drei Zahnradgetrieben hast du einmal eine Übersetzung 1:1 mit gleichbleibender Drehzahl und gleichem Drehmoment geschaffen. Dein zweites Modell hat das Übersetzungsverhältnis 1:1,5 und ein vermindertes Drehmoment. Das bedeutet, dass es schneller ist, aber weniger „Kraft“ hat. Das Fahrzeug 3 hat das Übersetzungsverhältnis 2:1 und fährt somit langsamer als die beiden anderen, deshalb nennt man es

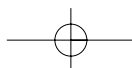
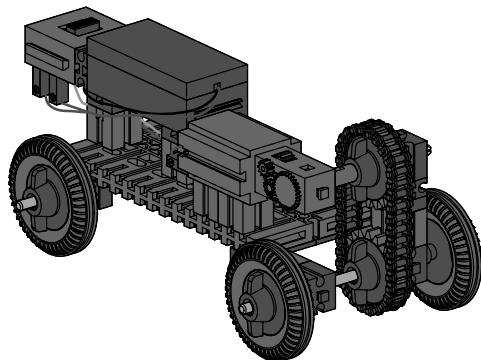
Untersetzung. Diese Art von Übertragung hat den Vorteil, dass es „stärker“ ist, also ein höheres Drehmoment hat. Dieser Effekt wird z. B. bei einem Traktor ausgenutzt. Er fährt zwar langsamer als ein Pkw, hat dafür aber viel mehr Kraft.

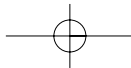
Alle drei Getriebeübersetzungen kennst du von deiner Fahrradschaltung. Auch hier treibst du vorne das große und hinten das kleine Ritzel an, um schneller auf der Ebene zu fahren. Am Berg wechselst du aber bestimmt auf ein kleineres Übersetzungsverhältnis, wie 1:1. oder wenn es ganz steil wird auf 2:1.



Zahnradgetriebe mit Ketten

► Sollen größere Distanzen zwischen zwei Wellen überbrückt werden, verwendet man so genannte Zugmittelgetriebe. Als Zugmittel werden Riemen oder Ketten eingesetzt. Sie verbinden die An- und Abtriebsräder über längere Distanzen miteinander, indem sie die Maschinenteile in einem bestimmten Zusammenspiel halten.





D

PROFI MECHANIC + STATIC BEGLEITHEFT



Aufgabe:

- Baue das Fahrzeug mit Kettenantrieb zuerst nur mit einer Kurbel statt mit dem Motor nach.
- Drehe die Kurbel ein Mal. Wie oft dreht sich das Rad?
- Drehe die Kurbel im Uhrzeigersinn. In welche Richtung dreht sich das Rad?

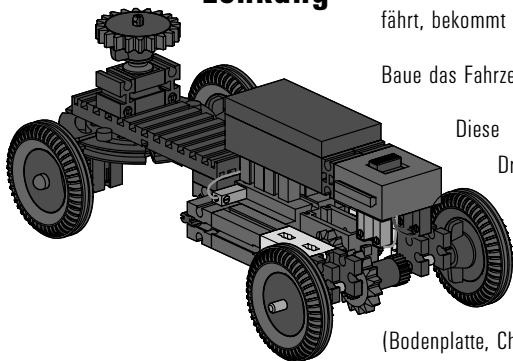
Berechnung des Übersetzungsverhältnisses von Zahnradgetrieben

	Antriebsrad	Abtriebsrad
Rad Nr.	1	2
Zähnezahl eines Zahnrades	Z1	Z2
Umdrehungszahl	n1	n2
Drehrichtung (links / rechts)		

Ein solches Getriebe hast du auch an deinem Fahrrad. Die Strecke zwischen dem Pedalantrieb und dem Hinterrad wird dabei mit einer Kette überbrückt. An einem Mountainbike oder einem Rennrad hast du natürlich nicht nur einen Gang, sondern du kannst zwischen vielen Gängen wählen. Das heißt, du passt deine Geschwindigkeit in Abhängigkeit der aufzuwendenden und übertragenen Kraft und Drehzahl an. Deine Zahnräder nennt man in diesem Fall nicht mehr Stirnräder, sondern Kettenräder.

Baue den Motor in dein Fahrzeug mit Kettenantrieb. Genauso funktioniert die Übertragung auch bei einem Mofa oder Motorrad. Bestimmt kannst du jetzt auch ein eigenes Motorrad aus deinen fischertechnik-Teilen bauen.

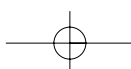
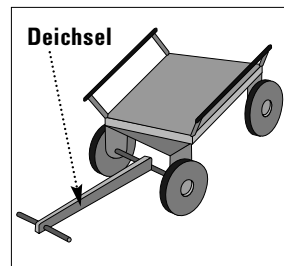
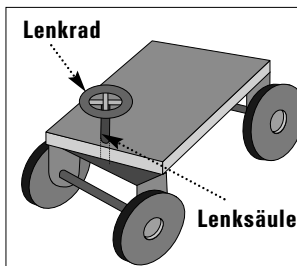
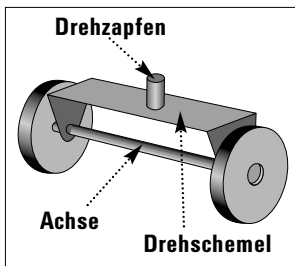
Fahrzeug mit Lenkung

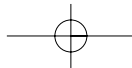


► Bei den verschiedenen Modellen hast du erkannt, wie wichtig das richtige Zahnradverhältnis für unterschiedliche Fahrzeugtypen und Geschwindigkeiten ist. Damit dein Fahrzeug nicht immer nur in eine Richtung fährt, bekommt es jetzt eine Lenkung.

Baue das Fahrzeugmodell mit Lenkung auf.

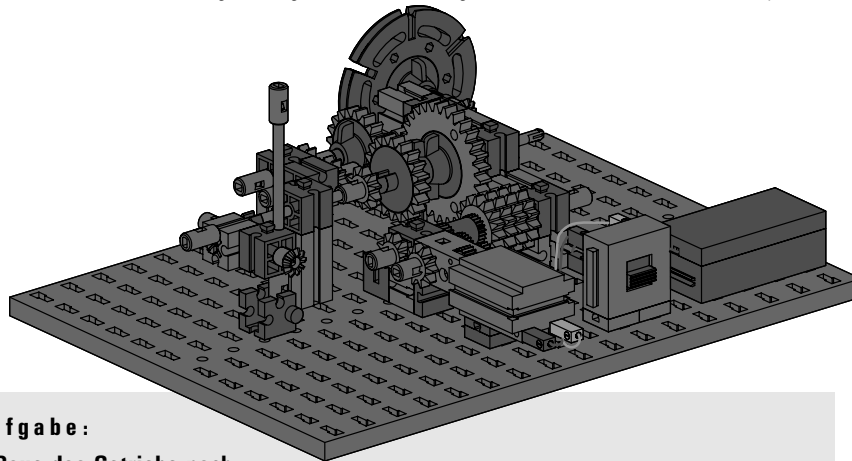
Diese Lenkung ist die einfachste und älteste, die der Mensch entwickelt hat. Man nennt sie Drehschemellenkung. Die Kelten entwickelten sie für ihre Wagen, um die vordere Achse und somit das Fahrzeug lenkbar zu machen. Sie erfanden die Drehschemellenkung, die auch heute noch bei vielen Anhängewagen, Handkarren und Pferdefuhrwerken verwendet wird. Die Drehschemellenkung ist ein Lenksystem mit einem schemelartigen Träger für Achse und Räder. Dieser steckt auf einem drehbar gelagerten Zapfen im Wagenaufbau (Bodenplatte, Chassis). Das Lenksystem kann entweder über den verlängerten Drehzapfen als Lenksäule gesteuert werden oder mit einem Stab (Deichsel), der am Drehschemel befestigt ist. In einer Seifenkiste kann die Drehschemellenkung auch mit den Füßen oder zwei Seilen betätigt werden.





Schaltgetriebe mit mehreren Gängen

► Mit dem folgenden Aufbau erweiterst du die einfachen Zahnradübertragungen durch eine Schaltung mit mehreren Gängen. So entsteht ein Getriebe, wie in einem Auto, einer Bohrmaschine oder einem Moped. Bei diesem Modell handelt es sich um ein Verbundgetriebe, das heißt, ein Getriebe, das aus mehr als nur zwei Zahnradern besteht.
Erforsche doch mal die Übersetzungswirkung von hintereinandergeschalteten Zahnradern und Zahnradpaaren.



Aufgabe:

- Baue das Getriebe nach.
- Schalte den Motor ein und bewege den „Schalthebel“ langsam von Gang 1 nach Gang 3. Achte darauf, dass die Zahnräder eines Ganges exakt ineinander greifen.
- Notiere deine Beobachtungen.



Beobachtung der einzelnen Gänge

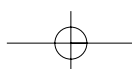
Gang Nummer	1	2	3
Beobachtung schneller/langsamer			
Drehrichtung gleich/entgegengesetzt			

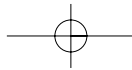
Dieses Getriebe steuert in Gang 3 in eine andere Richtung als in Gang 1 und Gang 2. Das liegt daran, dass hier drei Zahnräder in einer Reihe sind.

Immer dann, wenn eine ungerade Zahl von Zahnradern hintereinander liegen, hat das Abtriebsrad die gleiche Drehrichtung wie das Antriebsrad. Dieser Effekt wird bei einem Auto genutzt, um rückwärts zu fahren.

Weitere Experimente:

- Baue dein eigenes Modell mit unterschiedlich vielen Zahnradern in einer Reihe auf.
- Ersetze die Drehscheibe durch eine Seiltrommel. So hast du eine Seilwinde wie in einem Kran, für unterschiedlich schwere Lasten.
- Kannst du noch mehr Gänge in deine Getriebe einbauen? Experimentiere mit den Zahnradern aus deinem fischertechnik-Baukasten.
- **Expertenaufgabe:** Baue ein Getriebe mit einer Kette.

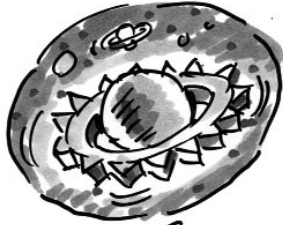




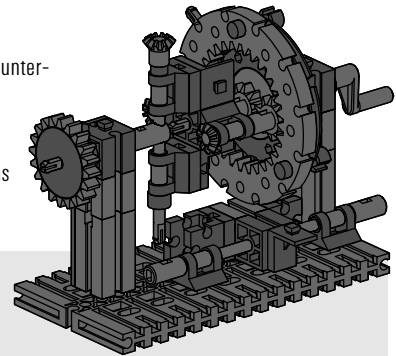
D

PROFI MECHANIC + STATIC BEGLEITHEFT

Planetengetriebe



► Ein Planetengetriebe ist ein sehr komplexes System aus unterschiedlichen Zahnradarten. Es wird in vielen Bereich eingesetzt, z. B. als Rührwerk in einer Küchenmaschine oder als Automatikgetriebe im Auto. Dort ist der Aufbau allerdings etwas komplizierter.



Aufgabe:

- Baue das Planetengetriebe nach.
- Drehe an der Kurbel, dem „Antrieb“, und beobachte, welche Wellen, Zahnräder und Zahnradverbunde du dadurch in Rotation versetzt.

Mit dem Schieber, so nennt man den Hebel im unteren Teil deines Modells, kannst du entweder den Planetenradträger oder das Hohlrad festhalten, so dass sich jeweils eines der beiden Teile nicht mehr drehen kann.

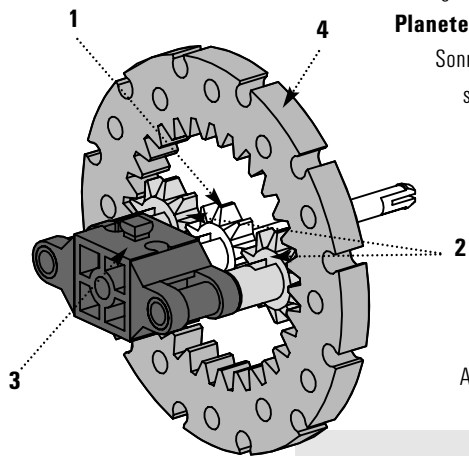


Die Aufgabe eines Planetengetriebes ist einfach. Es ermöglicht eine Änderung des Übersetzungsverhältnisses unter Last, d. h. ohne Trennung des Kraftflusses zwischen Antrieb und Abtrieb. Durch die Innenverzahnung des Hohlrades sind die Zahnräder besonders kompakt angeordnet. Für den Rückwärtsgang ist bei einem Planetengetriebe keine zusätzliche Welle mit Rücklauftrad nötig.

Das Planetengetriebe besteht im einfachsten Fall aus **Sonnenrad (1)**, **Planetenrädern (2)**, **Planetenradträger (3)** und **Hohlrad (4)**. Bei diesem einfachen Planetenradsatz ist ein Sonnenrad in der Mitte über mehrere Planetenräder mit einem innenverzahnten Hohlrad form-schlüssig verbunden. Sonnenrad, Planetenradträger oder Hohlrad können jeweils antreiben, angetrieben werden oder festgebremst sein. Um dein Getriebe so richtig auszuprobieren, hast du den Schieber.

Ohne ein zusätzliches Zahnrad ist durch Festbremsen des **Planetenradträgers (3)** das Getriebe so einzustellen, dass der Abtrieb einmal über den Planetenträger und einmal über das Hohlrad erfolgt.

Dieser Vorgang wird in der Kraftfahrzeugtechnik verwendet, um einen Rückwärtsgang zu schalten. Dabei muss der Antrieb (die Kurbel) mit dem Sonnenrad und der Achsantrieb mit dem Hohlrad verbunden sein

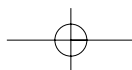


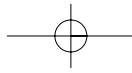
Aufgabe:

- Teste die Eigenschaften deines Planetengetriebes, indem du zunächst den Planetenradträger feststellst und dann das Getriebe am Hohlrad antreibst.
- Ergänze die folgende Tabelle:

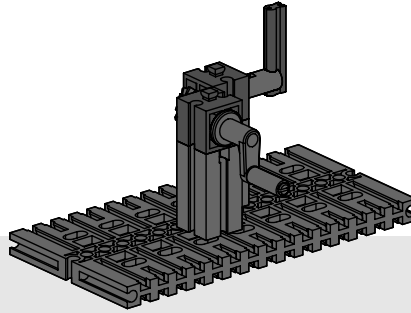


Antrieb	Planetenradträger	Hohlrad
Drehrichtung		
Untersetzung		





► Mit dem Kegelrad lernst du jetzt eine einfache Zahnradübertragung kennen.



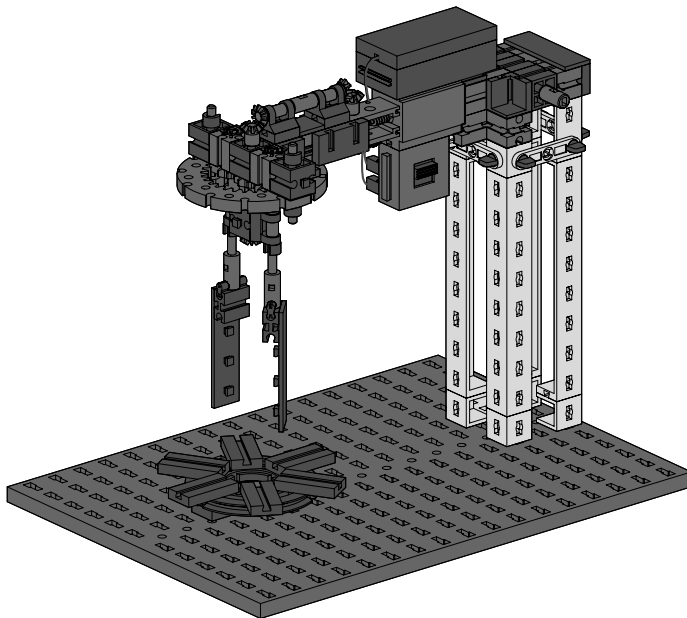
Kegelrad- getriebe



Aufgabe:

- Baue das Getriebemodell nach.
- Beobachte, wie sich Drehzahl, Drehrichtung und Drehmoment bei diesem Modell ändern.

Dieses Getriebe ändert nur die Richtung der Drehbewegung um 90°, Drehzahl und Drehmoment bleiben gleich.



► In diesem Modell werden Kegelradgetriebe und Planetengetriebe kombiniert. Baue es wie in der Bauanleitung gezeigt nach.

Küchenmaschine



Das fischertechnik-Rührgerät ist ein Modell für echte Profis. Kennst du alle Zahnräder und Getriebearten, die hier zusammenwirken?

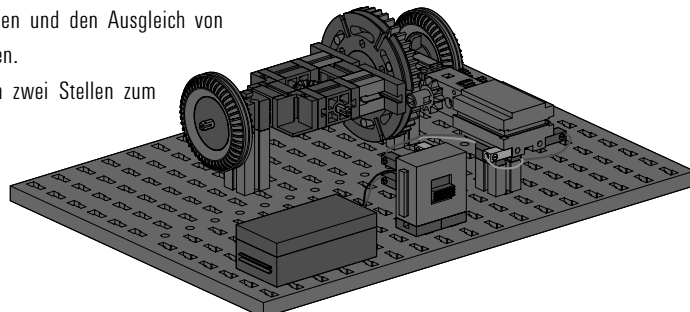
Dieses Modell kann sehr schön variiert werden. Baue es nach deinen Vorstellungen um. Auf die Unterlage kannst du einen Becher stellen, dessen Inhalt du umrühren kannst.



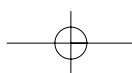
► Ein Differential braucht man immer dann, wenn bei einem mehrspurigen Fahrzeug, wie einem Auto, mehrere Räder einer Achse angetrieben werden. Differentiale erfüllen zwei Aufgaben: Die Aufteilung der Antriebsleistung auf zwei Achsen und den Ausgleich von Drehzahlunterschieden zwischen diesen Zweigen. In dieser Funktion kommt das Differential an zwei Stellen zum Einsatz:

Achsdifferential: Wird an der Achse eingesetzt, um die Leistung von der Kardanwelle auf zwei Antriebswellen zu den Rädern aufzuteilen.

Zentrodifferential: Wird zwischen zwei Achsen eingesetzt, um die Leistung zwischen Vorder- und Hinterachse zu verteilen.



Differential- getriebe



D**PROFI MECHANIC + STATIC BEGLEITHEFT****Aufgabe:**

- Baue das Getriebemodell nach.
- Beobachte, wie sich Drehzahl, Drehrichtung und Drehmoment bei diesem Modell ändern. Halte dazu abwechselnd das eine und andere Abtriebsrad fest, dann den Drehkörper (die Aufnahme der Mittelkegelräder) in der Mitte.
- Notiere deine Beobachtungen in der Tabelle:

Festhalten	Abtriebsrad 1	Abtriebsrad 2
Drehzahl		
Drehrichtung		

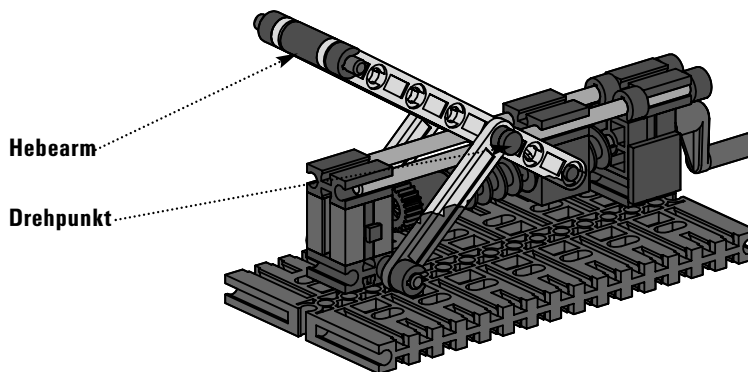
Das Differential scheint ein richtiges Zaubergetriebe zu sein.

Die häufigste Anwendung findet es im Auto: wenn man mit einem Fahrzeug eine Kurve fährt, legt das äußere Rad mehr Weg zurück, als das kurveninnere Rad. Ohne Differential würden die angetriebenen Räder auf der Straße abradert und schneller verschleifen.

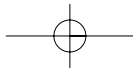
Das Differential an der Achse hat noch eine andere Eigenschaft: Es teilt die Drehmomente in gleichem Verhältnis (50:50) auf und leitet sie an die Räder weiter.

Schraubenspindel/Gelenk**Wagenheber**

- Es gibt Situationen, in denen man allein schwere Lasten heben muss. Eine Reifenpanne zum Beispiel. Stell dir vor, du müsstest ein ganzes Auto hochheben, um einen Reifen zu wechseln. Natürlich geht das nicht. Deshalb gehört zum Auto ein Wagenheber. Damit schafft es jeder. Der Trick dabei ist eine Schraubenspindel. Sie hat ähnliche Eigenschaften wie die Schnecke, die du schon kennen gelernt hast.

**Aufgabe:**

- Baue das Wagenhebermodell nach.
- Drehe die Kurbel ein Mal und beobachte, wie weit sich die Schneckenmutter bewegt, und wie hoch der Hebearm des Wagenhebers steigt.
- Drücke auf den Hebearm. Dreht sich die Schraubenspindel zurück?
- Kannst du zwei Gründe nennen, warum für diesen Zweck ein Schraubenspindelmechanismus verwendet wird?



Um den Hebearm ganz senkrecht zu stellen, hast du die Kurbel viele Male drehen müssen. Du hast sicher festgestellt, dass der Hebearm nicht nach unten zu drücken ist!

Ein Schraubenspindelmechanismus hat viele Vorteile:

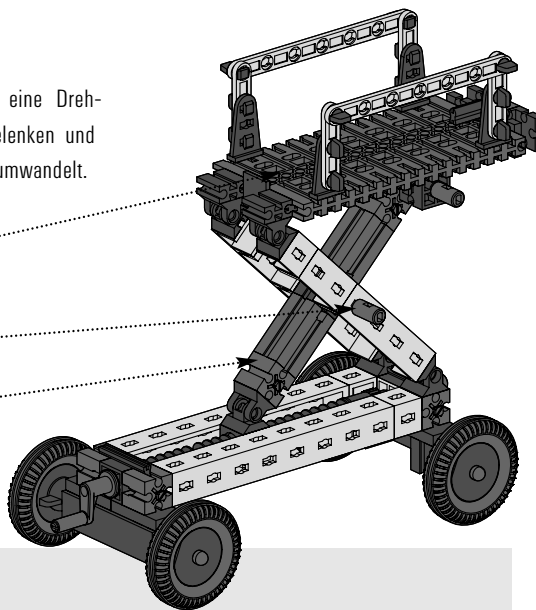
- Er reduziert die Umdrehungszahl des Antriebs um ein Vielfaches
- Er ist selbsthemmend
- Er steigert die Kraft des Antriebs

► Der Scherenhubtisch zeigt dir, wie man eine Drehbewegung mit Hilfe von Schraubenspindel, Gelenken und Hebeln in eine parallele Auf- und Abbewegung umwandelt.

Plattform

Drehpunkt

Gelenkarm



Scherenhubtisch

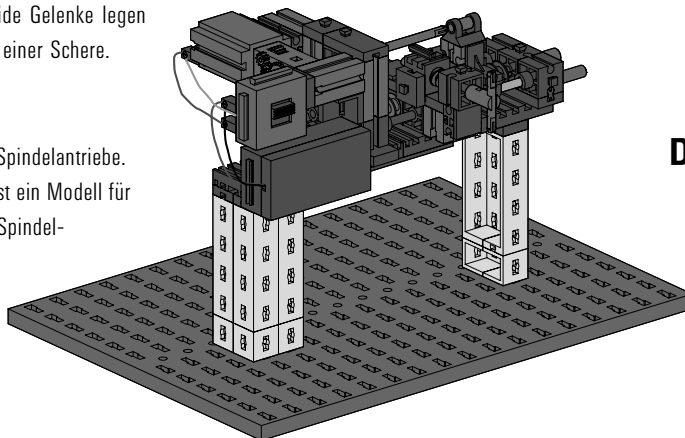


Aufgabe:

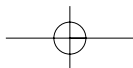
- Baue den Scherenhubtisch auf.
- Stelle einen Becher mit Wasser auf die Plattform.
- Wie bewegen sich Plattform und Becher, wenn du an der Kurbel drehst?

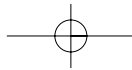
Die Schraubenspindel bewegt die Schneckenmutter hin und her. Durch diese Bewegung wird über das Gelenk die Plattform auf und ab bewegt. Da der Drehpunkt der beiden Gelenke in der gemeinsamen Mitte ist, verläuft der Hub, also die Auf- und Abbewegung der Plattform, parallel zur Schraubenspindel. Beide Gelenke legen den gleichen Weg zurück, wie bei einer Schere. Daher der Name Scherenhubtisch.

► In diesem Modell gibt es zwei Spindelantriebe. Die fischertechnik-Drehmaschine ist ein Modell für echte Profis. Hier spielen zwei Spindelantriebe zusammen. Kannst du dir vorstellen, warum die Drehmaschine mit zwei getrennten Spindelantrieben ausgestattet ist?



Drehmaschine



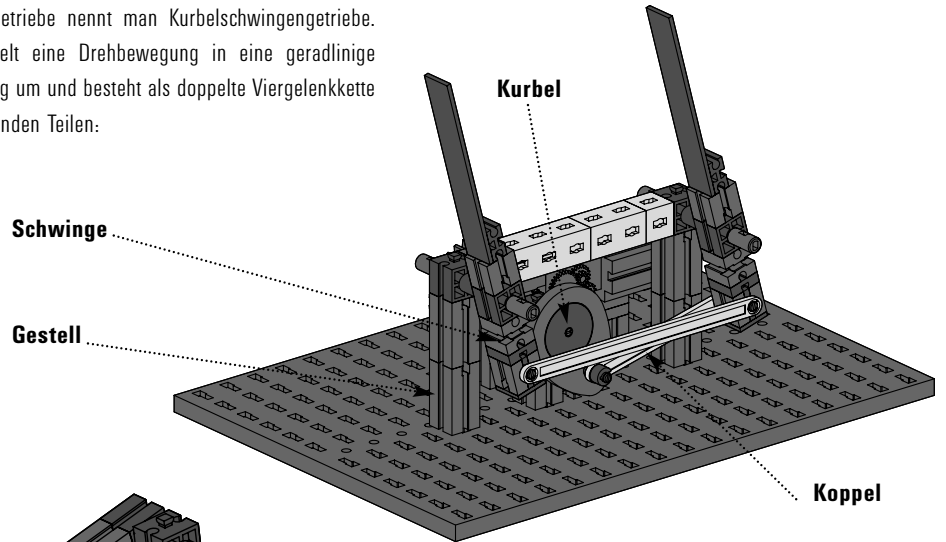


D

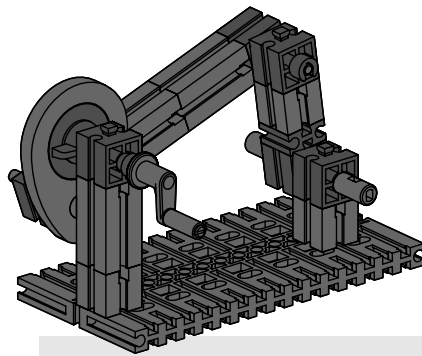
**Koppel-
getriebe**

**Scheiben-
wischer**

► Weißt du eigentlich wie ein Scheibenwischer funktioniert? Das nächste Modell zeigt es dir. Hier wird eine Drehbewegung in eine hin- und hergehende oder schwingende Bewegung umgewandelt. Dazu braucht man eine Kurbel- oder Nockenscheibe. Dieses Getriebe nennt man Kurbelschwingengetriebe. Es wandelt eine Drehbewegung in eine geradlinige Bewegung um und besteht als doppelte Viergelenkkette aus folgenden Teilen:



**Viergelenk-
kette**



Die Viergelenkkette besteht, wie der Name schon sagt, aus vier Gelenken, also Punkten, an denen sich etwas drehen kann. Eine vereinfachte Darstellung der Viergelenkkette zeigt dir, wie sie funktioniert. Kennst du die Bauteile?



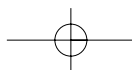
Aufgabe:

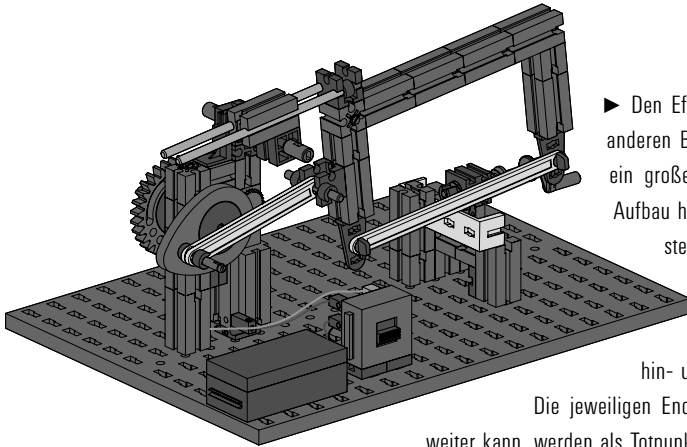
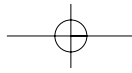
- Baue die Viergelenkkette auf.
- Beobachte, wie die einzelnen Bauteile zusammenspielen.
- Welche Bauteile bewegen sich und welche nicht? Beschreibe die Art ihrer Bewegung in die Tabelle:

Bauteil	Bewegt sich (ja/nein)	Art der Bewegung
Kurbel		
Koppel		
Schwinge		
Gestell		

Das Gestell ist starr und nimmt die Bewegungen auf. Die Kurbel muss ganze Umdrehungen machen können und die Koppel überträgt die Bewegung der Kurbel zur Schwinge. Die Schwinge beschreibt in ihrer Bewegung nur einen Bogen, da sie am Gestell gelagert ist.

Damit das Getriebe funktioniert, müssen die Längen der vier Bauelemente der Kurbelschwinge in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen.



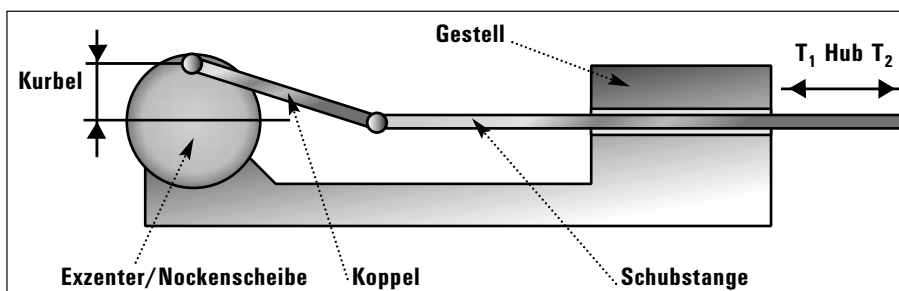


► Den Effekt der Kurbelschwinge gibt es auch in anderen Bereichen. Lange Zeit war die Bügelsäge ein großer Helfer der Metallbauer. Ihr einfacher Aufbau hilft dir, ein Koppelgetriebe besser zu verstehen.

Bügelsäge

Bei dieser Getriebeart wird eine Drehbewegung in eine geradlinig hin- und hergehende Bewegung umgewandelt.

Die jeweiligen Endpunkte, an denen die Säge nicht mehr weiter kann, werden als Totpunkte (T1 und T2) bezeichnet.



Aufgabe:

- Baue das Getriebemodell nach.
- Messe den Hub deiner Säge.

► Um den Preis einer Ware zu bestimmen, hat man schon vor 4000 Jahren die Menge der Ware mit Gewichten verglichen. Das machte man mit Hilfe einer Balkenwaage, mit der die Balance von zwei Gewichtskräften gemessen wurde. Bei deinem Modell ist es ein im mittleren Drehpunkt gelagerter Balken, der an den Enden zwei Schalen trägt. Die beiden Zeiger in der Mitte des Waagbalkens müssen beim Gleichgewicht der Kräfte in einer Linie sein.

Hebel

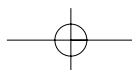
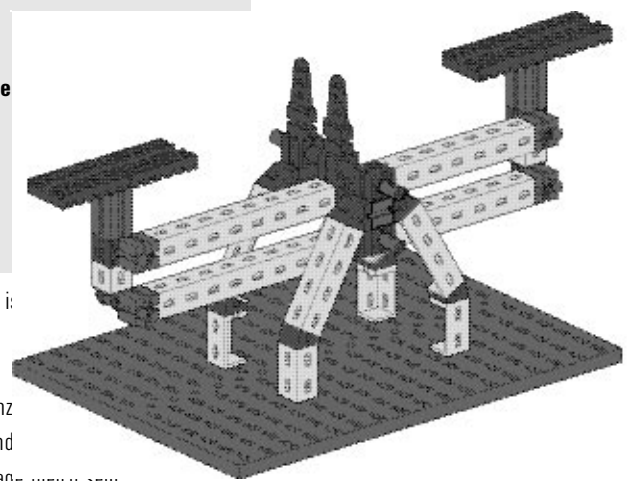
Balkenwaage



Aufgabe:

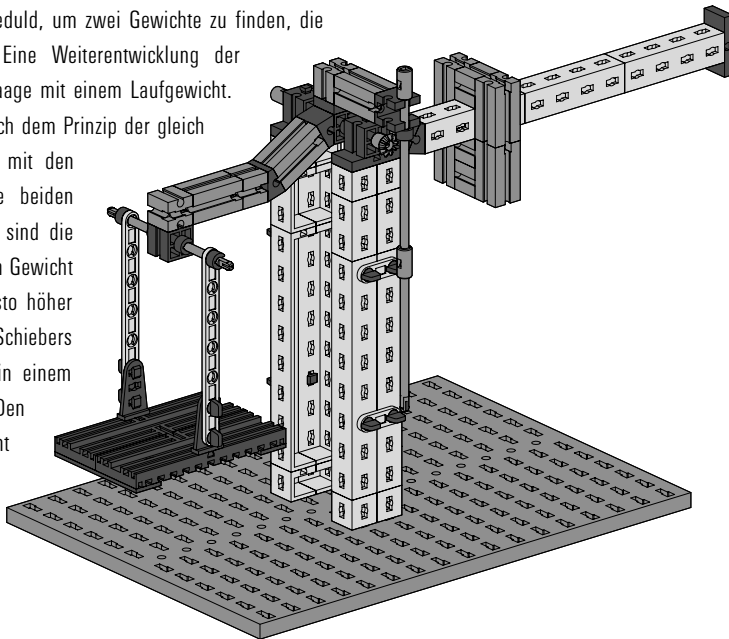
- Baue die Balkenwaage nach.
- Lege auf beide Waagschalen je einen fischertechnik-Bauste Waage?
- Suche nun zwei Gegenstände, die deiner Meinung nach das gleiche Gewicht haben. Lege sie auf die Waagschalen.
- Stimmt deine Vermutung?

Diese Waage funktioniert nach dem Prinzip der gleichlangen Hebel. Ein Hebel ist ein gerader, drehbar gelagerter Balken, auf den zwei Kräfte wirken. Die Abstände zwischen den Ansatzpunkten der Kräfte und dem Drehpunkt heißen Hebelarme. Beide Seiten neben dem Drehpunkt sind gleich lang und gleich schwer. Das Prinzip dieser Waage kennst du von einer Wippe. Damit die Hebel im Gleichgewicht sind das Gewicht, das auf den Hebeln ruht, und ihr Abstand zum Drehpunkt der Waage gleich sein.



Waage mit Laufgewicht

► Es braucht schon etwas Geduld, um zwei Gewichte zu finden, die genau gleich schwer sind. Eine Weiterentwicklung der Balkenwaage ist daher die Waage mit einem Laufgewicht. Auch diese Waage arbeitet nach dem Prinzip der gleich langen Hebel, nur wird hier mit den Drehmomenten getrickst. Die beiden Seiten neben dem Drehpunkt sind die Kraftarme. Je weiter außen ein Gewicht an einem Kraftarm hängt, desto höher ist seine Kraft. Mit Hilfe des Schiebers kann also das Drehmoment in einem Kraftarm geändert werden. Den Arm mit der Waagschale nennt man Lastarm.



Aufgabe:

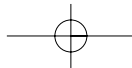
- Baue die Waage mit Last- und Kraftarm und Laufgewicht nach.
- Reguliere das Laufgewicht so, dass die Waage unbelastet im Gleichgewicht ist. Der Zeiger in der Mitte der Waage hilft dir dabei.
- Belaste die Waagschale mit einem Gewicht. Gleiche mit dem Laufgewicht aus.



Seilrollen - Flaschenzug

► Stell dir vor, du möchtest deinen Freund an einem Seil nach oben ziehen. Obwohl er genauso schwer ist wie du, schaffst du es nur mit enormem Kraftaufwand. Die Seilrolle an der Decke hilft dir nur beim Halten, nicht beim Heben. Das Flaschenzugmodell stellt dir aber einige Möglichkeiten vor, wie du es ganz leicht schaffst, auch schwere Lasten zu heben.



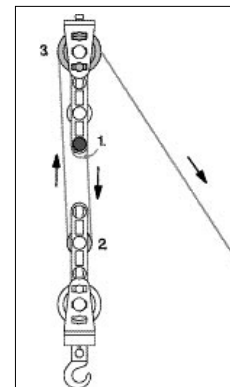


Flaschenzug mit 2 Seilrollen

Aufgabe:

- Baue das Flaschenzugmodell mit 2 Seilrollen (eine feste und eine lose Seilrolle).
- Hänge an den Haken ein Gewicht.
- Ziehe am Seil und messe, wie weit du ziehen musst, um deine Last 10cm anzuheben. Brauchst du dazu viel Kraft?
- Notiere deine Beobachtungen in der Tabelle:

	Zuglänge in cm	Kraftaufwand nach Gefühl	Anzahl Seilteile
2 Seilrollen			



Bei diesem Modell hat sich die eingesetzte Kraft auf die Hälfte reduziert. Wie verhält es sich mit der Zuglänge?

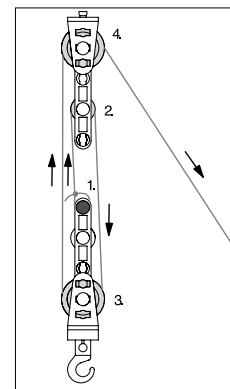


Flaschenzug mit 3 Seilrollen

Aufgabe:

- Erweitere dein erstes Modell zu einem Flaschenzug mit 3 Seilrollen. Schau dazu in die Bauanleitung.
- Ziehe wieder am Seil und messe, wie weit du jetzt ziehen musst, um deine Last 10cm anzuheben. Brauchst du dazu viel Kraft?
- Notiere und vergleiche deine Beobachtungen in der Tabelle:

	Zuglänge in cm	Kraftaufwand nach Gefühl	Anzahl Seilteile
dreifache Seilrolle			



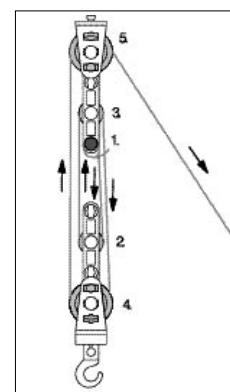
Nachdem du nun die Wirkungsweise eines Flaschenzuges kennst, kannst du einen Flaschenzug mit vier Seilrollen bauen. Außerdem wird der Motor als Ersatz für deine Kraft eingebaut.



Flaschenzug mit 4 Seilrollen

Aufgabe:

- Erweitere das Modell zu einem Flaschenzug mit 4 Seilrollen und Motor.
- Befestige mit Hilfe von Haushaltsgummis eine Geldbörse mit Münzgeld am Haken.
- Schafft es der Motor, die Münzen anzuheben?



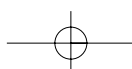
Um schwere Lasten mit wenig Kraft heben zu können, braucht man Flaschenzüge mit zwei, vier oder sechs Rollen. Wenn man das Gewicht der Rollen und die Reibungskräfte vernachlässigt, reduziert der Flaschenzug die Kraft, je nach Zahl der Rollen, auf die Hälfte, ein Viertel bzw. ein Sechstel.

Im Falle dieses Flaschenzuges muss der Motor nur 1/4 der Last heben.

Einen Nachteil hat das allerdings: Wenn die Last um 10cm hochgezogen wird, wie weit muss dein Motor dann das Seil aufspulen?

- 10 cm
 20 cm
 30 cm
 40 cm

Die Physik kennt die Arbeitsweise deines Flaschenzuges und hat dazu ein Gesetz erfunden, man nennt dieses Gesetz die „goldene Regel“. Sie besagt: „Arbeit kann nicht gespart werden, alles was an Kraft gespart wird, muss an Zeit und Weg zugelegt werden!“



Die Welt der Statik

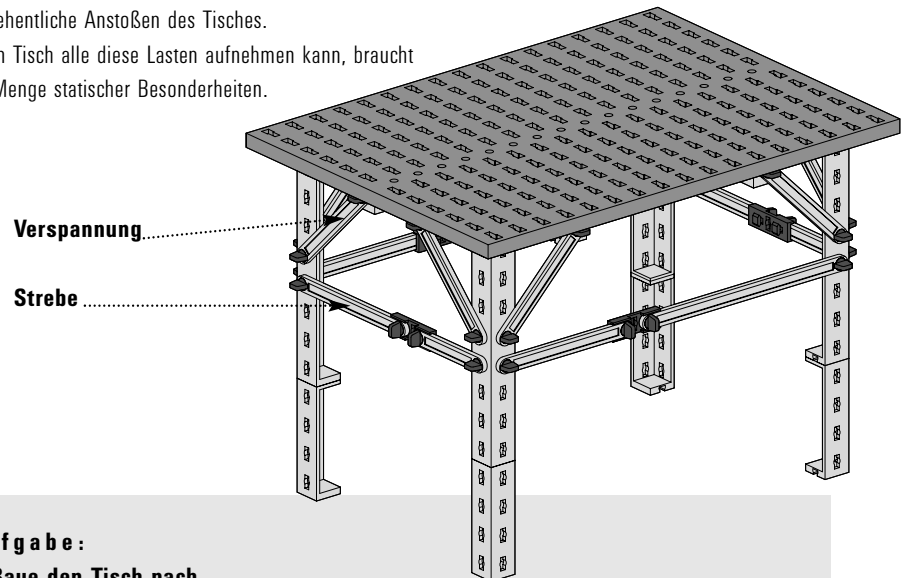
► Die Statik untersucht die Bedingungen, unter denen die an einem Körper angreifenden Kräfte im Gleichgewicht sind. Sie ist damit die Grundlage aller Berechnungen und Konstruktionen von Bauwerken wie Brücken oder Häusern.

Auf Bauteile der Statik wirken unterschiedliche Belastungen. Das Gewicht einer Konstruktion nennt man Eigenlast. Das Gewicht von Personen, Möbeln, Tellern oder sogar Autos nennt man Verkehrslast.

Tisch

► Auch dein Tisch ist ein statischer Gegenstand. Er trägt sowohl sein eigenes Gewicht, also die Eigenlast, als auch die Verkehrslasten. Das sind Teller, Tassen, Speisen oder Getränke, die auf einem Tisch stehen, aber auch das versehentliche Anstoßen des Tisches.

Damit ein Tisch alle diese Lasten aufnehmen kann, braucht er eine Menge statischer Besonderheiten.



Aufgabe:

- Baue den Tisch nach.
- Achte darauf, dass die Streben richtig verbunden sind.
- Belaste den Tisch zunächst von oben. Als nächstes drückst du seitlich gegen die Tischplatte, dann gegen eines der Tischbeine. Was passiert jeweils?

Die statischen Merkmale deines Modelltisches sind die abgewinkelten Tischbeine. Sie sind durch den Winkel bereits nach zwei Seiten stabil. Die Rahmenkonstruktion des Tisches ist zusätzlich verstrebt und verspannt. Mit den gelben Streben zwischen den Tischbeinen wird der Rahmen auf Druck und Zug hin stabilisiert. Die Krönung der Statik sind allerdings die Verbindungsstellen, die Dreiecke entstehen lassen. Dreiecke sind auch dann stabil, wenn die Stäbe an den Verbindungsstellen bewegliche Gelenke haben. Solche Dreiecke werden als statische Dreiecke bezeichnet. Dein Modelltisch ist also in dreierlei Hinsicht statisch stabil.

Alle Verbindungsstellen nennt man in der Statik Knoten.

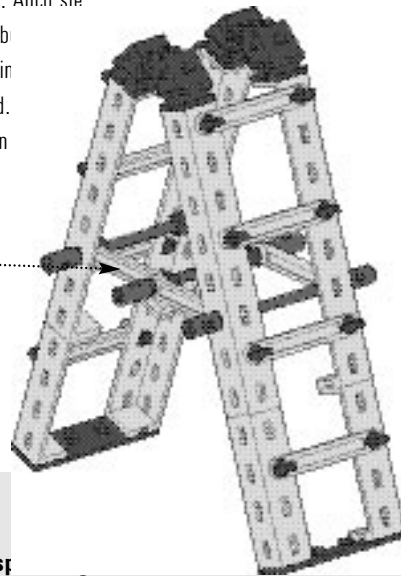


Aufgabe:

- Entferne die Verspannungen und belaste den Tisch. Welche Auswirkung hat das auf die Statik des Tisches?
- Füge die Verspannungen wieder hinzu. Entferne die Streben. Belaste den Tisch erneut. Wie stabil ist dein Tisch jetzt?
- Nun baue auch die Verspannungen wieder ab. Belaste den Tisch. Was kannst du beobachten?

► Einen sehr einfachen statischen Aufbau hat die Bockleiter. Auch sie hat abgewinkelte Beine, die verstrebt sind. Die Verstrebe dienen als Leitersprossen. Die Bockleiter besteht aus zwei einzelnen Leitern, die oben in einem Drehpunkt verbunden sind. kommt noch eine Verspannung der beiden Leitern im unteren

Verspannung



Bockleiter



Aufgabe:

- Baue die Bockleiter zunächst ohne die Verspannung.
- Richte die Bockleiter auf und belaste sie durch Druck auf die Sprossen und dem oberen Drehpunkt. Bleibt die Leiter stabil?
- Montiere nun an deiner Leiter die Verspannung. Führe den Versuch noch einmal durch. Bleibt die Leiter jetzt stehen?

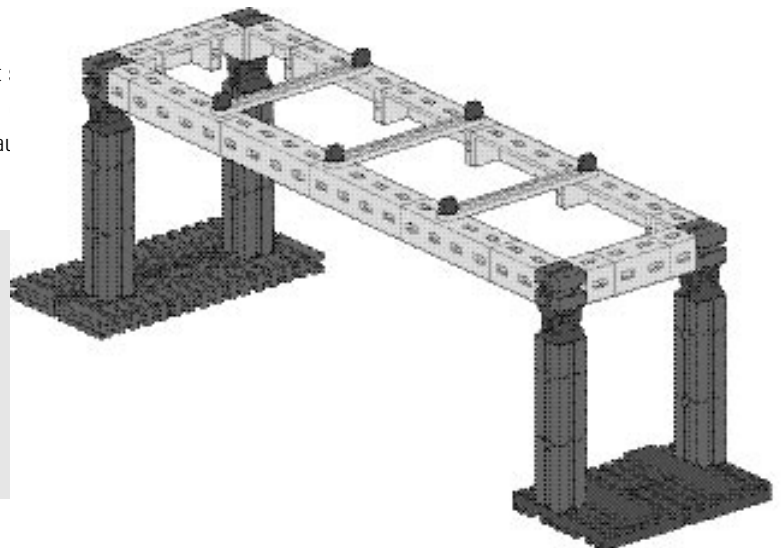
Eine Bockleiter besteht aus zwei gleichen Hälften, die oben mit einem Drehpunkt verbunden sind. Je nach Anstellwinkel der beiden Hälften bleibt die Leiter auch ohne Verspannung stehen. Aber ab einem bestimmten Punkt rutschen die „Füße“ der Leiter und die Leiterhälften werden auseinandergedrückt. Mit der Verspannung wird die Leiter stabilisiert.

► Eine optimale Brücke hat vier Eigenschaften: Sie ist lang, billig und sieht gut aus. Mit deinem Brückenmodell lernst du einen Klassiker der Brückenbau kennen.



Aufgabe:

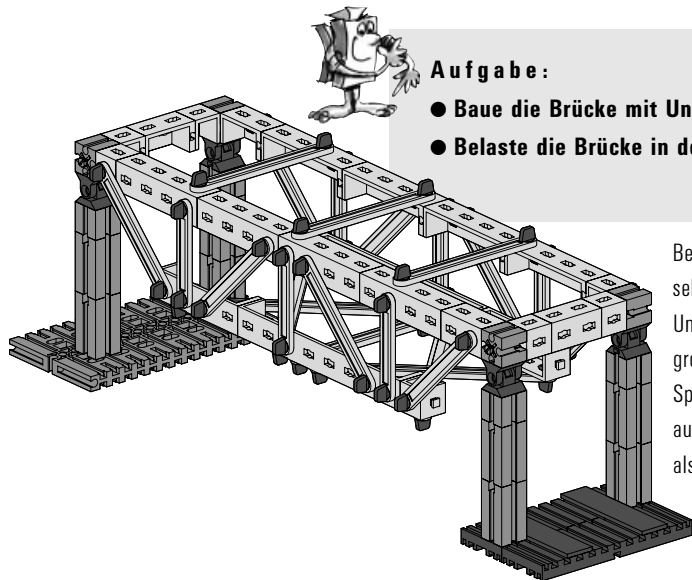
- Baue das Brückenmodell nach.
- Belaste die Brücke in der Mitte.
- Wo könnte diese Brücke verwendet werden?



Für geringe Belastungen und Spannweiten ist diese Einfeldbalkenbrücke hervorragend geeignet. Sie erfüllt alle Anforderungen. Wird der Abstand zwischen den Auflagern allerdings größer, verliert die Brücke ihre Stabilität.

Brücke mit Unterzug

► Die Brücke mit Unterzug erinnert an Hängebrücken, die über wilde Schluchten gespannt sind. Mit der Konstruktion einer Hängebrücke hat sie aber fast nichts gemeinsam. Warum das so ist, erfährst du in den Experimenten mit dem Modell.



Aufgabe:

- Baue die Brücke mit Unterzug nach.
- Belaste die Brücke in der Mitte. Verwende diesmal ein etwas schwereres Gewicht.

Bei den Belastungsversuchen hast du sicher festgestellt, dass deine Brücke sehr stabil ist und große Druckkräfte aufnehmen kann. Die Brücke mit Unterzug funktioniert mit der Fachwerkbauweise. Diese Bauart ist zwar für große Belastungen, nicht aber für große Spannweiten geeignet. Die größten Spannweiten erreicht man mit Hängebrücken, die aber nicht so große Kräfte aufnehmen können. Die Brücke mit Unterzug und die Hängebrücke sehen also nur ähnlich aus. Statisch unterscheiden sie sich vollkommen.

Brücke mit Oberzug

► Wesentlich längere Spannweiten und Belastungen kann die Brücke mit Oberzug (Oberzug) aufnehmen. Auch sie hat eine Fachwerkskonstruktion. Streben, Verspannungen und statische Dreiecke stabilisieren diese Brücke.

Oberzug

Strebe

Verspannung

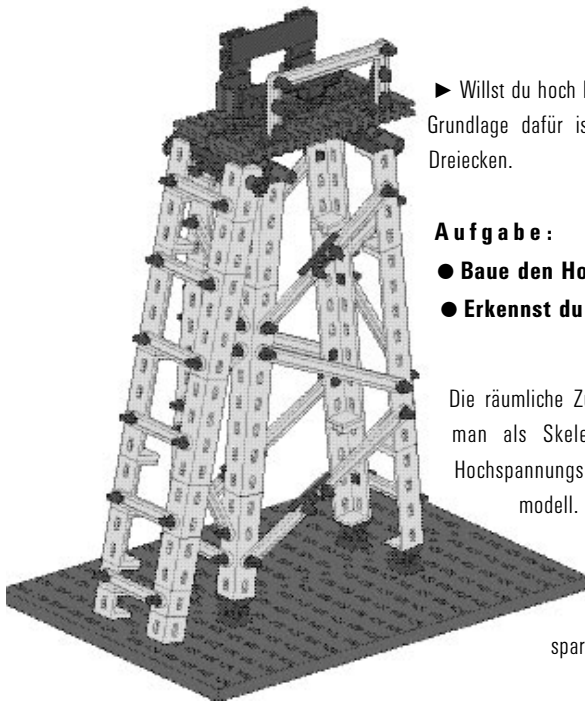
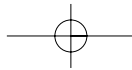
Auflager



Aufgabe:

- Erweitere dein erstes Brückenmodell zu der Brücke mit Oberzug.
- Belaste die Brücke wieder in der Mitte.
- Wie hat sich die Stabilität der Brücke verändert?
- Bezeichne in der Zeichnung alle dir bekannten statischen Elemente: den Oberzug, die Streben, die Verspannungen und die Auflager.

Diese Brückenform ist belastbarer als die Balkenbrücke. Die Druckkraft wird jetzt nicht nur auf einen Balken übertragen, sondern verteilt sich auf die zusätzlichen Bauteile. Der Oberzug besteht aus gekreuzten Diagonalen, die jeweils an den oberen Knoten der Seitenelemente befestigt sind. Die Diagonalen am Oberzug verhindern eine Verwindung der Brücke. Ragen die Streben nach oben, bezeichnet man diese Brückenkonstruktion als Hängewerk.



► Willst du hoch hinaus, dann ist der Hochsitz genau richtig. Die statische Grundlage dafür ist das Fachwerk, die flächige Aneinanderreihung von Dreiecken.

Aufgabe:

- Baue den Hochsitz nach der Vorlage.
- Erkennst du Bauelemente wieder?



Die räumliche Zusammensetzung von einzelnen Fachwerken bezeichnet man als Skelett. Skelette von Fachwerken findet bei Häusern, Hochspannungsmasten, Brückenkonstruktionen und beim Hochsitzmodell. Solche Skelette haben den Vorteil, dass sie nicht ausgefacht, d. h. mit einer Platte, einer Scheibe oder mit Steinen ausgefüllt werden müssen. So bieten sie wenig Angriffsfläche für den Wind. Diese Bauart spart zudem Baumaterial und ist dennoch stabil.

Hochsitz



► Bei den bisherigen Modellen aus den Bereichen Mechanik, Hebel und Statik konntest du Erfahrungen in diesen Bereichen sammeln. Im Abschlussmodell werden diese Erfahrungen nun miteinander verbunden. Der Kran ermöglicht dir, das Zusammenspiel von Bauteilen und Baugruppen zu erkennen und die Statik auf ihre Belastbarkeit hin zu testen.

Aufgabe:

- Baue den Sockel des Krans auf, und zwar mit dem Schneckenradgetriebe. Kannst du dich erinnern warum ein Schneckenradgetriebe eingesetzt wird? Notiere in der Tabelle.
- Als Nächstes wird die Rahmenkonstruktion aufgebaut. Kennst du die statischen Elemente, die verwendet werden? Ergänze auch hier die Tabelle.
- Der Ausleger des Krans ist eine bestimmte Form von Hebel. Wie hält der Kran dennoch sein Gleichgewicht? Wie wird der Ausleger stabilisiert?

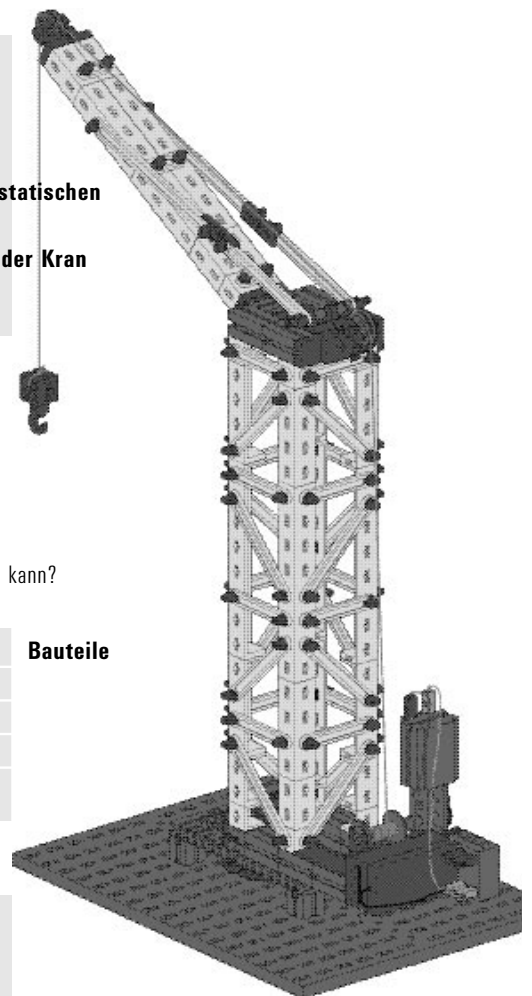


Für die Anhebung von Lasten stehen die mehrere Getriebearten zu Auswahl.

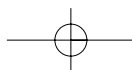
- Baue die möglichen Getriebe in dein Kranmodell ein.
- Vergleiche ihre Arbeitsweise.
- Trage die Ergebnisse in die Tabelle ein.

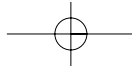
Die Krönung für dein Modell ist der Einsatz eines Flaschenzugs.

- Entwickle einen Flaschenzug für dein Kranmodell.
- Was musst du beachten, wenn dein Kran nun auch sehr schwere Lasten heben und senken kann?



Baugruppe	Vorteile/Besonderheiten	Einsatzmöglichkeiten	Bauteile
Mechanik			
Schneckenradgetriebe			
Statik			
Hebel			





D

PROFI MECHANIC + STATIC BEGLEITHEFT



Lined writing area consisting of multiple horizontal lines for text entry.

