

Maschinen in unserer Umgebung

Allgemeines

Maschinen kommen in allen Lebensbereichen vor. 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 zur Erleichterung seiner Arbeit viele Apparate erfunden, die ihm das Leben erleichtern. Angefangen bei einem historischen, von Wasserkraft betriebenen Mahlwerk einer Mühle über die Düsentriebwerke eines Jumbo-Jets bis hin zur Erfassung und Sichtbarmachung von Daten in Pixels.

Apparate, die dir eine Arbeit erleichtern oder sogar abnehmen können, nennt man in der Fachsprache Maschinen.

Aufgabe

- Maschinen können unterschiedlichste Arbeiten verrichten. Ordne die Maschinen aus der Liste ihren Tätigkeiten zu.

Maschinen können	Diese Maschine kann das
Lasten bewegen	
Werkstoffe bearbeiten	
Elektrische Energie in Bewegungsenergie umwandeln	
Daten verarbeiten	

LKW, PKW, Kran, Bagger, Elektromotor, Teigrührgerät, Betonmischer, Mixer, Taschenrechner, Computer

Name	Klasse	Blatt Nr.

Was ist Mechanik

Allgemeines

Die Mechanik handelt von den Wirkungen und Kräften, die auf starre und sich bewegende Körper Einfluss nehmen. Die Mechanik gliedert sich in die Bereiche _____, _____, der _____, der _____ und vielen anderen. Wir werden uns auf zwei Bereiche begrenzen: die Dynamik und die Statik.

Schon in der Antike haben Wissenschaftler versucht, die verschiedenen Bereiche der Mechanik zu ergründen. Die alten Dombaumeister haben mit immer höheren Kirchen das Gleichgewicht der Kräfte bis ins Äußerste ausgelotet. Heute übernimmt ein Statiker die Berechnungen für die Stabilität eines Bauwerks oder einer Konstruktion. Sein Beruf kommt von dem mechanischen Teilbereich, der Statik. Mehr darüber erfährst du im Thementeil Statik.

Immer dann, wenn eine Maschine, ein Getriebe oder eine andere Apparatur in Bewegung gesetzt wird, ist sie dynamisch. Die **Dynamik** ist ein weiteres Teilgebiet der **Mechanik** und beschreibt im Gegensatz zur **Statik** die Änderung der Bewegungsgrößen, wie das Drehen einer Welle, eine Hin- und Herbewegung oder eine Zahnradübertragung. Die Dynamik ist also die Lehre von den Bewegungsänderungen. Diesen Teil der Mechanik lernst du in den folgenden Kapiteln kennen.

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Der Elektromotor

Allgemeines

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 in deinem Leben. Sie können überall dort eingesetzt werden, wo elektrische Energie zur Verfügung steht und das ist inzwischen an fast jedem Ort der Erde möglich.

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. Dazu ist dein Motor sehr „schwach“, er kann also keine Lasten heben oder ein Fahrzeug antreiben. Um die schnellen Umdrehungen zu verringern und den Motor „stärker“ zu machen benötigt man ein Getriebe.

Name	Klasse	Blatt Nr.

Schneckenradgetriebe

Allgemeines

Um die hohe Drehzahl des Motors zu drosseln eignet sich am besten ein Schneckenradgetriebe. Zu diesem Zweck ist 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 angetrieben werden aber umgekehrt sperrt das Getriebe.

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

Aufgabe

- Baue das Schrankenmodell nach.
- Drehe die Schranke mit der Kurbel nach oben. Zähle dabei wie oft du die Kurbel drehen musst, um die Schranke in die Senkrechte zu bekommen. Trage die Lösung in die Tabelle ein.

Anzahl Umdrehungen bis die Schranke senkrecht steht	
---	--

Name	Klasse	Blatt Nr.

Getriebe

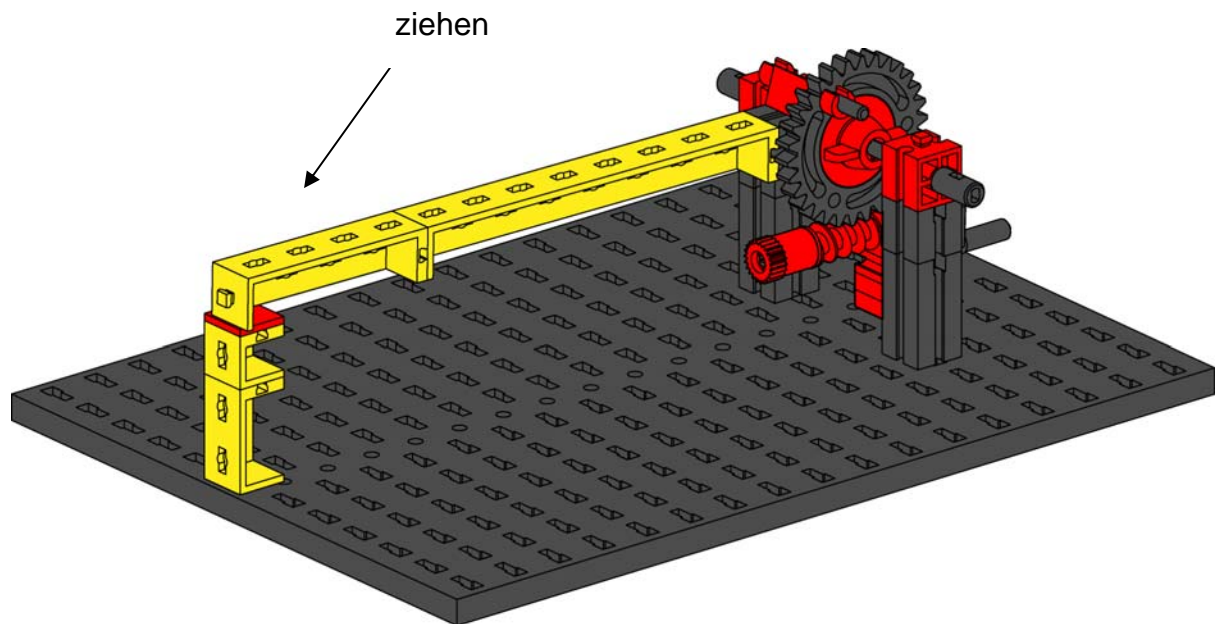
- Versuche nun die Schranke mit den Fingern nach unten zu ziehen, was fällt dir auf?

.....

.....

.....

.....



Lösung

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 Schneckengetriebe 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 Drehrichtung des Antriebs

Name	Klasse	Blatt Nr.

Schneckenradgetriebe - Drehtisch

Allgemeines

Der Mechanismus des Schneckengetriebes wird in einer Menge Maschinen angewendet. Ein einfaches Beispiel für die Anwendung eines Schneckenradgetriebes ist der Drehtisch.

Bei der hier aufgebauten Getriebeeinheit soll die Drehzahl verringert werden, die Drehrichtung geändert und 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. Achtung! Natürlich nur einen Topf nehmen der auch auf die Platte passt.
- Beobachte den Topf: kann der kleine Motor tatsächlich den großen Topf drehen?
- Beschreibe deine Beobachtungen.
- Benenne die Bauteile in der Bauzeichnung des Drehtisches.

Beobachtung:

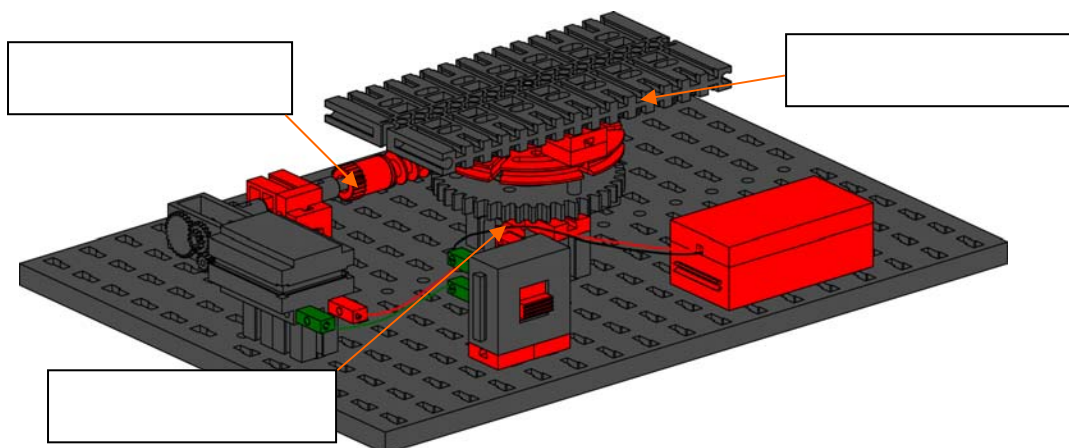
.....

.....

.....

.....

.....



Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Zahnradgetriebe

Allgemeines

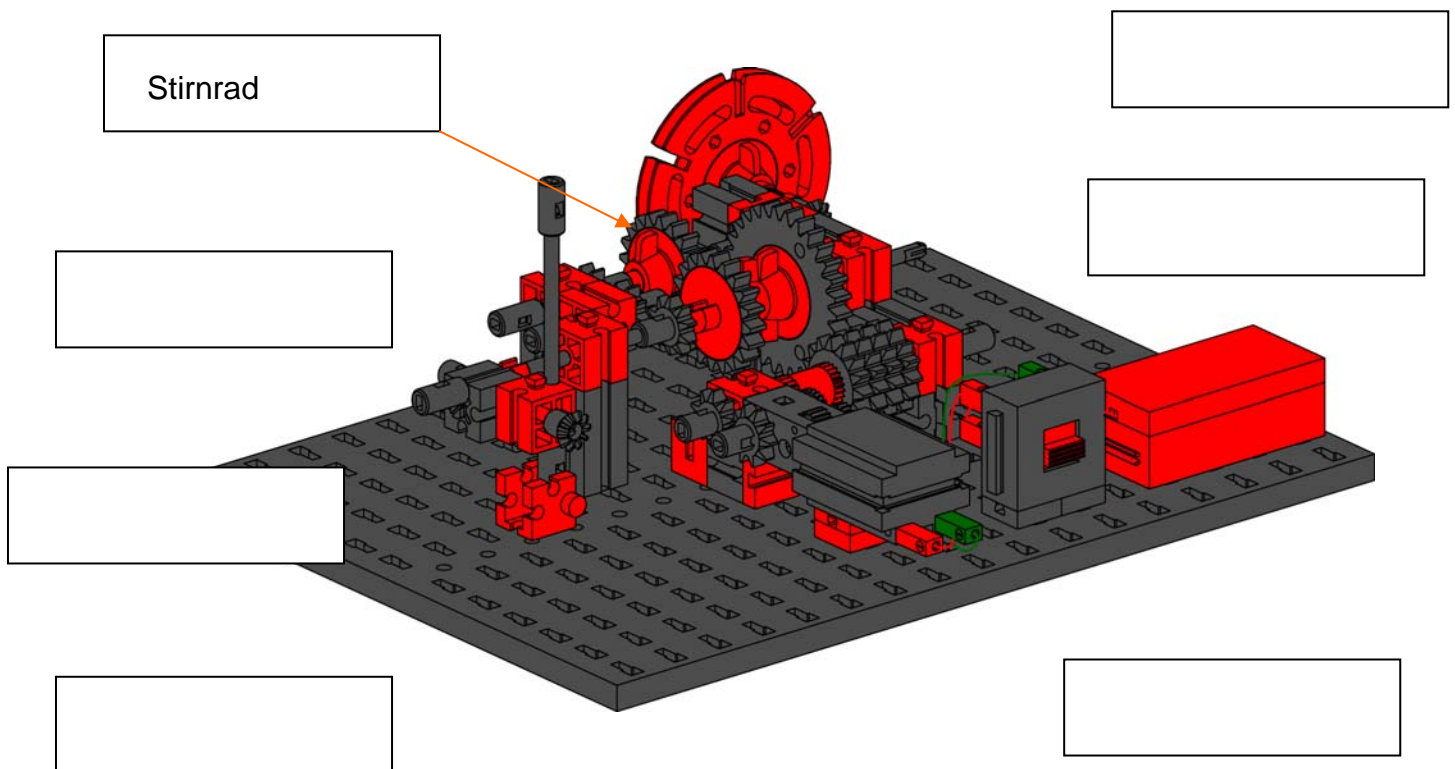
Zahnräder sind mit die ältesten und robustesten Maschinenelemente die es gibt. Es gibt Zahnräder in verschiedenen Arten und Größen.

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

Aufgabe

- Erkennst du bereits in diesem komplizierten Schaltgetriebe einige Bauteile? Kennzeichne sie, indem du Deutepfeile mit einem Begriff verbindest.



Name

Klasse

Blatt Nr.

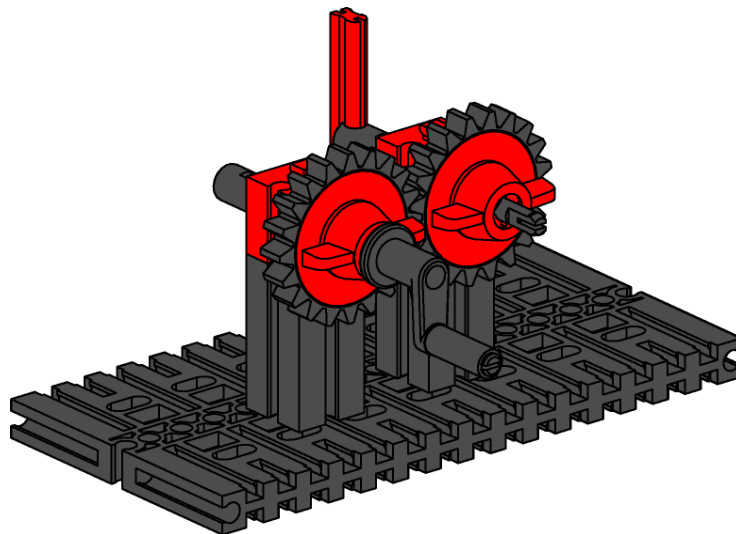
Kurbelgetriebe 1

Allgemeines

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? Zeichne es ein.



Umdrehungen Zahnrad 1	Umdrehungen Zahnrad 2

Name	Klasse	Blatt Nr.

Getriebe

Lösung

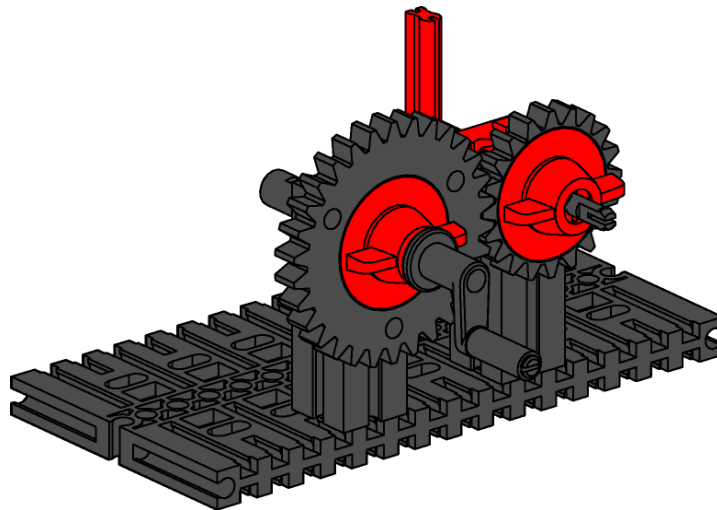
Wenn du auf diese Art ein Fahrzeug bewegen möchtest, kommst du sicherlich nur sehr langsam von der Stelle, zudem würdest du auch noch rückwärts fahren. Dieses Modell zeigt dir aber ganz einfach, wie man ein Getriebe aufbaut und berechnet.

Berechnung des Übersetzungsverhältnisses von Zahnradgetrieben		
	Antriebsrad	Abtriebsrad
Rad Nr.	1	2
Zähnezahl eines Zahnrades	Z_1	Z_2
Umdrehungszahl	n_1	n_2
Drehrichtung (links / rechts)		

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Kurbelgetriebe 2

Allgemeines



Aufgabe

- Baue das Kurbelgetriebe 2 nach
- Bemale je ein Zahnrad und richte dieses nach oben aus.
- Drehe die Kurbel ein mal, wie oft dreht sich die Welle mit dem zweiten Zahnrad? Notiere in der Tabelle.
- Drehe die Kurbel im Uhrzeigersinn. In welche Richtung dreht sich das Abtriebsrad und somit die zweite Welle? Zeichne die Drehrichtung in die Abbildung

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Getriebe

Lösung

Wenn du auf diese Art ein Fahrzeug bewegst, kommst du sicherlich etwas schneller von der Stelle kommen, als mit deinem ersten Modell. Berechne auch für dieses Getriebe die Übersetzung.

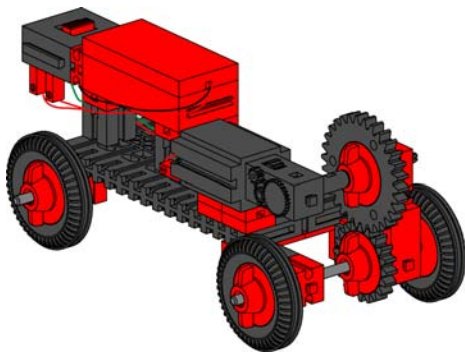
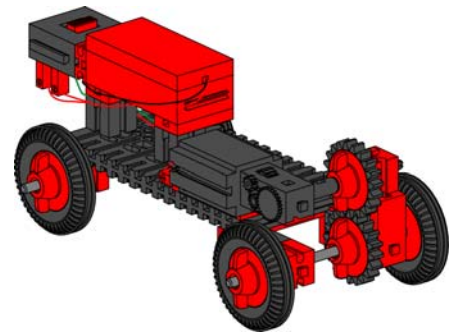
Berechnung des Übersetzungsverhältnisses von Zahnradgetrieben		
	Antriebsrad	Abtriebsrad
Rad Nr.	1	2
Zähnezahl eines Zahnrades	Z_1	Z_2
Umdrehungszahl	n_1	n_2
Drehrichtung (links / rechts)		

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Fahrzeugantrieb

Allgemeines

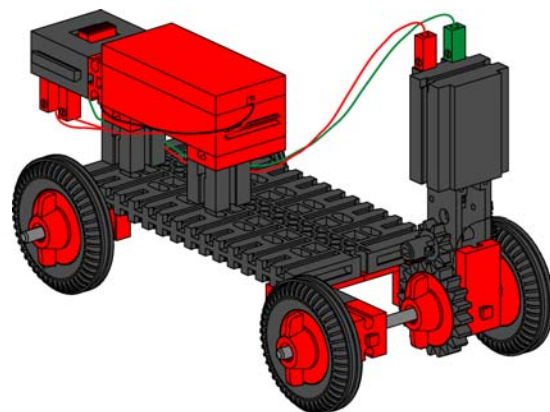
Um deine Erfahrungen mit Getrieben nun in einem motorbetriebenen Modell unterzubringen baue das Fahrzeug 1 (Bauanleitung S.13-15) auf. Der Motor dreht um ein Vielfaches schneller als deine Hand. Du hast mithilfe des Motors und dem Getriebe einen richtigen Fahrzeugantrieb.



Damit das motorbetriebene Fahrzeug noch schneller fährt, baue Fahrzeug 2 (Bauanleitung S.16-17) nach. Dein Mobil fährt nun mal so schnell wie sei Vorgänger. Dafür hat diese Übersetzung ihre Probleme am Berg.

Das Fahrzeug 3 hat einen „umgekehrten“ Getriebeaufbau wie das Fahrzeug 2. Wie verändert sich wohl die Geschwindigkeit dieses Fahrzeugs im Vergleich zu den beiden anderen Modellen? Überlege erst und notiere deine Vermutungen bevor du das Fahrzeug 3 (Bauanleitung S.18) aufbaust.

.....

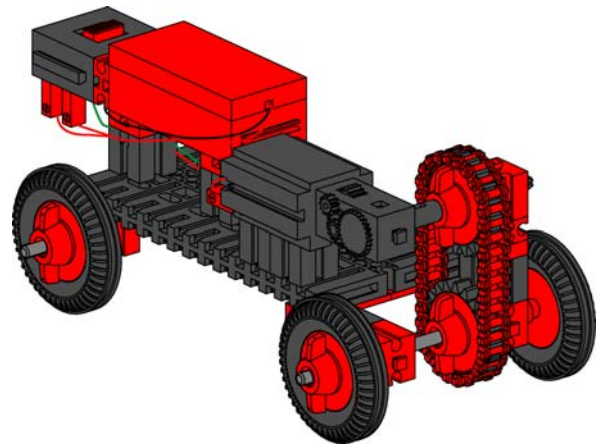


Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Kettenantrieb

Allgemeines

Sollen größere Distanzen zwischen zwei Wellen überbrückt werden, verwendet die Getriebetechnik sogenannte **Zugmittelgetriebe**. Als Zugmittel werden Riemen oder Ketten verwendet, sie verbinden die An- und Abtriebsräder über längere Distanzen miteinander, indem sie die Maschinenteile in einem bestimmten Zusammenspiel halten.



Übersetzungen sind dir von deiner Fahrradschaltung her bekannt. Auch hier treibst du vorne das große und hinten das kleine Ritzel an, um schneller auf der Ebene zu fahren, am Berg wechselst du dann aber bestimmt auf ein kleineres Übersetzungsverhältnis, wie 1:1. oder wenn es ganz steil wird auf 2:1.

Aufgabe

- Baue das Fahrzeug mit Kettenantrieb (S.19-20) nach.

Berechnung des Übersetzungsverhältnisses von Zahnradgetrieben		
	Antriebsrad	Abtriebsrad
Rad Nr.	1	2
Zähnezahl eines Zahnrades	Z_1	Z_2
Umdrehungszahl	n_1	n_2
Drehrichtung (links / rechts)		

Name	Klasse	Blatt Nr.

Getriebe

Lösung

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.

Genauso funktioniert die Übertragung auch bei einem Mofa oder Motorrad. Sei erfinderisch und baue dein eigenes Motorrad aus deinen fischertechnik-Teilen.

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

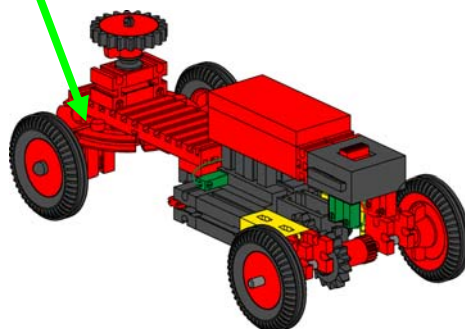
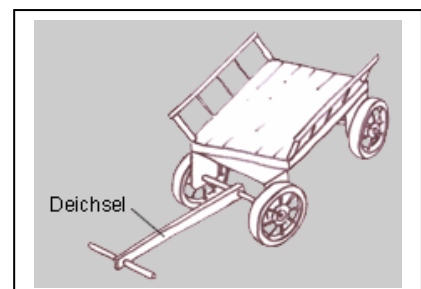
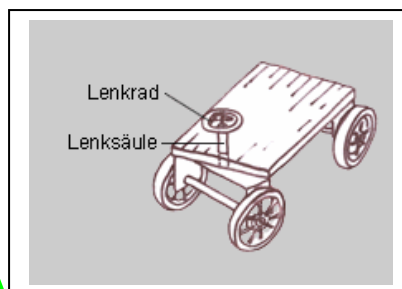
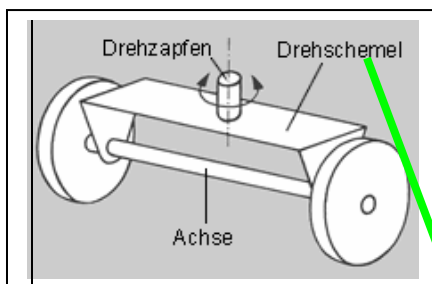
Fahrzeug mit Lenkung

Allgemeines

Mit den letzten Modellen hast du erkannt, wie wichtig das richtige Zahnradverhältnis für unterschiedliche Fahrzeugtypen und Geschwindigkeiten ist. Damit du deinem Fahrzeug nicht immer nachlaufen musst, weil es immer nur auf einer geraden Linie fährt, bekommt es jetzt eine Lenkung.

Aufgabe

- Baue das Fahrzeugmodell mit Lenkung (S.21-23) auf.
- Benenne mit Hilfe der drei Abbildungen die Bauelemente in der Modellzeichnung. Verbinde dazu die Begriffe in den Abbildungen mit den Bauelementen in der Modellzeichnung.



Name	Klasse	Blatt Nr.

Getriebe

Lösung

Diese Lenkung ist die einfachste und damit auch älteste, die der Mensch entwickelt hat. Man nennt diese Art von Lenkung Drehschemellenkung. Die Kelten entwickelten für ihre Wagen ein System, um die vordere Achse und somit das Fahrzeug lenkbar zu machen. Sie erfanden die **Drehschemellenkung**, die heute noch - vor allem im Bereich von Anhängewagen, Handkarren und Pferdefuhrwerken - Verwendung findet. 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 Zapfen als Lenksäule oder mit einem Stab (Deichsel), der am Schemel befestigt ist, gesteuert werden. In einer Seifenkiste kann die Drehschemellenkung auch mit den Füßen oder zwei Seilen betätigt werden.

Name	Klasse	Blatt Nr.

Schaltgetriebe

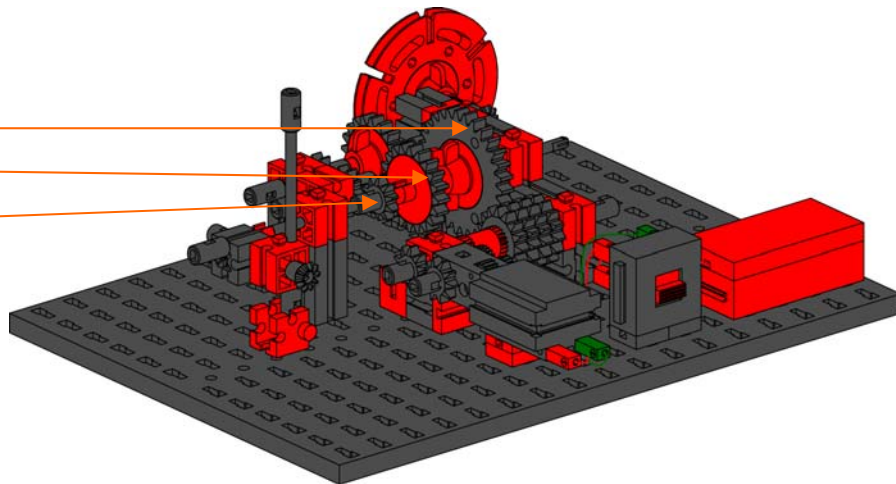
Allgemeines

Mit den bisherigen Modellen hast du einige Zahnradübersetzungen kennengelernt. Mit dem folgenden Aufbau erweiterst du die einfachen Zahnradübertragungen durch eine Schaltung mit mehreren Gängen. Ein Getriebe, wie in einem Auto, einer Bohrmaschine oder einem Moped. Hier handelt es sich um ein **Verbundgetriebe**, das heißt, ein Getriebe das aus mehr als nur zwei Zahnrädern besteht.

Dabei erforscht du die Übersetzungswirkung von hintereinandergeschalteten Zahnrädern und Zahnradpaaren.

Aufgabe

- 1. Gang
- 2. Gang
- 3. Gang



- Baue das Getriebe (S.24-28) nach.
- Schalte den Motor ein und bewege den „Schalthebel“ langsam von Gang 1 nach Gang 3. Achte darauf, dass die Zahnräder beider Wellen in einer Linie liegen.
- Notiere deine Beobachtungen.

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

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Getriebe

Lösung

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

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

Mögliche Ergänzungen

Aufgabe

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

Name	Klasse	Blatt Nr.

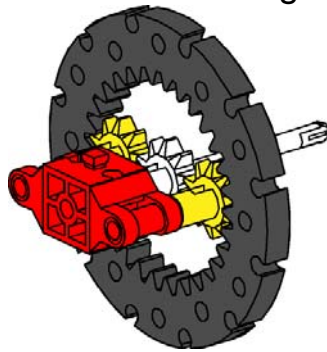
Planetengetriebe

Allgemeines

Das 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.

Aufgabe

- Baue das Planetengetriebe (S. 29-31) nach.
- Bezeichne die Bauteile in der folgenden Abbildung.



- Drehe an der Kurbel, dem „Antrieb“, und beobachte, welche Wellen, Zahnräder und Zahnradverbunde du dadurch in Rotation versetzt.
- Notiere deine Beobachtungen.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Mit dem Schieber, so nennt man den Hebel im unteren Teil deines Modells, kannst du entweder den Planetenradträger oder das Hohlrad festbremsen, also arretieren, damit es sich nicht mehr drehen kann.

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

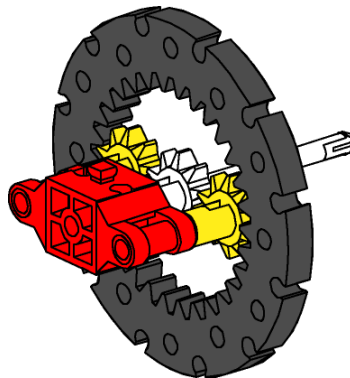
Antrieb	Hohlrad	Planetenradträger
Drehrichtung		
Untersetzung		

Name	Klasse	Blatt Nr.

Getriebe

Lösung

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 (schwarz-weiß), Planetenrädern (gelb), Planetenradträger (rot) und Hohlrad (schwarz). Bei diesem einfachen Planetenradsatz ist ein Sonnenrad in der Mitte über mehrere Planetenräder mit einem innenverzahnten Hohlrad formschlüssig verbunden. Sonnenrad, Planetenradträger oder Hohlrad können jeweils antreiben, angetrieben werden oder festgebremst sein. Um dein Getriebe so richtig auszuprobieren hast du an deinem Getriebe den Schieber.

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

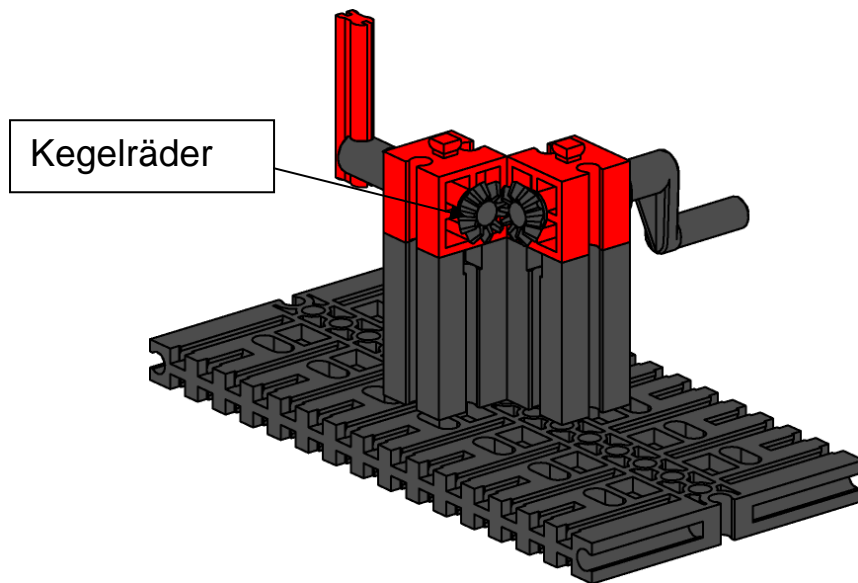
Dieser Vorgang wird in der Kraftfahrzeugtechnik verwendet um einen Rückwärtsgang zu schalten. Dabei muss der Antrieb, also deine Kurbel mit dem Sonnenrad und der Achsantrieb mit dem Hohlrad verbunden sein

Name	Klasse	Blatt Nr.

Kegelradgetriebe

Allgemeines

Mit den bisherigen Modellen hast du inzwischen sehr komplizierte Mechanismen aufgebaut. Mit dem Kegelrad lernst du eine einfache Zahnradübertragung kennen



Aufgabe

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Getriebe

Lösung

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

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Differentialgetriebe

Allgemeines

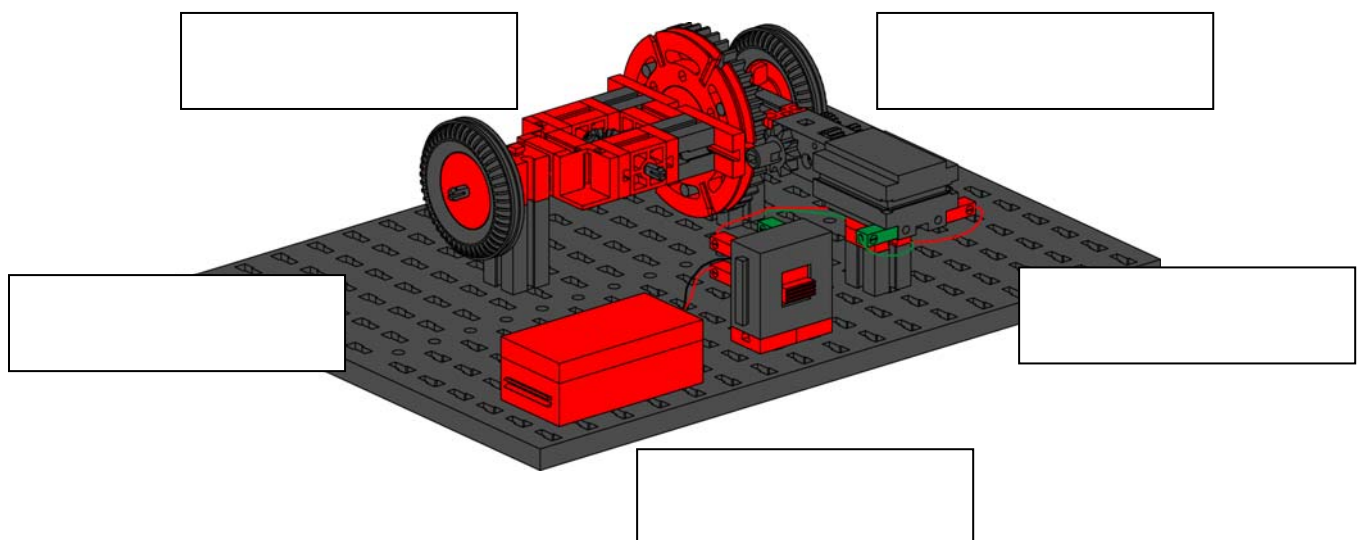
Ein Differenzial braucht man immer dann, wenn bei einem mehrspurigen Fahrzeug, wie einem Auto, mehrere Räder einer Achse angetrieben werden. Differenziale erfüllen zwei Aufgaben: Aufteilung der Antriebsleistung auf zwei Achsen und der Ausgleich von Drehzahlunterschieden zwischen diesen Zweigen

In dieser Funktion kommt das Differenzial an zwei Stellen zum Einsatz:

- **Achsdifferenzial:** An der Achse, um die Leistung von der Kardanwelle auf zwei Antriebswellen zu den Rädern aufzuteilen.
- **Zentraldifferenzial:** Zwischen zwei Achsen, um die Leistung zwischen Vorder- und Hinterachse zu verteilen.

Aufgabe

- Baue das Getriebemodell (S. 40-43) nach.
- Kennzeichne die Bauteile in der Abbildung.



- Beobachte und ermittle, wie sich Drehzahl, Drehrichtung und Drehmoment bei diesem Modell ändern, halte dazu zuerst abwechselnd das eine oder andere Abtriebsrad fest. Jetzt den Drehkörper (die Aufnahme der Mittelkegelräder) in der Mitte.

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Getriebe

- Notiere deine Beobachtungen in der Tabelle.

Festhalten	Abtriebsrad 1	Abtriebsrad 2
Drehzahl		
Drehrichtung		

Lösung

Das Differential scheint ein richtiges Zaubergetriebe zu sein.

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

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

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Wagenheber

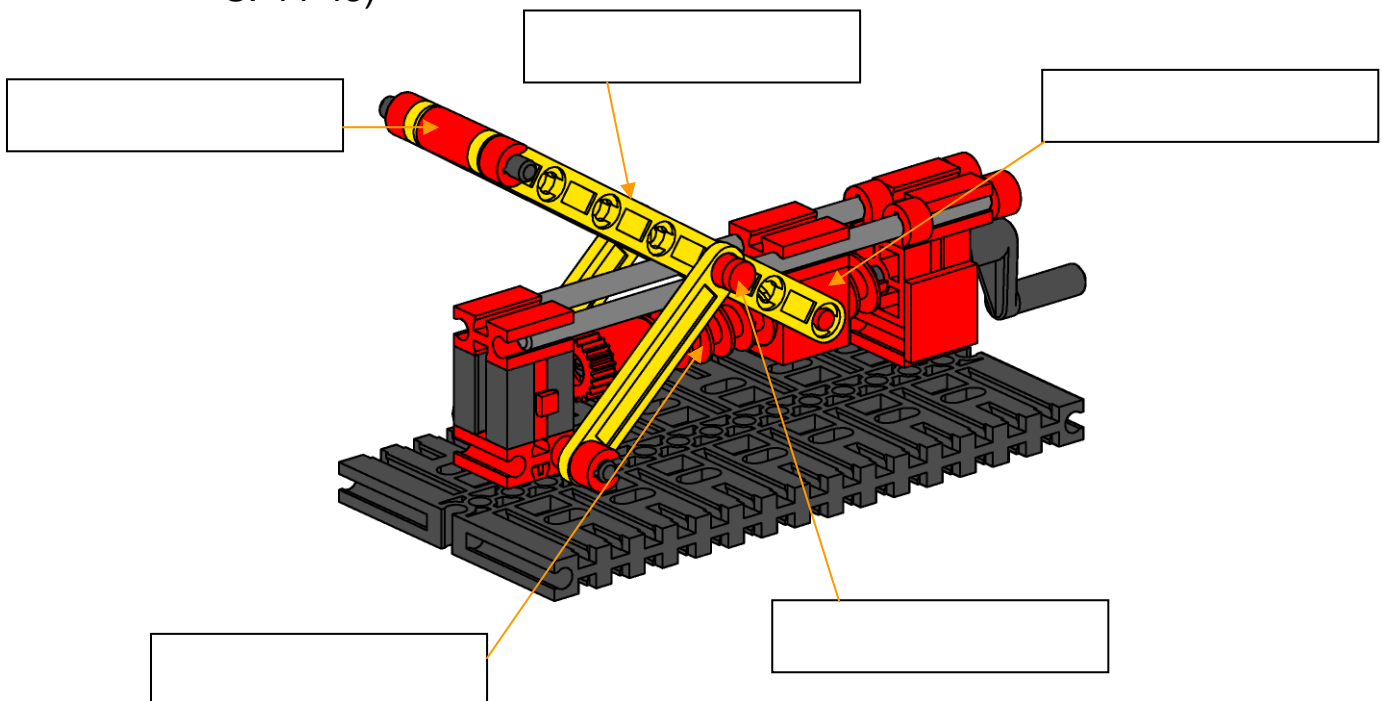
Allgemeines

Bestimmt hast du eine Menge Freunde, die dir helfen, wenn es darum geht, schwere Lasten zu transportieren. Doch es gibt auch Situationen, in denen du auf dich allein gestellt bist. Eine davon könnte eine Reifenpanne sein. Stell dir vor, du musst, um einen Reifen zu wechseln, ein ganzes Auto hochheben. Natürlich geht das nicht. Deshalb gehört zum Auto auch ein Wagenheber. Mit Hilfe dieser Vorrichtung schafft es jeder, auch alleine, schwere Lasten anzuheben.

Der Trick dabei ist die Verwendung einer Schraubenspindel. Die Schraubenspindel nutzt die besonderen Eigenschaften des Schneckengetriebes aus.

Aufgabe

- Um die Funktionsweise eines Wagenhebers zu erforschen baue zunächst das Modell des Wagenhebers auf. (siehe Bauanleitung S. 44-45)



- Bezeichne die einzelnen Bauelemente in der Abbildung, verwende dazu diese Begriffe: Spindel, Drehpunkt, Hebearm, Schneckenmutter und Lastauflager.

Name	Klasse	Blatt Nr.

Schraubenspindel / Gelenk

- Drehe die Kurbel einmal und beobachte und messe dabei, wie weit sich dabei die Schneckenmutter bewegt und wie hoch der Hebearm des Wagenhebers steigt. Verwende für die Messungen einen Stahlmaßstab oder dein Geodreieck.

Beobachtung:

.....
.....
.....
.....
.....

- Drücke auf den Hebearm. Dreht sich die Schraubenspindel zurück? Erkläre deine Beobachtung?

.....
.....
.....
.....
.....

- Schreibe zwei Gründe auf, warum für diesen Zweck ein Schraubenspindelmechanismus verwendet wird.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Ergänzung:

Um den Hebearm ganz in die Senkrechte zu stellen hast du die Kurbel viele Male drehen müssen. Du hast aber 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 Antrieb

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Scherenhubtisch

Allgemeines

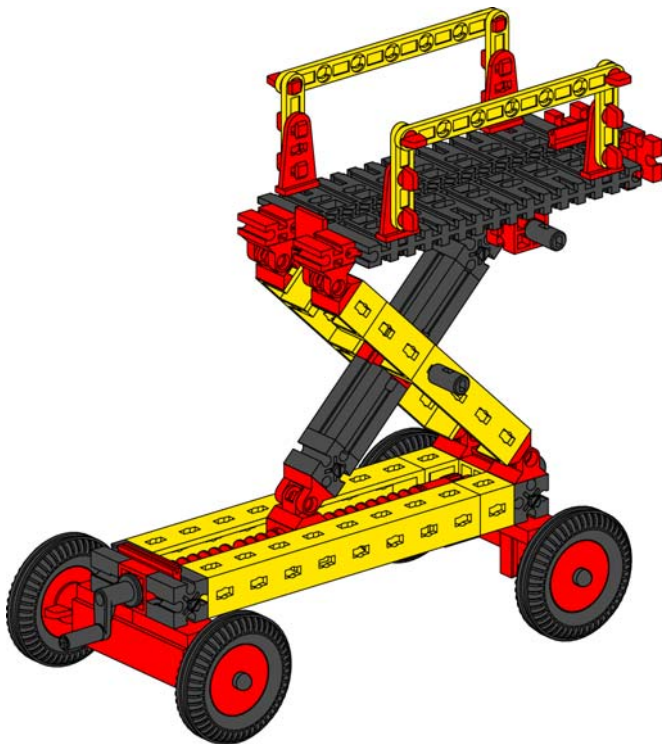
Mit dem Wagenheber hast du die Vorteile und Nachteile einer Schraubenspindel testen können. Es gibt eine Menge von Apparaturen und Vorrichtungen, die einen solchen Mechanismus verwenden. Der Scherenhubtisch zeigt dir, wie man eine Drehbewegung mit Hilfe von Schraubenspindel, Gelenken und Hebeln, in eine parallele Auf- und Abbewegung umwandelt.

Aufgabe

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

Skizziere in mehreren Schritten!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Schraubenspindel / Gelenk**Lösung**

Mit dem Gelenk wird die Ausgabe der Schraubenspindel, also die Hin- und Herbewegung der Schneckenmutter, auf eine andere Ebene, die Plattform, übertragen. Dadurch, dass 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.

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Scheibenwischer

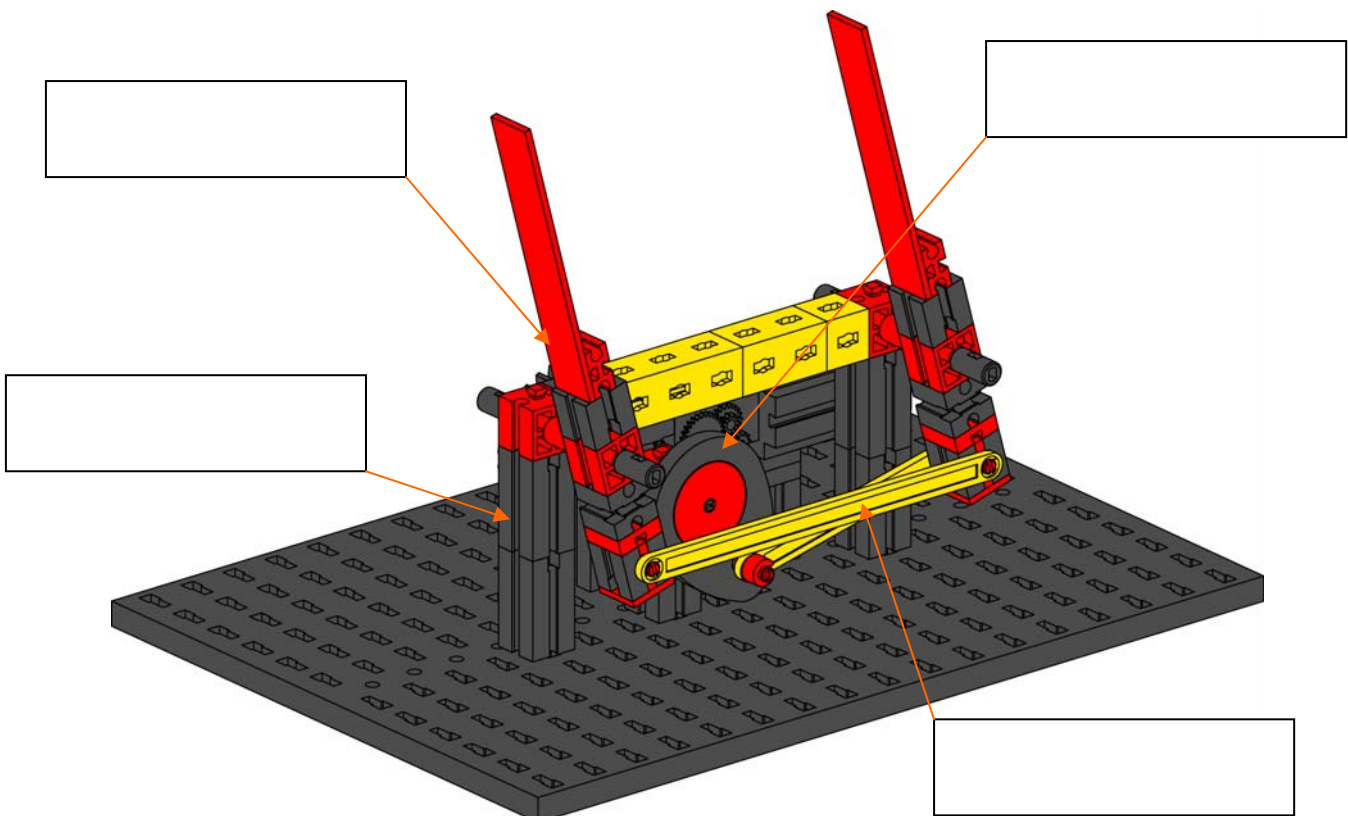
Allgemeines

Das Modell eines Scheibenwischers gibt dir die Möglichkeit die Umwandlung von Drehbewegungen in eine hin- und hergehende oder schwingende Bewegung zu erkunden.

Hier kommt die Kurbel- oder Nockenscheibe zum Einsatz. Diese Art von Getriebe nennt man **Kurbelschwingengetriebe**. Sie wandelt eine Drehbewegung in eine geradlinige Bewegung um. Sie besteht als doppelte Viergelenkkette aus den Bauteilen, die du in der folgenden Aufgabe zuordnen sollst.

Aufgabe

- Um die Funktionsweise eines Scheibenwischers zu erforschen baue zunächst das Modell des Scheibenwischers auf. (siehe Bauanleitung S. 56-59)
- Bezeichne die einzelnen Bauelemente in der Abbildung, verwende dazu diese Begriffe: Kurbel, Schwinge, Gestell und Koppel.

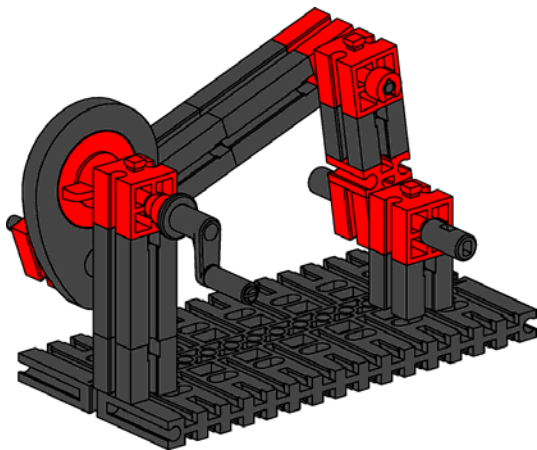


Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Viergelenkkette

Allgemeines

Die Viergelenkkette besteht, wie der Name schon vermuten lässt, aus vier Gelenken, also Punkten, an denen sich etwas drehen kann. Eine vereinfachte Darstellung der Viergelenkkette zeigt dir ihre Funktionsweise auf.



Aufgabe

- Baue das Kurbelgetriebe auf.
- Beobachte und ermittle, wie die einzelnen Bauteile zusammenspielen.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Notiere welche Bauteile sich bewegen und welche nicht. Beschreibe die Art ihrer Bewegung in der folgenden Tabelle.

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

Name	Klasse	Blatt Nr.

Koppelgetriebe**Lösung**

Das Gestell ist starr und nimmt die anfallenden 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.

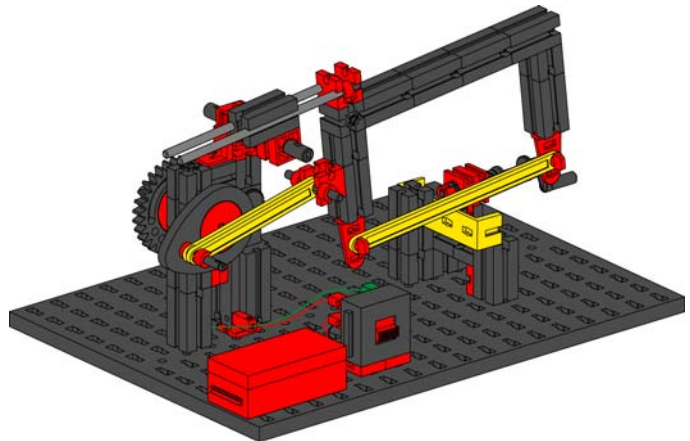
Damit das Getriebe auch wirklich funktioniert, müssen die Längen der vier Bauelemente der Kurbelschwinge genau aufeinander abgestimmt sein. Das heißt, die Längenverhältnisse der Bauteile müssen in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen.

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

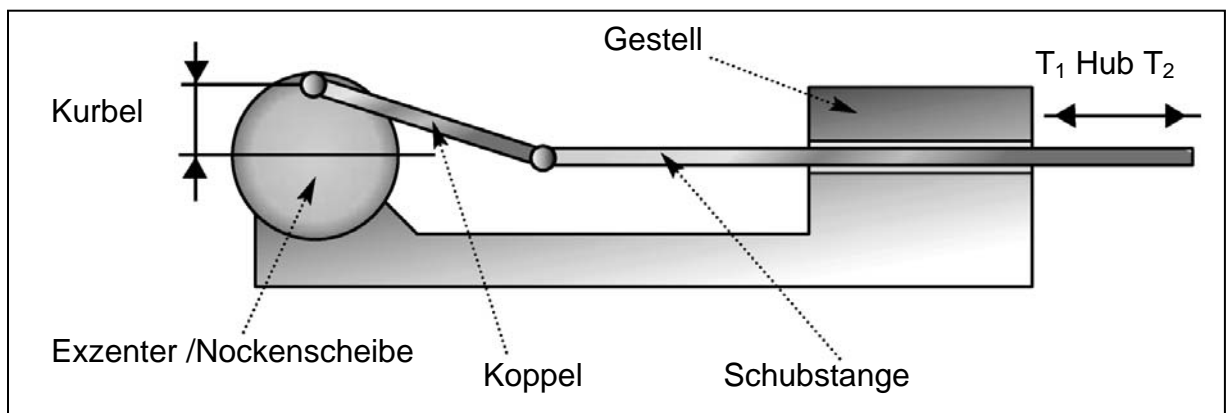
BügelSäge

Allgemeines

Der Effekt der Kurbelschwinge findet auch in anderen Bereichen Einsatz. Lange Zeit war die Bügelsäge ein großer Helfer der Metallbauer. Der einfache Aufbau ihrer Mechanik soll dir helfen, ein Kurbelgetriebe besser zu verstehen.



Bei dieser Getriebeart wird eine Drehbewegung in eine 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 und notiere das Ergebnis.

Der Hub der Bügelsäge ist mm lang

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Balkenwaage

Allgemeines

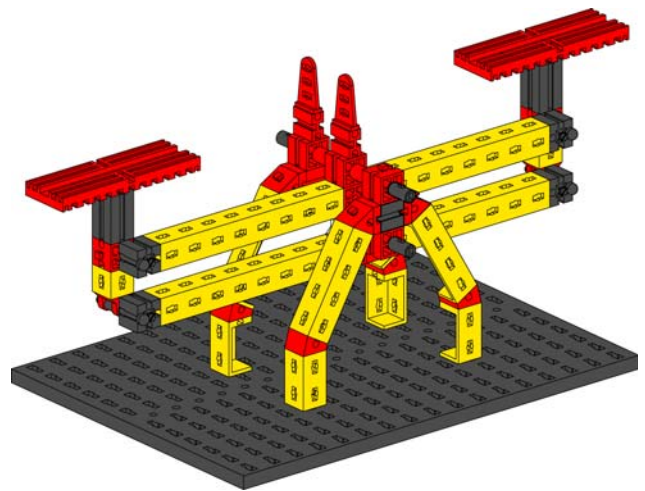
Um den Preis einer Ware zu bestimmen hat man schon vor 4000 Jahren die Menge der Ware mit Gewichten verglichen. Mit der Balkenwaage wird die Gewichtskraft zweier Massen oder einem Gewichtsstück gleichgesetzt. Die Balkenwaage misst also die Balance von zwei Gewichtskräften. Bei deinem Modell ist es ein 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.

Aufgabe

- Baue die Balkenwaage (Bauanleitung S.66-69) nach.
- Lege auf beide Waagschalen je einen fischertechnik-Baustein. Stimmt deine Waage?

JA NEIN

- Suche nun zwei Gegenstände, die deiner Meinung nach das gleiche Gewicht haben und lege sie auf die Waagschalen.



Gegenstand linke Waagschale	Gegenstand rechte Waagschale

- Stimmt deine Vermutung? Teste so lange aus, bis die Zeiger deiner Waage übereinstimmen.

Name	Klasse	Blatt Nr.

Hebel**Lösung**

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 ist dir auch von einer Wippe her bekannt. Damit die Hebel im Gleichgewicht sind, muss nicht nur die Länge der beiden Hebel gleich sein, sondern auch das Gewicht, das auf den Hebeln ruht. Zudem muss auch noch der Abstand, den die Gewichte zum Drehpunkt der Waage haben, genau der gleiche sein.

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Waage mit Laufgewicht

Allgemeines

Es braucht schon etwas Geduld um zwei Gewichte zu finden, die genau gleich schwer sind. Eine Weiterentwicklung der Balkenwaage ist die Waage mit einem Laufgewicht. Auch diese Waage arbeitet nach dem Prinzip der gleichlangen 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 dem einen Kraftarm geändert werden. Den Arm mit der Waagschale nennt man in diesem Fall auch Lastarm.

Aufgabe

- Baue die Waage mit Last- und Kraftarm und Laufgewicht (S.70-74) 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.
- Notiere deine Beobachtungen:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

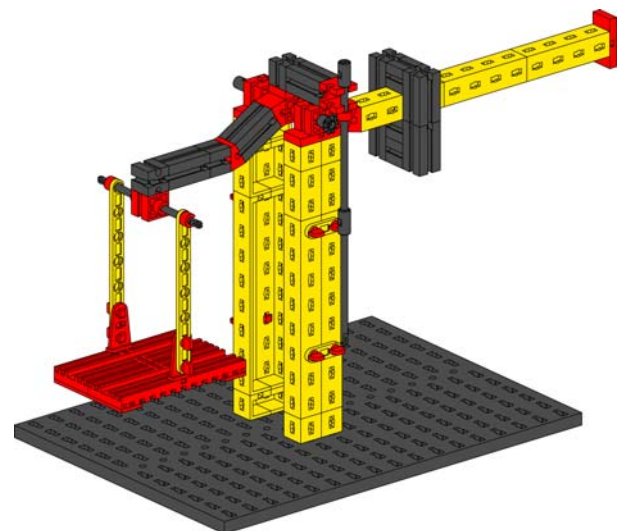
.....

.....

.....

.....

.....



Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Hebel

Lösung

Damit ein Hebel im Gleichgewicht ist, muss die Summe der linksdrehenden Drehmomente mit der Summe der rechtsdrehenden Drehmomente übereinstimmen. Das hört sich im ersten Moment unglaublich kompliziert an, doch so schwierig ist es gar nicht. Das Gesetz sagt aus, dass beide Arme, links und rechts des Drehpunkts, gleich schwer aber nicht gleich lang sein müssen. Je nachdem wie weit ein Gewicht vom Drehpunkt entfernt ist, desto größer ist die Kraft des Hebels und somit auch sein Gewicht.

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Seilrollenflaschenzug

Allgemeines

Sicherlich warst du schon einmal in der gleichen Situation wie der Junge auf dem Bild. Du möchtest deinen Freund an einem Seil nach oben ziehen, obwohl er genauso schwer ist wie du, schaffst du es nur unter enormem Kraftaufwand.

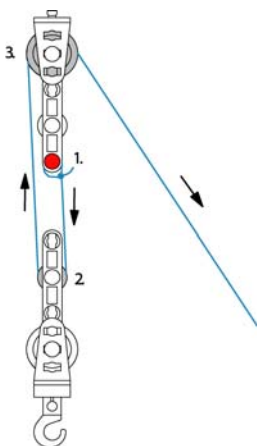
Die Rolle an der Decke hilft dir in diesem Fall nur beim Halten, nicht beim Heben.

Das Flaschenzugmodell stellt dir einige Möglichkeiten vor, wie du es ganz leicht alleine schaffst, auch Lasten zu heben, die viel schwerer sind als du. Helfen werden dir dabei nur einige Rollen und ein Seil.



Ein Flaschenzug ist eine einfache Vorrichtung, mit der man schwere Lasten leichter hochheben kann.

Aufgabe



- Baue das Flaschenzugmodell mit zwei Seilrollen (eine feste und eine lose Seilrolle, Bauanleitung S.77-79).
- Hänge an den Haken ein Gewicht.
- Ziehe am Seil und messe, wie weit du ziehen musst, um deine Last 10 cm anzuheben. Brauchst du dazu viel Kraft?

Zughöhe	Seillänge
10 cm	
Beschreibe den Kraftaufwand	
.....	
.....	
.....	
.....	

Name	Klasse	Blatt Nr.

Hebel

Lösung

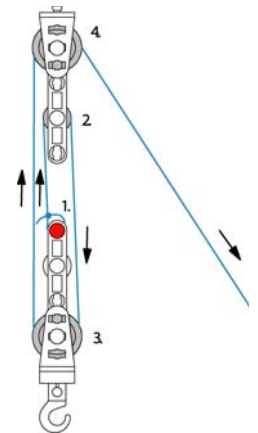
Bei diesem Modell sagt man, dass die Last auf drei Seile verteilt wird. Das stimmt zwar nicht ganz, denn dein Seil ist ja nicht zerschnitten worden, doch die eingesetzte Kraft reduziert sich bereits auf $1/3$.

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Hebel

Aufgabe

- Erweitere dein erstes Modell zu einem Flaschenzug mit 3 Seilrollen (Bauanleitung S.80-81).
- Ziehe am Seil und messe, wie weit du ziehen musst, um deine Last 10 cm anzuheben. Brauchst du dazu viel Kraft?
- Notiere und vergleiche deine Beobachtungen in der Tabelle.



	Zuglänge in cm	Kraftaufwand nach Gefühl	Anzahl Seilteile
dreifache Seilrolle			

Lösung

Diese Art von Flaschenzug nennt man viersträngig weil die Kraft und das Gewicht auf vier Seilstücke aufgeteilt wird.

Name	Klasse	Blatt Nr.

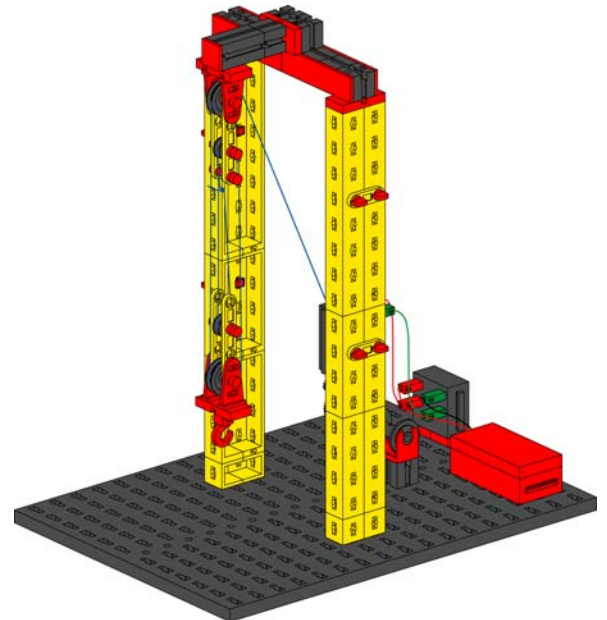
Hebel

Allgemeines

Jetzt macht es Sinn, das folgende Modell nachzubauen. Ein Flaschenzug mit vier Riemenscheiben und einem Motor als Ersatz für deine „Körperkraft“.

Aufgabe

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



.....

.....

.....

.....

.....

.....

Lösung

Um schwere Lasten mit wenig Kraftaufwand heben zu können, arbeiten Flaschenzüge mit zwei, vier oder sechs Rollen. Im Idealfall, wenn nämlich das Gewicht der Rollen und die Reibungskräfte vernachlässigt werden können, reduziert der Flaschenzug die nötige 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.

Ein Nachteil ist mit dieser Kraftersparnis verbunden: Wenn man die Last um 10cm hochgezogen wird, wie weit muss dein Motor das Seil aufspulen?

10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm
-------	-------	-------	-------	-------

Name	Klasse	Blatt Nr.

Hebel

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!“

Name

Klasse

Blatt Nr.

Tisch

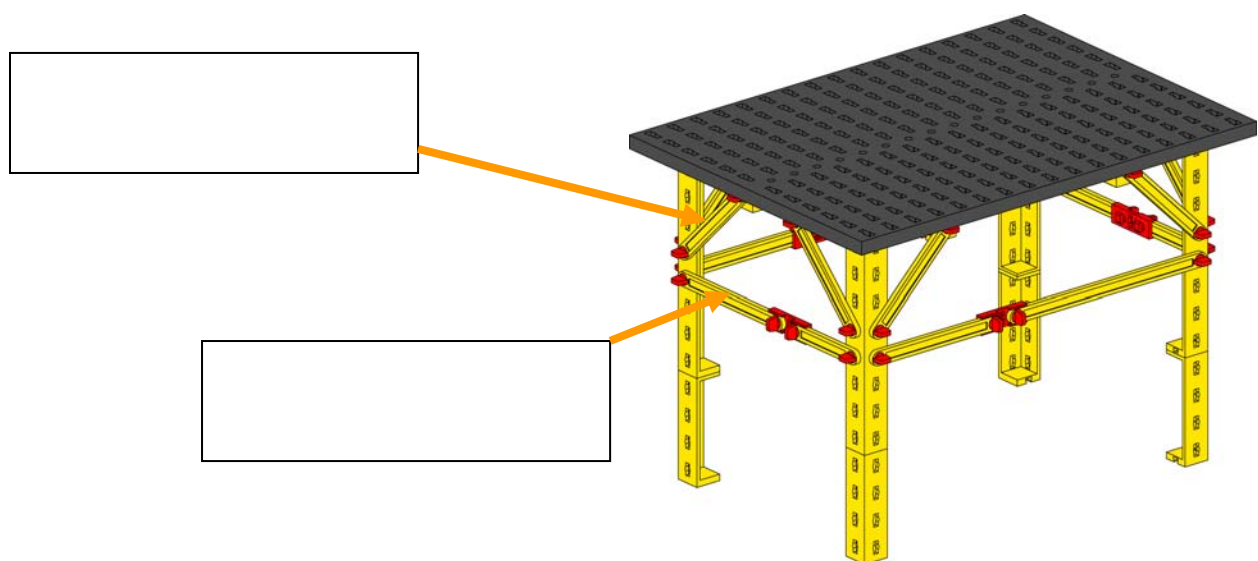
Allgemeines

Die Statik untersucht die Bedingungen, unter denen die an einem Körper angreifenden Kräfte im Gleichgewicht sind. In der Technik ist sie damit die Grundlage aller Berechnungen und Konstruktionen von Bauwerken (Brücken, Häusern,...)

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

Der Tisch ist einer der gebräuchlichsten statischen Gegenstände in deinem Umfeld. Der Tisch trägt sowohl die Verkehrslasten, als auch sein eigenes Gewicht, also seine Eigenlast. Verkehrslasten sind meist die Teller und Tassen, die Speisen und Getränke, die auf einem Tisch stehen. Doch auch deine Arme, die auf dem Tisch aufliegen sind ebenso eine Verkehrslast wie das versehentliche Anstoßen des Tisches.

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



Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Statik

Aufgabe

- Baue den Tisch (Bauanleitung S. 85-87) nach.
- Achte beim Zusammenbau 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?

.....
.....
.....
.....

Lösung

Die statischen Merkmale deines Modelltisches bestehen aus den abgewinkelten Tischbeinen, sie sind durch den Winkel bereits nach zwei Seiten stabil. Die Rahmenkonstruktion des Tisches ist zusätzlich verstrebt und verspannt. Das heißt, mit den gelben Streben zwischen den Tischbeinen wird der Rahmen auf Druck und auf Zug hin stabilisiert. Die Krönung der Statik bilden allerdings die Verbindungsstellen, die Dreiecke entstehen lassen. Dreiecke sind auch dann stabil, d.h. nicht beweglich, 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 Weglassen der Verspannung auf die Statik des Tisches?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Statik

- Füge die Verspannungen wieder hinzu. Entferne als nächstes die Streben. Belaste den Tisch erneut. Wie stabil ist dein Tisch jetzt?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

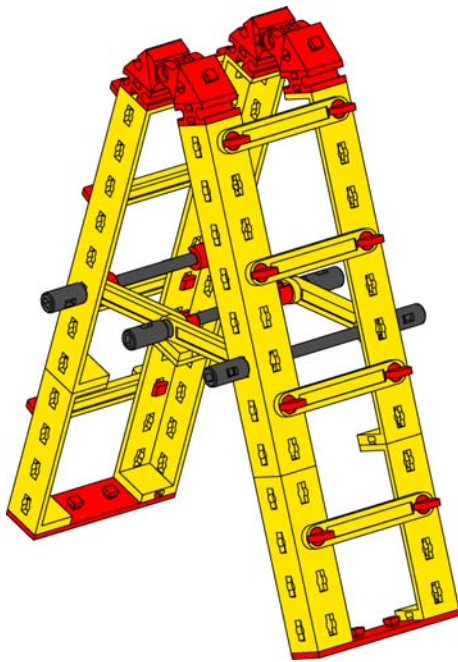
- Nun baue auch die Verspannungen wieder ab. Belaste den Tisch und beschreibe was du beobachtest.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Bockleiter

Allgemeines



Einen sehr einfachen statischen Aufbau hat auch die Bockleiter. Diese Leiter verwendet auch die abgewinkelten Beinen, die verstrebt sind. Die Verstrebungen zwischen den Beinen dienen gleichzeitig als Leitersprossen. Die Bockleiter besteht also aus zwei einzelnen Leitern die oben miteinander in einem Drehpunkt verbunden sind. Dazu kommt noch eine Verspannung der beiden Leitern im unteren Teil der Bockleiter.

Aufgabe

- Baue die Bockleiter (S. 88-90) zunächst ohne die Verspannung auf.
- Richte die Bockleiter auf und belaste sie durch Druck auf den 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?

.....

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Lösung

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

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Balkenbrücke

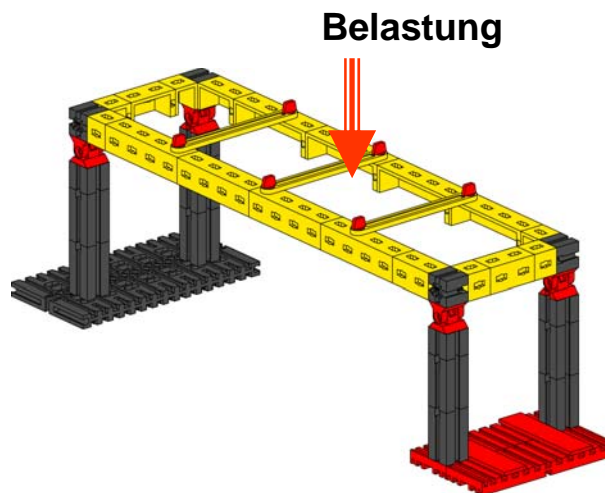
Allgemeines

Brücken verbinden was die Natur getrennt hat oder führen sicher über Straßen und Schienenwege hinweg. Brücken schaffen seit Jahrtausenden scheinbar schwerelose Wege.

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

Aufgabe

- Baue das Brückenmodell (Bauanleitung S.91) nach.



- Belaste die Brücke in der Mitte. Notiere deine Beobachtung.

.....

.....

.....

- Stelle Vermutungen an, wo diese Brücke Verwendung finden kann.

.....

.....

.....

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Statik

Lösung

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.

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

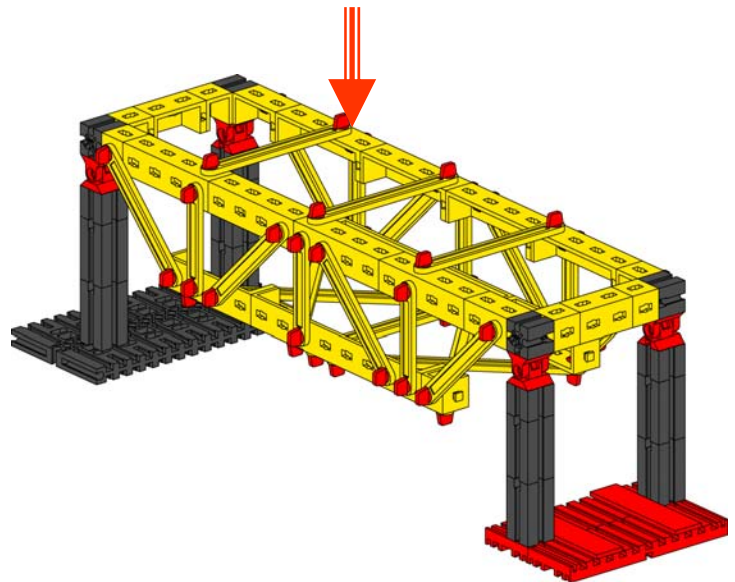
Brücke mit Unterzug

Allgemeines

Die Brücke mit Unterzug ähnelt in ihrer Konstruktion einer Hängebrücke. 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 auch die Brücke mit Unterzug (Bauanleitung S. 94-95) nach.
- Belaste die Brücke in der Mitte. Verwende diesmal ein etwa **1kg** schweres Gewicht.
- Notiere deine Beobachtungen.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Statik

Lösung

Die Brücke mit Unterzug arbeitet mit der Fachwerkbauweise. Diese Bauart ist zwar für große Belastungen, nicht aber für große Spannweiten geeignet. Die größten Spannweiten erreicht man mit Hängebrücken. Die Ähnlichkeit der Brücke mit Unterzug und einer Hängebrücke ist also nur optisch gegeben. Statisch gesehen unterscheiden sich die beiden Brückenarten vollkommen.

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Statik

Lösung

Diese Brückenform ist besser auf Druck belastbar als die Balkenbrücke. Die Druckkraft wird jetzt nicht nur auf einen Balken übertragen sondern die Kräfte verteilen sich auf die zusätzlichen Bauteile. Der Obergurt besteht aus gekreuzten Diagonalen, die jeweils an den oberen Knoten der Seitenelemente befestigt sind. Die Diagonalen am Obergurt verhindern eine Verwindung der Brücke.

Ragen die Streben nach oben, bezeichnet man diese Brückenkonstruktion als Hängewerk.

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Hochsitz

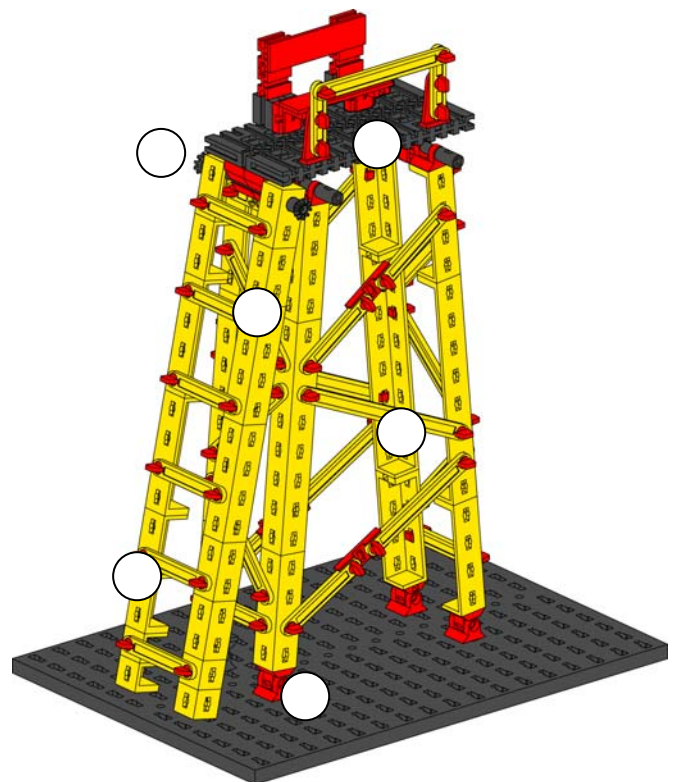
Allgemeines

Hast du genug von Brücken und willst lieber hoch hinaus, dann ist der Hochsitz genau richtig. Der Hochsitz muss zwar keine Täler überbrücken, dafür arbeitet er sich in die Höhe. Die statische Grundlage ist das Fachwerk, die flächige Aneinanderreihung von Dreiecken. Die einzelnen Elemente der Statik werden auch hier verbaut.

Aufgabe

- Baue den Hochsitz (Bauanleitung S.101-107) nach.
- Erkennst du Bauelemente wieder?
- Notiere diese unter den Punkten 1-6 und kennzeichne sie in der Abbildung mit der entsprechenden Ziffer.

1.
2.
3.
4.
5.
6.



Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Statik

Lösung

Die räumliche Zusammensetzung von einzelnen Fachwerken bezeichnet man als Skelett. Skelette von Fachwerken findet man im Hausbau, bei Hochspannungsmasten, bei deinen Brückenkonstruktionen und auch bei dem Hochsitzmodell. Solche Skelette haben den Vorteil, dass sie nicht ausgefacht, d.h. mit einer Platte, einer Scheibe oder mit Steinen ausgefüllt werden müssen und so wenig Angriffsfläche für den Wind bieten. Diese Bauart ist zudem recht sparsam mit dem Baumaterial und leistet doch höchstes in der Stabilität.

Name	Klasse	Blatt Nr.
------	--------	-----------

Kran

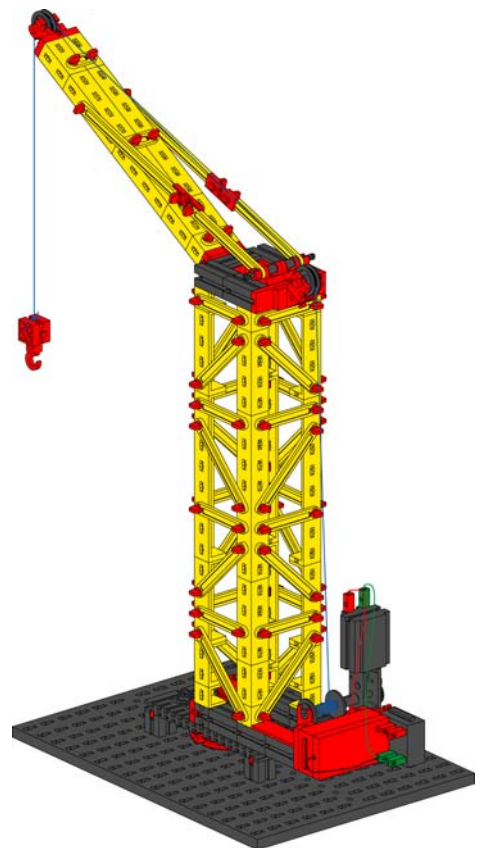
Allgemeines

Bei den bisherigen Modellen aus den Bereichen Mechanik, Hebel und Statik konntest du Erfahrungen mit den besonderen Eigenschaften dieser Bereiche sammeln. Im Abschlussmodell werden diese Eigenschaften nun miteinander eingesetzt. Der Kran ermöglicht dir eine Menge zu erforschen, das Zusammenspiel von Bauteilen und Baugruppen zu erkennen und die Möglichkeit die Statik auf ihre Belastbarkeit hin zu testen.

Aufgabe

- Baue zunächst 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. 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?

.....
.....
.....
.....
.....



Name	Klasse	Blatt Nr.

Statik

Baugruppe	Vorteile / Besonderheiten	Einsatzmöglichkeiten	Bauteile
Mechanik			
Schneckenradgetriebe			
Statik			
Hebel			

Mögliche Ergänzungen

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 Flaschenzuges.

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

Name	Klasse	Blatt Nr.