

Machines in onze omgeving

Algemeen

Je komt overal machines tegen. Wie sleept vandaag de dag nog zware lasten door de wereld? Wie boort met pure spierkracht een gat in de muur? Wie wast zijn was met alleen maar een wasbord? Vrijwel niemand. Om het werk te vergemakkelijken heeft de mens veel apparaten uitgevonden, die het leven veraangenamen. Begonnen bij een historisch, door waterkracht aangedreven maalwerk van een molen via de straalmotor van een jumbojet tot aan het registreren en zichtbaar maken van gegevens in pixels. Apparaten die je werk vergemakkelijken of zelfs kunnen overnemen, worden in de vaktaal machines genoemd.

Taak

- Machines kunnen veel verschillende werkzaamheden uitvoeren. Deel de machines uit de lijst in aan de hand van de werkzaamheden

Machines kunnen	Deze machine kan dat
Lasten verplaatsen	
Grondstoffen verwerken	
Elektrische energie in bewegingsenergie omzetten	
Gegevens verwerken	

Vrachtauto, personenauto, kraan, graafmachine, elektromotor, deegmixer, betonmixer, mixer, zakrekenmachine, computer

Naam	Klas	Bladnr.

Wat is mechanica

Algemeen

In de mechanica gaat om uitwerking en krachten, die invloed hebben op statische en bewegende elementen. De mechanica is onderverdeeld in de gebieden _____, _____, _____, _____ en vele andere. Wij beperken ons tot twee gebieden: de dynamica en de statica.

Al in de klassieke oudheid hebben wetenschappers de mechanicagebieden onderzocht. De oude kerkbouwmeesters hebben met steeds hogere kerken het evenwicht van de krachten tot het uiterste beproefd. Vandaag de dag zorgt een staticus voor de berekeningen voor de stabiliteit van een bouwwerk of een constructie. Zijn beroep komt voort uit het mechanische deelgebied, de statica. Meer daarover vertellen wij je in het themadeel statica.

Altijd dan wanneer een machine, een overbrenging of andere apparatuur in beweging wordt gebracht, is deze dynamisch. De **dynamica** is een ander deelgebied van de **Mechanik** en beschrijft in tegenstelling tot de **Statik** de verandering van de bewegingsgrootheden, zoals het draaien van een as, een heen- en weer gaande beweging of een tandwieloverbrenging. De dynamica is dus tevens de leer van de bewegingsveranderingen. Dit deel van de mechanica leer je in de volgende hoofdstukken kennen.

Naam	Klas	Bladnr.

De elektromotor

Algemeen

De motor is een mogelijke aandrijving voor een machine. Wij onderscheiden twee soorten motoren: verbrandingsmotoren en elektromotoren. Een auto bijv. wordt door een verbrandingsmotor aangedreven. Een dergelijk gecompliceerde motor heb jij natuurlijk niet in je bouwdoos, maar wel een elektromotor.

Elektromotoren zijn de aandrijvingen van de meeste alledaagse machines. Deze kunnen overal daar worden toegepast, waar elektrische energie beschikbaar is en dat is vandaag de dag op vrijwel iedere plaats ter wereld mogelijk.

De elektromotor in jouw bouwdoos heeft een erg hoog toerental, dat wil zeggen dat deze zo snel draait, dat je een enkele omwenteling zelfs niet kunt herkennen. Jouw motor is echter uiterst „zwak“, hij kan dus geen lasten optillen en ook geen voertuig aandrijven. Om het snelle toerental te verminderen en om de motor „sterker“ te maken, heb je een overbrenging nodig.

Naam	Klas	Bladnr.

Wormwieloverbrenging

Algemeen

Om het hoge toerental van de motor te verminderen, is een wormwieloverbrenging de beste oplossing. Daarbij wordt op de motoras, dat is de stang, die uit de motorbehuizing steekt, een wormwiel geplaatst. Het wormwiel drijft een tandwiel aan. Dit soort overbrenging wordt daar gebruikt, waarbij in een kleine ruimte hoge toerentallen moeten worden verlaagd.

Een wormwieloverbrenging werkt zelfblokkerend. Dat wil zeggen dat het wormtandwiel weliswaar door het wormwiel kan worden aangedreven, maar dat de overbrenging in omkeerde volgorde wordt geblokkeerd.

Slagbomen en kranen gebruiken deze overbrenging, omdat de veilige blokkeerwerking van het wormwiel hier voorkomt dat de slagboom of de in de kraan hangende last de aandrijving „verkeerd om laat draaien“.

Taak

- Bouw het model van de slagboom na.
- Draai de slagboom met de slinger naar boven. Hoe vaak moet je de slinger ronddraaien, om de slagboom rechtop te kunnen zetten? Zet de resultaten in de tabel.

Aantal omwentelingen tot de slagboom rechtop staat	
--	--

Naam	Klas	Bladnr.

Overbrenging

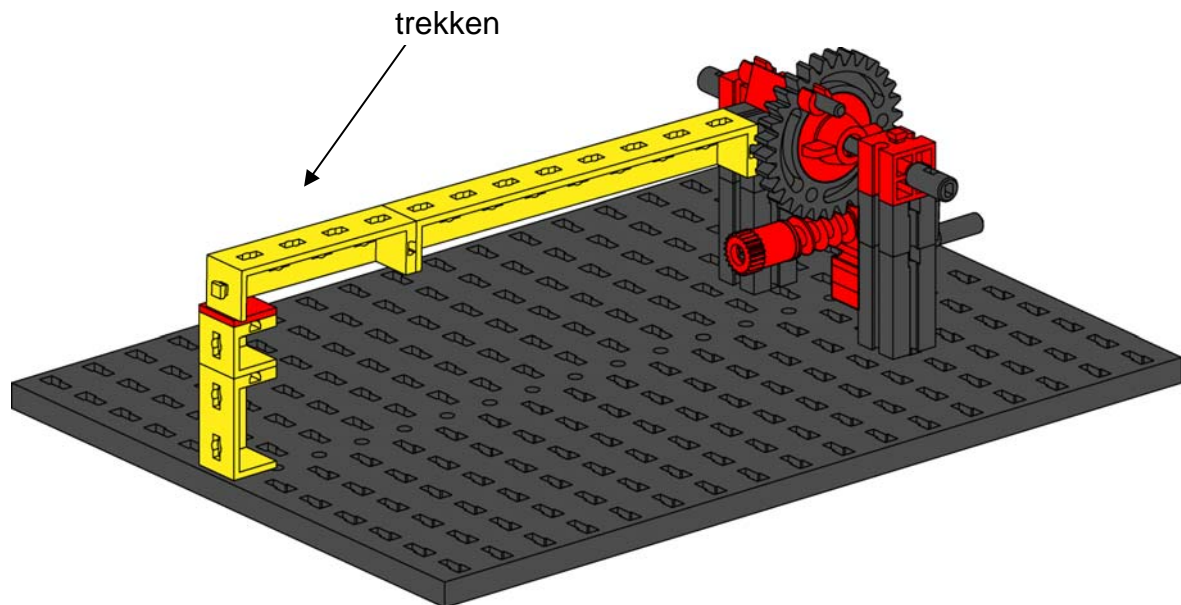
- Probeer nu om de slagboom met je vingers naar beneden te trekken. Wat valt je daarbij op?

.....

.....

.....

.....



Oplossing

Je moest vast enkele keren de slinger rondraaien, om de slagboom 90° te kunnen bewegen.

Kon je de slagboom omlaag trekken? Zie je, dit wordt nu bedoeld met een zelfblokkerende overbrenging.

Met de kleine slinger kon je de grote slagboom gemakkelijk rechtop zetten, je hebt dus met de wormwieloverbrenging de aandrijfkraft vergroot.

De wormwieloverbrenging heeft vele voordelen:

- Hij is plaatsbesparend
- Hij vermindert het toerental van de aandrijving vele malen
- Hij is zelfblokkerend
- Hij vergroot de kracht van de aandrijving
- Maar verandert tevens de draairichting van de aandrijving

Naam	Klas	Bladnr.

Wormwieloverbrenging-draaitafel

Algemeen

Het mechanisme van de wormwieloverbrenging wordt in veel machines gebruikt. Een eenvoudig voorbeeld voor de toepassing van een wormwieloverbrenging is de draaitafel.

Bij de hier opgebouwde overbrengingsunit moet het toerental worden verminderd, de draairichting worden gewijzigd en de weerstand van de belaste draaitafel mag de motor niet tot stoppen dwingen.

Taak

- Bouw de draaitafel na.
- Plaats een pot met water of aarde op de draaitafelplaat. Let op! Je moet natuurlijk wel een pot nemen die op de plaat past.
- Observeer de pot: Kan de kleine motor de grote pot daadwerkelijk draaien?
- Noteer wat je ziet.
- Benoem de onderdelen in de bouwtekening van de draaitafel.

Wat gebeurt er:

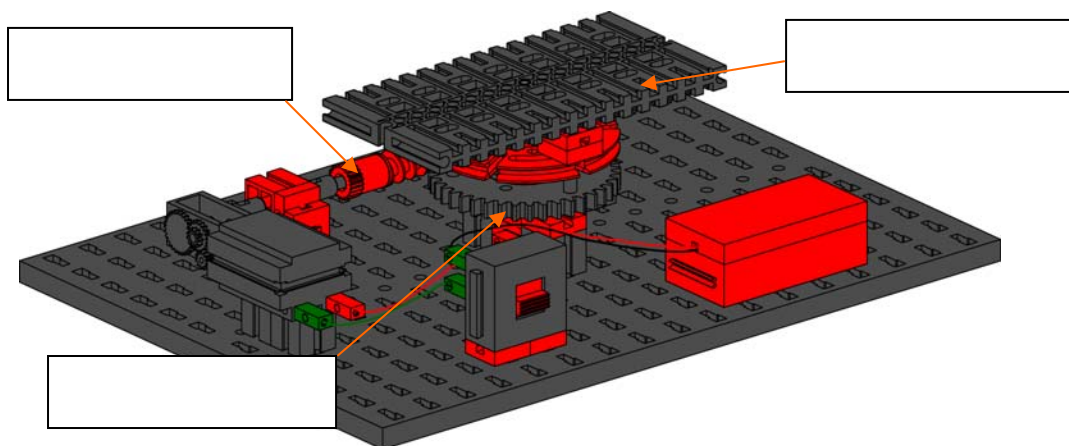
.....

.....

.....

.....

.....



Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Tandwieloverbrenging

Algemeen

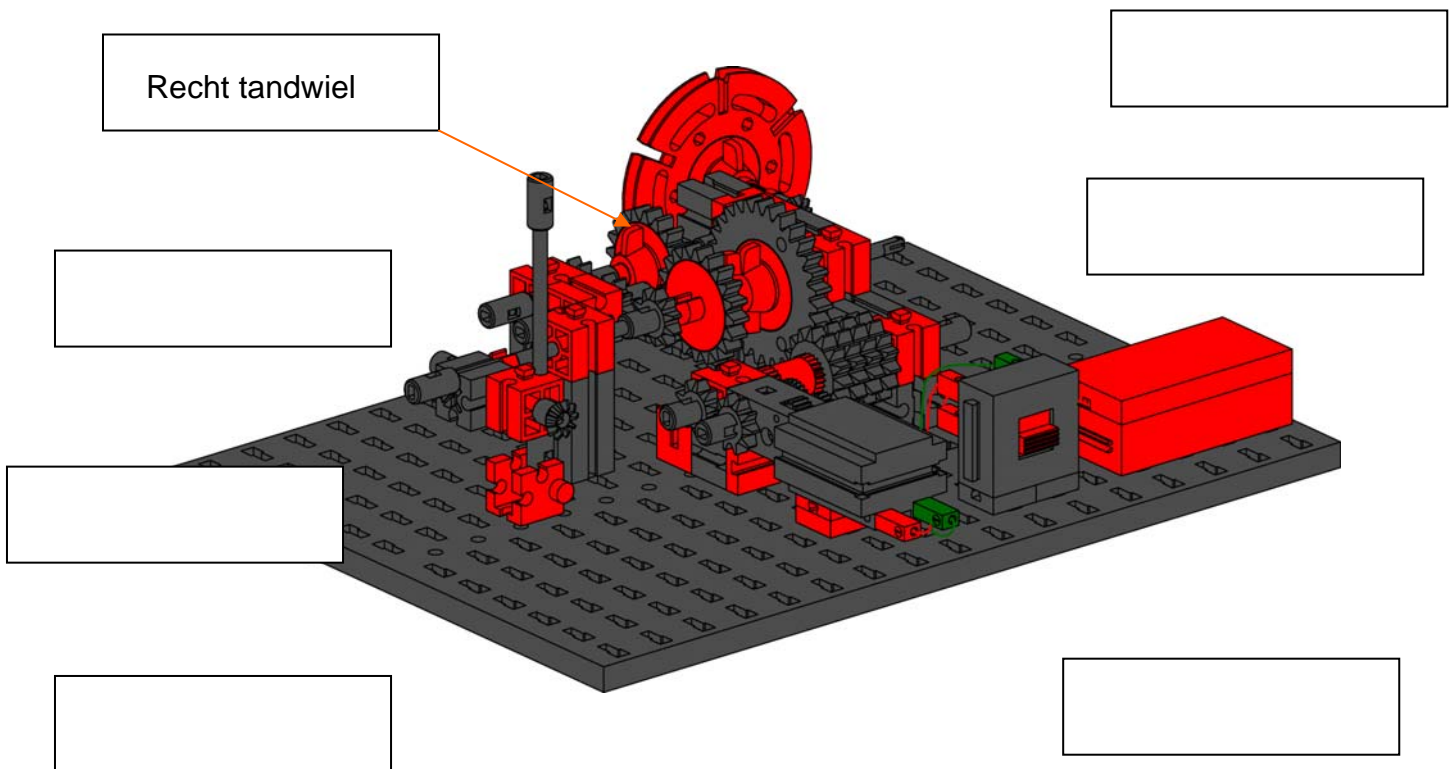
Tandwielen zijn mee de oudste en meest robuuste machineonderdelen die er te vinden zijn. Er zijn tandwielen in allerlei soorten en maten.

Met tandwieloverbrengingen kun je draaiende bewegingen overbrengen en veranderen. Een tandwieloverbrenging kan:

- een draaibeweging doorgeven
- een toerental veranderen
- een draaikracht vergroten of verminderen
- of een draairichting veranderen

Taak

- Herken je al enkele onderdelen in deze gecompliceerde schakeloverbrenging? Geef de benaming aan, door een pijltje te trekken tussen het onderdeel en de correcte benaming.



Naam

Klas

Bladnr.

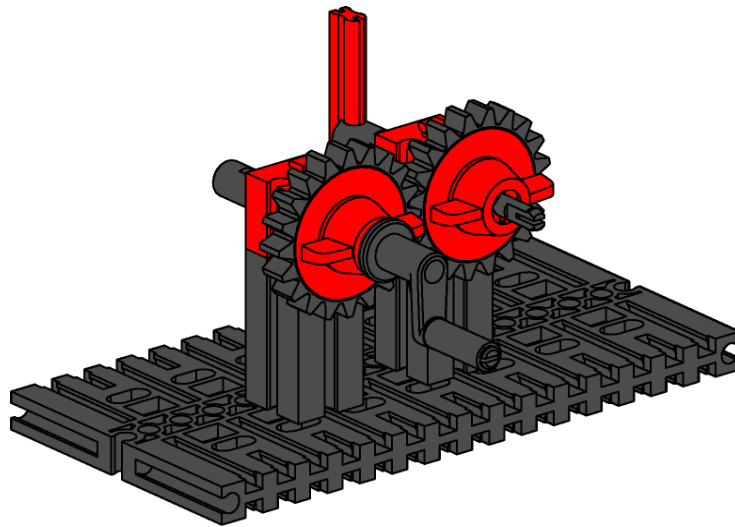
Krukasoverbrenging 1

Algemeen

In de onderstaande modellen bouw je tandwieloverbrengingen met rechte tandwielen. Rechte tandwielen worden altijd daar gebruikt, waar een draaibeweging moet worden overgedragen op een parallel liggende as.

Taak

- Bouw de krukasoverbrenging 1 na.
- Draai de slinger eenmaal rond. Hoe vaak draait de as met het tweede tandwiel?
- Draai de kruk met de wijzers van de klok mee. Welke kant draait het aandrijfwiel op en zodoende ook de tweede as? Teken dit in.



Omwentelingen tandwiel 1	Omwentelingen tandwiel 2

Naam	Klas	Bladnr.

Overbrenging

Oplossing

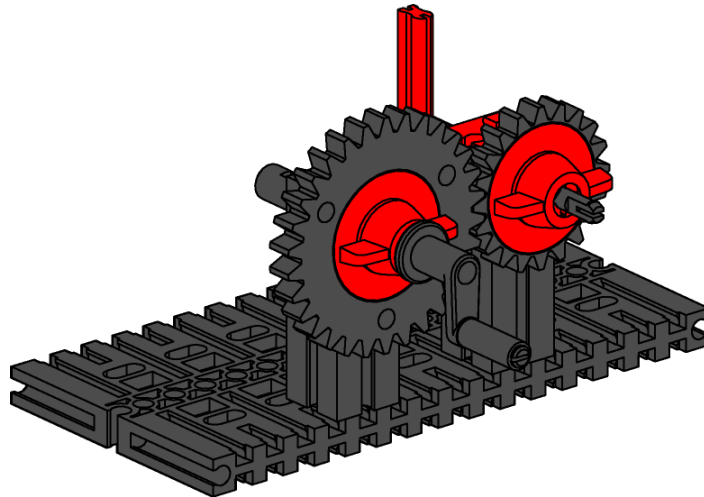
Wanneer je nu op deze manier een voertuig wilt laten rijden, kom je vrijwel zeker slechts langzaam van de plaats, bovendien zou je eerst ook nog achteruit rijden. Dit model moet jou op een eenvoudige manier laten zien, hoe je een overbrenging opbouwt en berekent.

Berekening van de overbrengingsverhouding van tandwieloverbrengingen		
	Aandrijf wiel	Aandrijf wiel
Tandwielnr.	1	2
Aantal tanden van een tandwiel	Z_1	Z_2
Toerental	n_1	n_2
Draairichting (links/rechts)		

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Krukasoverbrenging 2

Algemeen



Taak

- Bouw de krukasoverbrenging 2 na.
- Maak een teken op ieder tandwiel en richt deze dan naar boven toe uit.
- Draai de slinger eenmaal rond. Hoe vaak draait de as met het tweede tandwiel? Noteer dat in de tabel.
- Draai de kruk met de wijzers van de klok mee. Welke kant draait het aandrijf wiel op en zodoende ook de tweede as? Teken de draairichting in de afbeelding.

Naam	Klas	Bladnr.

Overbrenging

Oplossing

Wanneer je op deze manier een voertuig wilt laten bewegen, zou je al wat sneller van de plaats komen dan met je eerste model. Bereken ook voor deze overbrenging de overbrengingsverhouding.

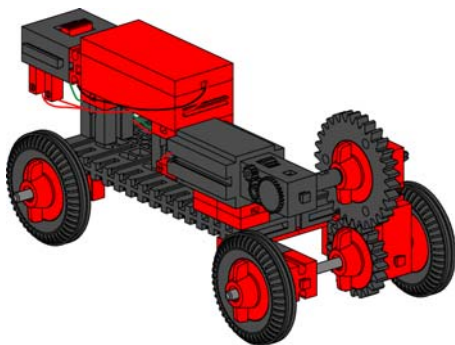
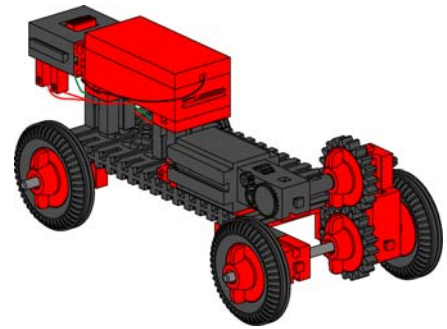
Berekening van de overbrengingsverhouding van tandwieloverbrengingen		
	Aandrijfwiel	Aandrijfwiel
Tandwielnr.	1	2
Aantal tanden van een tandwiel	Z_1	Z_2
Toerental	n_1	n_2
Draairichting (links/rechts)		

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Voertuigaandrijving

Algemeen

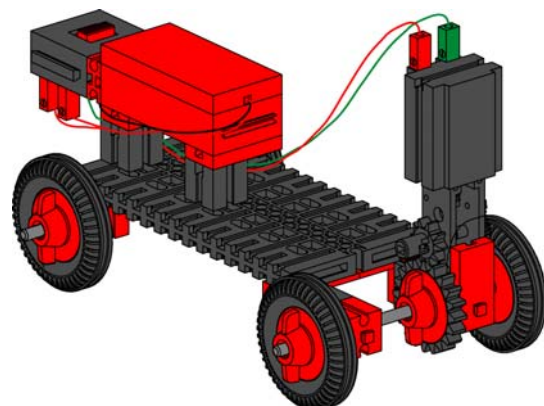
Om je ervaringen met overbrengingen nu in een door een motor aangedreven model onder te kunnen brengen, moet je het voertuig 1 (bouwinstructie pagina 13 – 15) bouwen. De motor draait veel sneller dan je hand. Je hebt nu samen met de motor en de overbrenging een echte voertuigaandrijving.



Om het door een motor aangedreven voertuig nog sneller te laten rijden, moet je het voertuig 2 (bouwinstructie pagina 16 – 17) bouwen. Je mobiel rijdt nu maal zo snel als zijn voorganger. Daartegenover staat dat deze overbrenging bergop problemen zal hebben.

Het voertuig 3 heeft een „omgekeerde“ overbrengingsopbouw als voertuig 2. Hoe verhoudt zijn snelheid zich tot die van de andere modellen? Denk eerst goed na en noteer je vermoedens voordat je het voertuig 3 opbouwt (bouwinstructie pagina 18).

.....



Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Overbrenging

Taak

Hoe verandert de snelheid van de voertuigen bij de voertuigen? Vat de resultaten uit de drie modellen samen.

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

Oplossing

Met de drie tandwieloverbrengingen heb je een keer een overbrengingsverhouding van 1:1 met een gelijkblijvend toerental en een gelijk koppel gemaakt. Je tweede model heeft een overbrengingsverhouding van 1:1,5 en een verlaagd koppel, hetgeen sneller maar ook met minder „kracht“ betekent. Het voertuig 3 heeft een overbrengingsverhouding van 2:1 en rijdt daarmee langzamer dan de beide andere, dit noemt men dan ook een vertraging. Dit soort overbrenging heeft als voordeel, dat deze „sterker“ is, dus een groter koppel heeft. Dit effect wordt bijv. bij een tractor gebruikt. Hoewel een dergelijk voertuig langzamer rijdt dan een personenauto, is deze echter wel veel sterker.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

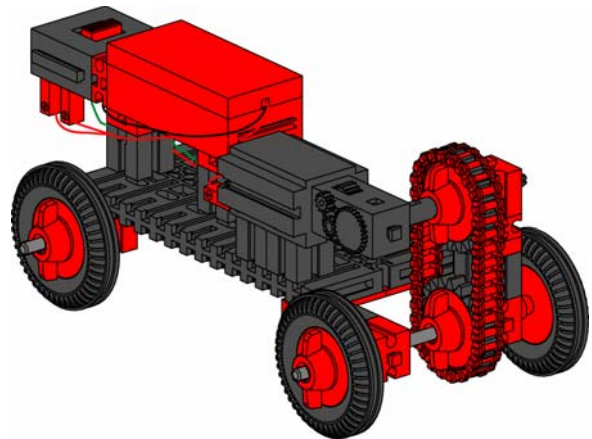
Kettingaandrijving

Algemeen

Wanneer tussen twee assen grotere afstanden moeten worden overbrugd, wordt in de overbrengingstechniek gebruik gemaakt van zogenaamde **riem- of kettingoverbrengingen**.

Deze verbinden de aandrijf- en aangedreven tandwielen over langere afstanden met elkaar, door de machineonderdelen samen te laten werken.

Je kent overbrengingen o.a. van het versnellingsapparaat van je fiets. Ook hier drijf je voor het grote en achter het kleine tandwiel aan, om sneller op een vlak stuk te kunnen fietsen. Wanneer je bergop wilt wissel je vast en zeker naar een kleinere overbrengingsverhouding, bijv. 1:1, of wanneer het heel stijl wordt zelfs naar 2:1.



Taak

- Bouw het voertuig met de kettingwielaandrijving (pagina 19 - 20).

Berekening van de overbrengingsverhouding van tandwieloverbrengingen		
	Aandrijf wiel	Aandrijf wiel
Tandwielnr.	1	2
Aantal tanden van een tandwiel	Z_1	Z_2
Toerental	n_1	n_2
Draairichting (links/rechts)		

Naam	Klas	Bladnr.

Overbrenging**Oplossing**

Een dergelijke overbrenging zit ook op je fiets. De afstand tussen de pedaalaandrijving en het achterwiel wordt daarbij met een ketting overbrugd. Op een mountainbike of een racefiets heb je natuurlijk niet slechts één versnelling, maar kun je tussen vele versnellingen kiezen. Dat wil zeggen dat jij je snelheid afhankelijk van de nodige krachtsinspanning en overgebrachte kracht en toerental aanpast. De tandwielen worden in dit geval niet meer rechte tandwielen genoemd, maar kettingtandwielen.

Op dezelfde manier werkt de overbrenging ook bij een brommer of motorfiets.

Doe als een uitvinder en bouw met behulp van de fischertechnik-onderdelen je eigen motorfiets.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

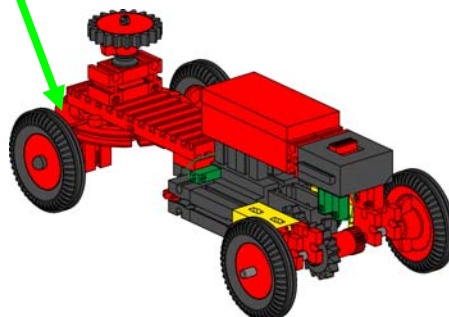
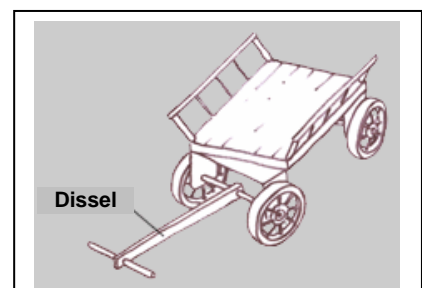
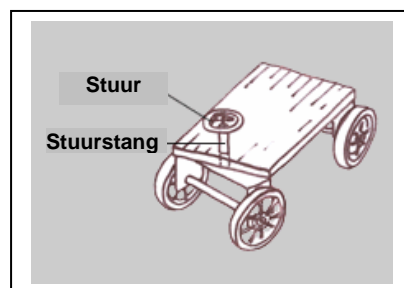
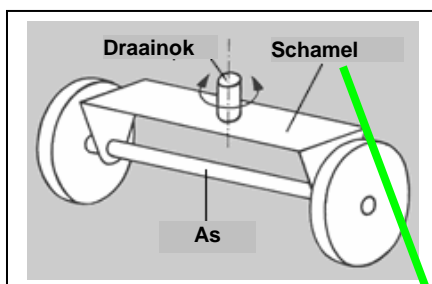
Voertuig met besturing

Algemeen

Bij de laatste modellen heb je kunnen herkennen, hoe belangrijk de juiste tandwielverhouding voor de verschillende voertuigtypen en snelheden is. Om je voertuig niet altijd achterna te hoeven lopen, omdat deze altijd rechtuit rijdt, krijgt het nu een besturing.

Taak

- Bouw het voertuigmodel met besturing (zie pagina 21 – 23).
- Benoem met behulp van de drie afbeeldingen de onderdelen in de modeltekening. Verbind daarvoor de benamingen in de afbeeldingen met de bouwelementen in de modeltekening.



Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Overbrenging**Oplossing**

Deze besturing is de meest eenvoudige en oudste, die de mens heeft ontwikkeld. Men noemt dit soort besturing een schamelbesturing. De Kelten ontwikkelden voor hun wagens een systeem om de voorste as en daarmee de gehele wagen bestuurbaar te maken. Zij vonden de schamelbesturing uit, die tot op de dag vandaag – vooral op het gebied van aanhangwagens, handkarren en paardenwagens – wordt gebruikt.

De disselbesturing is een besturingssysteem met een disselvormige drager voor as en wielen. Deze is op een draaibaar gelagerde nok in het wagenframe (bodemplaat, chassis) geplaatst. Het besturingssysteem kan hetzij via de verlengde draainok als stuurkolom worden gestuurd of met een stang (disselboom) die op de schamel is bevestigd. In een zeepkist kan de disselbesturing ook met de voeten of twee touwtjes worden bediend.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

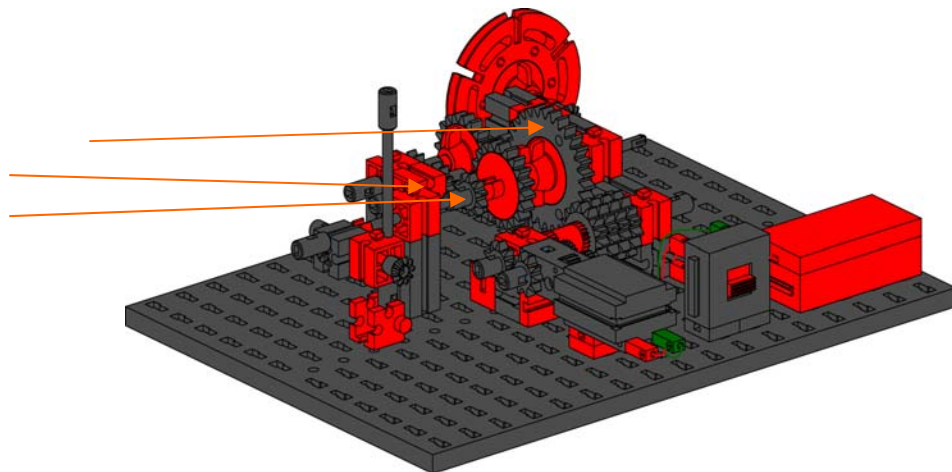
Schakeloverbrenging

Algemeen

Met de tot dusver gebruikte modellen heb je enkele tandwieloverbrengingen leren kennen. Met het volgende model breidt je de eenvoudige tandwieloverbrengingen uit met een overbrenging met meerdere versnellingen. Een overbrenging, zoals in een auto, een boormachine of een brommer. Bij dit model gaat het om een **combinatieoverbrenging**, dat wil zeggen een overbrenging, die uit meer dan twee tandwielen bestaat. Onderzoek de overbrengingswerking van achterelkaar geschakelde tandwielen en tandwielparen eens.

Taak

- 1^e versnelling
- 2^e versnelling
- 3^e versnelling



- Bouw de overbrenging (pagina 24 – 28) na.
- Schakel de motor in en beweeg de „versnellingspook“ langzaam van versnelling 1 naar versnelling 3. Let er op dat de tandwielen van beide assen precies in elkaar passen.
- Noteer wat je ziet.

Wat gebeurt er in de afzonderlijke versnellingen			
Versnelling nummer	1	2	3
Wat gebeurt er sneller/ langzamer			
Draairichting gelijk/ tegenovergesteld			
Naam		Klas	Bladnr.

Overbrenging**Oplossing**

Deze overbrenging laat de tandwielen in versnelling 3 een ander richting op draaien als in versnelling 1 en versnelling 2. Dat komt doordat hier drie tandwielen in lijn staan.

Altijd wanneer een oneven aantal tandwielen achter elkaar zijn geplaatst, draait het aangedreven tandwiel dezelfde kant op als het aandrijvende tandwiel. Bij een auto wordt dit effect overigens gebruikt om achteruit te kunnen rijden.

Mogelijke aanvullingen**Taak:**

- Probeer dit uit. Bouw je eigen model met verschillende aantallen tandwielen die achter elkaar zijn geplaatst.
- Vervang de draaischijf door een kabeltrommel en je hebt een lier, als in een kraan, voor verschillend zware lasten.
- Kun je nog meer versnellingen in jouw overbrenging inbouwen? Experimenteer met de tandwielen uit jouw fischertechnik-bouwdoos.
- Taak voor experts: Bouw een overbrenging met een ketting.

Naam	Klas	Bladnr.

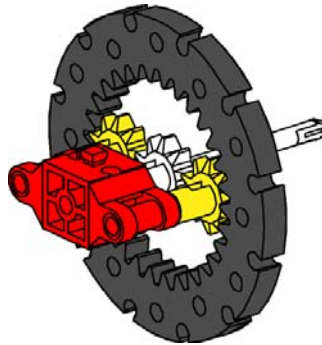
Planeetwieloverbrenging

Algemeen

Een planeetwieloverbrenging is een uiterst complex systeem van verschillende soorten tandwielen. Deze overbrenging wordt op vele gebieden toegepast, bijv. als mixeraandrijving in een keukenmachine of als automatische versnellingsbak in een auto.

Taak

- Bouw de planeetwieloverbrenging (zie pagina 29 - 31).
- Geef de onderdelen in de onderstaande afbeelding een naam.



- Draai aan de kruk, de „aandrijving“, en kijk welke assen, tandwielen en tandwielcombinaties jij daardoor laat draaien.
- Noteer wat je ziet.

.....

.....

.....

.....

Met de schuif, zo noem je de hendel in het onderste gedeelte van jouw model, kun je de planeettandwieldrager of het tandwiel met inwendige vertanding vasthouden, dus vergrendelen, waardoor steeds één van beide onderdelen niet meer kan draaien.

- Test de eigenschappen van jouw planeetwieloverbrenging, door allereerst de planeettandwieldrager vast te zetten en daarna de overbrenging met het tandwiel met inwendige vertanding aan te drijven.
- Vul de onderstaande tabel aan:

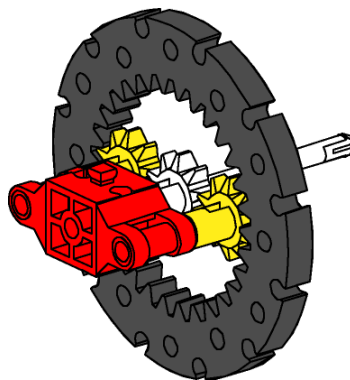
Aandrijving	Tandwiel met inwendige vertanding	Planeettandwieldrager
Draairichting		
Vertraging		

Naam	Klas	Bladnr.

Overbrenging

Oplossing

De taak van een planeetwieloverbrenging is simpel. De overbrenging maakt een verandering van de overbrengingsverhouding mogelijk, terwijl de overbrenging belast is. Dat wil zeggen dat de krachtoverbrenging tussen de aandrijvende en aangedreven tandwielen niet wordt onderbroken. Door de inwendige tandwielen van het tandwiel met inwendige vertanding zijn de tandwielen bijzonder compact bij elkaar geplaatst. Voor de achteruit is bij een planeetwieloverbrenging geen extra as met achteruitrijtandwiel nodig.



De planeetwieloverbrenging bestaat in zijn meest simpele vorm uit een zonnewiel (zwart-wit), planeettandwielen (geel), planeettandwielendrager (rood) en tandwiel met inwendige vertanding (zwart). Bij deze eenvoudige planeettandwielset is een zonnewiel in het midden via meerdere planeettandwielen nauwkeurig passend verbonden met een tandwiel met inwendige vertanding. Zonnewiel, planeettandwielendrager of tandwiel met inwendige vertanding kunnen zowel aandrijvend, aangedreven of geblokkeerd zijn. Om jouw overbrenging goed uit te kunnen proberen, kun je gebruik maken van de schuiven.

Zonder een extra tandwiel kan door het blokkeren van de planeettandwielendrager (rood) de overbrenging zodanig worden ingesteld, dat eenmaal via de planetendrager en eenmaal via het tandwiel met inwendige vertanding wordt aangedreven.

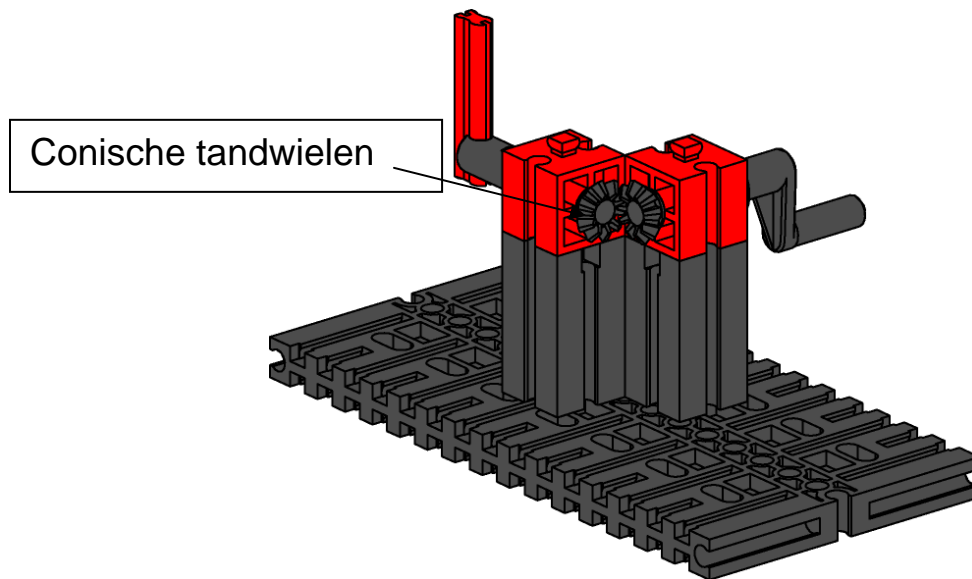
Deze procedure wordt in de autotechniek gebruikt om de achteruit in te kunnen schakelen. Daarbij moet de aandrijving, dus de kruk met het zonnewiel en de asaandrijving met het tandwiel met inwendige vertanding zijn verbonden.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Conische tandwieloverbrenging

Algemeen

Met de tot dusver gebruikte modellen heb je ondertussen uitermate gecompliceerde mechanismen gebouwd. Met het conische tandwiel leer je nu een eenvoudige tandwieloverbrenging kennen.



Taak

- Bouw het overbrengingsmodel na.
- Kijk hoe toerental, draairichting en koppel bij dit model veranderen.
- Noteer wat je ziet.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Overbrenging

Oplossing

Deze overbrenging verandert alleen de richting van de draaibeweging 90° , toerental en koppel blijven gelijk.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Differentieeloverbrenging

Algemeen

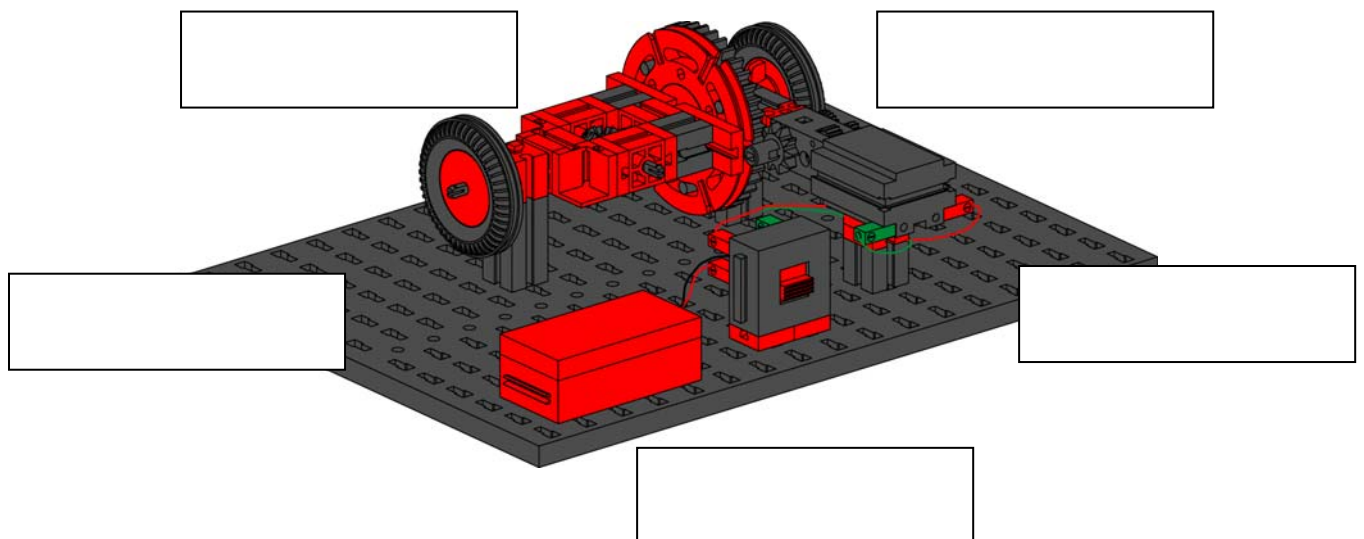
Een differentieel heb je altijd dan nodig, wanneer bij een meersporig voertuig, zoals bij een auto, meerdere wielen op één as worden aangedreven. Differentiëlen hebben twee taken: de verdeling van het aandrijfvermogen over twee assen en het compenseren van de toerentallen tussen deze aftakkingen.

In deze functie wordt het differentieel op twee plaatsen toegepast:

- **Asdifferentieel:** Wordt op de as toegepast, om het vermogen van de cardanas te verdelen over twee aandrijfassen en de bijbehorende wielen.
- **Centraal differentieel:** Wordt tussen twee assen geplaatst, om het vermogen tussen de voor- en achteras te verdelen.

Taak

- Bouw het overbrengingsmodel (zie pagina 40 – 43).
- Geef de onderdelen in de onderstaande afbeelding een naam.



- Observeer en bepaal hoe toerental, draairichting en koppel bij dit model veranderen, houd daarvoor eerst afwisselend het ene of het andere aangedreven tandwiel vast. Nu het draaielement (de bevestiging van de middelste conische tandwielen) in het midden.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Overbrenging

- Noteer in de tabel wat je ziet.

Vasthouden	Aangedreven tandwiel 1	Aangedreven tandwiel 2
Toerental		
Draairichting		

Oplossing

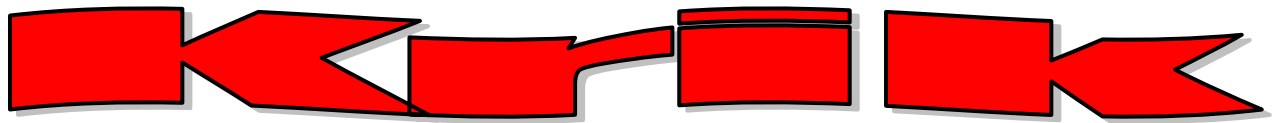
Het differentieel schijnt een echte toveroverbrenging te zijn.

Deze overbrenging wordt het meest in auto's gebruikt: wanneer je met een voertuig een bocht maakt, moet het buitenste wiel een grotere afstand afleggen dan het binnenste wiel. Zonder differentieel zouden de aangedreven wielen op de weg slippen en sneller slijten.

Het differentieel op de as heeft nog een andere interessante eigenschap: hij verdeelt de koppels in dezelfde verhouding (50:50) over de wielen.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Schroefspindel/scharnier

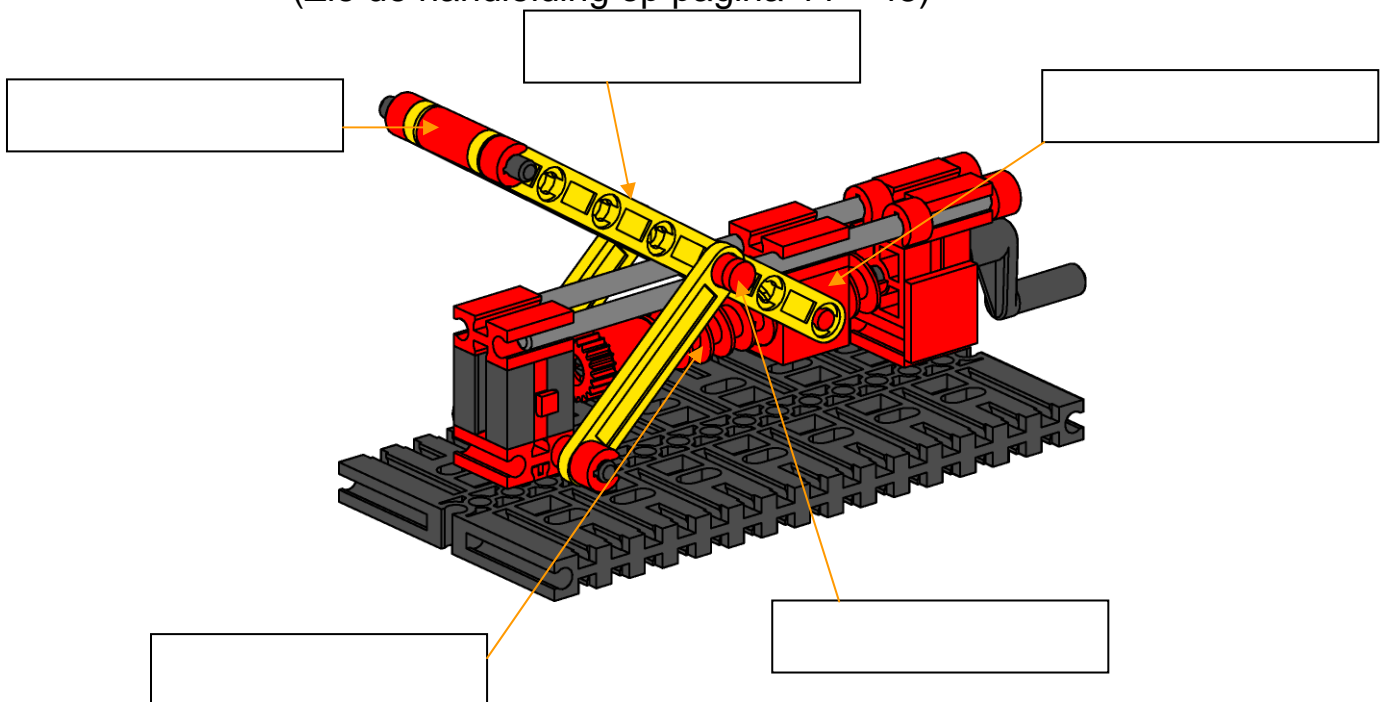


Algemeen

Je hebt waarschijnlijk een hoop vrienden die je willen helpen om zware lasten te transporteren. Maar misschien zijn er ook situaties dat je helemaal op jezelf bent aangewezen. Een daarvan zou een lekke band kunnen zijn. Stel je voor dat je de hele auto in je eentje moet optillen om een wiel te verwisselen. Natuurlijk gaat dat niet. Daarom zit in iedere auto een krik. Met behulp van deze krik kan iedereen, ook alleen, zware lasten optillen. Het trucje hiervoor is een schroefspindel. De schroefspindel maakt gebruik van de bijzondere eigenschappen van wormwieloverbrenging.

Taak

- Om de werking van een krik te kunnen doorgronden moet je het model van de krik eerst bouwen. (Zie de handleiding op pagina 44 – 45)



- Benoem de afzonderlijke onderdelen in de afbeelding en gebruik daarvoor deze begrippen: spindel, draaipunt, hefarm, wormwielmoer en lastbevestigingspunt.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Schroefspindel/scharnier

- Draai de kruk één keer rond en kijk hoever de wormwielmoer beweegt en hoe hoog de hefarm van de krik omhoog komt. Gebruik voor de metingen een stalen meetlat of je geodriehoek

Wat gebeurt er:

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

- Druk op de hefarm. Draait de schroefspindel nu terug? Heb je een verklaring voor wat je ziet?

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

- Schrijf de twee redenen op, waarom voor dit doel een schroefspindelmechanisme wordt gebruikt?

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

Aanvulling:

Om de hefarm helemaal rechtop te kunnen zetten, moest je de kruk vele malen draaien. Je hebt vast vastgesteld dat je de hefarm niet naar beneden kunt drukken!

Een schroefspindelmechanisme heeft vele voordelen:

- Hij vermindert het aantal omwentelingen van de aandrijving vele malen
- Hij is zelfblokkerend
- Hij vergroot de kracht van de aandrijving

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Schaarheftafel

Algemeen

Met de krik heb je de voor- en nadelen van een schroefspindel kunnen testen. Er zijn veel apparaten en voorzieningen, die een dergelijk mechanisme gebruiken. De schaarheftafel laat je zien, hoe je een draaibeweging met behulp van schroefspindel, scharnieren en hefbomen in een parallelle op- en neergaande beweging verandert.

Taak

- Bouw allereerst de schaarheftafel op.
- Zet een beker met water op het platform.
- Hoe bewegen het platform en de beker met water, wanneer je aan de kruk draait?

Schets het verloop in meerdere stappen!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Schroefspindel/scharnier**Oplossing**

Met behulp van het scharnier wordt de beweging van de schroefspindel, dus de heen en weer gaande beweging van de wormwielmoer, op een ander niveau, het platform, overgedragen. Omdat het draaipunt van de beide scharnieren in het gezamenlijke middenpunt zit, verloopt de hefbeweging, de op- en neergaande beweging van het platform, parallel aan de schroefspindel. Beide scharnieren leggen dezelfde afstand af, net als bij een schaar. Vandaar de naam schaarheftafel.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Ruitenwisser

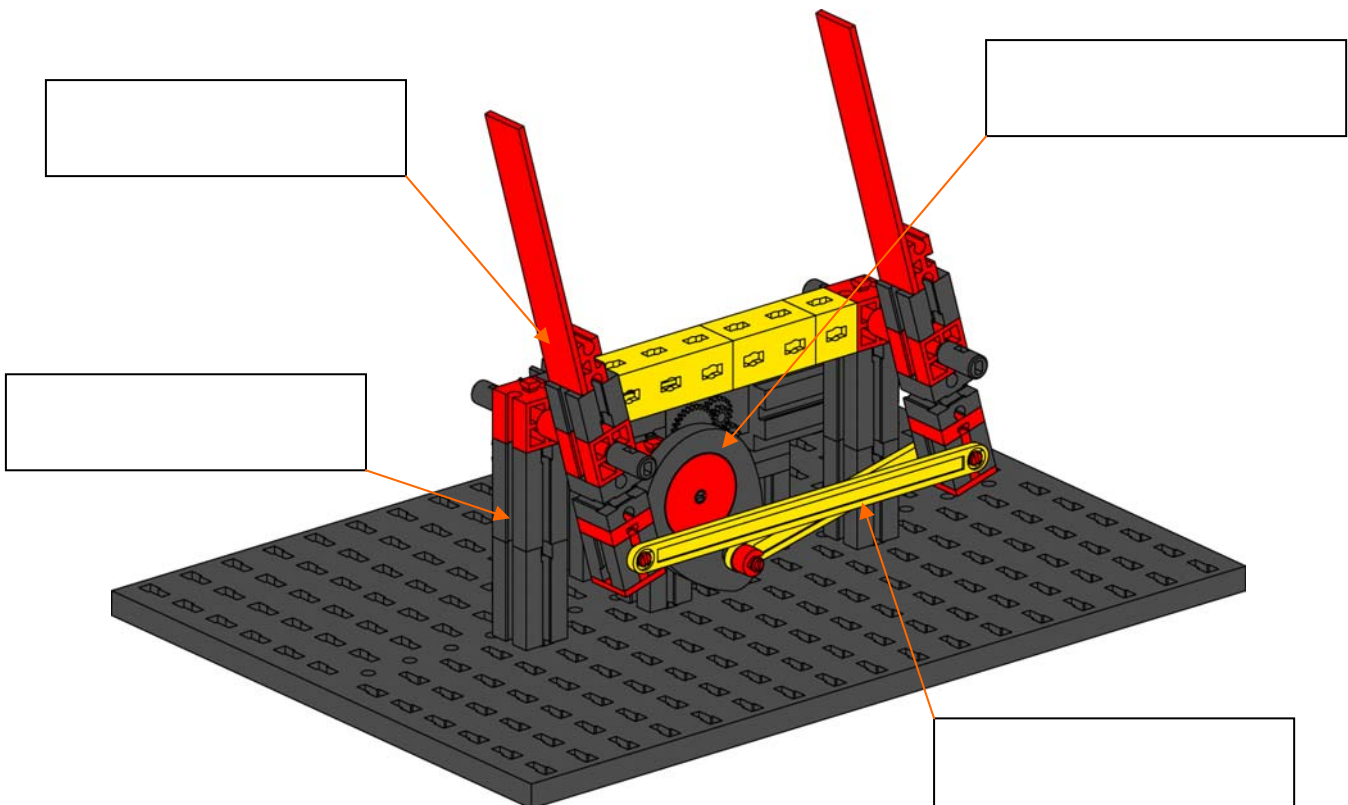
Algemeen

Het model van een ruitenwisser geeft je de mogelijkheid om de omzetting van een draaiende beweging in een **heen en weer gaande** beweging te ontdekken.

Hier wordt de kruk- of nokkenschijf toegepast. Dit soort overbrenging wordt een **pendeloverbrenging** genoemd. Deze zet een draaiende beweging om in een rechtlijnige beweging. Deze bestaat als dubbel vierscharniermechanisme uit de onderdelen, die je in de onderstaande taak moet benoemen.

Taak

- Om de werking van een ruitenwisser te kunnen doorgronden moet het model van de ruitenwisser eerst bouwen. (zie bouwinstructie pagina 56 – 59)
- Benoem de afzonderlijke onderdelen in de afbeelding en gebruik daarvoor deze begrippen: kruk, pendel, frame en krukstang.



Naam

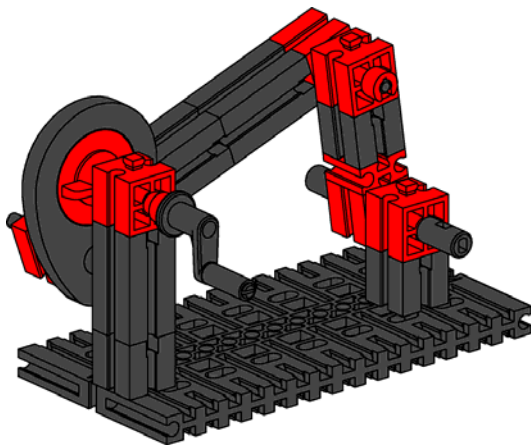
Klas

Bladnr.

Vierscharniermechanisme

Algemeen

Het vierscharniersmechanisme bestaat, zoals de naam al aangeeft, uit vier scharnieren, dus punten waarom iets kan draaien. Een vereenvoudigde weergave van het vierscharniersmechanisme laat je zien hoe het werkt.



Taak

- Bouw de krukoverbrenging.
- Kijk en leg vast hoe de afzonderlijke onderdelen met elkaar samenwerken.

.....

.....

.....

.....

- Noteer welke onderdelen bewegen en welke niet. Beschrijf het soort beweging in de onderstaande tabel.

Onderdeel	Beweegt (ja/nee)	Soort beweging
Kruk		
Krukstang		
Pendel		
Frame		

Naam	Klas	Bladnr.

Koppeloverbrenging**Oplossing**

Het frame is star en neemt de bewegingen op. De kruk moet een hele omwenteling kunnen maken en de krukstang draagt de beweging van de krukas over aan de pendel. De pendel beschrijft tijdens de beweging slechts een boog, omdat deze op het frame is gelagerd.

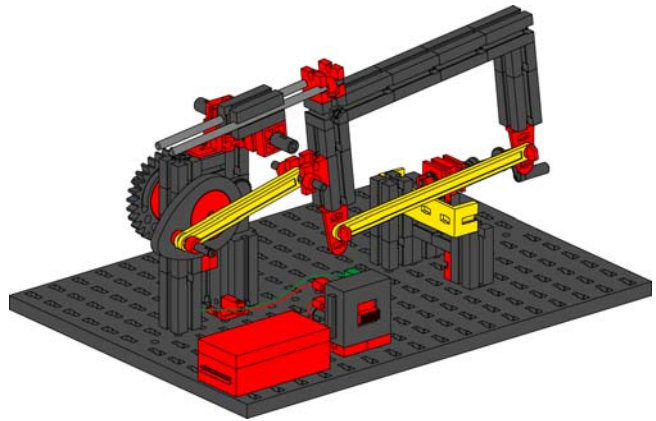
Om de overbrenging ook daadwerkelijk te laten functioneren, moeten de lengten van de vier bouwelementen van de krukpendel nauwkeurig op elkaar zijn afgestemd. Dat wil zeggen dat de lengteverhoudingen van de onderdelen in een bepaalde verhouding ten opzichte van elkaar moeten staan.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

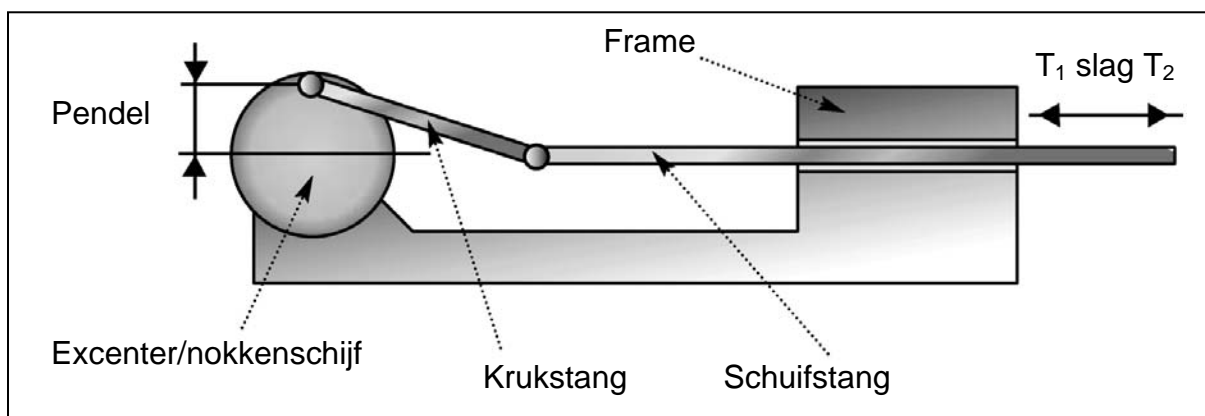
Beugelzaag

Algemeen

Het effect van de krukpendel wordt ook op andere plaatsen toegepast. Lange tijd was de beugelzaag een grote hulp voor metaalbewerkers. De eenvoudige mechanische opbouw moet je helpen om een krukpendel beter te begrijpen.



Bij dit soort overbrengingen wordt een draaiende beweging in een heen- en weergaande beweging omgezet. De desbetreffende eindpunten, waarop de zaag niet meer verder kan, worden als dode punten (T_1 en T_2) aangegeven.



Taak

- Bouw het overbrengingsmodel na.
- Meet de slag van je zaag en noteer het resultaat.

De slag van de beugelzaag is mm lang.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Balansweegschaal

Algemeen

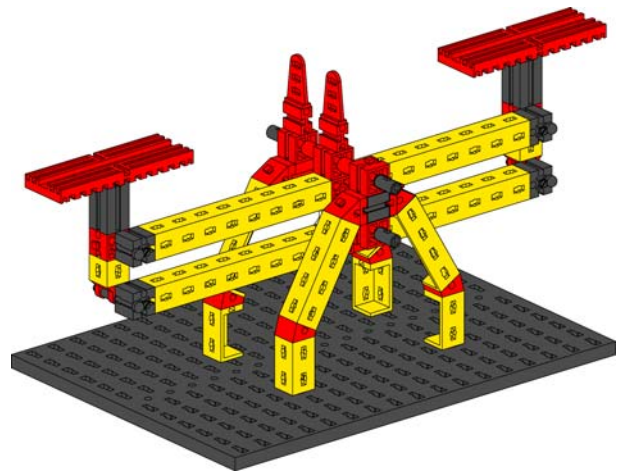
Om de prijs van goederen te kunnen bepalen, heeft men 4.000 jaar geleden al de hoeveelheid goederen vergeleken met gewichten. Met behulp van de balansweegschaal wordt de gewichtskraft van twee massa's of een gewichtselement in evenwicht gebracht. De balansweegschaal meet dus het evenwicht van twee gewichtskrachten. Bij jouw model gaat het om een in het middelste draaipunt gelagerde balk, die aan de uiteinden is voorzien van twee schalen. De beide wijzers in het midden van de weegbalk moeten op één lijn staan wanneer de krachten even groot zijn.

Taak

- Bouw de balansweegschaal (zie voor de bouw instructie pagina 66 - 69).
- Leg op beide weegschalen elk een fischertechnik-bouwsteen. Klopt je weegschaal?

JA NEE

- Zoek nu twee voorwerpen, die volgens jou even zwaar zijn en plaats deze op de weegschalen.



Voorwerp linker weegschaal	Voorwerp rechter weegschaal

- Klopt je vermoeden? Test net zolang tot de wijzers van je weegschaal overeenstemmen.

Naam	Klas	Bladnr.

Hefboom**Oplossing**

Deze weegschaal werkt volgens het principe van de even lange hefboomen. Een hefboom is een rechte, draaibaar gelagerde balk, waarop twee krachten inwerken. De afstand tussen de beide ingrijppunten van de krachten en het draaipunt worden hefboomarmen genoemd. Beide kanten naast het draaipunt zijn even lang en even zwaar. Het principe van deze weegschaal moet ook jou bekend voorkomen, wanneer je kijkt naar een wip in de speeltuin. Om de hefboomen in evenwicht te krijgen, moet niet alleen de lengte van de beide hefboomen gelijk zijn, maar moet ook het gewicht dat op de beide hefboomen rust gelijk zijn. Bovendien moet ook nog de afstand, tussen de gewichten en het draaipunt van de weegschaal precies gelijk zijn.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Hefboom**Oplossing**

Om een hefboom in evenwicht te krijgen, moet de som van de linksomdraaiende koppels gelijk zijn aan de som van de rechtsomdraaiende koppels. Dat lijkt hartstikke gecompliceerd, maar is echter niet zo moeilijk. De mechanische wet zegt dat beide armen, links en rechts van het draaipunt, even zwaar, maar niet even lang hoeven te zijn. Hoe verder een gewicht van het draaipunt is verwijderd, hoe groter de kracht van de hefboom is en dus ook het gewicht.

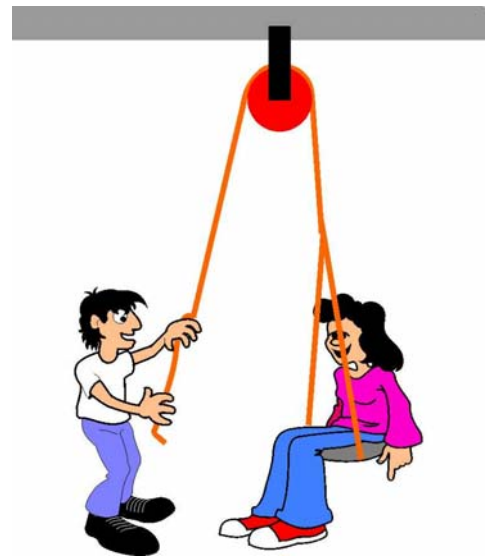
Naam	Klas	Bladnr.

Hefboom

Katrol

Algemeen

Misschien herken je de situatie waarin de jongen op de tekening zich bevindt. Je wilt je vriend aan een touw omhoog trekken en hoewel deze net zo zwaar is als jezelf, lukt je dat alleen maar met een enorme krachtsinspanning.

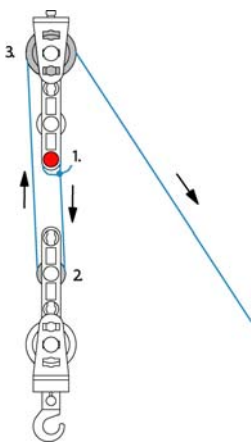


De katrol aan het plafond helpt je alleen maar bij het vasthouden, niet bij het tillen.

Het takelmodel geeft je enkele mogelijkheden, hoe je alleen lasten kunt optillen, die veel zwaarder zijn dan jezelf. Alleen enkele katrollen en een touw zullen je daarbij helpen.

Een takel is een eenvoudige voorziening, waarmee je zware lasten gemakkelijk kunt optillen.

Taak



- Bouw het takelmodel met twee katrollen (een vaste en een losse katrol, bouw instructie pagina 77 – 79).
- Hang een gewicht aan de haak.
- Trek aan het touw en meet hoe ver je moet trekken, om je last 10 cm op te tillen. Heb je hiervoor veel kracht nodig?

Trekhoogte	Touwlengte
10 cm	
Beschrijf de krachtsinspanning	
.....	
.....	
.....	
.....	

Naam	Klas	Bladnr.

Hefboom**Oplossing**

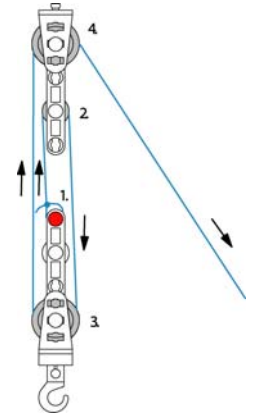
Bij dit model zegt men dat de last over drie touwen wordt verdeeld. Dat klopt weliswaar niet helemaal, omdat je touw niet in drie stukken is gesneden, maar de toegepaste kracht is echter reeds tot $1/3$ gedaald.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Hefboom

Taak

- Breidt je eerste model uit tot een takel met 3 katrollen. (bouw instructie pagina 80 – 81)
- Trek aan het touw en meet hoe ver je moet trekken, om je last 10 cm op te tillen. Heb je hiervoor veel kracht nodig?
- Noteer in de tabel wat je ziet en vergelijk dit met de vorige.



	Trek lengte in cm	Krachtsinspanning volgens je eigen gevoel	Aantal stukken touw
Drievoudige katrol			

Oplossing

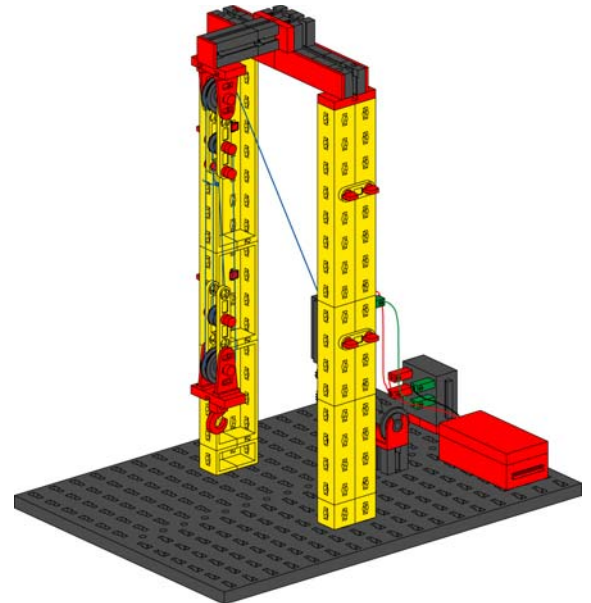
Dit soort takels noemt men vierstrengs, omdat de kracht en het gewicht over vier stukken touw wordt verdeeld.

Naam	Klas	Bladnr.

Hefboom

Algemeen

Nu heeft het ook zin om het volgende model te bouwen. Een takel met vier riemschijven en een motor als vervanging voor je „lichaamskracht“.



Taak

- Breidt je model uit tot een takel met 4 katrollen en een motor.
- Bevestig met behulp van een elastiekje een beurs met muntgeld aan de haak.
- Is de motor in staat om de munten op te tillen? Noteer wat je ziet.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Oplossing

Om zware lasten met weinig kracht op te kunnen tillen, heb je takels met twee, drie, vier of zes katrollen nodig. In het ideale geval, namelijk wanneer het gewicht van de rollen en de wrijvingskrachten gemakshalve maar even kunnen worden vergeten, vermindert de takel de kracht, afhankelijk van het aantal rollen, tot de helft, een kwart c.q. een zesde.

In het geval van deze takel hoeft de motor slechts $\frac{1}{4}$ van de last op te tillen.

Er is echter een nadeel aan deze vorm van krachtsbesparing verbonden: Wanneer de last 10 cm omhoog wordt getrokken, hoe ver moet je motor het touw dan oprollen?

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

Naam	Klas	Bladnr.

Hefboom

De natuurkunde kent de werkingwijze van jouw takel en heeft daartoe een wet gevonden, deze wet wordt de „gouden regel“ genoemd en zegt: „Op arbeid kan niet worden bespaard, alles wat aan kracht wordt bespaard, moet aan tijd en afstand worden toegevoegd!“

Naam

Klas

Bladnr.

Tafel

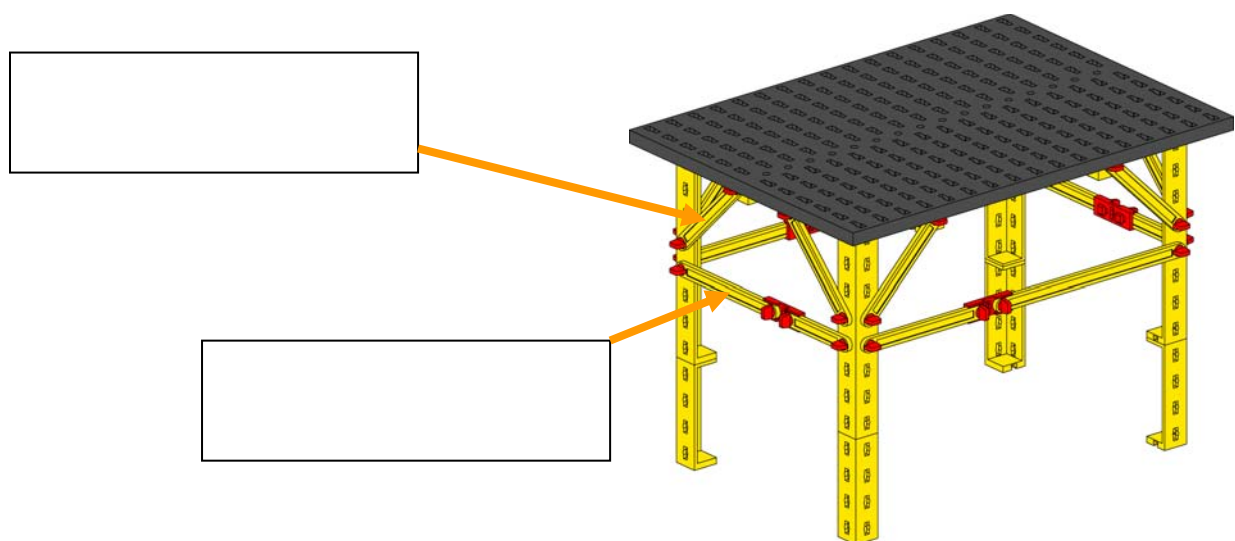
Algemeen

De statica onderzoekt de voorwaarden waaronder de op een lichaam ingrijpende krachten in evenwicht zijn. In de techniek is de statica daarmee de basis van alle berekeningen en constructies van bouwwerken (bruggen, huizen,...)

Op statische onderdelen worden verschillende belastingen uitgeoefend. Het gewicht van een constructie wordt de eigenlast genoemd. Het gewicht van mensen, meubels, borden of zelfs auto's dat op een statische constructie inwerkt, wordt de **verkeerslast** genoemd.

De tafel is een van de meest gebruikelijke statische voorwerpen in je eigen omgeving. De tafel draagt zowel de verkeerslast, als ook het eigen gewicht, dus de eigenlast. Verkeerslasten zijn meestal borden en kopjes, de gerechten en dranken, die op een tafel staan. Maar ook je armen die op de tafel leunen zijn net als het per ongeluk aanstoten van de tafel een verkeerslast.

Om een tafel al deze last op te kunnen laten nemen, heeft de tafel een hoop statische bijzonderheden nodig.



Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Statica

Taak

- Bouw de tafel (bouwinstructie pagina 85 - 87).
- Let er tijdens het bouwen op dat de schoren op de juiste manier zijn aangebracht.
- Belast de tafel eerst van bovenaf. Daarna druk je vanaf de zijkant tegen het tafelblad en daarna tegen de tafelpoten. Wat gebeurt er iedere keer?

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

Oplossing

De statische kenmerken van je modeltafel bestaan uit de onder een hoek staande tafelpoten en zijn door de hoek die de poten maken reeds naar twee kanten toe stabiel. De frameconstructie van de tafel is bovendien voorzien van schoren en is opgespannen. Dat wil zeggen dat met behulp van de gele schoren tussen de tafelpoten de op de tafel uitgeoefende druk- en trekkrachten worden gestabiliseerd. De bekroning van de statica vormen uiteraard de verbindingsplaatsen, die driehoeken laten ontstaan. Driehoeken zijn ook dan stabiel, dat wil zeggen niet beweegbaar, wanneer de stangen op de verbindingsplaatsen voorzien zijn van scharnieren. Dergelijke driehoeken worden statische driehoeken genoemd. Jouw modeltafel is dus in drievoudig opzicht statisch stabiel.

Alle verbindingsplaatsen worden in de statica knooppunten genoemd.

Taak

- Verwijder de panelementen en belast de tafel. Welke invloed heeft het weglaten van de panelementen op de statica van de tafel?

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

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Statica

- Voeg de spanelementen weer toe. Verwijder als volgende de schoren. Belast de tafel opnieuw. Hoe stabiel is je tafel nu?

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

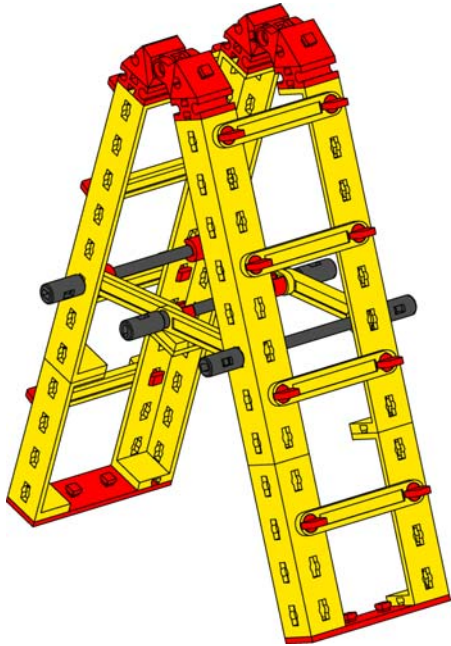
- Demonteer nu ook de spanelementen weer. Belast de tafel en beschrijf wat je ziet.

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

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Trapladder

Algemeen



De trapladder heeft ook een uitermate eenvoudige statische opbouw. Deze ladder maakt ook gebruik van poten die onder een hoek staan, waarbij de poten met schoren met elkaar zijn verbonden. De schoren tussen de poten dienen gelijktijdig als laddersporten. De trapladder bestaat dus uit twee afzonderlijke ladders, die boven in een draaipunt met elkaar zijn verbonden. Daarbij komt nog een spanelement tussen de beide trapdelen aan de onderkant.

Taak

- Bouw de trapladder (pagina 88 – 90) eerst zonder spanelement op.
- Zet de trapladder neer en belast deze door druk op de sporten en het bovenste draaipunt uit te oefenen. Blijft de trap stabiel?

.....

- Monteer nu het spanelement op je trap. Voer het experiment nogmaals uit. Blijft de ladder nu staan?

.....

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Oplossing

Een trapladder bestaat uit twee even grote helften, die boven in een draaipunt zijn verbonden. Afhankelijk van de hoek waaronder de beide helften worden neergezet, blijft de ladder ook zonder spanelement staan. Maar vanaf een bepaald punt gaan de „poten“ van de trap glijden en de traphelften worden uit elkaar gedrukt. Met het spanelement wordt de trap gestabiliseerd.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Balkenbrug

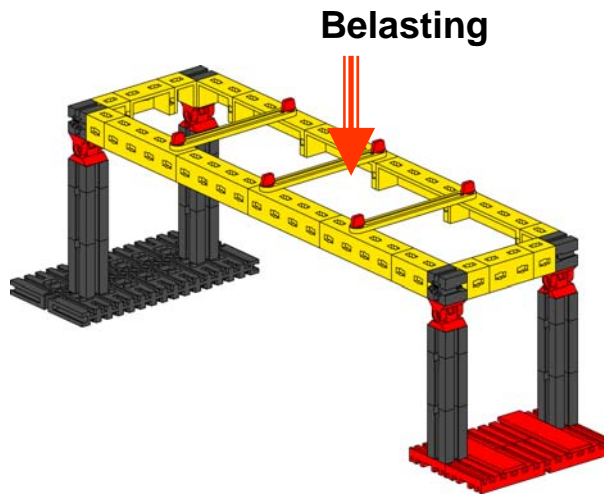
Algemeen

Bruggen verbinden dat met elkaar wat de natuur van elkaar heeft gescheiden of vormen een veilige weg over straten en spoorrails. Bruggen creëren al duizenden jaren schijnbare gewichtsloze wegen.

Een optimale brug heeft vier eigenschappen: deze is veilig, lang, goedkoop en ziet er goed uit. Met je eigen brugmodel leer je een klassieker onder de brugbouwwijzen kennen.

Taak

- Bouw het brugmodel (bouwinstructie pagina 91).



- Belast de brug in het midden. Noteer wat je ziet.

.....

.....

.....

- Schrijf eens op waar volgens jou dergelijke bruggen gebruikt kunnen worden.

.....

.....

.....

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Statica**Oplossing**

Deze enkelvoudige balkenbrug is uitstekend geschikt voor lage belastingen en kleine spanwijdtes. Deze brug voldoet aan alle eisen. Wanneer de afstand tussen de steunpunten echter groter wordt, verliest de brug haar stabiliteit.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

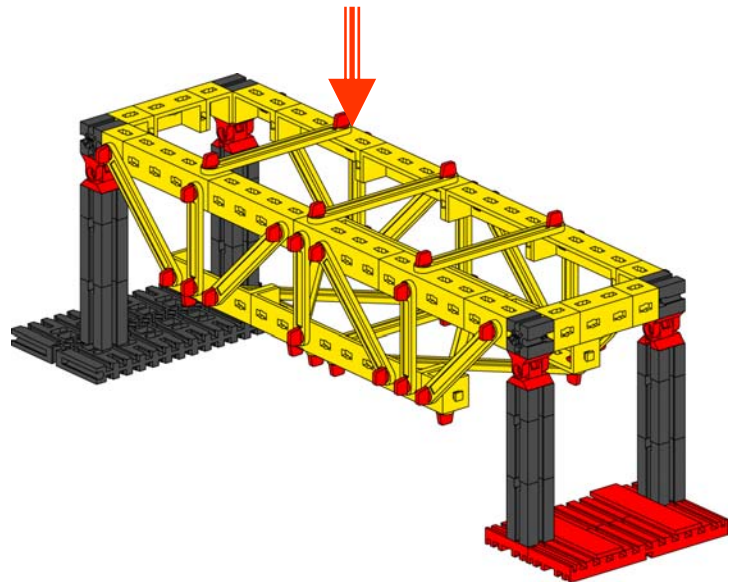
Brug met onderslagbalken

Algemeen

De brug met onderslagbalken is qua constructie gelijk aan een hangbrug. Deze brug heeft echter weinig te maken met de constructie van een hangbrug. Waarom dat zo is, leer je in de experimenten met dit model.

Taak

- Bouw ook de brug met onderbalken (bouw instructie pagina 94 - 95).
- Belast de brug in het midden. Gebruik dit keer echter een ca. **1 kg** zwaar gewicht.
- Noteer wat je ziet.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Statica**Oplossing**

De brug met onderslagbalken werkt met het vakwerkconstructieprincipe. Hoewel deze bouwwijze geschikt is voor grote belastingen, is deze niet geschikt voor grote spanwijdten. De grootste spanwijdten worden met hangbruggen gerealiseerd. De gelijkenis tussen een brug met onderbalken en een hangbrug is dus alleen optisch. Statisch gezien zijn de beide brugtypen totaal verschillend.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

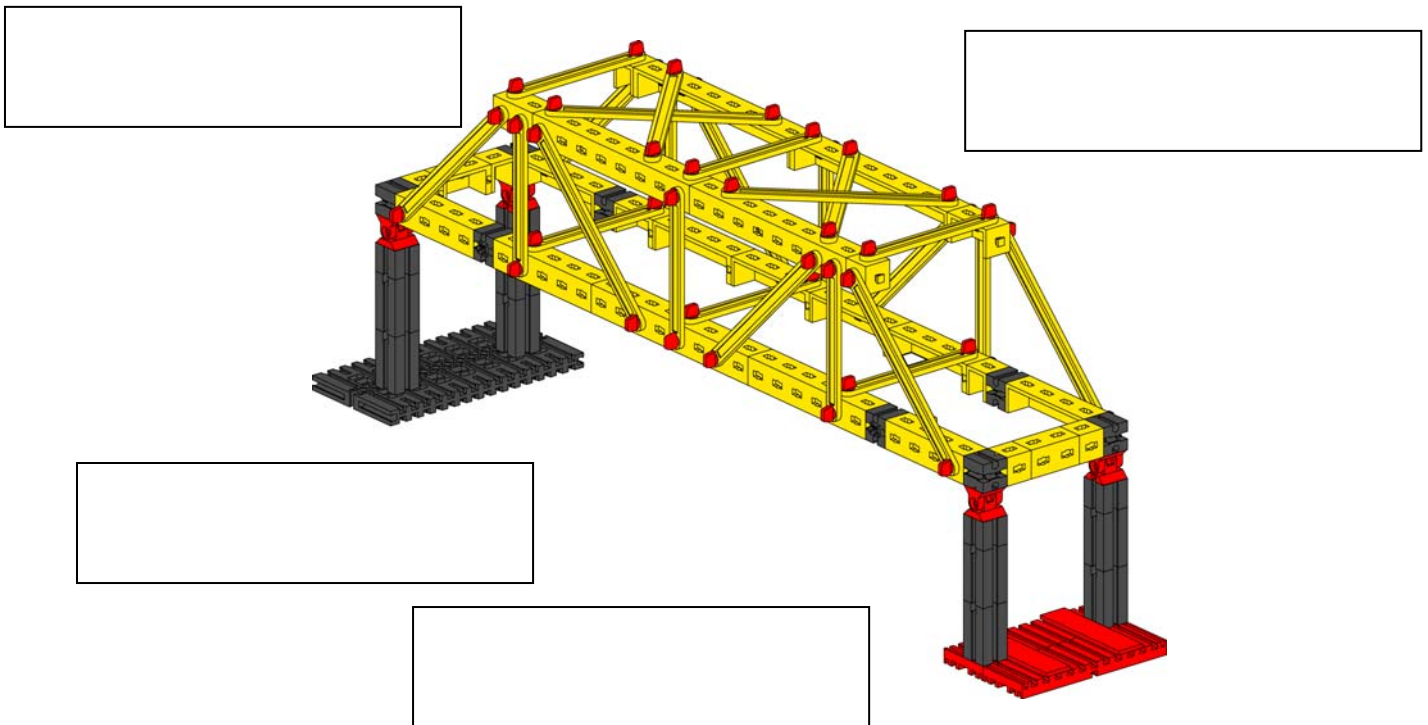
Brug met bovenslagbalk

Algemeen

Langere spanwijdten en belastingen kan de brug met bovenbouw (bovenslagbalken) opnemen. Dit soort bruggen maakt gebruik van een vakwerkconstructie, die je al kent. Schoren, spanelementen en statische driehoeken stabiliseren deze brug.

Taak

- Breidt je eerste brugmodel uit tot een brug met bovenslagbalken.
- Belast de brug weer in het midden.
- Noteer wat je ziet. Hoe is de stabiliteit van de brug veranderd?
- Geef in de tekening **alle** jouw bekende statische elementen aan: de **bovenbouw**, de **schoren**, de **spanelementen** en de **steunpunten**. Schrijf de benamingen in de velden en verbind deze met de onderdelen.



Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Statica**Oplossing**

Deze brugvorm kan zwaarder met druk worden belast dan de balkenbrug. De drukkracht wordt nu niet slechts op één balk overgedragen, maar over alle onderdelen verdeeld. De bovenbouw bestaat uit kruislingse diagonalen, die steeds op de bovenste knooppunten van de zijelementen zijn bevestigd. De diagonalen van de bovenbouw voorkomen het torderen van de brug. Wanneer de schoren naar boven steken, wordt deze brugconstructie als hangwerk omschreven.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Jachtkansel

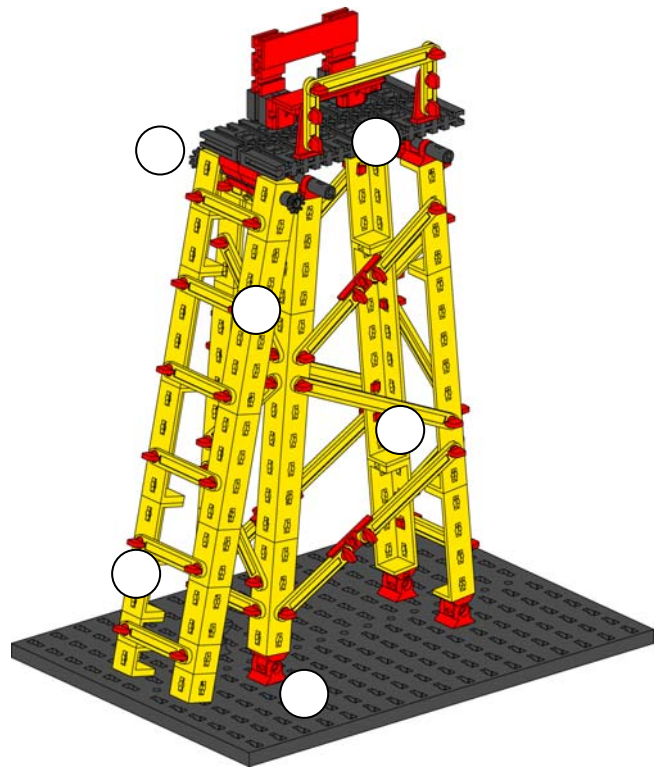
Algemeen

Heb je genoeg van bruggen en wil je naar buiten, dan is de jachtkansel precies wat je nodig hebt. Hoewel de jachtkansel geen dalen hoeft te overbruggen, gaat deze echter wel de hoogte in. Vakwerk, een aaneenschakeling van driehoeken, is hiervoor het statische principe. De afzonderlijke elementen van de statica worden ook hier toegepast.

Taak

- Bouw de jachtkansel (bouwinstructie pagina 101 -107).
- Herken je de bouwelementen?
- Noteer deze onder de punten 1 – 6 en markeer deze met behulp van het overeenkomstige cijfer in de afbeelding.

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



Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Statica**Oplossing**

De ruimtelijke samenstelling van afzonderlijke vakwerkelementen wordt het skelet genoemd. Skeletten van vakwerkconstructies worden toegepast in de woningbouw, bij hoogspanningsmasten, bij je brugconstructie en ook bij het model van de jachtkansel. Dergelijke skeletten hebben als voordeel, dat deze niet met een plaat, een schijf of met stenen hoeven te worden opgevuld en hierdoor weinig aangrijpingspunten voor de wind hebben. Deze manier van bouwen is bovendien uiterst zuinig met bouwmaterialen en geeft desondanks een goede stabiliteit.

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

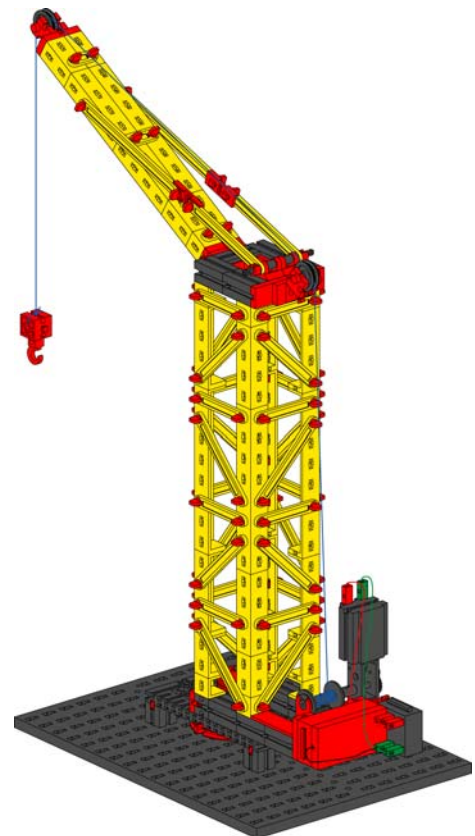
Kraan

Algemeen

Bij de voorgaande modellen uit de bereiken mechanica, hefboom en statica kon je ervaring met de bijzondere eigenschappen van deze gebieden opdoen. In het laatste model worden deze ervaringen nu met elkaar gecombineerd. De kraan maakt het mogelijk, om de samenwerking van onderdelen en componenten te herkennen en de statica op belastbaarheid te testen.

Taak

- Bouw de voet van de kraan op, en wel met de wormwieloverbrenging. Kun je je nog herinneren waarom een wormwieloverbrenging wordt gebruikt? Noteer dat in de tabel.
- Als volgende wordt de frameconstructie opgebouwd. Vul ook hier de tabel aan.
- De giek van de kraan is een bepaalde vorm van een hefboom. Hoe wordt de kraan desondanks in evenwicht gehouden? Hoe wordt de giek gestabiliseerd?



.....

Naam	Klas	Bladnr.
------	------	---------

Statica

Component	Voordelen/ bijzonderheden	Toepassings- mogelijkheden	Onderdelen
Mechanica			
Wormwiel- overbrenging			
Statica			
Hefboom			

Mogelijke aanvullingen

Voor het optillen van lasten zijn meerdere overbrengingsmanieren mogelijk.

- Bouw de mogelijke overbrengingen in je kraanmodel in.
- Vergelijk de werkwijze van deze overbrengingen.
- Zet de resultaten in de tabel.

De bekroning voor jouw model is het gebruik van een takel.

- Ontwikkel een takel voor jouw kraanmodel.
- Waarop moet je letten, wanneer je kraan nu ook hele zware lasten kan tillen en laten zakken?

Naam	Klas	Bladnr.