

<b>De uitvinder</b>	<b>P. 38</b>
<b>De veiligheidslift</b>	<b>P. 39</b>
<b>De elektromotor</b>	<b>P. 40</b>
<b>De generator</b>	<b>P. 41</b>
<b>De helikopter</b>	<b>P. 42</b>
<b>De ruitenwisser</b>	<b>P. 43</b>
<b>De centrifugaalkrachtregelaar</b>	<b>P. 44</b>
<b>Het morseapparaat</b>	<b>P. 45</b>
<b>De cardanas</b>	<b>P. 46</b>
<b>Het perpetuum mobile</b>	<b>P. 47</b>
<b>De haarhygrometer</b>	<b>P. 48</b>

## Inhoud



## De uitvinder

■ Met deze bouwdoos heb je niet slechts de mogelijkheid om zelf de technische revolutie te ervaren, maar je kunt ze ook zelf beleven – al die dingen die de wereld hebben veranderd. Gewoon in elkaar zetten en uitproberen. Je neemt dus gewoon de rol van de knutselaar over. Misschien voel je daarbij de adem van de geniale geest van de uitvinder zelf langs je lichaam waaien. Ga meteen aan de slag – of lees op deze bladzijde nog meer over de mensen, die achter de uitvindingen schuilgaan.

Uitvindingen zie je overal om je heen. Kijk maar eens goed rond in je eigen huis. Aan het plafond hangt de gloeilamp, in de kamer staat een televisie, in de hal de telefoon; de koelkast, de stofzuiger enz. Zelfs de boekdruk moest eerst uitgevonden worden, zodat boeken in groten getale konden worden verspreid. Net als dit begeleidend boekje, dat je nu in je handen houdt.

Dat is allemaal heel simpel, zeg je? Op heel veel ideeën die tegenwoordig vanzelfsprekend zijn, moest men echter eerst wel komen.

## Edison – de „professionele uitvinder“



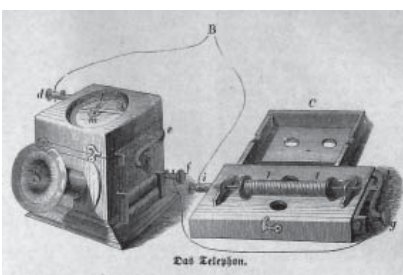
De gloeilamp van Heinrich Göbel

■ Iemand die heel veel ideeën liet vastleggen, was Thomas Alva Edison. Over het algemeen bekend als de uitvinder van de gloeilamp.

2.000 uitvindingen en 1.093 Amerikaanse patenten verzamelde Edison gedurende zijn leven. Dat deed hij echter niet alleen, maar in zijn eigen bedrijf met behulp van vele medewerkers.

Heel veel uitvindingen waren slechts verdere ontwikkelingen van apparaten van andere uitvinders. Dat geldt bijvoorbeeld ook voor de gloeilamp. Wist je dat? Het was dus oorspronkelijk helemaal niet zijn idee! Maar hij heeft de gloeilamp zo verbeterd, dat deze geschikt werd voor het dagelijkse gebruik. En bovendien heeft hij de gloeilamp direct laten patenteren. Dat is namelijk heel belangrijk. Er zijn heel veel uitvinders waarover niemand meer spreekt, omdat zij hun uitvindingen niet lieten patenteren. Of nog erger – ze hebben het gewoon te laat gedaan.

## Gray of Bell ?



Telefoon van Reis

■ Het is het jaar 1860, een natuurkundeleraar in Friedrichsdorf bij Frankfurt a. M. (Duitsland) bouwt voor zijn leerlingen een wetenschappelijk demonstratieobject. Door middel van het laten trillen van een trommelvel in een houten model, wordt stroom opgewekt in een stroomcircuit. Deze trillingen worden met behulp van een kabel overgedragen aan een spoel van koperdraad in een houten kistje, waardoor de trillingen hoorbaar worden gemaakt. Zo lukt het hem als eerste mens, een goed werkende elektrische spraakverbinding op afstand op te bouwen. De naam van de uitvinder is Philipp Reis. Heb je nog nooit van hem gehoord? Dat komt omdat hij zijn apparaat niet voor het patent heeft aangemeld en ook niet als telefoon heeft aangeduid.

Een Amerikaan heeft dat ongeveer 15 jaar later wel gedaan. Hij had van het apparaat van Philipp Reis gehoord, heeft het verder ontwikkeld en er patent op aangevraagd. Elisha Gray heeft het daarmee dus goed gedaan. Heb je wel eens van hem gehoord – Elisha Gray de uitvinder van de telefoon? Nee? Dat komt, omdat hij het te laat heeft gedaan. Iemand was hem voor en had eveneens patent op een telefoon aangevraagd – en dat slechts 2 uren eerder. Zijn naam: Alexander Graham Bell. Hij staat dus te boek als de uitvinder van de telefoon. En het grappige eraan is, dat zijn destijds aangemelde apparaat helemaal niet werkte. Bell had alleen gehoord, dat nog iemand anders aan een vergelijkbaar apparaat werkte en had zijn halfklare apparaat uit voorzorg reeds aangemeld.

■ Heb jij je wel eens afgevraagd wat er gebeurt, als je in de lift staat en de kabel waaraan de cabine hangt breekt?



Tijdens een internationale industriële manifestatie in New York shockeerde een man de toegelopen menigte door hoog boven op een liftplatform staand, de enige kabel van dit platform door te snijden. Het platform zakte slechts een klein stukje naar beneden, voordat het volledig tot stilstand kwam. De revolutionaire nieuwe veiligheidsrem van de inventieve technisch opzichter heeft ervoor gezorgd, dat het platform niet omlaag stortte. „All safe, gentlemen!“, (Engl. „Alles onder controle, mijne heren!“) verkondigde de man.

Dat gebeurde in 1854 en de man op het liftplatform heette Elisha Graves Otis, de oprichter en naamgever van de tegenwoordig nog steeds bestaande liftenfirma.

Vroeger ging niemand graag met de lift naar de bovenste verdieping van een gebouw. Door de ontwikkeling van de veiligheidslift werd deze trend omgebogen. Ruimtes op de bovenste etages waren plotseling „in“ en de

vraag bleef maar stijgen. Hierdoor werd de bouw van flatgebouwen versneld en zo veranderde het uiterlijk van de grote steden. Wolkenkrabbers werden tot symbool van macht en aanzien en drukken vandaag de dag het stempel op het stadsbeeld.

Vanaf vandaag stap je vast met een heel ander gevoel in de lift. Kijk maar eens op het bedieningspaneel (of het typeplaatje). Als er OTIS op staat, dan denk je vast en zeker aan de moedige technisch opzichter uit New York.

**Taak:**

**Speel zelf ook maar eens met de valsnelheid van de liftkorf. Laat de kabel eerst langzaam en dan snel door de vingers glippen. Op welk moment wordt de veiligheidsrem ingeschakeld? Waarom remt hij pas als je de kabel abrupt loslaat?**



◀ Lift omhoog trekken ...



... en abrupt loslaten ▶



1800

1900

2000

Uitvinding van de veiligheidslift

## De veiligheidslift

„All safe, gentlemen“

**Korte samenvatting**

Uitvinder:

*Elisha Graves Otis  
(1811 - 1861)*

Geboorteplaats:

*Halifax, Vermont, USA*

Beroep:

*Technisch opzichter*

Beste prestatie:

*Vond de veiligheidslift uit*



# De elektromotor

■ De elektromotor werd niet in een keer uitgevonden, maar heeft vele zogeheten „voorgangers“. Eerst moesten belangrijke verbanden tussen elektrische stroom en magnetisme worden ontdekt.

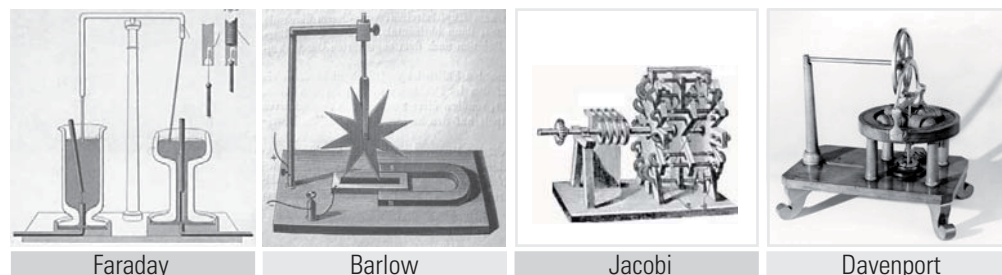
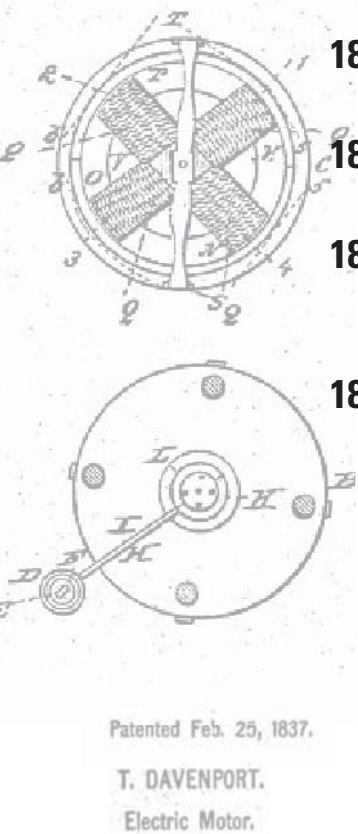
**1819** **Hans Christian Ørsted** ontdekt dat elektriciteit magnetisme op kan wekken.

**1821** **Michael Faraday** kan aantonen, dat elektromagnetisme zich cirkelvormig rondom een draad beweegt. Zonder dit effect zou een elektromotor niet draaien.

**1822** **Peter Barlow** ontwikkelt het naar hem genoemde "wiel van Barlow". Een soort voorloper van de elektromotor.

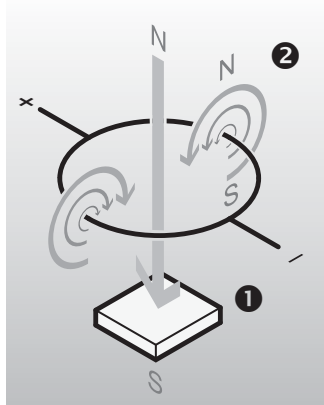
**1834** De ingenieur **Hermann Jacobi** ontwierp de eerste technisch bruikbare motor. Hij bouwt de motor in een 6-persoons schip en vaart met een vermogen van 220 W over een rivier. Zo werd de elektromotor voor het eerst in de praktijk toegepast.

**1837** De Amerikaan **Thomas Davenport** kreeg het wereldwijd eerste patent op een elektromotor, op 25 februari 1837. Zijn motor dreef meerdere machines en een wagen aan.



■ Als je het model van de elektromotor bouwt, zorg er dan voor, dat de magneet zich direct onder de spoel bevindt en de draadeinden van de spoel niet verbogen zijn. Anders draait de spoel niet rond en werkt de motor dus niet correct. Als je alles gemonteerd en aangesloten hebt en de spoel iets hebt aangedrukt, zul je met verbazing constateren, dat de spoel als een gek ronddraait en als door een onzichtbare hand wordt aangedreven. Maar ja, dat het daarbij om stroom en magnetisme gaat, had je natuurlijk al lang begrepen. Maar wat speelt zich dan precies af?

Het principe is eigenlijk heel eenvoudig. Als je wel eens twee magneten hebt vastgehouden, heb je vast wel gemerkt, dat ze elkaar aantrekken of afstoten, afhankelijk van welke kant je ze tegen elkaar houdt. Dit gebeurt door de magnetische velden die iedere magneet omgeven. Ze hebben een stromingsrichting en bepalen daarmee een noord- en een zuidpool. Gelijke polen stoten elkaar af, verschillende polen trekken elkaar aan. De ene magneet is ingebouwd in het model (1). De andere magneet is de spoel, die in een elektromagneet verandert zodra er een elektrische stroom doorheen stroomt. Zet je de spoel dus onder stroom, dan ontstaat een magnetisch veld (2) met een noord- en zuidpool. Gelijke polen stoten elkaar af en daarom probeert de spoel zich te verwijderen, maar omdat hij alleen kan draaien, doet hij dat dus. Voordat hij zich in de optimale positie heeft gedraaid, waarin de ongelijke polen tegenover elkaar zouden liggen, nemen wij de spoel weg van de stroom (kijk naar de draadeinden, deze zijn slechts voor de helft



Principetekening

geleidend). Door de reeds begonnen omwenteling draait de spoel echter nog een stukje door, tot hij weer stroom krijgt en de cyclus van voren af aan begint.

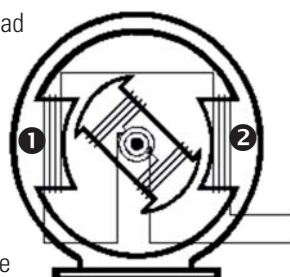
■ De elektromotor en de generator zijn vrijwel identieke machines, die alleen tegengesteld aan elkaar werken. De elektromotor genereert een beweging uit stroom, terwijl de generator uit de draai beweging stroom opwekt (genereert). Theoretisch kun je met jouw elektromotor ook stroom opwekken. Daarvoor moet de spoel echter heel, heel snel ronddraaien als je een minigloeilamp zelfs maar een klein beetje wilt laten branden. Beter gaat dat echter met het generatormodel uit de bouwhandleiding, dat dankzij de voorgeschakelde overbrenging een geschikt toerental genereert. Maar ook dat is slechts voldoende om een gloeilampje te laten branden. Het grootste probleem daarbij is de zwakke magneet.

**Denk-taak:**

**Doe eens als Edison, neem een bestaande uitvinding en verbeter deze:**

**Hoe kan men het probleem van een te zwakke magneet oplossen? Ken jij een magneet die je kunt versterken? Ga nog eens terug naar het vorige hoofdstuk en kijk naar de grafiek (principetekening). Daar worden twee verschillende magneten beschreven. Welke magneet kun je versterken?**

Heb je het uitgevonden? Dan ben je net zo slim als Werner Siemens. Hij had in 1866 hetzelfde idee. Hij bouwde in plaats van permanente magneten elektromagneten in, die hij op geniale wijze met een deel van de door de generator zelf opgewekte stroom liet werken. Het magnetisch veld werd daardoor versterkt. Meer stroom -> hogere magnetische kracht -> meer stroom enz. Deze zelfversterking noemt men ook wel het „dynamo-elektrische principe“. Op de tekening hiernaast zijn de spoelen van de elektromagneten 1 en 2 goed zichtbaar in het stroomcircuit opgenomen.



Met de dynamo kunnen in eerste instantie veel krachtiger stroomsterktes opgewekt worden en dat ook nog veel goedkoper dan voorheen. Dat is het begin van de krachtstroomtechniek. Nu kunnen steeds meer machines op effectieve wijze elektrisch worden aangedreven. Locomotieven, liften, trams, mijn- en werksporen worden met elektromotoren uitgerust – hele rijen straten met krachtstroomlampen verlicht.



Eerste elektr. locomotief



Lift



Straatverlichting



Eerste elektr. tram

## De generator en de dynamo

### Begin van de krachtstroomtechniek

**Korte samenvatting**

Uitvinder:

*Ernst Werner Siemens (1816 - 1892)*

Geboorteplaats:

*Hannover, Duitsland*

Beroep:

*artillerieluitenant*

Beste prestatie:

*Vond de dynamo uit en is oprichter van het huidige Siemens AG.*





## De helikopter

■ Henrich Focke is de pionier op het gebied van de helikopter. Een rusteloze wetenschapper die gefascineerd is van de techniek en van het vliegen.

Hij studeert machinebouw in Hannover. In 1924 richtte hij, slechts 34 jaar oud, in Bremen de Focke-Wulf-Flugzeugbau AG op en in 1937 de eerste helikopterfabriek ter wereld. Tot 1933 bouwde hij ca. 140 vliegtuigen met draagvleugels. Zijn vliegtuigen waren volgens de toenmalige verhoudingen technisch volwassen en er kon goed mee worden gevlogen. Ze waren zelfs zo goed, dat daarmee meerdere vliegrecords werden behaald!

In 1934 is het dan zover: het prototype van de eerste werkelijk gecontroleerd bestuurbare helikopter wordt ontwikkeld, de FW61. Daarna volgen de eerste gebruiksklare helikopters ter wereld.



## Het geheim van het vliegen

### Korte samenvatting

Uitvinder:

*Henrich Focke (1890 - 1979)*

Geboorteplaats:

*Bremen, Duitsland*

Beroep:

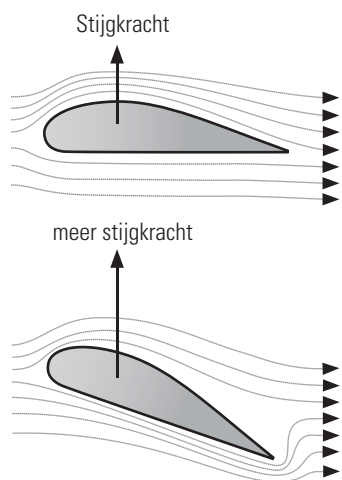
*Ingenieur machinebouw*

Beste prestatie:

*Construeerde en bouwde de eerste gebruiksklare helikopter ter wereld.*



### Vorm van de vleugels en stijgkracht



De bolling van een draagvleugel buigt de luchtstroom af en zorgt voor een kracht die een vliegtuig naar boven trekt – de stijgkracht. Dat is het geheim van het vliegen. De vogels wisten dat al veel en veel langer. De stijgkracht kan men nog versterken, wanneer men de draagvleugel iets kantelt. De bladhoek vergroten, zo zeggen de experts. Bij de verkeersvliegtuigen kun je dat bij het starten en landen goed zien.

Zo, en dan nu naar de helikopter. Die werkt in principe hetzelfde. De draagvleugels, hier uiteraard rotorbladen genoemd, zien er qua profiel net zo uit als bij een normaal vliegtuig. Maar hoe moet de helikopter de rotorbladen laten kantelen? Ze draaien toch steeds in het rond en dat ook nog razendsnel!

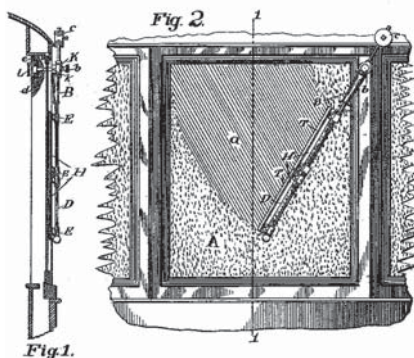
Al je het model in elkaar zet, heb je ook dit geheim ontdekt.

De methode waarbij de bladhoek van alle rotorbladen tegelijk wordt veranderd noemt men overigens de collectieve rotorbladverstelling.

### Mechanische oplossing

De hoogtebesturing (hoger/lager) wordt in de vliegtuigtaal ook wel collective of pitch genoemd. De collective hendel (1) bevindt zich normaal gesproken links naast de stoel van de piloot. Bedien je deze hendel, dan verandert de collectieve rotorbladverstelling (2). Dat betekent dat de bladhoek (3) van alle rotorbladen verandert en daardoor dus ook de stijgkracht. Hendel omhoog = bladhoek vergroten = stijgkracht vergroten. Of eenvoudiger gezegd – de helikopter stijgt op.





Uittreksel uit het octrooitijdschrift van 1903

■ Een koude winterdag in New York in het jaar 1902. Een jonge vrouw zit in de tram en ziet hoe de bestuurder met open voorruit rijdt om bij de op dat moment neervallende ijzel voldoende zicht te houden. „Dat moet toch anders kunnen”, denkt ze. Ze laat volgens haar eigen tekening in een werkplaats ter plaatse een handaangedreven apparaat maken, dat de voorruit schoon houdt. Deze vrouw heet Mary Anderson en haar uitvinding is de ruitenwisser-Installatie. In principe een wisserarm, die via een hendel binnenin de auto heen en weer kan worden bewogen.

„Wij denken niet, dat men hiermee een winstgevend product in handen heeft” – aldus een bekend Canadees bedrijf, dat zij haar ruitenwisser aanbood. In 1920 begon de automobieliindustrie met de constructie in serieproductie, maar toen was het patent van Mary Anderson al afgelopen.

## De ruitenwisser



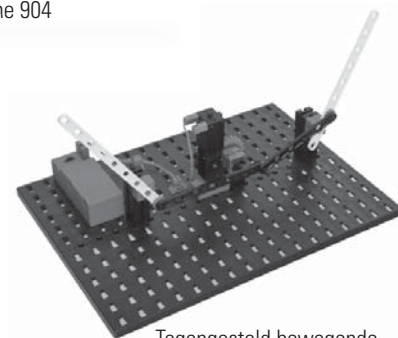
Gelijkbewegende parallellogramwisser  
bijv.: Omnibus, Porsche 904

### Taak:

**Bouw als laatste van de drie modellen de parallellogramwisser.**

**Stel je voor dat je de tegengesteld draaiende parallellogramwisser hebt uitgevonden.**

**Je gaat ermee naar een autofabrikant en hij vindt jouw idee helemaal geweldig en wil de wisser direct kopen – maar alleen als de wissers niet tegengesteld, maar tegelijk bewegen! Kun jij hem deze wisser leveren (ombouwen)?**



Tegengesteld bewegende wissers, bijv. Mercedes-Benz, VW Sharan

(zie de laatste pagina voor de oplossing.)

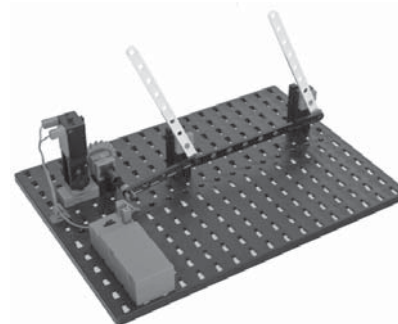
### Korte samenvatting

Uitvinder: *Mary Anderson (1866 - 1953)*

Geboorteplaats: *Greene County, Alabama, USA*

Beroep: *Aannemer, rancher, wijnbouwer*

Beste prestatie: *Vond de ruitenwisser uit*



Gelijklopende wissers  
hetzelfde principe als bij auto's

## De centrifugaal- krachtregelaar

■ Eerst een klein detail: James Watt heeft niet daadwerkelijk de stoommachine uitgevonden, maar de in 1705 door Thomas Newcomens ontwikkelde stoompomp aanzienlijk verbeterd. Daarmee heeft hij het succes van de stoommachine bezegeld.

1775: James Watt richtte samen met Matthew Boulton in Engeland de eerste stoommachinefabriek ter wereld op. Watt gebruikte in 1788 voor het eerst de centrifugaalkrachtregelaar, om de arbeidssnelheid van de door hem verbeterde stoommachine constant te houden. Loopt hij namelijk te snel, dan kan het voorkomen dat hij door overbelasting wordt beschadigd, oftewel de onderdelen je om de oren vliegen. De centrifugaalkrachtregelaar verhoogt de betrouwbaarheid en bevordert zo de functionaliteit van de stoommachine. Na de textielmachines en waterpompen volgen de stoomlocomotieven, stoomschepen, mobiele stoommachines en zelfs vrachtwagens. Ook het eerste luchtschip werd in 1852 aangedreven door een stoommachine. De industriële revolutie – dus de verandering van het werkmilieu en de bedrijven door machines – werd door de opkomst van de stoommachine gestart.

Ter nagedachtenis aan James Watt wordt de maateenheid voor vermogen nog steeds "watt" genoemd.



### Korte samenvatting

Uitvinder:

*James Watt (1736 - 1819)*

Geboorteplaats:

*Greenock, Schotland*

Beroep:

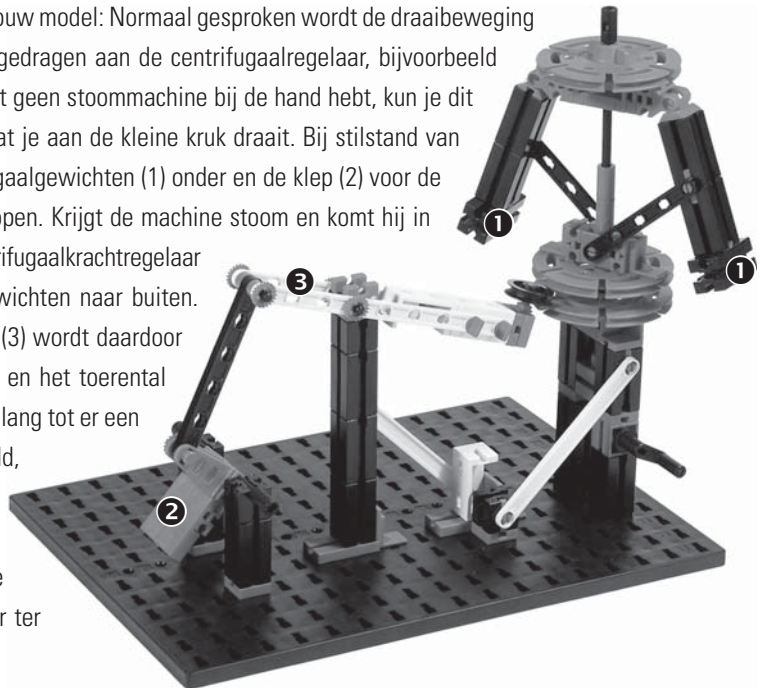
*Mecanicien*

Beste prestatie:

*Verhoging van het rendement en de veiligheid van de stoommachine.*



■ Nu naar de werking van jouw model: Normaal gesproken wordt de draai beweging van de stoommachine overgedragen aan de centrifugaalregelaar, bijvoorbeeld met een riem. Omdat je vast geen stoommachine bij de hand hebt, kun je dit eenvoudig simuleren doordat je aan de kleine kruk draait. Bij stilstand van de machine zijn de centrifugaalgewichten (1) onder en de klep (2) voor de stoomtoevoer is helemaal open. Krijgt de machine stoom en komt hij in beweging dan draait de centrifugaalkrachtregelaar en drukt de centrifugaalgewichten naar buiten. Via het hendelmechanisme (3) wordt daardoor de stoomtoevoer gesmoord en het toerental verlaagd. Dit gebeurt net zo lang tot er een constant toerental is ingesteld, een soort evenwicht. Of eenvoudiger uitgedrukt: hoe sneller de machine draait, hoe minder stoom er ter beschikking wordt gesteld.



### Taak:

**Je wilt je stoommachine een beetje oprissen, tunen, sneller maken. Daarbij richt jij je op de gewichten van de centrifugaalkrachtregelaar. Moet je deze dan zwaarder of lichter maken?**



■ Wanneer je een vriend tegenwoordig snel iets wilt vertellen, bel je hem gewoon op, schrijft een e-mailtje of gaat chatten. Vroeger kon je iets alleen zo snel vertellen aan de mensen die vlakbij zaten. Een brief daarentegen was soms wel enkele dagen tot maanden onderweg.

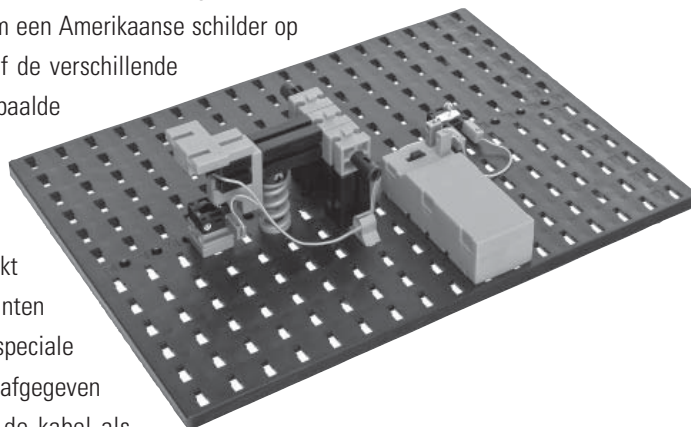
Later, toen men gebruik van elektriciteit maakte, kwam men op het idee om signalen door een kabel te versturen. Maar hoe moest men deze elektrische signalen aan het andere

einde interpreteren? Toen kwam een Amerikaanse schilder op een eenvoudig principe. Hij gaf de verschillende letters van het alfabet een bepaalde

volgorde van korte en lange stroomstoten – de computer

werkt tegenwoordig nog op dezelfde manier, alleen gebruikt hij in plaats van strepen en punten

een 1- en 0-sigitaal. Met een speciale schakelaar werden de signalen afgegeven en aan het andere einde van de kabel als strepen en punten opgeschreven.



De speciale schakelaar heet „morsetoets“ en de toewijzing van de strepen en punten aan de letters is het „morse-alfabet“, naar de uitvinder Samuel Morse.

■ Eigenlijk was de heer Morse professor in de schilder-, beeldhouw- en tekenkunst. Hij ontwikkelde echter niet alleen de morsecode, maar in 1837 ook de eerste bruikbare schrijftelegraaf (morseapparaat). Deze was echter nog uit restjes draad, afval van plaatmateriaal en een wandklok opgebouwd. Er waren nog 5 jaren van experimenten nodig totdat patent op het apparaat kon worden aangevraagd. Nadat hij zijn telegraaf met succes op de markt had gebracht, richtte hij een telegrafiebedrijf op. Eerst ontstonden er telegraaflijnen tussen steden en landen en uiteindelijk zelfs tussen continenten zoals Europa en Amerika. Daarvoor werd in 1858 een diepzeekabel dwars door de Atlantische Oceaan gelegd. Stel je eens voor wat een lange kabel dat moet zijn geweest! Destijds was geen schip groot genoeg om zo'n lange kabel te vervoeren. Ze hebben hem daarom in tweeën gedeeld, op twee schepen geladen en vanaf ieder continent aangelegd, om hem daarna midden op zee weer samen te voegen.

## Het morseapparaat

### Telegrafie, de grootmoeder van internet

### Het morse-alfabet

a · ·	n · ·
b · · · ·	o · · ·
c · · · ·	p · · · ·
d · · ·	q · · · ·
e ·	r · · ·
f · · · ·	s · · ·
g · · ·	t ·
h · · · ·	u · · ·
i · ·	v · · · ·
j · · · ·	w · · ·
k · · ·	x · · · ·
l · · · ·	y · · · ·
m · ·	z · · · ·
wachten · · · · ·	
begin · · · · ·	
einde · · · · ·	

**Taak:**

**Welke betekenis heeft deze tekenvolgorde: „ · · · · · “? (zie onder voor de oplossing)**

**Bedenk zelf woorden of hele zinnen en toets de tekens in op je eigen morseapparaat. Je vriendje kan ze dan met behulp van de gloeilamp aflezen.**

Tip: zoek een hele lange kabel, dan kun je de gloeilamp ook in een andere kamer zetten. Als je voldoende hebt geoefend en een kei in morse bent, kun je ook 's avonds je berichten met behulp van een zaklamp naar je vriendjes sturen.

Zie deze pagina voor de oplossing: Noodoproep SOS



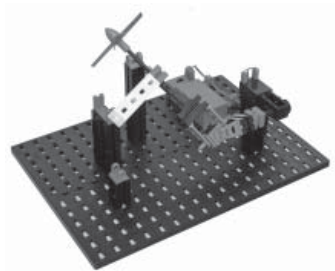
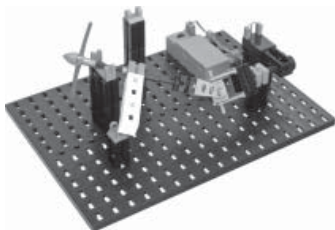
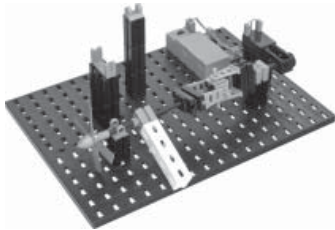
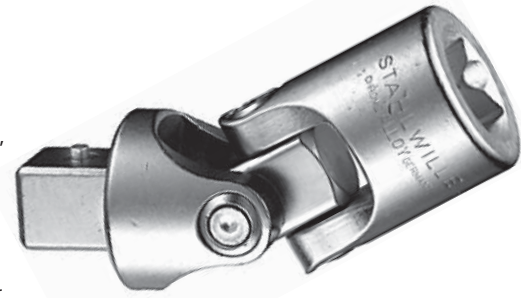
## De cardanas

■ Als wij deze onwaarschijnlijke techniek niet zouden kennen, zou op allerlei gebied in ons dagelijkse leven niets meer draaien.

Echter eerst maar eens alles op een rijtje:

In 1501 werd in Milaan een jongen geboren, die het later nog ver zou schoppen. Het is de tijd van de renaissance. Men noemt het zo, omdat dit een tijdperk was waarin kunst, wetenschap en maatschappij centraal stonden. Veel kunstenaars en natuurwetenschappers deden door hun buitengewone prestaties van zich spreken, zoals Michelangelo, Galilei of Leonardo da Vinci en zelfs Cardano. Hij was de meest beroemde arts in zijn tijd en koningen en prinsessen behoorden tot zijn patiënten. Bovendien was hij wiskundige en uitvinder. Hij heeft belangrijke ontdekkingen met betrekking tot de waarschijnlijkheidsberekening gedaan. Voordat hij daarover een boek heeft geschreven, gebruikte hij zijn vergaarde kennis bij het kansspel, tot hij zo veel geld had verdiend, dat hij zijn medische studie kon betalen. Zoals je ziet, was het een slim baasje.

En nu naar de as, die hem zo beroemd maakte:



**Probleem:** in de aandrijftechniek heeft men meestal een motor en een machine die moet worden aangedreven. Meestal zijn beide elementen een stuk van elkaar verwijderd, staan niet op dezelfde hoogte of bewegen zich ook nog heen en weer. Als men beide met een starre as zou verbinden, zou deze onherroepelijk breken. Een zachte buigzame as op zijn beurt, zou te zwak zijn om grote krachten over te dragen.

**Oplossing:** een as die zowel buigzaam als stevig is. De kruiskoppeling of cardanas.

### Taak:

**Leg de as in verschillende posities, schakel de motor in en observeer de beweging die de koppeling moet uitvoeren, met name in een bijzonder schuine stand. Is het niet verbazingwekkend, hoe men een roterende beweging gewoon om een hoek kan buigen? Test de grenzen. Pak de as vast bij de greep, die niet kan meedraaien, schakel de motor in en probeer voorzichtig uit hoe ver je de as kunt knikken.**



Landbouwmachines



Scheepvaart



Motorvoertuigen



Industrie

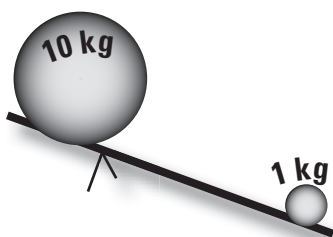
■ Bij het Europese patentenbureau (of octrooibureau) komen jaarlijks meer dan 100 ontwerpen van machines binnen, die als ze eenmaal in beweging zijn nog steeds en wellicht eeuwig blijven draaien. Daarbij hebben al velen geprobeerd een „onafgebroken bewegende” – d.w.z. Perpetuum Mobile te construeren, en dat al honderden jaren. In het jaar 748 bijvoorbeeld, beschrijft een Indische astronoom zijn idee. 400 jaar later probeert zijn landgenoot Bhaskar II, een wiskundige, het nog eens. Dat waren allemaal slimme jongens, zelfs genieën waagden een poging: Leonardo da Vinci liet in de 15e eeuw tekeningen van een draaimobiele na. Dit leek sterk op het model in jouw fischertechnik-bouwdoos. Doe net als Leonardo da Vinci:

**Taak:**

**bedenk eerst eens hoe zoiets zou kunnen werken.**

- Welke onderdelen zijn voor de aandrijving bedoeld?
- Waarom moeten de nog neergeklapte onderdelen naar boven draaien?

**Bouw dan je model op en zet hem met een krachtige duw in beweging.**



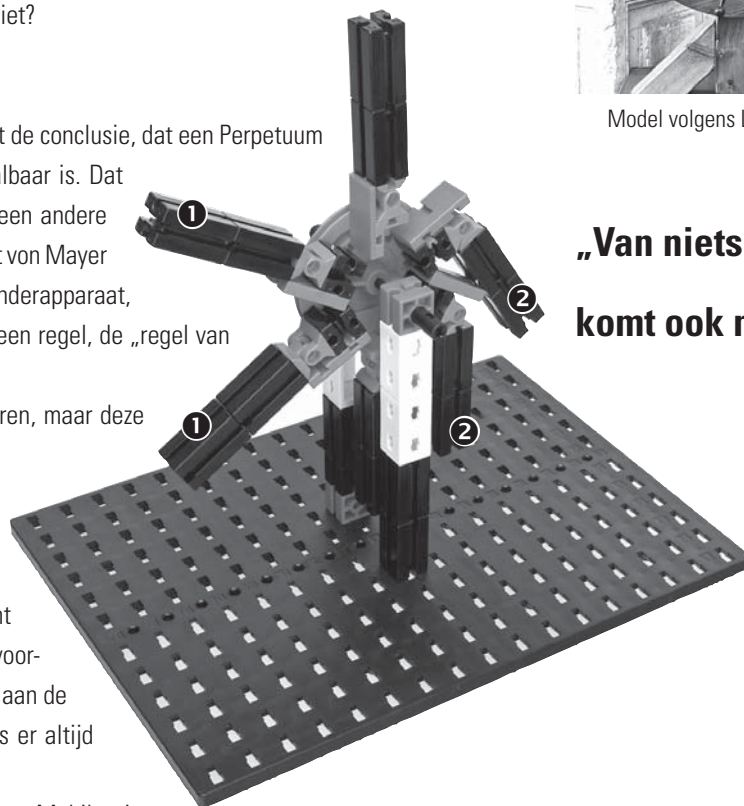
Volgens de hefboomwet moeten de verder uitgeklapte onderdelen (1) een sterkere hefboomkracht op de draaischijf uitoefenen en zo de ingeklapte onderdelen (2) met de kortere hefboomarm naar boven trekken. Dat klinkt goed, nietwaar? Maar waarom werkt het dan toch niet?

■ Leonardo da Vinci kwam na enkele pogingen tot de conclusie, dat een Perpetuum Mobile volgens het mechanische traject niet haalbaar is. Dat het echter ook niet elektrisch, hydraulisch of op een andere manier mogelijk is, ontdekte een arts, Julius Robert von Mayer in 1845. Terwijl hij zelf op zoek was naar een wonderapparaat, kwam hij tot dit inzicht en hij formuleerde het in een regel, de „regel van het behouden van energie”:

In een gesloten systeem gaat geen energie verloren, maar deze wordt slechts omgezet.

Daarom kan energie, zoals de bewegingsenergie, niet uit niets ontstaan. Of minder natuurkundig uitgedrukt: van niets komt ook niets. Bij de beweging gaat zelfs nog een beetje aandrijfkraft „verloren”. Of nog beter: deze wordt omgezet, bijvoorbeeld in wrijving en warmte-energie. Deze wordt aan de bewegingsenergie onttrokken en aan het einde is er altijd stilstand – dus ook bij jouw model.

Na deze ontdekking was het onderwerp Perpetuum Mobile niet meer interessant – tenminste wetenschappelijk.



Model volgens Leonardo da Vinci

**„Van niets  
komt ook niets”**

## De haarhygrometer



### Korte samenvatting

Uitvinder:

*Horace Bénédict de Saussure  
(1740 - 1799)*

Geboorteplaats:

*Genève, Zwitserland*

Beroep:

*Natuuronderzoeker, professor in de filosofie*

Beste prestatie:

*Vond de hygrometer uit*

*Was de eerste die de kleine Matterhorn beklom*



■ Horace-Bénédict de Saussure studeerde natuurwetenschappen en was daarbij zo goed, dat hij al met 22 jaar als professor in de filosofie aan de universiteit van Genève werd benoemd. Hij was echter niet alleen een heel slim baasje, maar ook een echte natuurliefhebber. Zijn onderzoeksdrang dreef hem steeds weer de bergen in, waar hij wetenschappelijke metingen verrichtte. In 1787 bedwong hij zelfs de hoogste berg van de Alpen, de Mont Blanc (4810 m). Op de top mat hij onder andere het kookpunt van water, de sneeuwtemperatuur en de hartslag van zijn gids.

De voor de metingen vereiste apparaten vond hij gedeeltelijk zelf uit – zo ook de hygrometer. Daarmee kan men de luchtvochtigheid meten, dat wil zeggen het aandeel waterdamp in de lucht.

Regendruppels, mist of sneeuw horen daar niet bij. Je vraagt je natuurlijk af waarvoor zo iets van belang is.

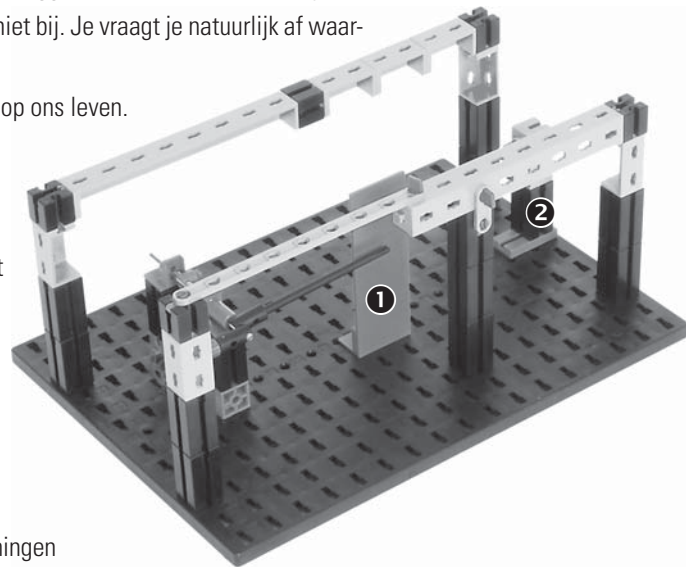
De luchtvochtigheid is namelijk van invloed op ons leven.

### Een lage luchtvochtigheid:

- De was aan de lijn droogt sneller
- Het risico op een verkoudheid stijgt omdat het neusslijmvlies uitdroogt
- De velden drogen uit en de planten verdroren

### Een hoge luchtvochtigheid:

- De kans op regen stijgt
- Groter risico op schimmelvorming in woningen
- Zorgt bij hoge temperaturen voor drukkend weer en een onaangenaam gevoel



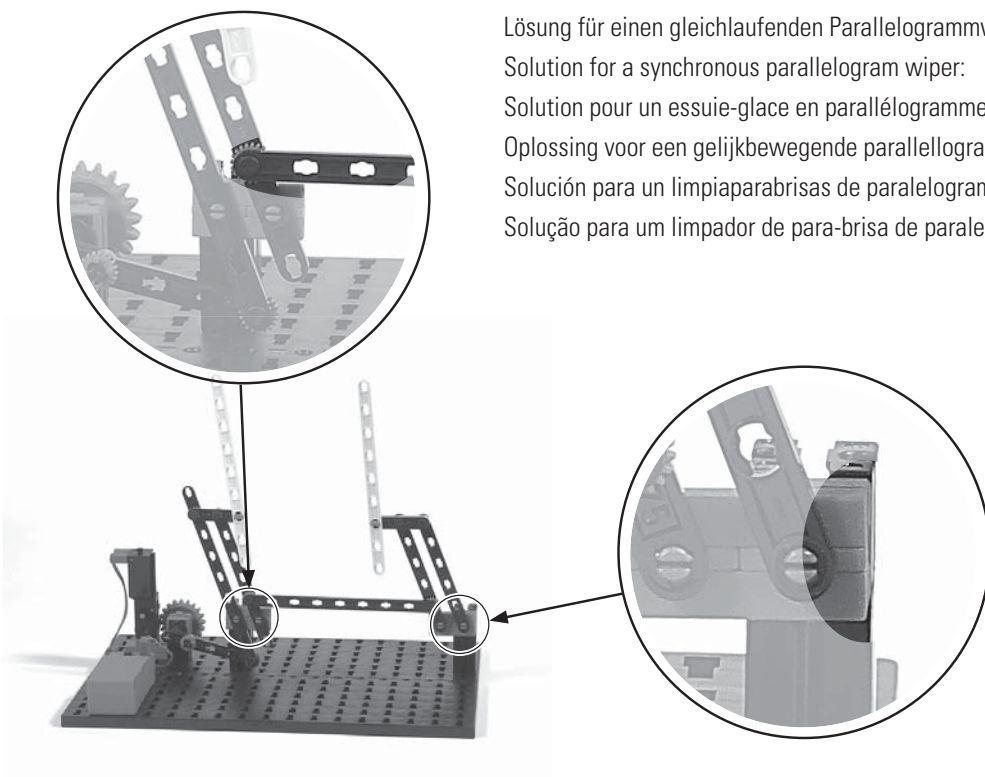
### Taak:

- Richt de wijzer van je hygrometer ongeveer op het midden van de schaal (1) uit. Gebruik daarvoor het verschuifbare onderdeel (2).
- Leg een vochtige keukendoek zo over je model, dat het compleet wordt afgedekt.
- Na een paar minuten kun je de doek wegnemen.

**Waar staat de wijzer nu en waarom is hij in deze richting bewogen?**

De wijzer is naar boven verplaatst. Onder de doek stijgt de luchtvochtigheid (tot relatief 95%). De hygrometerdraad neemt het vocht op en zet daardoor uit. Als je de doek wegneemt, droogt de draad op en wordt dus weer korter. (Met een haarföhn kun je het droogproces versnellen.)





Lösung für einen gleichlaufenden Parallelogrammwischer:

Solution for a synchronous parallelogram wiper:

Solution pour un essuie-glace en parallélogramme synchronisé :

Oplossing voor een gelijkbewegende parallellogramwischer:

Solución para un limpiaparabrisas de paralelogramo de marcha sincronizada:

Solução para um limpador de para-brisa de paralelogramo movendo-se na mesma direção:

Dank und Bildverzeichnis:

Ein Dankeschön an folgende Institutionen für die freundliche Erlaubnis ihre Fotografien abzdrukken. Dabei verwendete Abkürzungen bedeuten:

M = Mitte; u = unten; l = links; r = rechts; o = oben

OTIS GmbH & Co. OHG [3lo]  
 Siemens press picture, Siemens AG [5u]  
 www.oldschoolman.de [8o; 10u]  
 Simon Eugster, www.granjow.net [9u]

Thank you and index of diagrams:

A thank you to the following institutions for the friendly permission to print their photographs. Meaning of abbreviations used for this:

M = Middle u = below l = left r = right o = above

OTIS GmbH & Co. OHG [3lo]  
 Siemens Pressebild, Siemens AG [5u]  
 www.oldschoolman.de [8o; 10u]  
 Simon Eugster, www.granjow.net [9u]