

Energie uit duurzame energiebronnen	P. 62
Olie, kolen, kernenergie	P. 62
Water, wind, zon	P. 62
De energie	P. 63
Waterenergie	P. 63
Houtzaagmolen	P. 64
Waterenergie in stroom omzetten	P. 65
Waterturbine	P. 65
Windenergie	P. 66
Windenergie in beweging omzetten	P. 66
Windenergie in stroom omzetten	P. 67
Zonne-energie	P. 68
Uitgangspunten	P. 68
Zonne-energie in stroom omzetten	P. 68
Zonne-energiemodellen	P. 69
Voertuig op zonne-energie	P. 70
Elektrische energie opslaan	P. 71
Oplaadstation op zonne-energie	P. 71
Energie-opslag Goldcap	P. 71
Goldcap m.b.v. zonne-energie opladen	P. 72
Parallelschakeling van Goldcap en zonne-energiemodule	P. 73
Toekomstperspectief brandstofcel	P. 73
Profi Oeco Tech + Hydro Cell Kit	vanaf P. 74

Inhoud

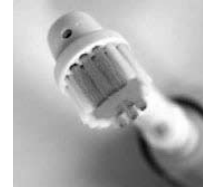


Energie uit duurzame energiebronnen

■ Wij hebben dagelijks een reusachtige hoeveelheid energie nodig. Laten wij samen eens naar een heel normale dag kijken:

Je wordt 's morgens gewekt door je wekkerradio. Deze krijgt de stroom natuurlijk uit het stopcontact. Na het opstaan doe je het licht aan, je gaat douchen met warm water, dat door de centrale verwarming d.m.v. verbranding van olie of gas wordt verwarmd. Daarna droog jij je haar misschien wel met een elektrische föhn en poets jij je tanden met een elektrische tandenborstel. Voor het ontbijt maak je thee of koffie. Het water heb je op een elektrisch of gasfornuis gekookt. Je lunchbroodje, dat je de vorige avond al hebt klaargemaakt, heb je 's nachts in de koelkast bewaard.

Je gaat met de bus of de tram naar school of je wordt door je ouders met de auto gebracht. Bus, tram en auto verbruiken brandstof. Zo kunnen wij nog wel even doorgaan met opnoemen waarvoor jij overal energie verbruikt. De lijst zou eindeloos lang worden. Even samengevat betekent het dat wij met z'n allen een reusachtige hoeveelheid energie nodig hebben.



Olie, kolen, kernenergie

■ En waar komt deze energie vandaan? Een groot deel winnen wij uit de fossiele brandstoffen zoals gas, olie en kolen. Bovendien wordt een deel van onze stroombehoefte d.m.v. kernenergie opgewekt. Deze manieren om energie te winnen hebben doorslaggevende nadelen:

- De voorraad fossiele brandstoffen op aarde is beperkt.
- Tijdens de verbranding van olie en steenkool ontstaan schadelijke stoffen die het milieu verontreinigen, zoals CO₂, dat verantwoordelijk is voor een voortdurende opwarming van de aardatmosfeer.
- Kernenergie kan ondanks de hoge veiligheidsstandaard toch een radioactief ongeval veroorzaken. Bovendien ontstaat radioactief afval, dat over duizend jaar nog steeds radioactiviteit uitstraalt.



Water, wind, zon

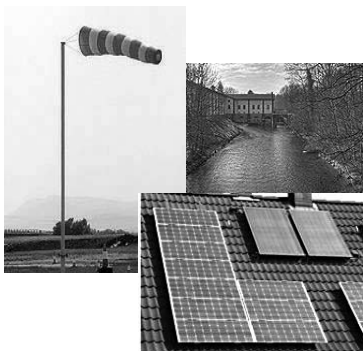
■ Voldoende redenen dus om te zoeken naar alternatieven, die milieuvriendelijk en waar mogelijk onbeperkt beschikbaar zijn. Deze alternatieve energievormen zijn er al. In dit verband wordt gesproken van regeneratieve (vernieuwbare of duurzame) energie.

In je bouwdoos Profi Oeco Tech bekijk je de energiewinning uit:

water – wind – zon

Deze energiebronnen zijn in tegenstelling tot fossiele energiedragers onbeperkt beschikbaar en bij het gebruik hiervan treden de eerder genoemde nadelen niet op.

Aan de hand van talrijke modellen zul je zien, hoe m.b.v. deze energiebronnen stroom opgewekt en opgeslagen wordt en hoe fischertechnik-modellen hiermee kunnen worden aangedreven.



■ Wij spreken voortdurend van energie, maar wat bedoelt men daar eigenlijk mee en hoe kunnen wij dat meten?

Wij hebben energie nodig om:

- een lichaam te versnellen of
- deze tegen een kracht in te laten bewegen,
- een substantie te verwarmen,
- een gas samen te drukken,
- een elektrische stroom te laten stromen of
- elektromagnetische golven af te geven.
- Planten, dieren en mensen hebben energie nodig om te kunnen leven.

De eenheid, waarmee arbeid en energie wordt gemeten heet **joule (J)**.

Wanneer je meer over energie wilt weten, vind je op het internet en in de vakliteratuur heel interessante artikelen.



■ De uitvinding van het schoepenrad is een mijlpaal in de ontwikkeling van de techniek. Nu konden de mensen naast de eigen spierkracht gebruik maken van mechanische energie – dit m.b.v. waterkracht.

■ Een hamersmederij is een smidse met een door waterkracht aangedreven hamer. Daarbij zorgt de draaiende beweging van het schoepenrad via een nokkenas voor het steeds weer optillen van de hamer, die dan door de zwaartekracht op het tussen het aambeeld en de hamer gehouden werkstuk slaat. De weinige hamersmederijen die er tegenwoordig nog zijn en waar ook wordt geproduceerd, worden hoofdzakelijk elektrisch aangedreven.



De energie



Waterenergie

in beweging omzetten ...

... m.b.v. het schoepenrad

... met de hamersmederij

Houtzaagmolen

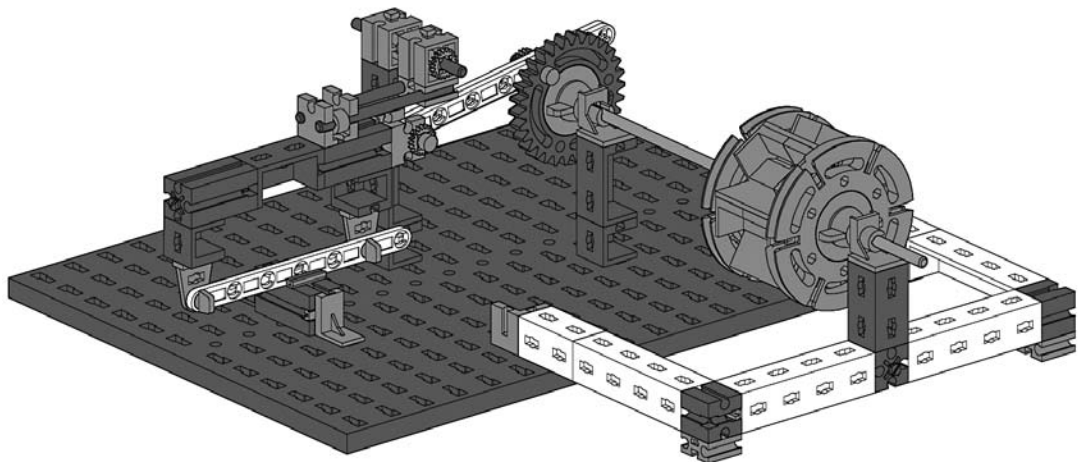
■ Houtzaagmolens (ook zaagmolens, paltrok- of stellingmolens genoemd) zijn bedrijven, die zorgen voor de verwerking van rond hout tot planken, kanthout en balken. Meestal lagen deze bedrijven aan snel stromende beken of rivieren, omdat de zagen m.b.v. waterkracht werden aangedreven.



■ Een houtzaagmolen werkt volgens hetzelfde aandrijfprincipe als een hamersmederij. Het water wordt via een schoepenrad geleid, het rad draait rond en de beweging wordt direct overgedragen aan de betreffende machine.

Om dit arbeidsprincipe te kunnen verduidelijken, moet je nu het model houtzaagmolen bouwen (zie de bouwhandleiding).

Je kunt het schoepenrad onder een waterkraan houden.



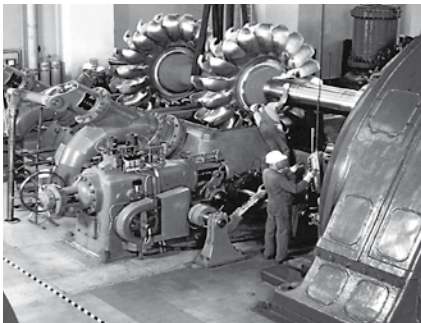
Taak:

Wat zijn de nadelen van deze vorm van gebruik van waterenergie?

- De energie kan alleen daar worden gebruikt, waar water stroomt (langs beken en rivieren).
- De energie kan niet worden opgeslagen. Deze moet onmiddellijk worden gebruikt op het moment dat hij beschikbaar is.
- De energie is alleen beschikbaar voor een beperkt aantal toepassingen.

■ Al honderden jaren maakt de mens gebruik van de bewegingsenergie van water om daarmee machines aan te drijven. In het kader van de industrialisatie werd het rechtstreekse gebruik van waterenergie steeds minder en werd in plaats daarvan elektrische stroom gebruikt.

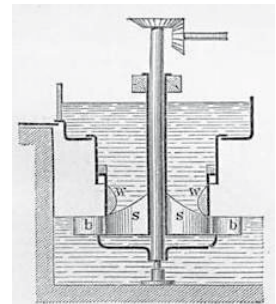
■ Een waterturbine is een turbine, die de waterkracht bruikbaar maakt. In een waterkrachtcentrale wordt de stromingsenergie van het water m.b.v. de waterturbine omgezet in mechanische energie. De turbine wordt door het stromende water aan het draaien gebracht. De draaiende turbine-as drijft een generator aan, die de rotatie-energie omzet in elektrische stroom.



De schoepenraden van dergelijke turbines hebben een diameter van wel 11 m.

Waterenergie in stroom omzetten

Waterturbine



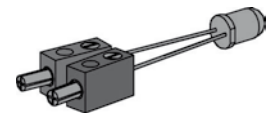
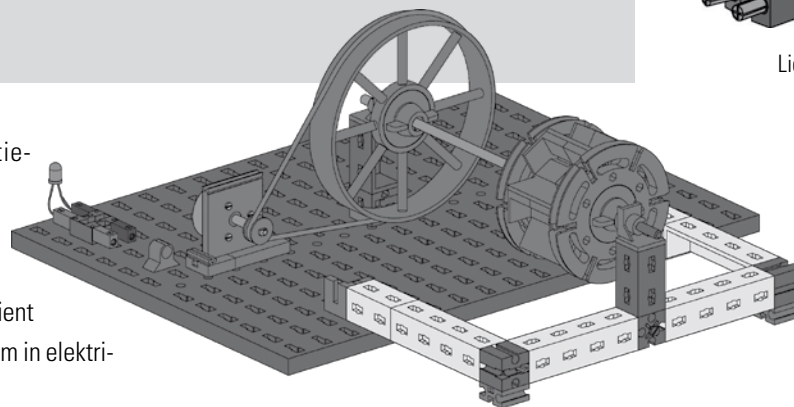
Doorsnede van een waterturbine

Bouw nu het model van een waterturbine op (zie de bouwhandleiding).

Houd het schoepenrad onder een waterkraan en laat het rad zo snel draaien tot de LED gaat branden. Let daarbij op de in de bouwhandleiding aangegeven draairichting van het rad.

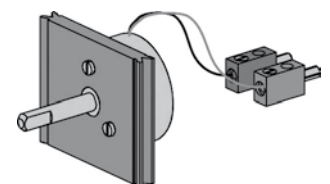
Taak: Hoe werkt een waterturbine?

Het schoepenrad draagt zijn rotatie-energie over aan het transmissierad. Een V-snaar (rubberen ring) draagt de draai-beweging over op het aandrijfrad van de motor op zonne-energie. Deze dient als generator en zet de draai-energie om in elektrische energie en laat de LED branden.



Lichtdiode

Let op: De lichtdiode is uitsluitend bedoeld om te laten zien hoe stroom kan worden opgewekt met een motor op zonne-energie. Deze mag op een gelijkspanning van maximaal 2V worden aangesloten. Bij hogere spanningen gaat deze onmiddellijk kapot. Let er tevens op dat de motor niet met water in aanraking komt.



Zonne-energiemotor

Windenergie

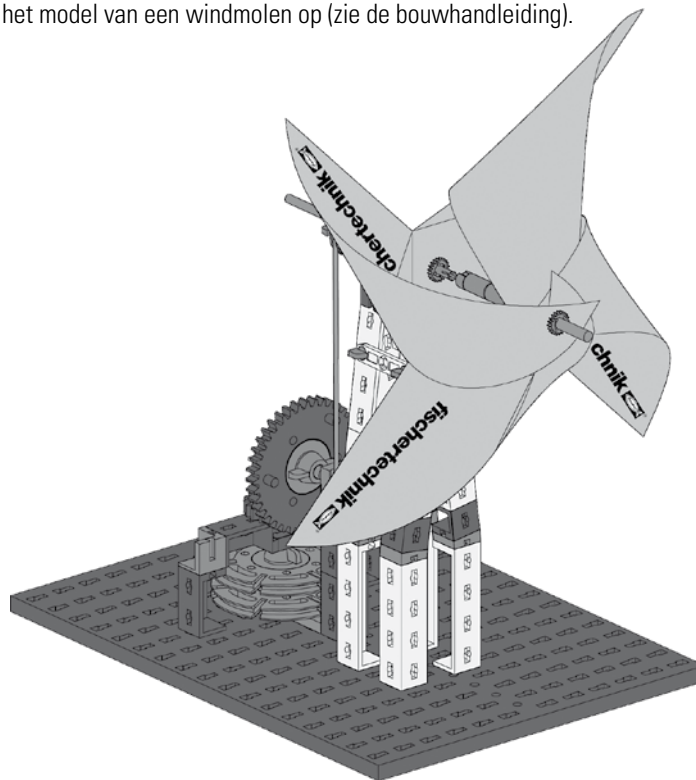
■ Windenergie wordt al honderden jaren ten dienste van mensen gebruikt. De wind werd gebruikt om zeilschepen en ballonnen voort te bewegen, maar hij werd ook gebruikt voor het uitvoeren van mechanische arbeid m.b.v. windmolens en waterpompen.

Windenergie in beweging omzetten

■ Een windmolen is een technisch bouwwerk dat m.b.v. wind (bewegings-energie) door middel van draaiende wieken een rotatie-energie opwekt. Via een as komt de energie binnenin de molen. Via een groot kam- of tandwiel en een arbeidsas wordt de draaiende beweging naar de onderkant van het gebouw geleid. Houten aandrijfwielen en overbrengingswielen brengen de draaiende beweging over op de molensteen. Daar wordt het graan gemalen.



Bouw nu het model van een windmolen op (zie de bouwhandleiding).



Experiment:

Waarmee kun je de windmolen in beweging zetten?

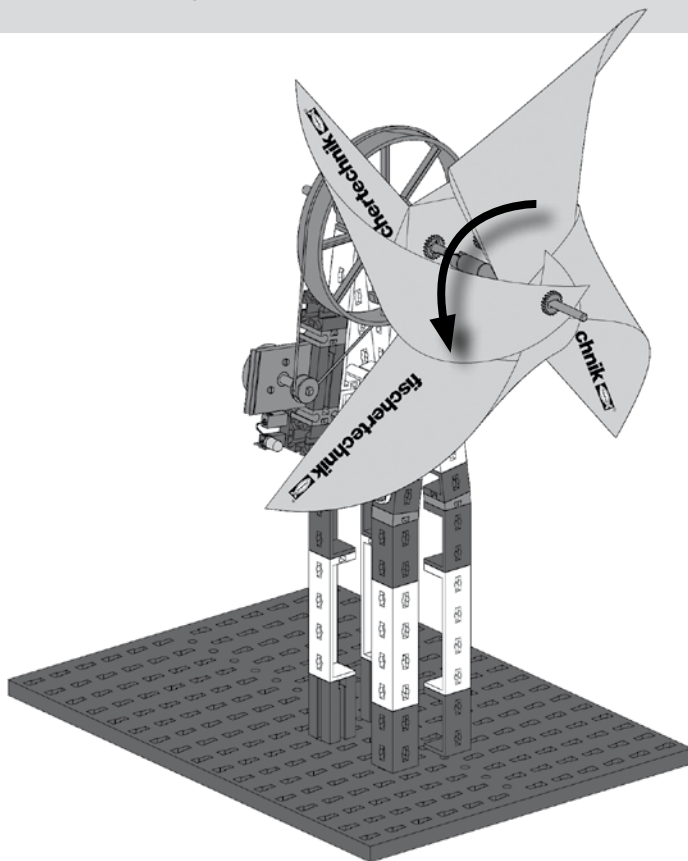
Probeer verschillende technieken (blazen, föhn, ventilator, wind of houd het model in de hand en draai dan zo snel mogelijk rond je eigen as).

■ Na de ontdekking van elektriciteit en de uitvinding van de generator lag ook de gedachte om m.b.v. windenergie stroom op te wekken voor de hand. In het begin werden de concepten van de windmolens alleen maar overgenomen. In plaats van de omzetting van de bewegingsenergie van de wind in mechanische energie, werd m.b.v. een generator elektrische energie opgewekt. Door de verdere ontwikkeling van de stromingsmechanica werden ook de opbouw mogelijkheden en wiekvormen gespecialiseerder en wordt tegenwoordig van windkrachtinstallaties (WKA) gesproken. Sinds de oliecrisis in de jaren 70 van de vorige eeuw werd wereldwijd intensiever gezocht naar alternatieve energie-opwekkingsmogelijkheden, waarmee ook de ontwikkeling van moderne windkrachtinstallaties werd versneld.

Taak:

Bouw het model windmolen om tot een windkrachtinstallatie, die een lichtdiode (LED) kan laten branden.

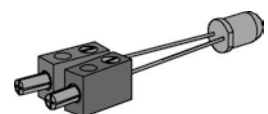
(Zie de bouwhandleiding)



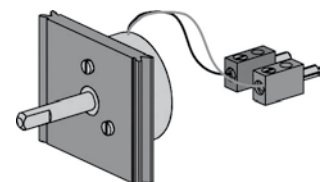
■ Het schoepenrad draagt een rotatie-energie over aan het transmissierad. Een V-snaar (rubberen ring) draagt de draai-beweging over op het aandrijf-rad van de motor op zonne-energie. Deze dient als generator, zet de draai-energie om in elektrische energie en laat de lichtdiode branden.

Controleer voor het starten nogmaals of de propellor de goede kant omdraait (draairichting) en of de LED op de juiste polen is aangesloten (zie de bouwhandleiding).

Windenergie in stroom omzetten



Lichtdiode



Zonne-energiemotor

Zonne-energie

Uitgangspunten

■ Met zonne-energie wordt de op de zon d.m.v. kernfusie opgewekte energie bedoeld, die deels als elektromagnetische straling (stralings-energie) de aarde bereikt. Het grootste deel wordt gebruikt voor het verwarmen van onze planeet.



M.b.v. zonne-energie techniek kan zonne-energie op verschillende manieren worden gebruikt:

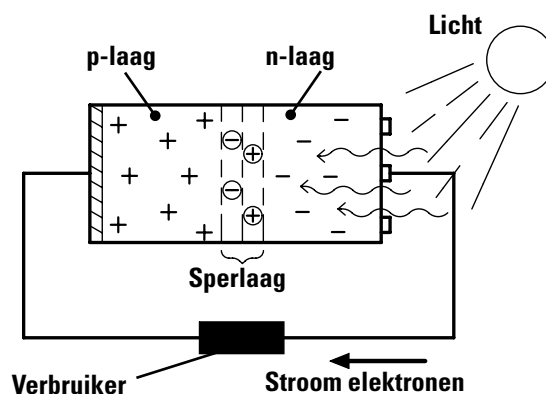
- Zonnecollectoren wekken warmte en hitte op
- Zonne-energiecentrales wekken elektrische stroom op door de warmte om te zetten in stoom
- Zonnekooktoestellen of zonne-ovens verwarmen voedingsmiddelen
- Zonnecellen wekken een elektrische gelijkstroom op (fotovoltaïsch)

Zonne-energie in stroom omzetten

■ Een zonnecel of fotovoltaïsche cel is een elektrisch component, dat de in het licht (normaal gesproken zonlicht) aanwezige stralingsenergie direct omzet in elektrische energie. Het natuurkundige principe van de omzetting is het fotovoltaïsche effect. De zonnecel mag niet met de zonnecollector worden verward, waar de zonne-energie een overdrachtsmedium (meestal verwarmingswater) opwarmt.

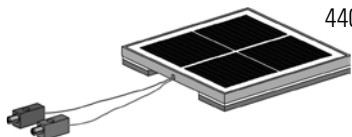
■ Zonnecellen zijn gemaakt van silicium. De siliciumblokken worden in ca. 0,5 millimeter dikke platen gezaagd. Deze platen worden in de volgende productiefase voorzien van verschillende andere atomen, dat wil zeggen expres verontreinigd, hetgeen voor een onbalans in de siliciumstructuur zorgt. Hierdoor ontstaan twee lagen, de positieve p-laag en de negatieve n-laag.

■ Eenvoudig voorgesteld ontstaat de elektrische stroom doordat elektronen uit de n-laag, geprikkeld door het invallende licht, via de aangesloten verbruiker (bijv. een zonne-energiemotor) naar de p-laag bewegen. Hoe meer licht (dus energie) op de cel valt, des te bewegelijker de elektronen worden. Wanneer een zonnecel op een verbruiker wordt aangesloten, bewegen de elektronen zich bij voorkeur daar naar toe. Aangezien je de stroom als een kringloop voor kunt stellen, komen steeds weer elektronen bij de n-laag aan en gaan vandaar weer naar de p-laag. De stroom elektronen zorgt ervoor dat er stroom vloeit en de motor kan draaien.



Silicium-zonnecel

■ De in de bouwdoos Profi Oeco Tech gebruikte zonne-energiemodule bestaat uit twee zonnecellen die in serie zijn geschakeld. De module levert een spanning van 1,2V en een maximale stroomsterkte van 440 mA. De zonne-energiemotor heeft een nominale spanning van 2V, begint echter reeds bij 0,3V te draaien (onbelast, hetgeen wil zeggen dat de as van de motor geen model aan hoeft te drijven).



Bouw voor de eerste experimenten met de zonne-energiemodule het model ventilator op (zie de bouwhandleiding).

Experiment 1:

Stel vast welke helderheid nodig is om de motor te laten draaien. Daarvoor kun je een lamp met gloeilamp gebruiken. Test het experiment ook buiten wanneer de zon schijnt.

Experiment 2:

Met behulp van de stroom- en spanningsmeter kun je meten vanaf welke spanning de motor gaat draaien en de stroomsterkte die daarbij optreedt.

Bouw nu het model van het reuzenrad (zie de bouwhandleiding).

Taak:

Waarom draait het reuzenrad langzamer dan de ventilator?

In dit model is een overbrenging (wormwiel en groot tandwiel) ingebouwd. Deze overbrenging is nodig, omdat de motor anders niet voldoende kracht zou hebben om het model aan te kunnen drijven.

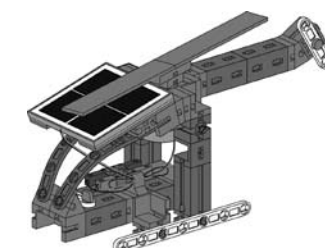
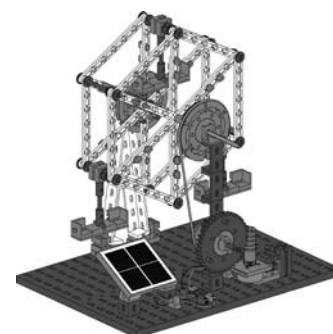
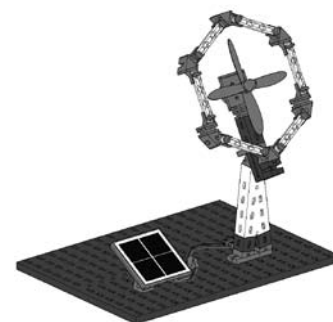
M.b.v. de bouwdoos kunt je ook nog een helikopter en een fietser met aandrijving op zonne-energie bouwen.

Experiment 3:

Vind m.b.v. experimenten antwoorden op onderstaande vragen:

- Hoe licht moet het zijn, om de motor voldoende snel te laten draaien?
- Welke lichtbronnen zijn geschikt voor het opwekken van energie?

Zonne-energiemodellen



	Ja	Nee		Ja	Nee
Gloeilamp			LED-schijnwerper		
Spaarlamp			TL-buis		
Halogeen schijnwerper			Zon		

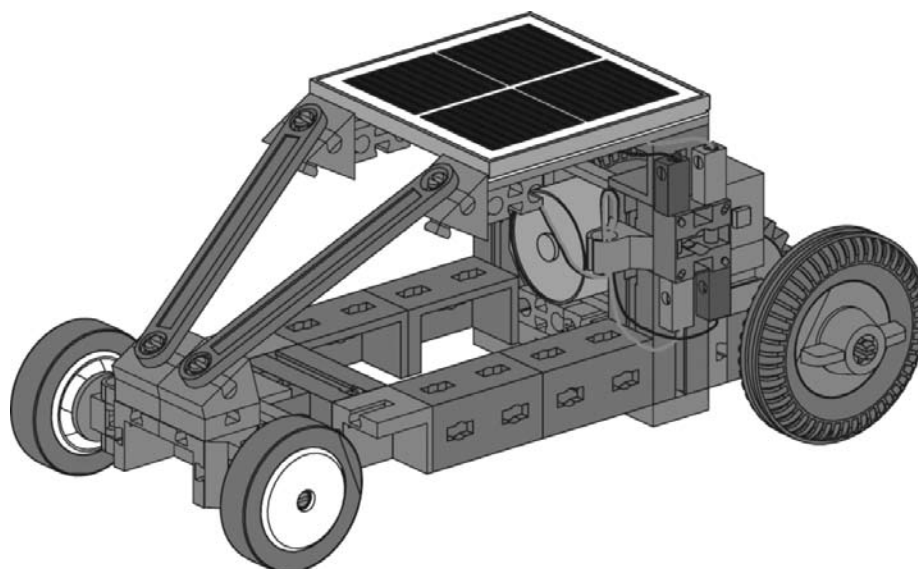
Voertuig op zonne-energie



■ Voertuigen die door zonne-energie worden aangedreven krijgen een groot deel van hun aandrijfenergie rechtstreeks van de zon. Daarom zijn ze aan de buitenkant voorzien van zonnecellen, die de zonne-energie die op het voertuig inwerkt omzetten in een elektrische stroom. Als elektrische voertuigen hebben ze vaak ook een opslagmogelijkheid voor de elektrische energie (meestal accumulators) aan boord, om ook in het geval van slechte lichtomstandigheden of bewolking nog even door te kunnen rijden.



Bouw nu het model van een door zonne-energie aangedreven voertuig (zie de bouwhandleiding).



Experiment 1:

Stel vast welke lichtsterkte nodig is om het voertuig te laten rijden.

Experiment 2:

Controleer welke invloed de lichtsterkte heeft op de snelheid van het voertuig.



■ Een voertuig dat op „zonnestroom“ rijdt is niet automatisch ook een door zonne-energie aangedreven voertuig. Wanneer een voertuig de stroom bijv. uitsluitend betreft bij een oplaadstation op zonne-energie, dan is de stroom weliswaar uit zonne-energie gewonnen, maar is het voertuig zelf slechts een elektrisch voertuig.

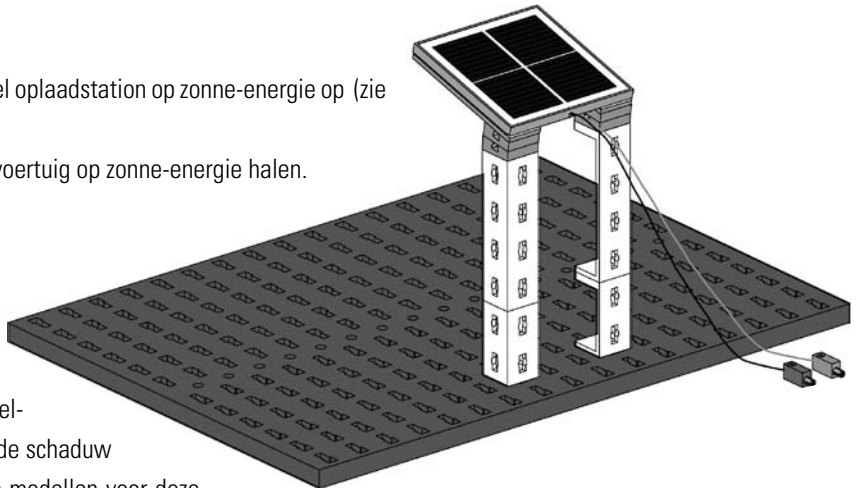
Elektrische energie opslaan

Oplaadstation op zonne-energie

Bouw naast het voertuig op zonne-energie het model oplaadstation op zonne-energie op (zie de bouwhandleiding).

Daarvoor moet je de zonne-energiemodule uit het voertuig op zonne-energie halen.

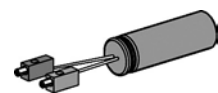
■ Bij de experimenten met het voertuig op zonne-energie heb je vast al kunnen zien, dat deze vorm van energie-opwekking een nadeel heeft. De modellen blijven staan zodra ze buiten de lichtbron of in de schaduw terecht komen. Daarom is het zo belangrijk dat de modellen voor deze omstandigheden een energiereservoir hebben, dat m.b.v. zonne-energie kan worden opgeladen.



■ Een dergelijk energiereservoir is de in de bouwdoos aanwezige Goldcap. Het is opgebouwd uit twee stukken actieve koolstof, die slechts door een dunne isolatielaag van elkaar gescheiden zijn. De Goldcap onderscheidt zich door de extreem grote capaciteit. De door jou gebruikte condensator heeft een capaciteit van 10 F (farad).

Je kunt de Goldcap als een kleine accu gebruiken. Het voordeel t.o.v. de accu is, dat de Goldcap erg snel kan worden opgeladen, niet kan worden overladen en er ook geen diepontlading kan plaatsvinden.

Energie-opslag Goldcap



Goldcap*

Attentie explosiegevaar!



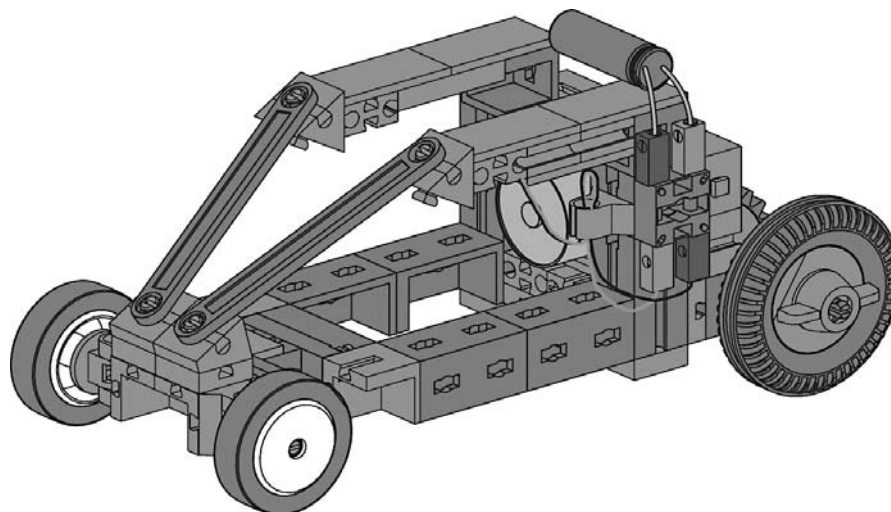
De Goldcap mag in geen geval op een hogere spanning dan 2,3V worden aangesloten, aangezien anders explosiegevaar bestaat! De Goldcap mag dus in geen geval op een gebruikelijke 9V-voeding van fischertechnik worden aangesloten.

Tijdens het monteren van de stekker op de Goldcap moet erop worden gelet dat de polen van de stekker correct worden aangesloten (de groene stekker op de min-pool aansluiten). Geadviseerd wordt om de beide aansluitingen van de Goldcap op dezelfde lengte af te knippen.

* Ondanks de naam zit er helaas geen goud in! Goldcap is een productnaam die de fabrikant aan de speciale condensator heeft gegeven.

Goldcap m.b.v. zonne-energie opladen

■ Bouw het voertuig op zonne-energie om naar een elektrisch voertuig. Daarvoor moet je in plaats van de zonne-energiemodule de Goldcap aansluiten.



Dit voertuig kan nu bij het oplaadstation op zonne-energie worden opgeladen:

Maak daarvoor de motor van de Goldcap los en sluit de zonne-energiemodule op de Goldcap aan. Let erop dat de rode stekker van de (+) met de rode stekker van de zonne-energiemodule wordt verbonden. Laad de Goldcap ca. 10 min lang op, bijv. onder een gloeilamp van 100 W op een afstand van 30 cm of onder zonlicht.

Attentie!

Als de zonne-energiemodule te dicht bij de lichtbron wordt gehouden, kan deze oververhit en daardoor beschadigd raken.

Na het opladen moet je de motor weer op de Goldcap aansluiten.

Experiment 1:

Wanneer je een meetinstrument hebt, kun je de spanning op de Goldcap tijdens het opladen meten. Dan kun je zelf zien hoe ver het opladen is gevorderd.

Experiment 2:

- **Probeer hoe lang de auto op één lading kan rijden.**
- **Welke snelheid bereikt de auto?**

Opmerking:

Wanneer de Goldcap m.b.v. de zonne-energiemodule wordt opgeladen, zal deze zich, zodra het donker wordt weer via de aangesloten zonne-energiemodule ontladen. De Goldcap moet dus eigenlijk alleen maar met de zonne-energiemodule verbonden blijven zolang deze wordt verlicht.

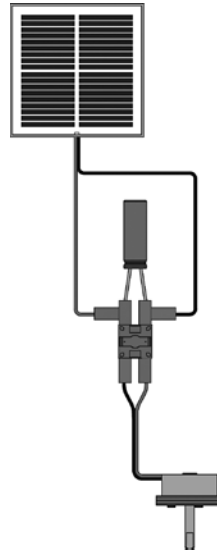
Je zult vast hebben gezien, dat het elektrische voertuig met een "tankvulling" slechts een korte tijd kan rijden.

■ Je kunt het voertuig verbeteren door de zonne-energiemodule opnieuw in te bouwen en de Goldcap naast de zonne-energiemodule aan te sluiten.

Let erop dat de „rode“ stekker van de Goldcap (+) met de „rode“ stekker van de zonne-energiemodule wordt verbonden.

Door de zonne-energiemodule wordt nu tegelijkertijd de motor aangedreven en de Goldcap opgeladen. Wanneer het voertuig in de schaduw komt of in een tunnel zit wordt de motor d.m.v. de Goldcap aangedreven.

Wanneer de Goldcap ontladen (leeg) is wordt het grootste deel van de stroom, die door de zonne-energiemodule wordt geleverd, gebruikt voor het opladen van de Goldcap. Daarom kan het een poosje duren voordat het voertuig begint te rijden.

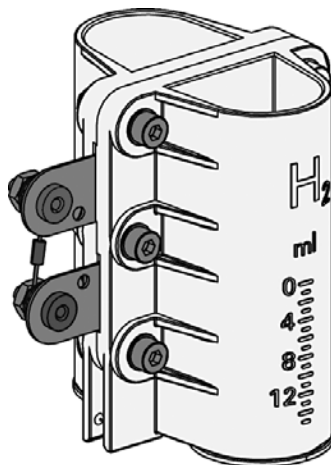


Parallelschakeling van Goldcap en zonne-energiemodule

Experiment:

Test, hoe lang het voertuig in het licht moet rijden, zodat deze een bepaalde afstand in de schaduw of in een tunnel kan rijden.

■ Naast de in deze bouwdoos gepresenteerde duurzame energiebronnen biedt de uitbreidingsdoos Hydro Cell Kit een echte highlight op het gebied van duurzame energie – de brandstofcel. Met deze energiebron kun je niet alleen reeds bekende modellen uit de Oeco-Tech-bouwdoos, maar ook andere technisch interessante modellen aandrijven.



Toekomst- perspectief brandstofcel

Inhoud

Profi Oeco Tech + Hydro Cell Kit



Experimenten met Profi Oeco Tech + Hydro Cell Kit	P. 75
Ventilator	P. 75
Voertuigen met brandstofcellen	P. 76
Voertuig met brandstofcel met zonne-energiestation	P. 76
Parallel- en serieschakeling van zonne-energiemodules	P. 77
Voertuig op zonne-energie II	P. 77
Zaag op zonne-energie	P. 78
Antiparallele schakeling van zonne-energiemodules	P. 79
Spoorboom	P. 79
Zonvolgsysteem	P. 79
Parallelschakeling van brandstofcel en zonne-energiemodules	P. 80
Pomp	P. 80

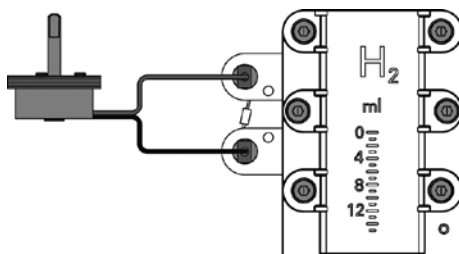
Experimenten met Profi Oeco Tech + Hydro Cell Kit

Ventilator

■ Lees eerst de gebruiksaanwijzing van de Hydro Cell Kit goed door en maak jezelf vertrouwd met de werking van de brandstofcel. Bouw dan als eerste experiment het model ventilator uit de Oeco Tech bouwdoos op. Je hoeft de zonne-energiemodule echter niet in te bouwen.

Experiment 1:

Vul de brandstofcel met gedestilleerd water en produceer zelf waterstof en zuurstof (zie de gebruiksaanwijzing van de Hydro Cell Kit). Sluit dan de motor van de ventilator op de bus-sen van de brandstofcel aan. Het model wordt nu door de brandstofcel aangedreven.



Taak:

Ga eens kijken hoeveel waterstof tijdens de werking van het model in een bepaalde tijd wordt verbruikt. Het verbruik kun je op de schaalverdeling op de waterstofcilinder aflezen.

Wat kun je nu constateren?

Hoe langer het model draait, hoe meer waterstof wordt verbruikt. Dat betekent dat wanneer het model tweemaal zo lang draait, ook tweemaal zo veel waterstof nodig is.

Experiment 2:

Voer experiment 1 ook met andere modellen uit, zoals bijv. de fietser of het reuzenrad uit de bouwdoos Oeco Tech.

Vergelijk hoeveel waterstof de modellen in een bepaalde tijd verbruiken.

Je zult zien dat de modellen niet allemaal evenveel waterstof verbruiken. Hoe meer energie een model nodig heeft, hoe meer waterstof verbruikt zal worden.

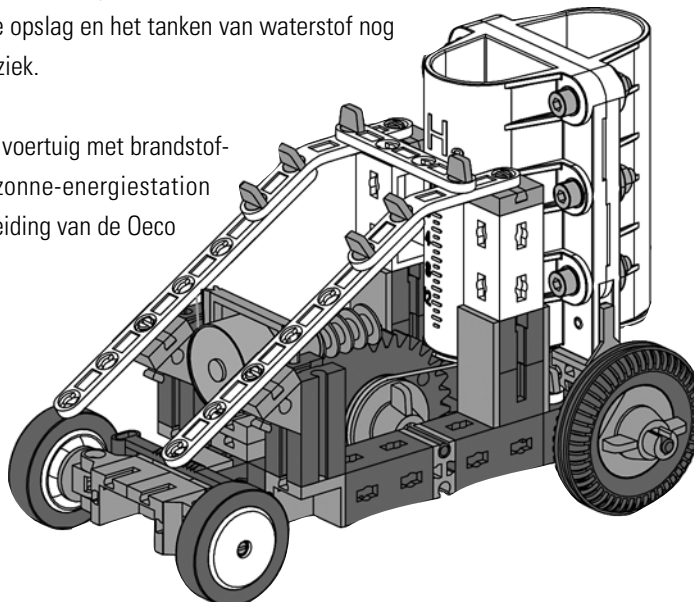
Voertuigen met brandstofcellen

■ Voertuigen met brandstofcellen zijn transportmiddelen met een elektrische aandrijving, waarbij de benodigde elektrische energie door een brandstofcel uit de energiedragers waterstof of methanol wordt opgewekt. Deze aandrijfvorm bevindt zich nog in een experimentele fase en moet het bij de huidige ontwikkelingen opnemen tegen elektrische aandrijvingen d.m.v. accumulatoren, echter in het jaar 2008 werden de eerste voertuigen in serieproductie genomen.



Problemen met de actieradius en de rentabiliteit van de accumulatoren (prijs en levensduur) leiden ertoe dat op dit moment enkele automobiefabrikanten de brandstofcel nog als toekomsttechnologie beschouwen. Uiteraard is de opbouw van een infrastructuur voor de bereiding, de opslag en het tanken van waterstof nog toekomstmuziek.

■ Bouw het voertuig met brandstofcel en het zonne-energiestation uit de handleiding van de Oeco Tech op.



Experiment 1:

Vul de brandstofcel met gedestilleerd water en sluit deze aan op de zonne-energiemodule van het station, om waterstof en zuurstof te produceren.

Experimenteer met het voertuig met brandstofcel.

- **Hoeveel waterstof heeft het voertuig in een bepaalde tijd nodig?**
- **Welke afstand kan met één tank worden afgelegd?**
- **Wanneer rijdt het voertuig langer op een tank - wanneer hij rechtuit rijdt of in een cirkel?**

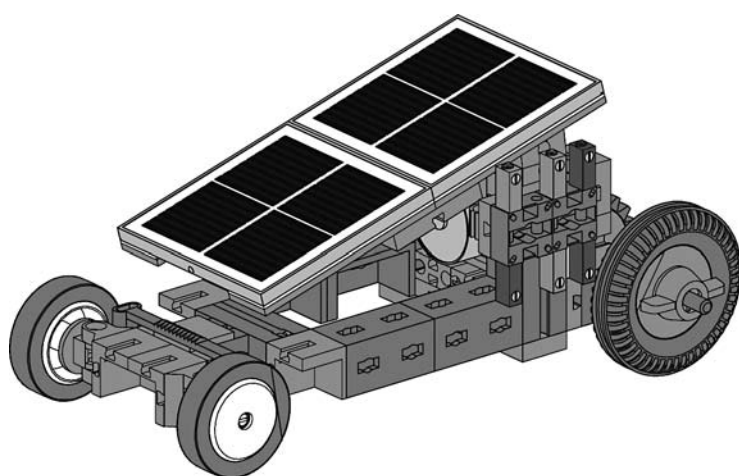
Hoe langer het voertuig rijdt, hoe meer waterstof wordt verbruikt. Wanneer het voertuig nauwe bochten moet rijden, heeft de motor meer energie nodig dan wanneer het voertuig rechtuit rijdt. Daardoor wordt meer waterstof verbruikt, dan wanneer het voertuig in cirkels rijdt.

Voertuig met brandstofcel met zonne-energiestation

■ Het onderscheid tussen de parallelschakeling en de serieschakeling van zonne-energiemodules wordt gevormd door het feit dat bij de parallelschakeling de spanning hetzelfde blijft, echter wordt meer stroom geleverd dan bij één module. Bij de serieschakeling blijft de stroomsterkte gelijk, maar wordt de spanning van de beide zonne-energiemodules dubbel zo hoog.

■ Bouw het modelvoertuig op zonne-energie II op (zie de bouwhandleiding). Daarvoor heb je twee zonne-energiemodules nodig. Aangezien in de bouwdoos Profi Oeco Tech slechts één module wordt meegeleverd, moet je bovendien de module uit de Hydro Cell Kit gebruiken.

Met het voertuig op zonne-energie kun je onderstaande experimenten m.b.t. de parallel- en serieschakeling van zonne-energiemodules uitvoeren.



Experiment 1:

Stel vast welke lichtsterkte nodig is om het voertuig te kunnen laten rijden. Wanneer is minder licht nodig – wanneer de zonne-energiemodules in serie of wanneer deze parallel zijn geschakeld?

De parallel geschakelde zonne-energiemodules hebben minder licht nodig. Bij de parallelschakeling blijft de spanning gelijk aan die van één zonne-energiemodule. Daarvoor kan deze „dubbele module” door het grotere zonneceloppervlak bij dezelfde lichtsterkte meer stroom leveren.

Parallel- en serieschakeling van zonne-energiemodules

Voertuig op zonne-energie II

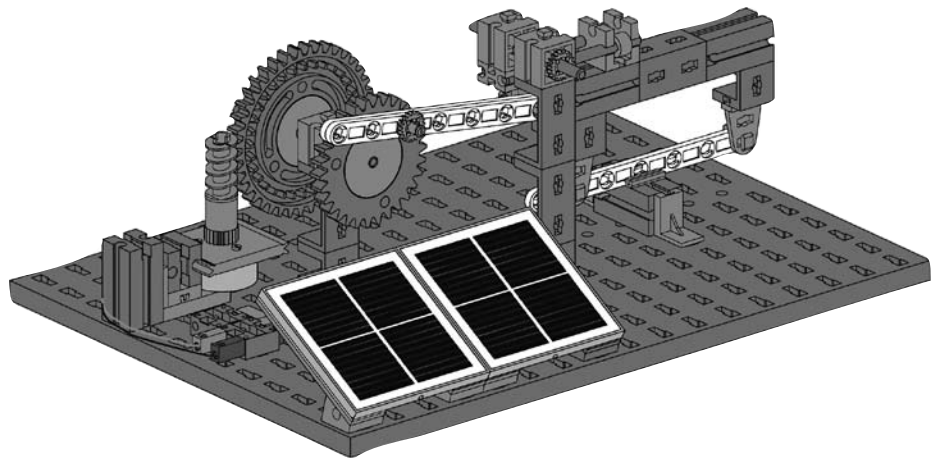
Experiment 2:

Test of het voertuig sneller rijdt, wanneer de zonne-energiemodules in serie of wanneer deze parallel zijn geschakeld.

Het voertuig rijdt sneller wanneer de zonne-energiemodules in serie zijn geschakeld. Bij een serieschakeling worden de spanningswaarden van de beide zonne-energiemodules bij elkaar opgeteld en hoe hoger de spanning is hoe sneller de motor zal draaien.

Zaag op zonne-energie

■ Bouw het model zaag op zonne-energie op (zie de bouwhandleiding). Ook voor dit model zijn twee zonne-energiemodules nodig. Een zit in de bouwdoos Profi Oeco Tech en de andere in de Hydro Cell Kit.

**Experiment:**

Experimenteer ook met dit model met de verschillen tussen parallel en in serie geschakelde zonne-energiemodules.

Waar liggen bij dezelfde lichtsterkte de voor- en nadelen van beide schakelingen?

Parallelschakeling:

De zaag beweegt langzamer, heeft daarvoor echter een geringere lichtsterkte nodig. Hoewel de motor langzamer draait, heeft hij ook maar weinig licht nodig.

Serieschakeling:

De zaag beweegt sneller, heeft daarvoor echter een hogere lichtsterkte nodig. De motor heeft nu veel meer licht nodig om te kunnen draaien – maar wanneer hij draait, draait hij ook snel.

■ Wat bedoelen wij hiermee? Heel eenvoudig, twee zonne-energiemodules worden zodanig parallel geschakeld dat de pluspool van de ene zonne-energiemodule met de minpool van de andere zonne-energiemodule wordt verbonden.

■ Bouw aan de hand van de Oeco Tech-bouwhandleiding het model van de spoorboom op. Bij dit model moet een spoorboom met behulp van zonne-energie geopend en gesloten worden. Het oefje daarbij is dat de motor niet beweegt, wanneer beide zonne-energiemodules gelijktijdig helder worden verlicht. Wanneer nu één module wordt afgedekt gaat de motor draaien en sluit de spoorboom. Wanneer de tweede module ook wordt verduisterd gaat de spoorboom weer open. Op deze manier kun je met deze schakeling een poolomkeerschakelaar vervangen.

Taak:

Maak aan de hand van een schets duidelijk hoe bij dit model de draai-richting van de motor (c.q. de stroomrichting op de motor) tot stand komt, wanneer steeds één zonne-energiemodule worden verduisterd.

Wanneer beide modules even sterk worden verlicht, heffen de gegenereerde spanningen elkaar op en blijft de motor stilstaan. Wanneer één module wordt afgedekt, zorgt de spanning van de verlichte module ervoor dat de motor gaat draaien. Deze draait en sluit of opent daarmee de spoorboom.

■ Een andere toepassing van de antiparallelschakeling is het model van het zonvolgsysteem. Bouw ook dit model aan de hand van de Oeco Tech-bouwhandleiding op.

Deze eenvoudige voorziening garandeert dat de zonne-energiemodule altijd met de zon mee beweegt en zich als een kompas op de zon richt.

Het punt waarop de beide zonne-energiemodules elkaar treffen, wijst altijd in de richting van de zon.

Taak:

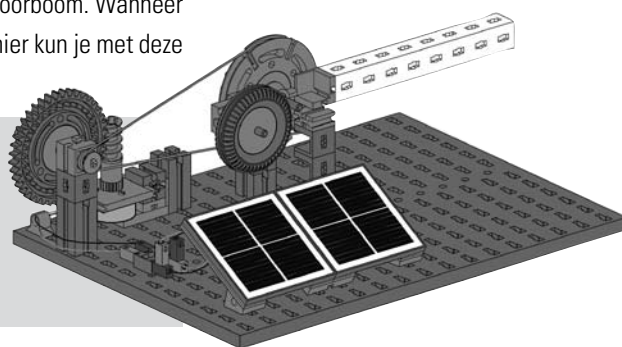
Hoe werkt dit eenvoudige principe van het zonvolgsysteem?

Hier werkt hetzelfde principe als bij de spoorboom. Wanneer beide modules evenredig door de zon worden verlicht, heffen de beide gegenereerde spanningen elkaar op en draait de motor niet. Wanneer de zon van plaats verandert wordt één module beter verlicht en op de motor staat een positieve of negatieve spanning. Het resultaat is dat de motor net zolang draait tot het licht weer van voren komt.

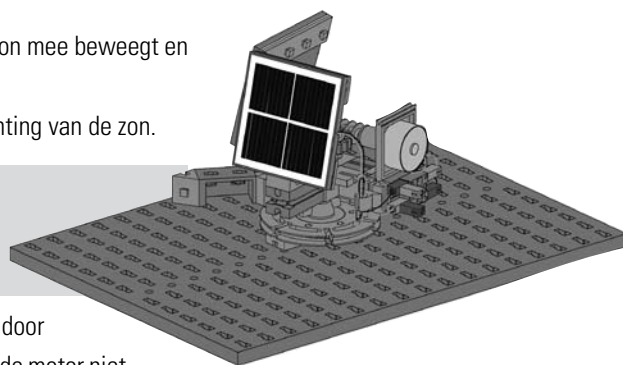
Belangrijk: Let tijdens het bedraden van het model op de correcte aansluiting van de kabel, aangezien het model dan eventueel van de zon weg kan draaien, in plaats van naar de zon toe.

Antiparallelle schakeling van zonne-energiemodules

Spoorboom



Zonvolgsysteem



Parallelschakeling van brandstofcellen en zonne- energiemodules

Pomp



■ Bouw voor de volgende experimenten het model pomp op (zie de bouwhandleiding Oeco Tech).

Experiment 1:

Vul de brandstofcel met gedestilleerd water en zet het model in het zonlicht of verlicht de zonnecellen m.b.v. een geschikte lichtbron (bijv. 100 W-gloeilamp op een afstand van 30 cm).

Wat kun je nu constateren?

De pomp gaat draaien en er wordt gelijktijdig waterstof en zuurstof in de brandstofcel aangemaakt. De motor en de brandstofcel zijn parallel geschakeld. Daardoor worden beide door de zonnecellen en de zonne-energiemodule voorzien van elektrische energie. De energie is voldoende om de motor aan te drijven en gelijktijdig waterstof en zuurstof aan te maken.

Experiment 2:

Wacht nu tot een bepaalde hoeveelheid zuurstof is aangemaakt en dek dan de zonnecellen en de zonne-energiemodule af of schakel de lichtbron uit.

Wat kun je nu constateren? Let ook op de waterstofcilinder.

Hoewel het model langzamer draait, blijft het niet stilstaan. De brandstofcel verbruikt waterstof. Wanneer de lichtsterkte afneemt wordt het model door de brandstofcel aangedreven. De pomp draait nu, dus ook na zonsondergang of wanneer de zon door een wolk wordt afgedekt, gewoon door. Dat het model langzamer draait ligt aan het feit dat de brandstofcel een lagere spanning levert dan de zonne-energiemodule. Een elektromotor draait langzamer wanneer deze met een lagere spanning wordt gevoed.

