



1. Eco Power – Energie uit regeneratieve energiebronnen

Wij allemaal hebben dag in, dag uit enorme hoeveelheden energie nodig. Laten we daarom eens een heel normaal verloop van de dag bekijken:

s' Morgens worden wij gewekt door onze radiowekker. Deze neemt de stroom af uit het stopcontact. Wij staan op, doen de elektrische verlichting aan, douchen met warm water dat door de centrale verwarming met olie of gas op temperatuur wordt gebracht. Daarna drogen wij ons haar met een elektrische föhn. De centrale verwarming heeft ook al de woning verwarmd, zodat we het bij het ontbijt niet koud hebben. Het water voor de thee is op het elektrische fornuis of het gasfornuis aan de kook gebracht. De boter heeft de hele nacht in de koelkast gelegen en is daarom goed vast. Tijdens het ontbijt zetten wij natuurlijk de radio of de televisie aan, zodat we niet meteen weer inslapen.

Wij gaan dan naar school met de bus of met de auto, die loopt op brandstof. Zo zouden wij kunnen blijven doorgaan met het beschrijven van alle activiteiten waarvoor wij energie nodig hebben. De lijst zou eindeloos lang worden. Oftewel, wij hebben ontzettend veel energie nodig. En waar komt deze energie vandaan? Een groot gedeelte hiervan wordt gewonnen uit de fossiele brandstoffen olie, gas en kolen. Ook met kernenergie wordt een groot gedeelte van onze behoefte gedekt. Maar deze vormen van energiewinning hebben doorslaggevende nadelen:

- De fossiele brandstofvoorraden op aarde zijn beperkt.
- Bij de verbranding van olie en kolen ontstaan schadelijke stoffen die het milieu verontreinigen, alsmede CO₂ dat verantwoordelijk is voor de voortdurende verwarming van de dampkring (broeikas-effect).
- De kernenergie draagt ondanks hoge veiligheidsstandaards het risico van een radioactief ongeluk in zich. Bovendien ontstaat afval dat nog duizenden jaren lang radioactief blijft.

Reden genoeg dus om op zoek te gaan naar alternatieven die milieuvriendelijk en het liefst onbeperkt beschikbaar zijn. Deze alternatieve energievormen bestaan zeer zeker. Men spreekt in dit verband van regeneratieve (vernieuwbare) energieën. In onze module Professional Eco Power gaan wij nader in op de winning van energie uit water, wind en zon. Aan de hand van talrijke modellen zien wij hoe je hieruit energie kan opwekken, opslaan en er uiteindelijk ook fischertechnik-modellen mee kunt aandrijven. Veel plezier.

2. Het begrip energie

Wij hebben het steeds over energie, maar wat verstaan we er eigenlijk onder en hoe kunnen we het meten?

Onder energie verstaan we het vermogen van een lichaam om arbeid te verrichten. De maateenheid, waarin energie en arbeid worden gemeten, heet joule (J).

Er bestaan verschillende energievormen, bijv.:

- **Bewegingsenergie**, dat is de energie die vrijkomt, als een lichaam beweegt.
- **Potentiële energie**, dat is de energie die een lichaam bezit, als het op een bepaalde hoogte ligt.
- **Elektrische energie**, in de vorm van elektrische stroom en spanning.

Elektrische energie of arbeid drukt men ook uit in kilowattuur (kWh). Kilo=1000, Watt=Vermogen, Uur=Tijd, waarbinnen het vermogen wordt geleverd.

Voorbeeld:

Een gloeilamp heeft een vermogen van 100 Watt. Deze brandt 10 uur lang. De energie die hiertoe wordt benodigd, bedraagt:

$$100W \cdot 10h = 1000Wh = 1kWh$$

Om duidelijk te maken hoeveel energie een kWh omvat, voeren wij het volgende experiment uit:

Een fietsdynamo heeft een vermogen van 3 Watt. Bij een ingeschakelde dynamo wordt de bewegingsenergie van het wiel omgezet in elektrische energie.

Opgave 1:

Hoeveel energie wordt omgezet bij een rit die één uur in beslag neemt?

Oplossing:

$$\text{Energie} = 3W \cdot 1h = 3Wh = 0,003kWh$$

Opgave 2:

Hoe lang moet je fietsen om 1kWh (1000Wh) om te zetten?

Oplossing:

Uit de formule: $\text{Energie} = \text{Vermogen} \cdot \text{Tijd}$ leiden wij af:

$$\text{Tijd in uur} = \text{Energie} / \text{Vermogen} = 1000Wh / 3W = 333,33h$$

333,33h komt overeen met 13,88 dagen. Dat wil zeggen dat we ononderbroken bijna 14 dagen lang moeten afbeulen op de fiets om de energie van 1 kWh om te zetten, die onze gloeilamp van het vorige voorbeeld nodig heeft om 10 uur lang te branden.

Als we nu bedenken dat een gezin van 4 personen een gemiddelde energiebehoefte van ca. 4.000 kWh per jaar heeft, dan komen we snel tot het inzicht dat we bij het zoeken naar milieuvriendelijke energieën met fietsen alleen niet ver komen. Laten we ons daarom liever richten op andere energiebronnen.

3. Energie uit water

3.1. De bewegingsenergie van het water

Al eeuwen lang maakt de mens gebruik van de bewegingsenergie van het water om daarmee direct machines aan te drijven.

Opgave 1:

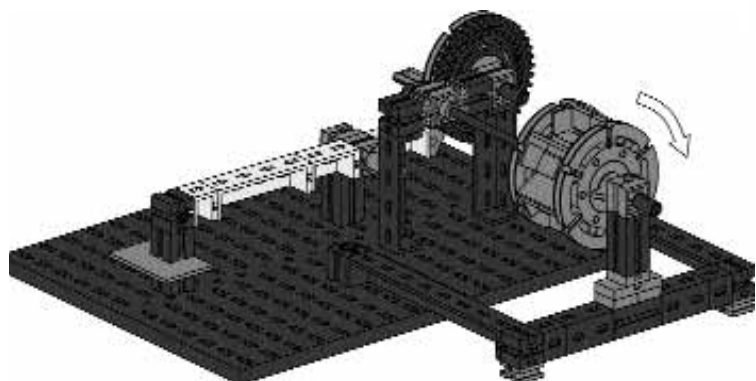
Welke machines die direct met waterkracht worden aangedreven, schieten je te binnen?

Oplossing:

- Watermolen
- Houtzagerij
- Hamersmederij

Bij alle machines is het aandrijfprincipe hetzelfde. Het water wordt op een waterrad geleid, het rad draait en deze beweging wordt direct overgebracht op de betreffende machine.

Om dit aandrijfprincipe te verduidelijken construeer je nu een model van een hamersmederij (zie bouwhandleiding blz. 4).



Het waterrad kun je houden onder een kraan. Neem de in de bouwhandleiding vermelde draairichting van het rad in acht.

In zulke hamersmederijen werd vroeger ijzer dat eerst werd verhit, gesmeed.

Opgave 2:

Wat zijn de nadelen van deze vorm van het benutten van waterenergie?

Oplossing:

- De energie kan alleen daar worden gebruikt, waar water stroomt (bij rivieren of beken). De energie kan niet worden getransporteerd naar andere plaatsen.
- De energie kan niet worden opgeslagen. Ze moet direct worden gebruikt nadat ze ter beschikking staat.
- De energie is alleen beschikbaar voor een begrensd gebruiksdoel (de aandrijving van enkele machines).

Opgave 3:

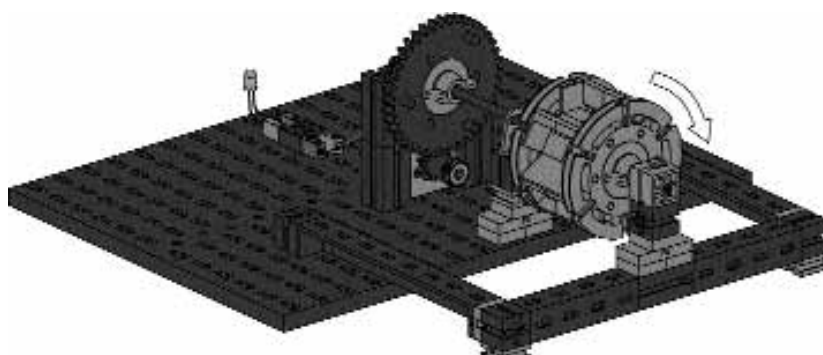
Hoe wordt tegenwoordig gebruik gemaakt van waterkracht?

Oplossing:

Men wekt met waterkracht stroom op die voor ieder gewenst gebruik ter beschikking staat.

3.2 Stroom uit waterkracht

Om te zien hoe dit werkt, construeer je nu een model van een waterturbine (zie bouwhandleiding blz. 7).



De zonne-energie-micromotor wordt hierbij gebruikt als generator. Als je de as van de motor draait, wordt met behulp van het in de motor aanwezige magneetveld een spanning opgewekt die bij de aansluitingen van de motor kan worden opgevangen. Als we daar de groene LED op aansluiten, vloeit stroom en brandt de LED. Omdat de motoras heel snel moet draaien, wordt de beweging van het waterrad, resp. het turbinerad, in de verhouding 1:4 omgezet. Houd het waterrad weer onder een kraan en laat het rad zo snel draaien dat de LED brandt. Let weer op de draairichting.

Pas op!

- Dit experiment is zeer geschikt om de keuken of de badkamer onder water te zetten. Dat brengt weliswaar veel plezier, maar zou onaangename gevolgen kunnen hebben, omdat ouders in zulke gevallen vaak vreemd reageren. Als de waterstraal van de zijkant op de schoepen van de waterturbine terecht komt, kan de hoeveelheid spattend water binnen de perken blijven en draait het rad ideaal.
- De motor is zo geplaatst dat hij bij een zorgvuldige omgang met het model niet nat wordt. Een paar spatten water maken niets zo veel uit voor de motor. Hij dient echter niet direct onder de kraan te worden gehouden of in het water te worden gedompeld.
- De LED is uitsluitend bestemd om te tonen hoe met de zonne-energie-micromotor stroom kan worden opgewekt. De LED is niet geschikt voor de verlichting van gebruikelijke fischertechnik modellen. Zij mag worden bediend met maximaal 2V spanning. Bij een hogere spanning gaat deze direct kapot. De LED mag in geen geval worden aangesloten op een 9V fischertechnik-stroomvoeding.



Opgave 1:

Wat zijn de voordelen van deze vorm van stroomopwekking ten opzichte van de opwekking uit fossiele brandstoffen, zoals olie of kolen?

Oplossing:

Bij deze vorm van stroomopwekking ontstaan geen stoffen die schadelijk zijn voor het milieu.

Opgave 2:

Op welke manier moet desalniettemin worden ingegrepen in het milieu om gebruik te kunnen maken van de waterkracht?

Oplossing:

Er moeten stuwmuur en in meren of rivieren worden gebouwd, zodat aan de ene kant altijd voldoende water beschikbaar is voor het winnen van stroom en aan de andere kant voldoende valhoogte aanwezig is welke ervoor zorgt dat het water de noodzakelijke bewegingsenergie krijgt om de turbine aan te drijven.

Opgave 3:

In welke regio's heeft deze manier om stroom op te wekken de voorkeur en waarom?

Oplossing:

- In bergachtige gebieden, omdat daar gedeeltelijk hele dalen met enorme stuwmuur kunnen worden opgestuwd en het water een paar honderd meter naar beneden kan vallen en zodoende een geweldige hoeveelheid bewegingsenergie voor het aandrijven van turbines ter beschikking staat.
- Bij rivieren met natuurlijke hoogteverschillen, waar het water eveneens kan worden opgestuwd.
- Aan de Noordzee, waar in getijcentrales gebruik wordt gemaakt van eb en vloed om stroom uit water op te wekken.

4. Windenergie

Windkracht is een andere manier om stroom op te wekken uit regeneratieve energie. In vele streken is voortdurend wind aanwezig. De bewegingsenergie van de lucht kan weer worden benut en omgezet in elektrische stroom. Deze manier om energie te winnen willen we aan de hand van het model van de windkrachtinstallatie verduidelijken (zie bouwhandleiding blz. 10):



Ook hier gebruiken we de motor als generator om stroom op te wekken en de LED als weergave dat het daadwerkelijk functioneert.

Aanwijzing:

Belangrijk is dat de blauwe rotor met de juiste zijde wordt gemonteerd op de rode opname, zodat het grootste mogelijke rendement wordt bereikt. Aan één zijde van een rotorblad bevindt zich een kleine vis. Dit symbool moet in de richting van de motor wijzen.

Als je nu een föhn of een gewone ventilator voor de rotor houdt, begint deze te draaien. Als deze een goede snelheid heeft begint ook de LED te branden.

Dit model hebben wij later ook nodig, als wij het onderwerp Opslaan van energie behandelen. Je kunt het echter rustig afbreken, omdat het in korte tijd weer is opgebouwd.

Opgave:

Dat deze vorm om energie te winnen net als waterenergie milieuvriendelijk is, omdat er geen schadelijke stoffen ontstaan, is duidelijk. Maar welke nadelen bezit windkracht ten opzichte van waterkracht of conventionele vormen van energiewinning uit olie of kolen?

Oplossing:

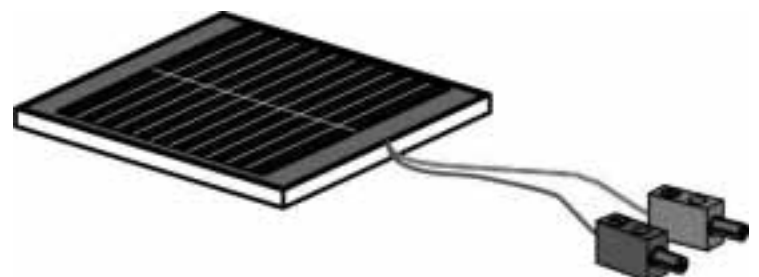
- Stroom kan alleen worden opgewekt, als er wind waait. De wind kan niet, zoals het water in een stuwmeer, worden gestuwd en desgewenst worden opgeroepen.
- De windkrachtinstallaties, zo beweren critici, ontsieren het landschap, omdat ze natuurlijk altijd in het open veld staan, waar ze van verre zichtbaar zijn.

5. Zonne-energie

Als men alle fossiele brandstofvoorraden (hout, kolen, aardolie, gas) van de aarde zou verbranden om energie op te wekken, zou een hoeveelheid energie ontstaan die vergelijkbaar is met de hoeveelheid die de zon in slechts drie dagen naar de aarde straalt. Het is zaak om deze enorme en tegelijk onuitputtelijke energievoorraad te benutten om (met behulp van zonnecellen) hieruit elektrische energie te winnen.

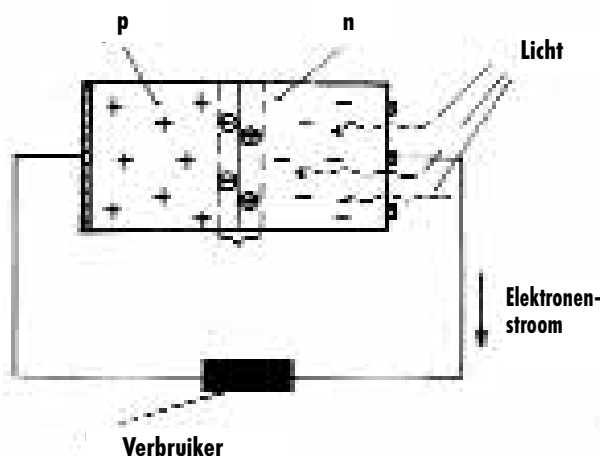
5.1 De zonnecel

Maar wat is nu precies een zonnecel en hoe kan je hiermee zonlicht omzetten in elektrische energie? Zonnecellen bestaan uit silicium. De siliciumblokken worden in schijven met een dikte van circa 0,5 millimeter gezaagd. Deze schijven nu



worden bij de volgende stap gedoteerd met verschillende vreemde atomen, dat wil zeggen doelbewust verontreinigd, wat zorgt voor een onevenwichtigheid in de siliciumstructuur. Hierdoor ontstaan twee verschillende lagen, de positieve p-laag en de negatieve n-laag.

Eenvoudig gezegd gaat elektrische stroom vloeien doordat elektronen uit de n-laag, geactiveerd door het binnenkomende licht, via de aangesloten verbruiker (bijv. motor) naar de p-laag bewegen.

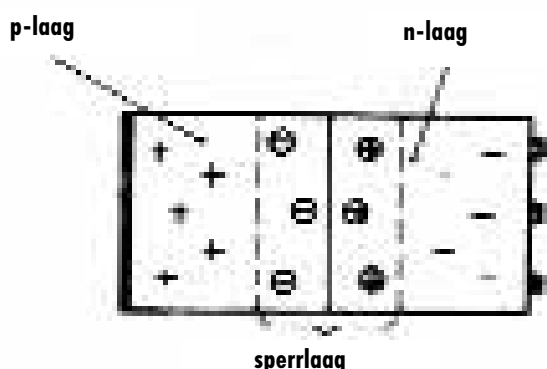


Voor alle geïnteresseerde natuurkundigen volgt hier nog een uitgebreidere uitleg over hoe stroom wordt opgewekt in de zonnecel:

Op de n-laag van het silicium ontstaat een zogenaamd elektronenoverschot, omdat het toegevoegde vreemde atoom meer elektronen bezit dan het silicium, dat wil zeggen, er zwermen vrij elektronen aan deze zijde rond. Deze elektronen kunnen bepaalde afstanden afleggen, als ze voldoende energie bezitten.

In tegenstelling hiermee ontbreken aan de positieve zijde (p-laag) elektronen, omdat het hier toegevoegde vreemde atoom minder vrije elektronen bezit dan silicium. Er ontstaan zogenaamde gaten. Deze gaten kunnen elektronen opnemen, als deze in de buurt zijn. Nu trekken de vrije elektronen van de n-laag naar de p-laag en vullen de gaten op.

Omdat de elektronen echter niet iedere willekeurige afstand naar de gaten kunnen overbruggen, omdat ze daarvoor te weinig energie bezitten, worden alleen gaten binnen een bepaald bereik in het midden bezet.



Dit bereik noemt men de grens- of sperlaag. Hoe meer licht (dus energie) nu op de cel valt, hoe beweeglijker de elektronen worden, dat wil zeggen ze kunnen een grotere afstand afleggen. Als je nu de zonnecel aansluit op een verbruiker (motor, lamp en dergelijke), bewegen ze bij voorkeur in deze richting (voor te stellen als zuigwerking). Omdat men zich het vloeien van stroom kan voorstellen als een kringloop, komen steeds weer elektronen aan op de n-laag en deze trekken weer naar de p-laag. Deze stroming van elektronen zorgt ervoor dat stroom vloeit, dat wil zeggen, de motor draait.

Test nu dit gedrag door één afzonderlijke zonnecel aan te sluiten op de zonne-energie-motor uit onze bouwdoos en uit te proberen, hoeveel licht wordt benodigd om de motor aan het draaien te krijgen.



De zonnecel levert een spanning van 0,6V en een maximale stroom van ca. 930mA. De motor bezit een nominale spanning van 2V, maar begint al vanaf 0,3V te draaien (stationair, d.w.z. zonder dat de as van de motor een model moet aandrijven). Zo kan hij dus in werking worden gezet met één enkele zonnecel.

Experiment 1:

Stel vast welke lichtsterkte nodig is om de motor te laten draaien. Hiervoor kun je een lamp met een gewone gloeilamp gebruiken (tl-buizen zijn niet geschikt). Misschien is er in je kamer zoveel daglicht voorhanden dat de motor ook zonder een extra lichtbron loopt.

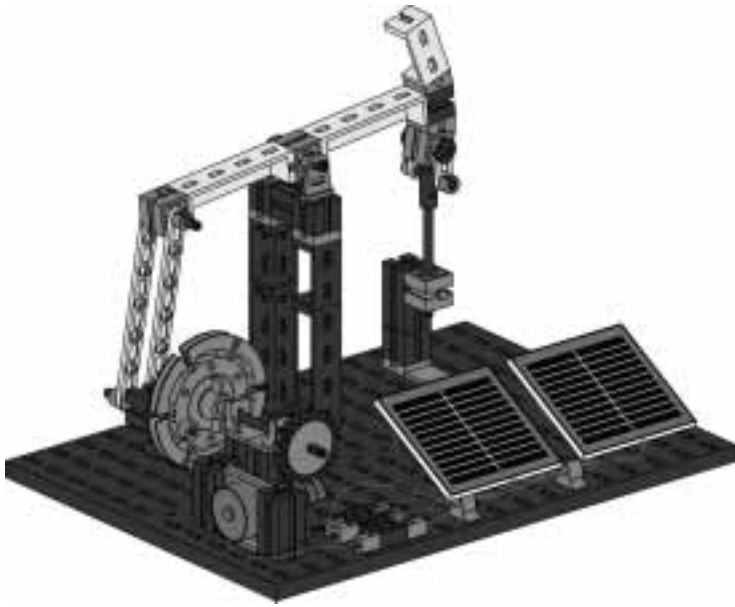
Experiment 2:

Als je over een stroom- en spanningsmeetapparaat beschikt, kun je meten vanaf welke spanning de motor gaat draaien en welke stroom hierbij vloeit. Je zult constateren dat de motor, als deze met maar én zonnecel wordt aangedreven, niet bijzonder veel kracht kan ontwikkelen. Als we nu een fischertechnik-model willen aandrijven, zijn er meerdere mogelijkheden om meer vermogen uit de motor te halen.



5.2 Serieschakeling van zonnecellen

Bouw hiervoor het model van de oliepomp (zie bouwhandleiding blz.12).



Met zo'n oliepomp kan bijv. in woestijngebieden, waar de zon continu schijnt, aardolie uit de diepte naar boven worden gebracht.

Om dit model aan te drijven heeft de motor een tamelijk hoge aanloopspanning, zodat hij überhaupt kan draaien. Daarom worden, zoals is beschreven in de bouwhandleiding, twee zonnecellen in serie geschakeld. Hierdoor worden de spanningen van de twee zonnecellen gecumuleerd.

Opgave 1:

Welke spanning is nu maximaal aanwezig bij de motor?

Oplossing: $2 \cdot 0,6V = 1,2V$

Opgave 2:

Welke stroom staat maximaal ter beschikking?

Oplossing:

Bij de serieschakeling blijft de stroom die door de beide zonnecellen vloeit, constant. Hij bedraagt maximaal 930mA.

Opgave 3:

Welke spanning heeft de motor nodig bij dit model, totdat hij in beweging wordt gezet. Hoeveel stroom neemt hij dan op? (Deze vraag kun je natuurlijk alleen beantwoorden, als je beschikt over een meetapparaat. De gemeten waarden hangen bijv. ook af van de mate waarin de gemonteerde pomp soepel werkt en uit welke stand deze moet starten.)

Oplossing:

Spanning: ca. 0,5V

Stroom: ca. 20mA

5.3 Parallelschakeling van zonnecellen

Bouw hiervoor het model draaischommel (zie bouwhandleiding blz. 16).

Let bij het bouwen van het model erop dat alle assen en tandwielen gemakkelijk kunnen worden bewogen.



Bij dit model moet de motor niet te snel draaien, omdat anders de stoeltjes van de draaischommel tegen elkaar slaan. Het model dient echter al bij zo min mogelijk licht bewegen. Daarom worden de twee zonnecellen parallel geschakeld.

Bij de parallelschakeling blijft de spanning dezelfde als bij één cel. Hierdoor kan deze dubbele cel als gevolg van het grotere zonneceloppervlak dat beschikbaar is, bij dezelfde lichtsterkte meer stroom leveren dan een enkele cel.

Experiment 1:

Bepaal welke lichtsterkte nodig is om de draaischommel te laten bewegen.

Experiment 2:

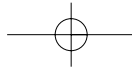
Probeer het model met een enkele zonnecel in gebruik te nemen en stel vast welke lichtsterkte hiervoor nodig is.

Experiment 3:

Schakel de twee zonnecellen in serie (zoals bij de oliepomp, schakelschema zie bouwhandleiding blz. 13). Je kunt zelf beoordelen of de inzittenden hierbij misselijk worden.

5.4 Anti-parallelshakeling van zonnecellen

Wat is dat nu weer? Heel eenvoudig, er worden twee zonnecellen op een zodanige wijze parallel geschakeld dat de pluspool van een zonnecel wordt verbonden met de minpool van de andere zonnecel. Wat je hiermee kan doen, maken we duidelijk met de volgende modellen:



Model kraan (zie bouwhandleiding blz. 20)

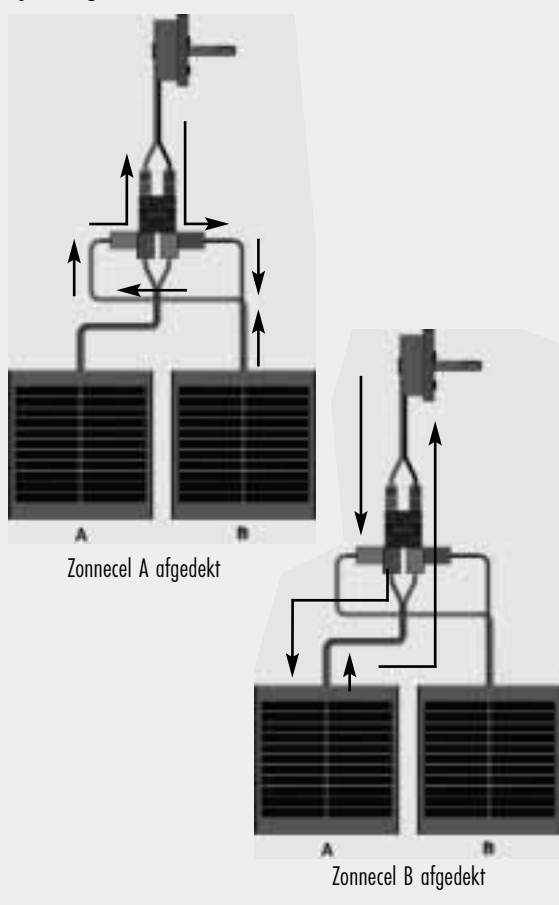


Bij dit model moet met behulp van zonne-energie een last worden geheven. De truc bij de anti-parallelschakeling is dat de motor niet beweegt zolang beide zonnecellen met dezelfde lichtsterkte worden beschenen. Als je een zonnecel afdekt, dan draait de motor in de ene richting, als je de tweede cel verduistert, draait hij in de andere richting. Op deze manier kan je met twee zonnecellen een poolomschakelaar vervangen.

Opgave 1:

Probeer aan de hand van een tekening voor jezelf duidelijk te maken hoe de omkering van de draairichting van de motor (resp. de stroomrichting bij de motor) bij dit model tot stand komt, als je de ene of de andere zonnecel verduistert.

Oplossing:



Opgave 2:

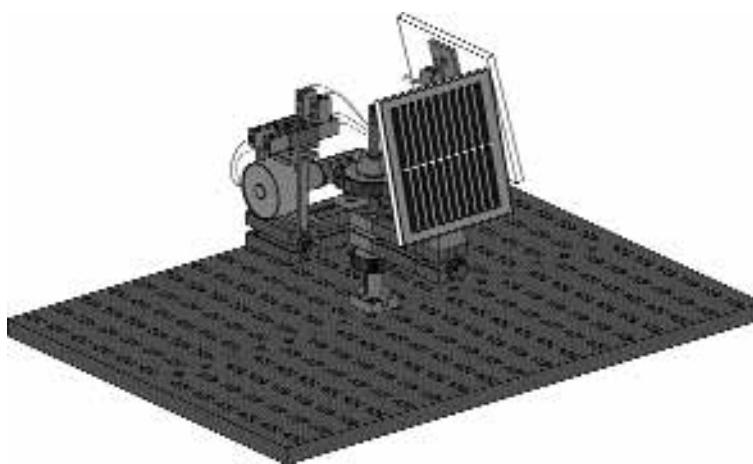
Hoe kan je bereiken dat de kraan een grotere last kan heffen?

Oplossing:

- Door serieschakeling van de beide zonnecellen (de motor draait dan echter nog maar in één richting)
- Door verhoging van de tandwieloverbrenging, bijv. door in plaats van een tandwiel met 20 tanden een tandwiel met 40 tanden te gebruiken. Hiervoor moet je de kraan ombouwen.

Model zonnecellen-bijstelling

Nog een toepassing van de anti-parallelschakeling is de zonnecellen-bijstelling (zie bouwhandleiding blz. 24).



Deze simpele inrichting waarborgt dat de zonnecellen met de zon meegaan en zich als een kompas richten op de zon. Het punt waar de twee zonnecellen samenkomen, wijst altijd in de richting van de zon. Let bij het bouwen nauwkeurig op de correcte aansluiting van de kabels, omdat het model anders mogelijk van de zon wegdraait, in plaats van ernaar toe.

Opgave 1:

Hoe werkt dit eenvoudige principe van zonnecellen-bijstelling?

Oplossing:

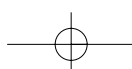
Als het punt in de richting van de zon wijst, worden allebei de cellen in dezelfde mate belicht en draait de motor niet. Als de zon verder trekt, wordt één van de twee cellen sterker bestraald. De motor begint te draaien, net zo lang tot de twee cellen weer in dezelfde mate worden belicht.

Opgave 2:

Waarvoor gebruikt men zo'n apparaat?

Oplossing:

Meestal voor zonnecellen. Om ervoor te zorgen dat deze altijd optimaal worden bestraald door de zon, stelt men ze af op de zon. In de werkelijkheid wordt deze bijstelling vaak bestuurd door de computer en geprogrammeerd met hoogwaardige software. Maar het kan ook heel simpel, zoals je ziet.



NL

6. Opslag van elektrische energie

Eerst willen wij erachter komen waarom het nodig is om energie die afkomstig is uit regeneratieve energiedragers, op te slaan.

Bouw hiervoor het model van het door zonne-energie aangedreven voertuig (zie bouwhandleiding blz. 27). Het wordt aangedreven met twee zonnecellen.



Opgave 1:

Hoe zijn de cellen met elkaar geschakeld en waarom?

Oplossing:

De cellen zijn in serie geschakeld, omdat de motor heel zwaar is belast en daarom een hoge aanloopspanning nodig heeft.

Experiment:

Probeer erachter te komen welke lichtbron nodig is om het door zonne-energie aangedreven voertuig op gang te brengen en welke snelheid het voertuig dan maximaal bereikt (het beste in de open lucht).

Je hebt bij je pogingen waarschijnlijk al gemerkt dat deze wijze van aandrijving een belangrijk nadeel heeft. Het voertuig blijft stilstaan, zodra het zich buiten de lichtbron of in de schaduw bevindt. Zo komt men natuurlijk moeilijk vooruit.

Je zou veel onafhankelijker van de lichtbron zijn, als je het voertuig zou kunnen verzorgen met een energieopslag die wordt opgeladen met regeneratieve energie en waarmee het voertuig voor een bepaalde tijd onafhankelijk van wind en weer kan worden gebruikt.

6.1 Energieopslag Goldcap



Zo'n energieopslag is de in de bouwdoos aanwezige Goldcap. Een Goldcap heeft niets te maken met goud of met een goudlegering. De term is de handelsnaam van deze condensator.

Hij bestaat uit twee stukken actieve koolstof die slechts met een dunne isolatielaag van elkaar gescheiden zijn. De Goldcap onderscheidt zich door zijn extreem grote capaciteit. De door ons gebruikte condensator heeft een capaciteit van 10F (Farad). Gewone condensatoren hebben capaciteiten van een paar μ -Farad ($=0,000001$ F).

Je kan de Goldcap gebruiken als een kleine accu. Het voordeel ten opzichte van een accu is gelegen in het feit dat je de Goldcap heel snel kan opladen, dat hij niet te vol kan worden geladen en ook geen volledige ontlading kent.

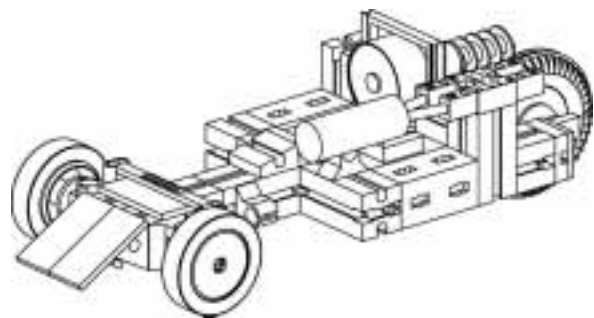
Maar pas op!!

De Goldcap mag in geen geval worden aangesloten op een spanning van boven de 2,3V, anders bestaat het gevaar van explosies! Verbind dus in geen geval de Goldcap met een gewone 9V fischertechnik-stroomvoorziening!

Bij het monteren van de stekkers aan de Goldcap moet je letten op de juiste polariteit van de stekkers (groene stekkers aan de minpool aansluiten). Wij raden je ook aan om de twee aansluitdraden van de Goldcap op dezelfde lengte af te knippen.

6.2 Laden van de Goldcap met zonne-energie

Laad de Goldcap door deze op twee in serie geschakelde zonnecellen aan te sluiten. De rode stekker van de Goldcap (+) wordt verbonden met de rode stekker van de eerste zonnecel, de groene stekker van de Goldcap (-) met de groene stekker van de tweede zonnecel. Laad de Goldcap ca. 10 minuten lang bijv. onder een gloeilamp van 100W met een afstand van 40 cm (als je dichterbij komt, wordt de zonnecel te warm) of met behulp van het zonlicht. Na het laden sluit je de Goldcap aan op de voertuigmotor in plaats van op de zonnecellen.



Opgave 1:

Waarom rijdt de auto zo langzaam en staat hij vrij snel weer stil?

Oplossing:

Met de twee zonnecellen kan men de Goldcap slechts met een spanning van 1,2V laden. Hiermee wordt hij slechts voor de helft gevuld en kan hij de auto maar voor een korte periode aandrijven. Dat is natuurlijk niet zo mooi. Je zult zien dat het nog beter kan.

Opgave 2:

Hoeveel zonnecellen zouden nodig zijn om de Goldcap helemaal te laden?

Oplossing:

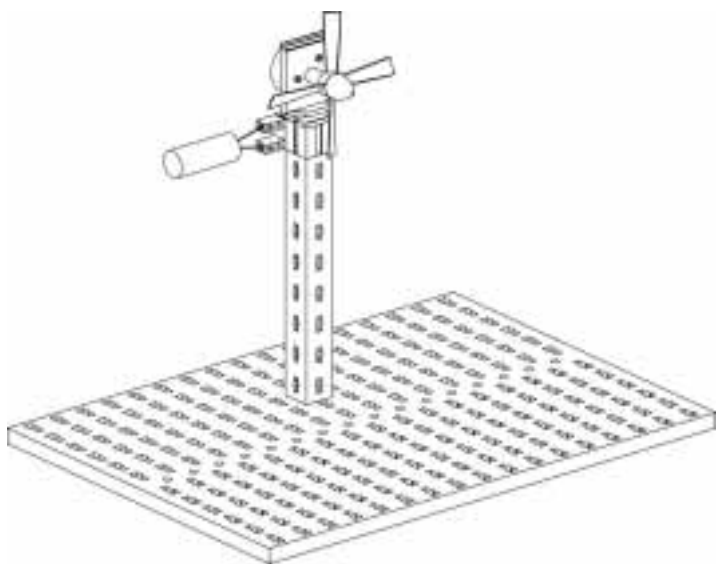
4 cellen $\cdot 0,6V = 2,4V$. Hiermee zou de opslag helemaal kunnen worden gevuld.

Aanwijzing:

Als de Goldcap via zonnecellen wordt geladen, zal hij zich via de aangesloten zonnecellen weer ontladen op het moment dat het donker wordt. De Goldcap moet dus alleen met de zonnecellen zijn verbonden, zolang deze worden belicht.

6.3 Laden van de Goldcap met windenergie

Nu willen wij de energieopslag opladen met windenergie. Hiervoor heb je nog een keer de windkrachtinstallatie nodig (zie bouwhandleiding blz.10). Je sluit nu echter niet de LED hierop aan, maar de Goldcap. Van het door zonne-energie aangedreven voertuig moet je nu de motor verwijderen. De resterende delen voor de windkrachtinstallatie zijn nog aanwezig in de



bouwdoos. De pluspool van de motor (rood) sluit je aan op de pluspool van de Goldcap (rood). Dan breng je de propeller met een ventilator of een föhn aan het draaien. De motor werkt nu weer als generator en laadt de Goldcap op. In het begin beweegt de propeller nog heel moeizaam, maar hoe voller de opslag wordt, hoe gemakkelijker hij gaat roteren. Als de föhn wordt weggenomen, drijft de energie uit de Goldcap weer de motor aan. Maar wees voorzichtig, want hierbij raakt de opslag weer leeg. De Goldcap dient ca. 20 minuten lang te worden opgeladen.

Experiment 1:

Parallel aan het laden kun je de spanning bij de Goldcap meten (als je beschikt over een meetapparaat). Dan kun je aflezen, hoever de Goldcap is gevuld. Hoe sneller de propeller draait, hoe groter de spanning is die kan worden opgewekt en hoe voller ook de Goldcap kan worden geladen (tot max. 2,3V)

Experiment 2:

Probeer uit hoe lang de auto rijdt op een volle tank. Welke snelheid bereikt hij?

Het resultaat wordt vooral beïnvloed door de omstandigheid of de auto op een gladdere bodem of op het tapijt rijdt en hoe vol de Goldcap is geladen.

Omdat men met de windkrachtinstallatie een hogere spanning kan opwekken dan met de twee zonnecellen, rijdt het voertuig sneller en langer dan bij een lading via de zonnecellen.

Of de energieopslag nu wordt opgeladen met wind- of zonne-energie is eigenlijk om het even. De experimenten met de Goldcap moeten vooral een mogelijkheid laten zien om een voertuig met regeneratieve energie aan te drijven zonder dat je direct afhankelijk bent van de straling van de zon.

7. Hoe nu verder?

Met behulp van de module Eco Power heb je verschillende mogelijkheden leren kennen om met regeneratieve energieën stroom op te wekken en te gebruiken. In het bijzonder is de techniek met betrekking tot zonne-energie uitstekend geschikt om fischertechnik-modellen aan te drijven. Als de modellen groter en zwaarder worden dan de modellen uit de bouwdoos, heb je beslist een paar extra zonnecellen nodig die dan in serie moeten worden geschakeld. Deze zijn echter te allen tijde verkrijgbaar bij fischertechnik Onderdeel Service. Zo kan het op zonne-energie lopende systeem dat in deze module is begonnen met eenvoudige modellen, worden uitgebreid en uitgebouwd.

