



Werkgroep OntwikkelingsTechnieken  
*Universiteit Twente*

---

# Het WOT-terrein

*Een proeftuin voor kleinschalige  
duurzame energie toepassingen*



Werkgroep OntwikkelingsTechnieken  
2002

Met dank aan:

Bart Moné  
Bertus de Jong  
Ferdinand Kroon  
Freddy Alferink  
Hanneke Engbers  
Johan Sueters  
Reinder Roos  
René Schuirink  
Rob de Wit  
Ruurd van der Meulen

Het WOT-terrein

Het WOT-terrein: een proeftuin voor kleinschalige duurzame energie toepassingen  
Oorspronkelijke auteur: Hanneke Engbers  
Enschede: Werkgroep OntwikkelingsTechnieken

*“Ik twijfel er niet aan of het is mogelijk om een nieuwe richting te geven aan de technologische ontwikkeling, een richting die haar zal terugvoeren tot de werkelijke behoeften van de mens, en dat betekent ook: tot de werkelijke afmeting van de mens. De mens is klein en daarom moeten we het klein houden. Streven naar een reusachtige schaal is streven naar zelfvernietiging. En wat is de prijs voor een heroriëntatie? Wij zouden kunnen bedenken dat we de zaak omdraaien, als we de kosten van ons voortbestaan gaan berekenen. Natuurlijk moet voor alles wat de moeite waard is worden betaald; de technologie zó te heroriënteren dat zij de mens dient in plaats van hem te vernietigen, vergt in de allereerste plaats een inspanning van de verbeelding en het afleggen van de angst.”*

*E.F. Schumacher*

*“Education... is really a qualification for a fuller life, a life of thought for oneself and of consideration for others. Education... is the knowledge of oneself and the surroundings; the knowledge of others; the knowledge of the conditions of human nature and of life's demands; and the knowledge of cause and effect, which leads in the end to the knowledge of the world within and without.”*

*Sufi Inayat Khan*

# Inhoudsopgave

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INLEIDING .....</b>                          | <b>5</b>  |
| 1.1 TEN GELEIDE.....                               | 5         |
| 1.2 PLATTEGROND VAN HET WOT-TERREIN .....          | 6         |
| <b>2. ZONNE-ENERGIE TOEPASSINGEN.....</b>          | <b>8</b>  |
| 2.1 KOKEN OP ZONNE-ENERGIE.....                    | 9         |
| 2.1.1 De kookdoos.....                             | 10        |
| 2.1.2 De paraboolkoker.....                        | 11        |
| 2.1.3 De hooikist .....                            | 12        |
| 2.2 HET VERWARMEN VAN WATER .....                  | 13        |
| 2.2.1 De zonnedouche.....                          | 16        |
| 2.2.2 Het Deuss-systeem.....                       | 17        |
| 2.3 OVERIGE TOEPASSINGEN VAN ZONNE-ENERGIE.....    | 18        |
| 2.3.1 De Kiwanda.....                              | 18        |
| 2.3.2 PV-cellen voor elektriciteitsopwekking. .... | 20        |
| 2.3.3 De zonnedroger .....                         | 21        |
| <b>3. HANDPOMPEN .....</b>                         | <b>23</b> |
| 3.1 De houten handpomp.....                        | 25        |
| 3.2 De stalen handpomp, Tanzania model.....        | 25        |
| 3.3 De boerderijpomp.....                          | 26        |
| 3.4 De touwpomp.....                               | 26        |
| 3.5 De spuitgietmachine .....                      | 28        |
| <b>4. WATERRAMMEN .....</b>                        | <b>30</b> |
| 4.1 DE BILLABONG .....                             | 31        |
| 4.2 DE BREURRAM .....                              | 32        |
| <b>5. WINDMOLENS .....</b>                         | <b>33</b> |
| 5.1 WATERPOMPENDE WINDMOLENS.....                  | 34        |
| 5.1.1 De Diever.....                               | 35        |
| 5.1.2 De "Kreta".....                              | 36        |
| 5.1.3 De Oasis.....                                | 37        |
| 5.1.4 De 4-wiek .....                              | 37        |
| 5.1.5 De Kijito.....                               | 38        |
| 5.1.6 De ferrocement watertank.....                | 38        |
| 5.2 ELEKTRICITEIT GENERERENDE WINDMOLENS .....     | 39        |
| 5.2.1 De Virya.....                                | 40        |
| <b>6. DE POMPENTESTBANK .....</b>                  | <b>41</b> |
| <b>7. DE WOT .....</b>                             | <b>42</b> |
| <b>8. LITERATUURLIJST .....</b>                    | <b>45</b> |

# 1. Inleiding

## *1.1 Ten geleide*

Dit boekje begeleidt u in uw ontdekkingsreis over het WOT-terrein. Met behulp van een plattegrondje wordt u langs de verschillende objecten gevoerd, waarvan korte beschrijvingen zijn opgenomen. Ook kunt u lezen over een aantal algemene aspecten die spelen bij duurzame energie. De rondleiding is zó opgezet dat een bezoek aan het WOT-terrein niet persé noodzakelijk is. Er is namelijk uitgebreid aandacht besteed aan de verduidelijking van de tekst met behulp van foto's en illustraties.

Allereerst vindt u een plattegrond van het WOT-terrein. Dit geeft u een eerste indruk. De oplettende plattegrondlezer zal opvallen dat er een houtvergasser op het WOT-terrein staat. Dit is een apparaat om hout op een efficiënte manier om te zetten in energie. De vergasser is van de Biomass Technology Group, en zal in deze terreinrondleiding niet behandeld worden.

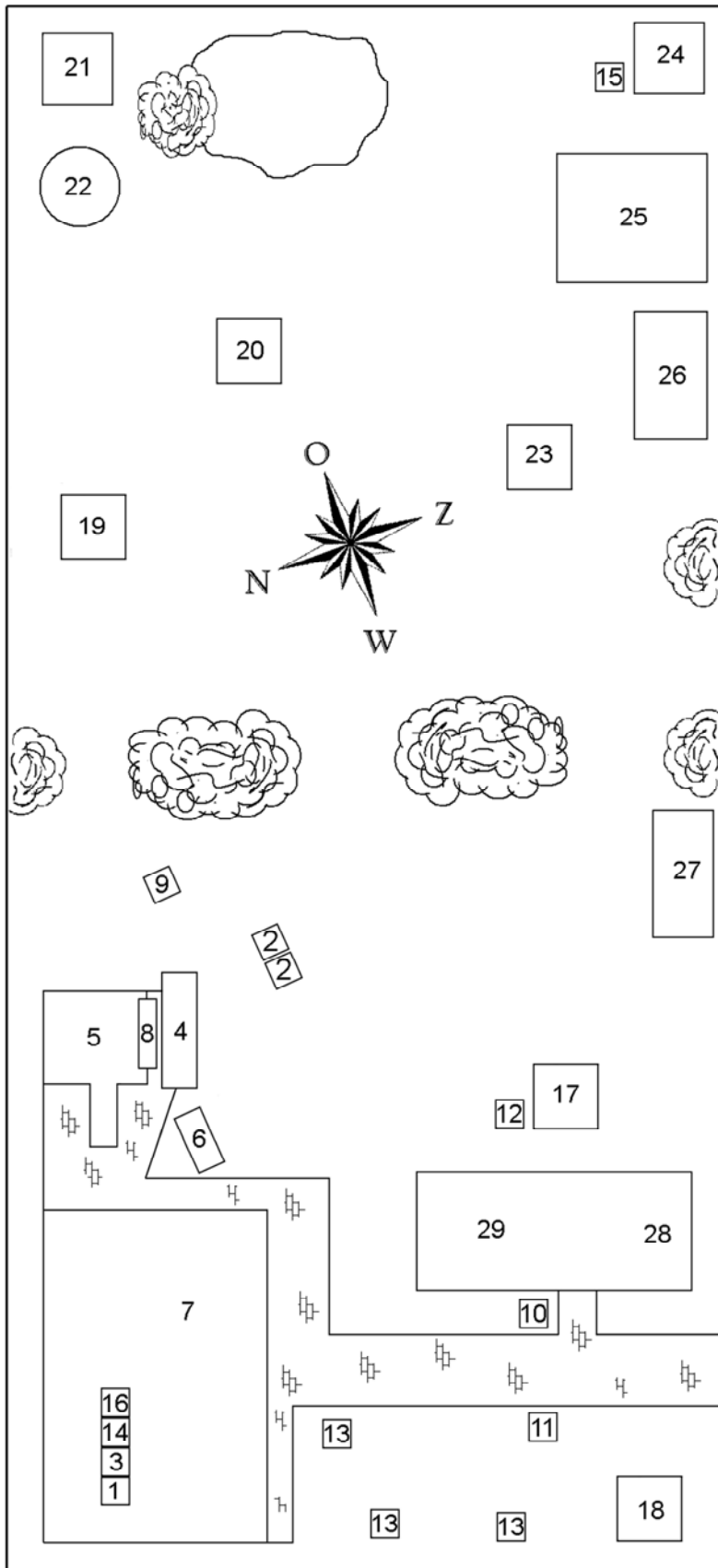
Wat bij een bezoek aan het WOT-terrein altijd aandacht vraagt is 'poes'. Poes houdt het terrein mol- en muisvrij en heeft geen vaste plek op het terrein.



Ik hoop dat deze rondleiding u een idee geeft van de activiteiten van de WOT. Voor meer informatie kunt u altijd contact opnemen met de WOT. De adresgegevens vindt u achter in deze uitgave. Ik wens u een leerzame en prettige rondleiding toe.

## *1.2 Plattegrond van het WOT-terrein*

1. Kookdoos (in werkplaats)
2. Paraboolkoker
3. Hooikist (in werkplaats)
4. Collectoren van de zonne-douche
5. Zonnedouche
6. Deuss-systeem
7. Kiwanda (werkplaats)
8. PV-cellen
9. Zonnedroger
10. Houten handpomp
11. Stalen handpomp
12. Boerderijpomp
13. Hand-touwpomp
14. Spuitgietmachine (in werkplaats)
15. Billabong
16. Breurram (in werkplaats)
17. Kreta
18. Diever
19. Oasis
20. 4-wiek
21. Kijito
22. Ferrocementtank
23. Virya
24. Hoge Pompentestbank
25. Houtvergasser
26. Opslagcontainer
27. Opslaghok
28. Bibliotheek
29. Kantoor



## 2. Zonne-energie toepassingen

Zonne-energie is een bron van duurzame energie die in principe in grote overvloed aanwezig is. Jaarlijks wordt op wereldschaal binnen de dampkring een hoeveelheid zonne-energie ingestraald die theoretisch voldoende is om 20.000 keer te voldoen aan het energieverbruik van de gehele wereld. Technieken om deze energie te benutten zijn intussen al aardig gevorderd, maar onder andere wegens hoge investeringskosten, met name voor PV-systemen, en lage rendementen wordt zonne-energie nog maar op kleine schaal toegepast.

Uiteraard is zonne-energie niet constant en continu beschikbaar. Als er geen goede energieopslagsystemen zijn, kan zonne-energie alleen dienen als aanvullende energiebron. Duidelijk is dat zonne-energie een zeer nuttige en interessante energiebron kan vormen, maar dat eerst de nodige sociaal-economische en technische barrières overwonnen moeten worden.

De WOT houdt zich bezig met het bouwen en testen van verschillende apparaten die gebruik maken van zonne-energie. Grofweg bestaat het onderzoeksterrein van de WOT wat betreft zonne-energie uit koken en verwarmen van water met behulp van de zon. Tevens wordt op kleinere schaal aandacht besteed aan zonnedrogen en elektriciteitsopwekking. Hieronder worden enkele algemene principes van koken en verwarmen van water met behulp van zonne-energie uitgelegd. Tevens worden de verschillende zonneapparaten, die te bezichtigen zijn op het WOT-terrein, bij de desbetreffende onderwerpen beschreven. Tot slot kunt u lezen over de overige toepassingen van zonne-energie op het WOT-terrein.



## *2.1 Koken op zonne-energie*

In veel ontwikkelingslanden (bijvoorbeeld in de Sahel) is sprake van massale ontbossing en dientengevolge woestijnvorming. De meerderheid van de bevolking kookt echter op houtvuurtjes. De problemen die hiermee gepaard gaan, zijn al jaren onderwerp van onderzoek. Op allerlei fronten zocht men naar oplossingen. Men introduceerde bijvoorbeeld houtbesparende oventjes en plantte bossen aan. In sommige kringen werd koken met behulp van zonne-energie als een veelbelovend alternatief gezien. Aldus werden verscheidene zonnekokers in elkaar geknutseld.

De introductie ging echter met veel problemen gepaard, omdat men weinig oog had voor culturele en sociale omstandigheden. Het bleek moeilijk de apparaten in te passen in de plaatselijke gebruiken en gewoonten. Veel klachten die gehoord werden, hadden betrekking op de veranderende smaak van het eten en de gedwongen andere tijdstippen van het koken. Ook waren de eerste apparaten soms gevaarlijk voor de mensen (verbranding, verblinding).

Maar de wetenschap staat niet stil. Momenteel zijn er veel geavanceerdere apparaten in gebruik en ontwikkeling. Men verdiept zich ook steeds meer in de sociale en culturele factoren die spelen bij koken op zonne-energie. Het is gebleken dat in vluchtelingenkampen, waar mensen ontheemd zijn en minder vasthouden aan hun gewoontes en een enorme brandhoutschaarste heerst, de kokers op zonne-energie een goede kans van slagen hebben. Zonnekokers worden ook vaak naast traditionele kookwijzen gebruikt. De rijst wordt bijvoorbeeld in een zonnekoker klaar gemaakt, terwijl het vlees op een houtvuur bereid wordt. Natuurlijk is goede voorlichting en educatie bij introductie noodzakelijk. In het verleden werd hier niet altijd voldoende aandacht aan besteed.

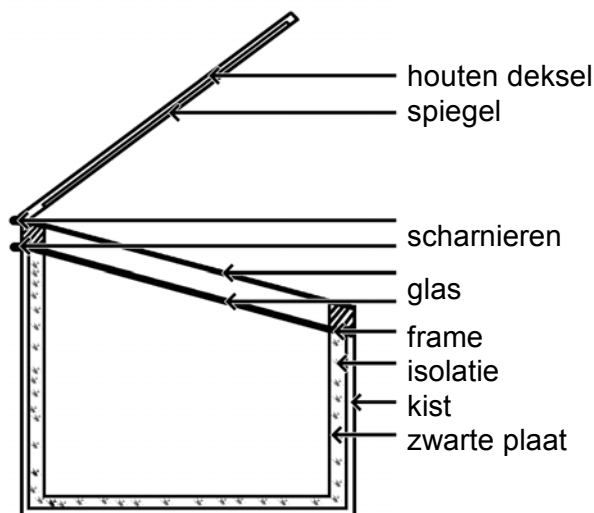
De WOT heeft in het verleden veel geëxperimenteerd met kookdozen. Een aantal prototypen zijn te bezichtigen. Ook heeft de WOT twee parabool-kokers op het WOT-terrein.

### 2.1.1 De kookdoos

De kookdoos is een goed geïsoleerde doos of kist met een venster van dubbel glas. Door het glas valt het zonlicht in de van binnen zwartgeschilderde doos met daarin een pan. Door de zonnearmte wordt de binnenkant van de doos met de pan opgewarmd. Men krijgt een hoge temperatuur (meer dan 100°C), als er spiegels, die meer zonlicht opvangen, langs de rand gezet worden.



Figuur 1  
Kookdoos

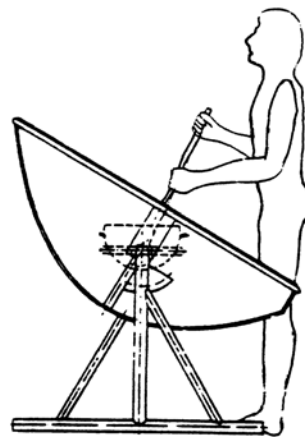


Een belangrijk voordeel van de kookdoos is dat ze eenvoudig te maken is met veelal lokaal verkrijgbare materialen. Ook wordt er geen hout gebruikt tijdens het koken.

Hiertegenover staan de vele nadelen van de kookdoos, waardoor het moeilijk is haar in de diverse samenlevingen te introduceren. Het glas en de spiegels kunnen soms moeilijk verkrijgbaar zijn en zijn relatief duur in vergelijking met de andere materialen waarvan de kookdoos gebouwd is. Koken

met de kookdoos vereist vaak veranderingen in de kook- en leefgewoontes. Zo kan er tijdens het koken niet in de pan geroerd worden. Zonnekokers werken alleen als er veel zon is. Dat betekent dat men juist 's middags, wanneer men in sommige samenlevingen gewend is het rustig aan te doen, in de brandende zon moet koken. Je kunt niet meer 's morgens of 's avonds warm eten en iets bakken is ook niet mogelijk. Bovendien kan een kookdoos een aantal functies van het houtvuur nooit overnemen, zoals het leveren van warmte en gezelligheid en het verjagen van insecten door de rook.

### 2.1.2 De paraboolkoker



Figuur 2  
Paraboolkoker

De paraboolkoker is een zogenaamde reflectorkoker. Reflectorkokers concentreren het zonlicht direct op de pan, zodat dit type koker erg efficiënt is in vergelijking met een kookdoos. Er kan snel een hoge temperatuur bereikt worden.

Op het terrein van de WOT staat de SK-14, een reflectorkoker, ontwikkeld door Dr. Ing. D. Seifert. Hij is verbonden aan de non-profit ontwikkelingsorganisatie EG-Solar in Duitsland. De SK-14 bestaat uit een parabolische spiegel (reflector) die het zonlicht op een matzwarte pan concentreert. De pan absorbeert het zonlicht en brengt de inhoud aan de kook. Twee liter water bijvoorbeeld kookt in 18 minuten. Met de paraboolkoker kan men koken, bakken, braden en zelfs frituren! Behalve voor het bereiden van maaltijden leent de paraboolkoker zich voor het steriliseren of destilleren van water. Bij het ontwerp van de SK-14 is rekening gehouden met de nadelen van eerdere reflectorkokers. Door de brandpuntsafstand klein te kiezen, is er vrijwel geen gevaar meer voor verbranding en verblinding.

De koker zelf is robuust en eenvoudig. Het frame kan uit verschillende materialen gemaakt worden, zodat het ontwerp eenvoudig kan worden aangepast aan lokaal beschikbare materialen en technieken. De reflector bestaat uit speciaal bewerkt, zeer duurzaam (minstens 15 jaar) hoogglans aluminium stroken. Met een SK-14 kan, samen met een hooikist, voor zo'n 15 mensen eten bereid worden. De koker kan vanaf een uur na zonsopgang tot een uur voor zonsopgang worden gebruikt.

De SK-14 is, door het werk van ontwikkelingsgroepen, reeds in zo'n 50 landen verspreid. In een flink aantal landen wordt de SK-14 in lokale werkplaatsen geproduceerd (o.a. Ecuador, Colombia, Peru, Bolivia, Argentinië, Uganda, Congo, Nepal en India).

### 2.1.3 De hooikist

Koken op zonne-energie kan alleen op bepaalde tijdstippen. Om de gebruikers toch de mogelijkheid te geven 's avonds warm te eten en 's middags te koken, kan een zogenaamde hooikist gebruikt worden. Het principe is simpel. Je maakt een kist of mand van hout, riet of ander materiaal. De kist is iets groter dan de pan die in de kist warm gehouden moet worden. In de kist maak je een isolatiebedje van bijvoorbeeld dekens, schapenwol, hooi of ander materiaal dat ter plekke aanwezig is. Na het koken kan het voedsel urenlang in de kist warm gehouden worden. Een bijkomend voordeel is dat eten in de kist kan nagaren. Je kookt bijvoorbeeld rijst met de zonnekoker. Na vijf minuten plaats je de pan met rijst in de hooikist en een half uur later is de rijst gaar. De zonnekoker kan vervolgens weer voor de bereiding van een ander gerecht gebruikt worden.



## 2.2 *Het verwarmen van water*

De straling van de zon kan op twee manieren omgezet worden in meer bruikbare vormen van energie, te weten in warmte en elektriciteit. Elektriciteitsopwekking gebeurt middels foto-voltaïsche systemen (PV-systemen). Hierover kunt u verderop in de rondleiding meer lezen.

De omzetting van de zonnestraling in warmte gebeurt met behulp van een zogenaamde collector. Collectoren zijn grofweg te verdelen in twee typen: concentrerend en niet-concentrerend. In het eerste geval wordt zonlicht op een klein oppervlak geconcentreerd, zodat er hoge temperaturen bereikt kunnen worden waarmee, stoom opgewekt kan worden. De tweede soort collector is eenvoudiger van constructie en haalt dergelijke hoge temperaturen niet. Hiervan hebben we een aantal voorbeelden op het WOT-terrein staan. Ze worden toegepast voor de verwarming van water.

Het algemene principe van het systeem is simpel. Water wordt in de collector verwarmd en daarna eventueel opgeslagen voor later gebruik. Een zonne-warmwatersysteem bestaat uit een zonnecollector en een opslagtank die met buizen of slangen verbonden zijn. Door de opslagtank ten minste 40 centimeter hoger dan de top van de collector te plaatsen, kan gebruik gemaakt worden van de natuurlijke circulatie van het water. Het onderstaande figuurtje visualiseert dit principe.

Figuur 3  
*Werking  
warmwatersysteem*

Zonnestraling (Z) verhit de collector (1) en het zich daarin bevindende water. Het warme water begint naar boven te stromen door een pijp (3), naar de opslagtank (2), omdat warm water altijd naar het hoogste punt stroomt. Het warme water wordt vervangen door koud water onder uit de tank (4). Op deze wijze komt een circulatie op gang die ervoor zorgt dat al het water verwarmd wordt. Deze circulatie heet “natuurlijke circulatie”, omdat er slechts zonnestraling voor nodig is om haar op gang te helpen. “Geforceerde circulatie” ontstaat wanneer een aandrijving van buitenaf gebruikt wordt (een pomp) om de watercirculatie op gang te brengen en te houden. Dit komt voor bij systemen die een opslagtank hebben dat lager geplaatst is dan de collector. De zonnedouche op het WOT-terrein is hiervan een voorbeeld.

Afhankelijk van de omgevingstemperatuur en de isolatie van het systeem kunnen op deze manier temperaturen tussen de 40°C en 70°C bereikt worden. Hieronder volgen beschrijvingen van diverse soorten collectoren en hun toepassingen op het WOT-terrein.

Op het WOT-terrein staan verschillende soorten zonne-collectoren. De collectoren van de WOT bestaan uit een houten bekisting met daarin stalen pijpen waardoor het water stroomt. De collectoren zijn zwart geverfd. De bovenkant van de bekisting bestaat uit enkel of dubbel glas. Het geheel is goed geïsoleerd. Alvorens ingegaan wordt op de soorten collectoren eerst een beschrijving van de belangrijkste aspecten die bij collectoren spelen.

### *1. absorptie*

Een collector moet de invallende straling goed absorberen en zo weinig mogelijk energie in de vorm van warmte uitstralen. Zwart is een voor de hand liggende keuze omdat zwart een groot deel van het spectrum absorbeert. Zwarte schoolbordenverf wordt in zelf gemaakte collectoren dan ook vaak toegepast.

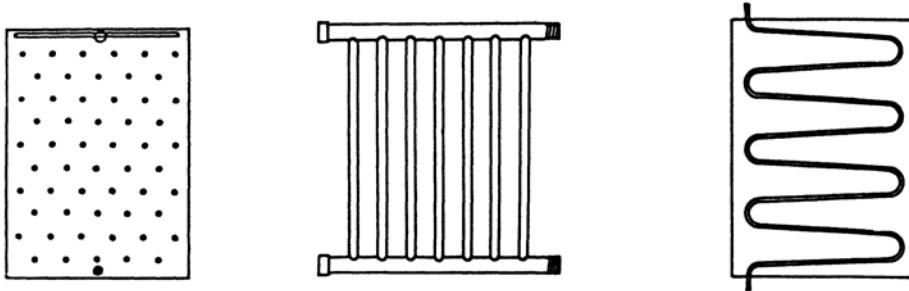
### *2. reflectie*

Reflectie speelt op twee manieren een rol. De absorberende laag reflecteert, maar ook de afdekkende glasplaat reflecteert. Vanzelfsprekend moet de absorberende laag zo min mogelijk reflecteren. De glasplaat dient het infrarood licht te reflecteren dat de absorberende laag uitstraalt. Op deze wijze wordt in de collector een broeikas effect gecreëerd.

### *3. isolatie en de omgeving*

Het warmtelek naar de omgeving van de collector moet zo klein mogelijk gehouden worden. Dit betekent: een goede bekisting, goed isolatiemateriaal en dubbel glas.

Er zijn verschillende manieren waarop de collectoren gemaakt kunnen worden. Ten eerste is er de vlakke plaat collector. Deze bestaat uit twee staalplaten die met een kleine ruimte ertussen aan elkaar verbonden zijn, zodat het water tussen de platen door kan stromen. Deze methode is in theorie het meest efficiënt, maar in de praktijk blijkt dat het waterdicht maken van de platen veel inspanning vereist en na verloop van tijd gaat lekken. Een collector, bestaande uit meerdere parallelle pijpen die op een zwarte plaat gemonteerd zijn, wordt de pijpcollector genoemd. Een gecombineerd type met de naam zigzag- collector bestaat uit een metalen plaat waarop de gegalvaniseerde pijp zigzag is aangebracht. Het aanbrengen van de buis op de metalen plaat kan op verschillende manieren. Ten eerste kan de buis gesoldeerd worden aan de metalen plaat. Als er geen soldeermogelijkheden zijn kan de metalen plaat in repen gesneden worden en om en om door de buis gevlochten worden. De gevlochten versie is minder efficiënt dan de gesoldeerde. Als derde mogelijkheid kan de buis door middel van gebogen metalen plaatjes vastgemaakt worden.



Figuur 4  
*Vlakke plaat,  
pijp- en zig-zag  
collector*



### 2.2.1 De zonedouche



Eén keer per jaar wordt door de WOT een Technische Week (T-Week) voor ontwikkelingswerkers georganiseerd. De cursisten slapen op het terrein. Om de deelnemers van douchevoorzieningen te kunnen voorzien, is in 1994 een zonedouche gebouwd.

De douche heeft drie zigzagcollectoren. Bij de linker collector is de buis door middel van vlechten aan de metalen plaat vastgemaakt, bij de middelste is de buis gesoldeerd en bij de rechter is gebruik gemaakt van metalen plaatjes.

Verder heeft de douche een groot opslagvat in de kelder. Een natuurlijk circulatiesysteem van het water is niet mogelijk, omdat het vat lager staat dan de collectoren. De zogenaamde geforceerde circulatie wordt mogelijk gemaakt door een pompje dat elektrisch wordt aangedreven.

De zonedouche bevalt goed. Wanneer de zon een aantal dagen geschenen heeft kunnen zeker dertig mensen per dag douchen. Als het water eenmaal warm is geworden, en dan spreken we over temperaturen van 50-60°C, en de zon schijnt niet meer, dan is het toch mogelijk om nog dagen lang met warm water te douchen. Het opslagvat is namelijk goed geïsoleerd.



### 2.2.2 Het Deuss-systeem



Sinds 1981 is Stichting BACIBO actief betrokken bij de installatie van warmwatersystemen op basis van zonnestraling. Op het terrein van de WOT staat een voorbeeld van zo'n systeem. De warmwatersystemen worden gebouwd ten behoeve van afgelegen ziekenhuizen, klinieken, revalidatie- en opleidingscentra in ontwikkelingslanden. Ze fungeren ter vervanging van bestaande houtgestookte warmwatervoorzieningen. Voor de eenvoudige, maar degelijke constructie wordt gebruik gemaakt van plaatselijk verkrijgbare materialen. Lokale vakmensen worden getraind in het fabriceren van zonnecollectoren en het bouwen en onderhouden van de systemen. Onder begeleiding van BACIBO zijn vanaf 1981 tot heden op minstens 25 verschillende locaties in diverse ontwikkelingslanden 60 (model) warmwater-systemen gebouwd.

De onderstaande tekening geeft het zogenaamde Deuss-systeem schematisch weer. Koud water stroomt via een pijp (1) beneden in het opslagvat (2). Vervolgens stroomt het water naar de onderkant van de zonnecollector (3). Het water warmt op en gaat middels natuurlijke circulatie terug naar het opslagvat. (4). Het warme water kan afgetapt worden middels een kraan (5).

Om te voorkomen dat het opslagvat onder druk komt te staan is een ventilatieopening (6) aanwezig. Het Deuss-systeem maakt gebruik van zigzag collectoren.

Figuur 5  
*Deuss-systeem*

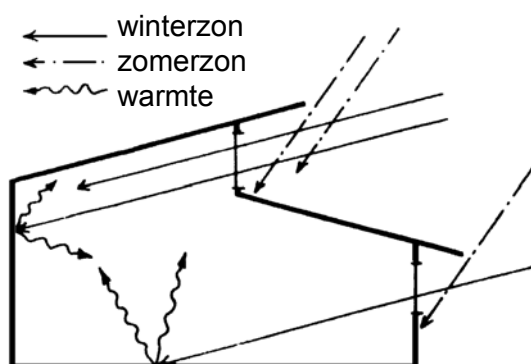
## 2.3 Overige toepassingen van zonne-energie

### 2.3.1 De Kiwanda



“Kiwanda” is Swahili voor werkplaats. Hier wordt door WOT-leden onderhoud aan de demonstratieobjecten gepleegd en worden nieuwe technieken uitgetoetst. Het gebouw is ontworpen volgens de principes van de passieve zonne-energie. Dit betekent dat het gebouw in de winter warm en in de zomer koel blijft door de manier waarop het gebouw reageert op de zon en de omgevingstemperatuur. Dit gebeurt op de volgende manier (zie tekening).

Figuur 6  
Werkplaats



1. De zonnewarmte wordt door het vele dubbele glas op het zuiden en bijna niets in de andere gevels, in het gebouw toegelaten.
2. De zonnewarmte valt op de betonvloer en de watermuur en wordt in deze watermuur en betonvloer opgeslagen. De watermuur wordt gevormd door opgestapelde oliedrums die gevuld zijn met water.
3. Een zeer goede isolatie van het gebouw (20 cm dik) houdt de warmte binnen.
4. Dakoverstekingen houden in de zomer de zon buiten. De lage winterzon valt juist onder de overstekingen door.

Passieve zonne-energie wordt ook gebruikt voor ziekenhuizen in hooggelegen gebieden in ontwikkelingslanden. Overdag is er veel zon, maar 's nachts daalt de

temperatuur sterk. Door passieve zonne-energie toe te passen hoeft geen schaars hout gestookt te worden.

### 2.3.2 PV-cellen voor elektriciteitsopwekking.



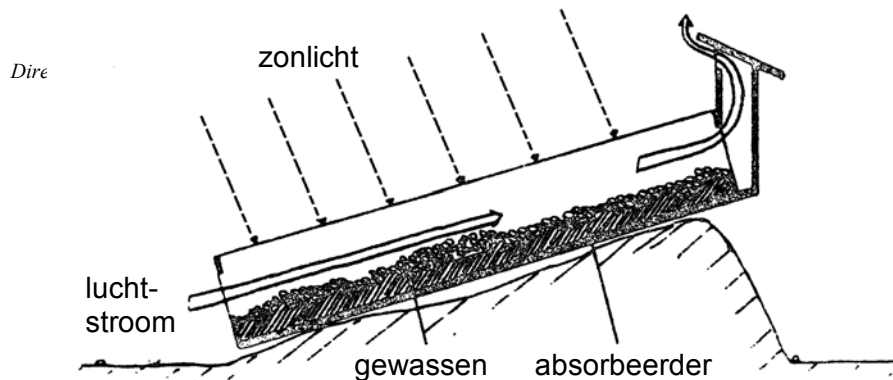
Elektriciteit opwekken met behulp van zonnestraling gebeurt in zogenaamde foto-voltaïsche cellen (PV-cellen). Het werkingsprincipe van een PV-cel is vrij ingewikkeld en vooral het productieproces is hoog technologisch. De cellen kunnen dan ook niet door de WOT gemaakt worden. Het is ook niet interessant om dit in ontwikkelingslanden te doen, omdat het een duur procédé is en de factor arbeid (die immers in ontwikkelingslanden goedkoop is) laag, maar 10 tot 20%. De rest is investering in apparatuur, energie en materiaal. De afzonderlijke cellen (10 x 10 cm) kunnen eventueel wel tot complete panelen (50 x 100 cm) verwerkt worden in ontwikkelingslanden. Ook kan de benodigde randapparatuur zoals regeling, bedrading en het frame in de ontwikkelingslanden gemaakt worden.

De WOT heeft een klein PV-systeem aan de zonnedouche gehangen. De verlichting in de douche wordt met dit paneel verzorgd. De WOT doet geen onderzoek naar PV-systemen, echter met behulp van handboeken en onderzoek van derden betreft de WOT PV-systemen wel bij haar adviesverlening.

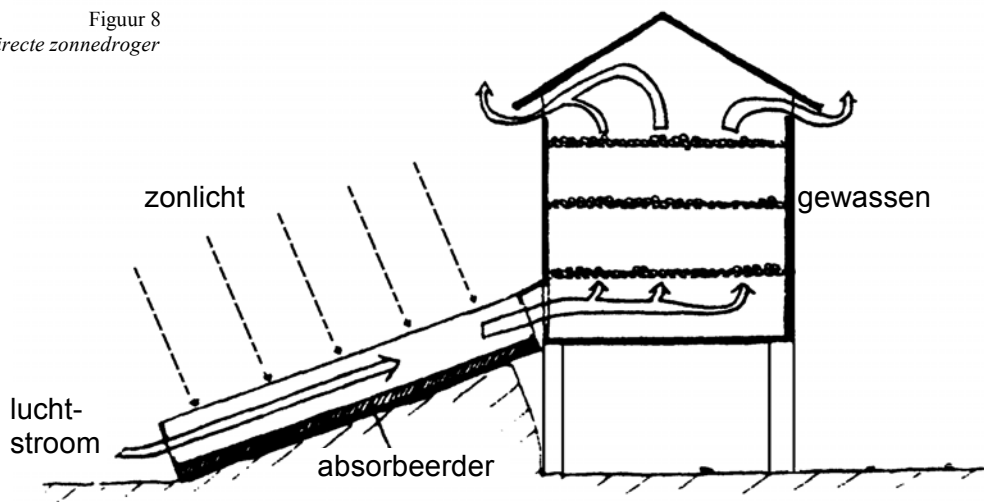
### 2.3.3 De zonedroger

In tegenstelling tot water verwarmen en elektriciteit opwekken, is het drogen van gewassen een direct gebruik van zonne-energie. Het gebruik van zonne-energie om gewassen te drogen is niet nieuw in de tropen. Veel eetbare producten, maar ook handelsgewassen zoals cacao en koffiebonen, worden reeds decennia lang op droogrekken in de zon geplaatst. De zon verwarmt de producten en de lucht eromheen zodat het water eruit kan verdampen.

Behalve het drogen op droogrekken kunnen ook speciale installaties gebouwd worden, de zogenaamde zonedrogers. Zonedrogers kunnen rechtstreeks werken of indirect. Deze beide principes worden uitgelegd aan de hand van de volgende figuren. Van de indirecte droger heeft de WOT een prototype op het terrein staan.



Figuur 8  
Indirecte zonedroger



Directe zonedrogers zijn goedkoop te fabriceren en eenvoudig te bedienen, maar bieden nauwelijks controle over de temperatuur. Het te drogen product is moeilijk te beschermen tegen invloeden van buitenaf. Bovendien veranderen veel verse groenten en fruit van kleur als ze te lang blootgesteld worden aan zonlicht. Dit heeft nadelige gevolgen, omdat ten eerste veel vitamines verloren gaan en ten tweede de marktprijs van zo een slecht uitziend product omlaag gaat, indien deze voor commerciële doeleinden wordt gedroogd. Bij indirect drogen is een betere controle over de temperatuur mogelijk. Daarnaast wordt het product niet blootgesteld aan ultraviolette straling, waardoor het ook niet verkleurt door de zon. Indirecte drogers zijn echter duurder om te fabriceren en moeilijk te bedienen.



### 3. Handpompen

Eén van de eerste levensbehoeften van mensen in ontwikkelingslanden is een veilige en goede watervoorziening. Waterbronnen worden gemakkelijk geïnfecteerd met ziekten wanneer deze in direct contact staan met de buitenlucht. Oplossingen zijn bijvoorbeeld een afgesloten put en/of het gebruik van grondwater. Het water kan dan bijvoorbeeld met een handpomp worden opgepompt. Handpompen worden veel toegepast in ontwikkelingslanden, omdat ze eenvoudig te maken zijn en weinig kosten. Hieronder ziet u een tekening van een handpomp die gebruik maakt van een zuigerpomp. Over de zuigerpomp wordt later meer verteld.

Figuur 5  
Handpomp



Een handtouw pomp maakt geen gebruik van een zuigerpomp, maar zuigt met kleine zuigertjes aan een touw water uit de put. Over de touw pomp wordt in dit hoofdstuk meer verteld.

In het verleden is gebleken dat er nogal wat haken en ogen kleven aan het gebruik van handpompen. Vaak worden ze slecht onderhouden, zodat ze binnen de kortste keren in onbruik geraken. Soms worden ze slecht gebouwd of worden er verkeerde technieken gebruikt. Handpompen staan op verkeerde plekken, waar weinig water is of het water veel te diep zit. Ook worden lokale gemeenschappen soms weinig of niet betrokken bij de voorbereidingen en implementaties van handpompprojecten.

Er staan drie werkende handpompen met zuigerpomp op het WOT-terrein om te bezichtigen. Ook staan er enkele touwpompen.

De meest toegepaste type pomp is de enkelwerkende zuigerpomp. Deze pomp bestaat uit een zuiger, een cilinder en twee kleppen, namelijk de zuiger- en de voetklep. In A staat de zuiger in de bovenste stand en gaat omlaag. De zuigerklep gaat open en de voetklep wordt dichtgedrukt. In B gaat de zuiger omlaag waarbij het water door de zuiger stroomt. In C gaat de zuiger van de onderste stand omhoog. De zuigerklep wordt dichtgedrukt en de voetklep gaat open. In D drukt de zuiger het water omhoog en wordt “nieuw” water aangezogen via de geopende voetklep. Hierna begint de cyclus opnieuw.

Naast enkelwerkende bestaan er ook dubbelwerkende zuigerpompen. Deze pompen het water bij op- én neergaande bewegingen omhoog. Zij hebben een veel ingewikkelder kleppensysteem dan een enkelwerkende zuigerpomp. Dubbelwerkende zuigerpompen worden veel minder toegepast.



### 3.1 De houten handpomp

De houten handpomp is voor een deel van hout gemaakt. Hout is een goedkoop en eenvoudig constructiemateriaal. Het heeft echter als nadeel dat het gevoelig is voor insecten (termieten!) en dat het verrot als het vochtig blijft.

Van de eenvoudige houten handpomp op het WOT-terrein bestaat het bovengrondse gedeelte uit hout. De eigenlijke pomp en de opvoerbuis voor het water zijn van staal en PVC (kunststof).

De zuiger die in de pomp wordt gebruikt is overigens van hout gemaakt, waarbij leer is gebruikt voor de kleppen en de afdichting.



### 3.2 De stalen handpomp, Tanzania model



De stalen handpomp lijkt veel op de houten pomp en de werking is hetzelfde. In deze pomp wordt nog wel hout gebruikt als lagermateriaal in de draaipunten van de zwengel. De levensduur van deze lagers blijkt redelijk te zijn. Ze kunnen bovendien bij slijtage eenvoudig en goedkoop weer op maat gemaakt worden.

### 3.3 De boerderijpomp

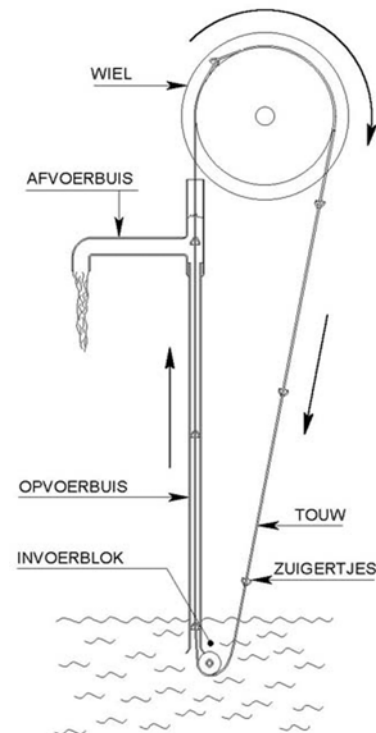


De boerderijpomp dankt zijn naam aan het feit dat dit type pomp vroeger veel gebruikt werd bij boerderijen. Het kenmerkende verschil met de normale handpomp is dat de zuiger vlak onder de hendel, dus boven de grond zit. Hierdoor is wel een emmertje water nodig om de pomp op te starten, omdat de zuiger niet geheel waterdicht is.

### 3.4 De touwpomp

De touwpomp is geen nieuwe uitvinding. Het principe bestaat al duizenden jaren. De laatste jaren is er steeds meer interesse in de techniek, omdat zij simpel en goedkoop is en een enorme verbetering in de levenssituatie van mensen in ontwikkelingslanden kan betekenen.

De werking van de touwpomp is eenvoudig: van een plastic buis zit één uiteinde in een waterput en het andere op maaiveldniveau. Door deze buis loopt een touw met zuigertjes die precies in de pijp passen. Het touw loopt over een wiel dat met een hengel aan het draaien kan worden gebracht. Als het touw door de pijp loopt, zuigen de zuigertjes het water naar boven. Dat komt via een afvoerbuis naar buiten.



Met een touwpomp kan met weinig moeite veel water worden opgepompt. Een volwassene kan, als het water 12 meter diep zit, per minuut zo'n 25 liter water naar boven halen. Bij een minder diepe put is de capaciteit al snel ca. 60 liter per minuut. De maximale diepte van de put bedraagt zo'n 70 meter. Met een prijs tussen de 50 en 100 euro is een touwpomp vier tot twaalf maal goedkoper dan een vergelijkbare handpomp met zuigerpomp en is daarmee juist voor arme groepen aantrekkelijk.



De touwpomp blijkt in praktijk niet alleen goedkoop, maar ook betrouwbaar te zijn. Aangezien de techniek eenvoudig is, kunnen de gebruikers hun touwpomp zelf onderhouden en repareren, wat op grote schaal inderdaad gebeurt. Voor de reparatie kan men lokaal verkrijgbare materialen gebruiken, onder andere touw, plastic pijp en rubber voor de zuigertjes.

Een bijkomend voordeel van de touwpomp ligt op het gebied van de hygiëne. In ontwikkelingslanden gebruiken veel mensen een emmer aan een touw voor het putten van drinkwater. Zo'n open put, waar insecten vrij toegang hebben, is vaak een bron van worminfecties en diarree. Wordt de put afgesloten door een betonnen deksel met een touwpomp erop, dan loopt het risico van besmetting aanzienlijk terug.



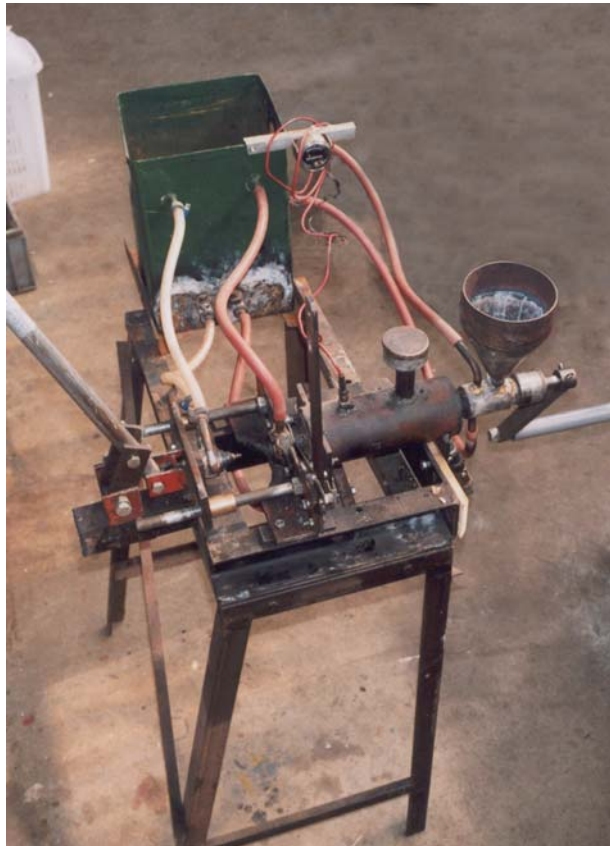
### 3.5 De spuitgietmachine

De laatste jaren is de touwpomp op diverse plaatsen in ontwikkelingslanden geïntroduceerd. Het succes van Nicaragua, waar inmiddels meer dan 40.000 handtouwpompen staan, wordt in steeds bredere kringen bekend. Natuurlijk is de touwpomp nog niet uitontwikkeld. Er worden nieuwe variaties bedacht zoals aandrijving via een windmolen. Ook de zuigertjes zijn nog niet perfect. Er is namelijk sprake van een snelle slijtage.

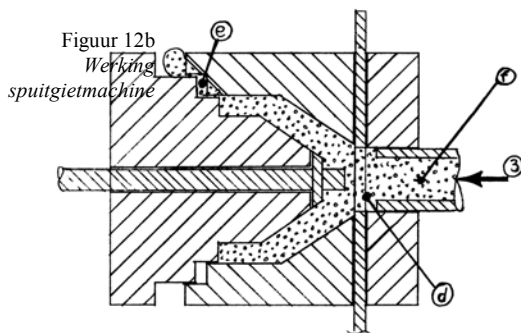
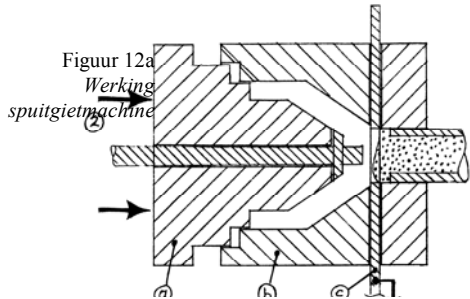
Kunststof zuigertjes zijn een goed alternatief voor rubber zuigertjes. De WOT heeft een spuitgietmachine ontworpen om efficiënt kunststof zuigertjes te fabriceren. Met deze spuitgietmachine kunnen van afvalplastic zuigertjes gemaakt worden.

Deze spuitgietmethode heeft als voordeel dat voor de productie van de zuigertjes geen elektriciteit gebruikt hoeft te worden, de opwarming geschiedt middels gas of een andere brandstof. Bovendien stroomt het water langs de mallen door de natuurlijke circulatie van het water. Als er geen geschikt afvalplastic beschikbaar is, kunnen er natuurlijk polyethyleen-korrels gebruikt worden.

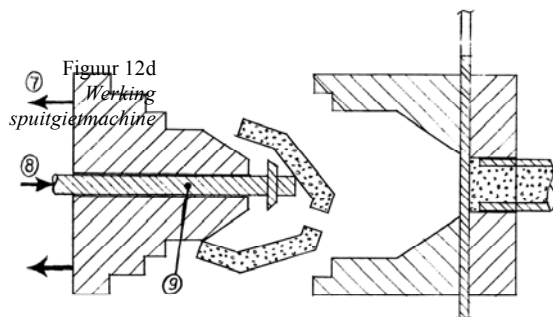
De mallen van de spuitgietmachine kunnen eventueel vervangen worden, zodat er andere producten vervaardigd kunnen worden.



De spuitgietmachine werkt als volgt (zie figuur 12a t/m d). Een extruder is in een bak met frituurvet geplaatst. Het frituurvet wordt middels een gas-vlammetje verwarmd tot een temperatuur van ongeveer 130°C. De extruder wordt gevuld met HD-polyethyleenkorrels. De korrels smelten indirect tot een taai-vloeibare massa via het warm geworden frituurvet. Het spuitgieten kan beginnen!



Figuur 12c  
Werking  
spuitgietmachine



1. De afsluiter (c) wordt geopend.

2. De twee mallen, een mannetje (a) en vrouwtje (b), worden bijna geheel gesloten.

3. De mallen worden gevuld via de vulopening (d) met de taai-vloeibare massa (f), totdat de massa via het ontluchtingsgaatje (e) naar buiten komt.

4. Men doet de afsluiter dicht.

5. Het geheel wordt nagedrukt door de mallen geheel te sluiten.

6. Water dat langs de mallen circuleert, houdt de mallen op een temperatuur van ongeveer 60°C. De massa stolt.

7. De mallen worden geopend.

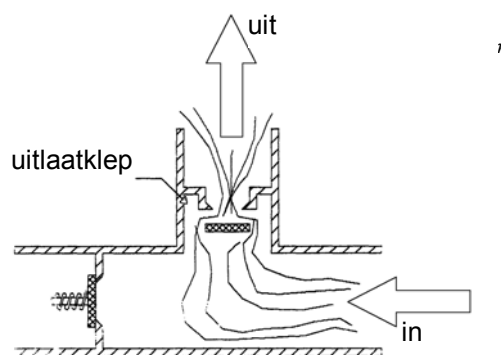
8. De uitstoter (g) stoot het product uit de mallen. De cyclus is geëindigd en het volgende zuigertje kan gemaakt worden.

## 4. Waterrammen

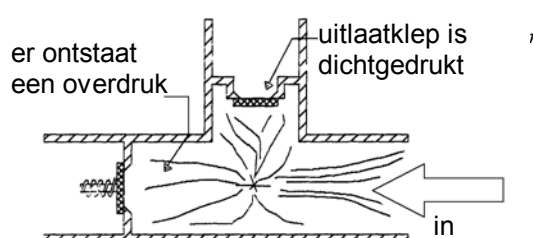
De waterram is een soort pomp, die waterkracht gebruikt om te kunnen pompen. Een ram kan bijvoorbeeld in een rivier met een klein waterval gebruikt worden om water naar grotere hoogtes te pompen voor bijvoorbeeld huishoudelijk gebruik en irrigatie.

Het basisprincipe van de waterram is eenvoudig. In de figuren is het hart van de waterram schematisch weergegeven. Rechts is steeds de ingang van de waterram. Hierdoor stroomt continu water naar binnen. Dit wordt aangeleverd door een plastic drukpijp, die van minimaal 1 meter hoog komt. Het hiervoor benodigde verval kan gecreëerd worden door een dammetje in een rivier aan te leggen, of een (klein) aftakkingskanaaltje te graven langs de oever.

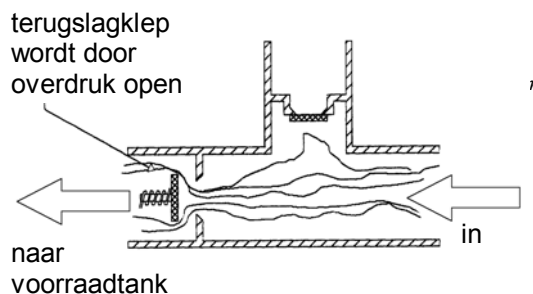
In eerste instantie stroomt het water in de waterram de bocht om, naar boven. (zie figuur 13a) Hier komt het weer vrij in de buitenlucht terecht en stroomt terug in de rivier. Het water begint echter steeds meer snelheid te maken, tot op een gegeven moment het water de uitlaatklep meesleurt. Hierdoor sluit het water zijn eigen uitgang af.



Toch komt er door de aanvoerpijp nog water aangestroomd. Dit geeft een overdruk in de waterram. (zie figuur 13b) Als je thuis de kraan snel dichtdraait, is ook 'opeens' de uitgang dicht. Je hoort een 'toink' in de waterleiding. Dit heet wel de 'waterhamer'. Hieraan dankt de waterram zijn naam.



In de waterram wordt deze waterhamer nuttig gebruikt: met de overdruk wordt de terugslagklep links geopend. (zie figuur 13c) Dit leidt naar de opvoerbuis. Na verloop van korte tijd verdwijnt de overdruk. Hierdoor sluit de terugslagklep zich weer. Nu staat het water vrijwel stil. Door de zwaartekracht valt de uit-



laatklep boven in de waterram weer naar beneden. Dit brengt ons bij het begin van de cyclus. Het hele proces gebeurt zo'n 2-3 keer per seconde. Uiteindelijk wordt telkens een klein beetje water naar de opvoerleiding geperst, en dus als het ware opgepompt.

Een belangrijk voordeel van een waterram is dat hij uit zichzelf volledig automatisch werkt, zolang er maar water wordt toegevoerd. In de praktijk zijn er veel toepassingen bekend, waarin rammen jarenlang zonder storingen non-stop hebben gewerkt. De waterram ondervindt hierbij nauwelijks slijtage, en is gratis in gebruik.

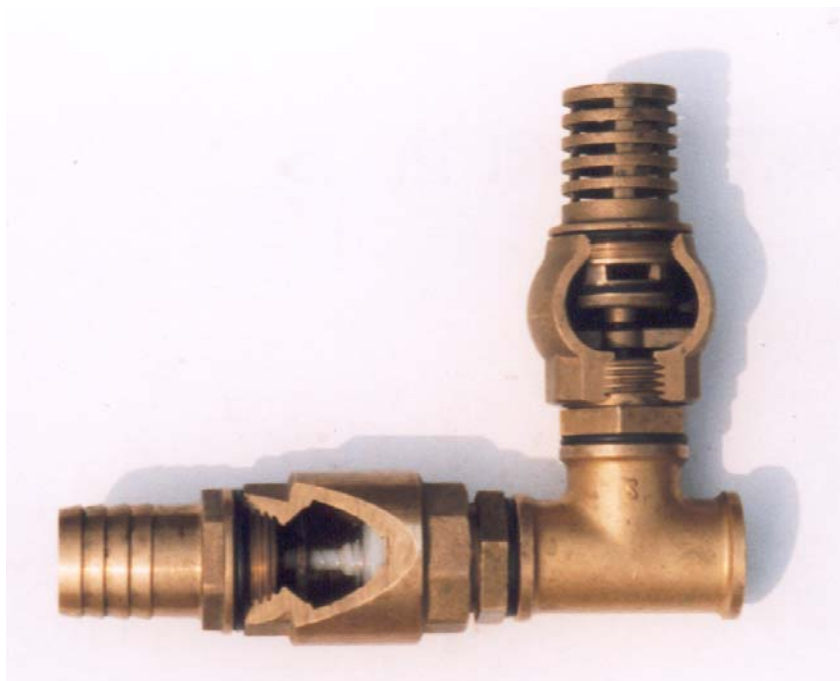
### *4.1 De Billabong*

De WOT heeft op het terrein twee verschillende waterrammen geïnstalleerd. De oudste waterram op het terrein is hard op weg een 'collectors-item' te worden, omdat de fabrikant deze "Billabong" uit Australië niet meer produceert. Het is een gegoten exemplaar, dat bedoeld is voor de zwaardere toepassingen. De kosten van vergelijkbare kant-en-klaar gefabriceerde water-rammen variëren van 500 tot 1500 euro. Bij de WOT zijn testen met het apparaat uitgevoerd. Als er in twintig minuten tijd 1000 liter water van 2,25 meter hoog wordt aangevoerd, kan hiervan ruim 60 liter water naar 12 meter hoog gepompt worden. Om dit te testen is een gegalvaniseerde drukleiding van de ferrocementtank naar de Billabong aangelegd. Vanaf de Billabong kan het water tot 12 meter omhoog gepompt worden naar het topje van de pompentestbank. Het water dat niet omhoog gepompt wordt, stroomt in het reservoir onder de pompentestbank.



## 4.2 De Breurram

Gegoten waterrammen, zoals de Billabong, zijn vrij duur en zijn vaak alleen aantrekkelijk voor grote toepassingen. Bovendien is er nogal wat kennis voor nodig om het apparaat te installeren en eventueel te repareren. Om de waterram aantrekkelijker te maken en omdat het werkingsprincipe van een waterram vrij eenvoudig is, hebben enkele organisaties met succes zelfbouw-rammen ontwikkeld. In 1996 heeft de WOT ook haar eigen waterram ontworpen: de Breurram. Het unieke aan deze ram is, dat hij speciaal ontwikkeld is voor de zeer kleinschalige toepassingen. De waterram is met zeer goedkope en gemakkelijk verkrijgbare onderdelen zelf te installeren. De kosten voor de onderdelen van de ram bedragen in Nederland rond de 50 euro. De waterram heeft een opmerkelijk hoge efficiëntie. Ter vergelijking met de Billabong: als er 600 liter water van een aanvoerhoogte van 1 meter wordt aangevoerd, kan diezelfde 60 liter water als bij de Billabong op 7 meter hoogte gebracht worden. Dit duurt vanwege de kleinschaligheid van de ram echter wel veel langer, namelijk ongeveer 130 minuten. Maar zoals gezegd, de waterram kan 24 uur per dag onafgebroken draaien, zonder kosten, slijtage of toezicht. Het is dus zaak om een soort verzameltank op te stellen, waar het water naar toe gepompt wordt.





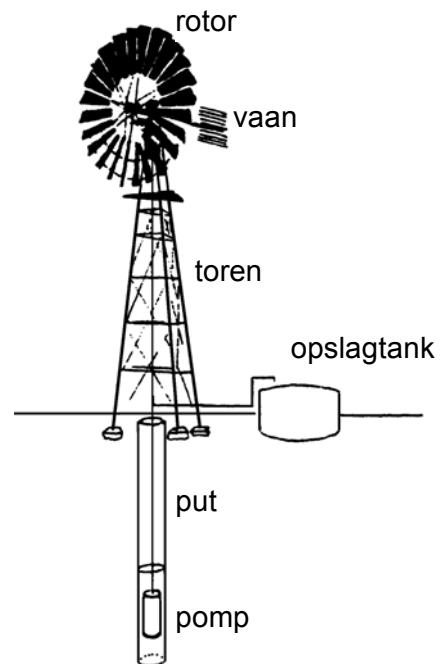
## 5. Windmolens

Windenergie kan aangewend worden voor veel verschillende doeleinden. Ruwweg zijn er twee belangrijke toepassingsvormen: het opwekken van elektriciteit en het oppompen van water. Op het terrein van de WOT zijn verschillende voorbeelden te zien van waterpompende windmolens. Er is ook één elektriciteit genererende molen. In het volgende gedeelte van de rondleiding over het WOT-terrein komen eerst de waterpompende windmolens aan bod, voorafgegaan door enkele algemene principes. Vervolgens wordt ingegaan op elektriciteit genererende molens.

## 5.1 Waterpompende windmolens

Een windmolen bestaat uit een toren met een kop erop. Aan de kop zijn een rotor, een windrichter en een beveiligingssysteem bevestigd. De rotor (het wiekstel) vangt de wind, zodat de energie van de wind wordt omgezet in mechanische energie. Bij kleine molens dient een hoofdvaan om de rotor op de wind te richten. Hierdoor kan hij bij verschillende windrichtingen functioneren. Het beveiligingssysteem bestaat uit een zijvaan die de rotor bij storm uit de wind draait.

Een waterpompende windmolen maakt meestal gebruik van een zuigerpomp. (De werking van deze pomp is globaal uitgelegd in het hoofdstuk over de handpomp). Een krukas zet de draaiende beweging van de rotor om in een op- en neergaande beweging voor de zuigerpomp. Een molen met deze pomp kan herkend worden aan het grote aantal wieken.(8 tot 24) Dit grote aantal wieken is noodzakelijk, omdat bij het op gang komen veel kracht nodig is. De hoek van de wieken ten opzichte van de wind is zodanig dat er veel koppel (kracht) en weinig toeren wordt geleverd. Deze rotor draait langzaam vergeleken met andere typen en men spreekt daarom van een lage snellopendheid. Soms wordt een vertragingsmechanisme gebruikt (een soort versnellingsbak) om het geleverde koppel verder te vergroten.



Een waterpompende windmolen wordt vaak boven op een put geplaatst of vlakbij een rivier. Naast de molen kan een opslagtank worden geplaatst, waarin water opgeslagen wordt dat als buffervoorraad dient voor wanneer de molen niet draait. De ferrocementtank op het WOT-terrein is hiervan een voorbeeld. Hierover kunt u verderop meer lezen. Het water uit het voorraadvat kan gebruikt worden voor huishoudelijk gebruik, drinkwater voor vee of irrigatie. Ook kan het water gebruikt worden voor het kweken van vis. Voor drinkwater moet het voorraadvat afgesloten worden om besmetting van het water met ziekten te voorkomen.

## Eerste en tweede generatie windmolens

Rond 1900 waren er veel molenfabrikanten. Slechts enkele bestaan nu nog. Hun producten zijn degelijk, want de ontwerpen zijn door schade en schande tot stand gekomen. Bovendien is er veel materiaal gebruikt; een aantal onderdelen zijn van gietijzer (zwaar). Veel ijzer maakt de molens duur in materiaalkosten, installatie en transport. Deze zogenaamde ‘eerste generatie’ molens worden nog steeds verkocht vanwege hun betrouwbaarheid.

De prijs van een molen kan omlaag door minder materiaal te gebruiken. In de jaren ‘70 is een tweede generatie molens ontworpen. Hierbij zijn gietstukken vervangen door gelaste constructies van standaardmaterialen. Deze standaardmaterialen, zoals hoekprofiel en plaat, zijn goedkoop en van goede kwaliteit. Begin deze eeuw werden platen en profielen speciaal gegoten voor de toepassing; er was nog geen standaardisatie. De “Oasis” op het WOT-terrein is een voorbeeld van een tweede generatie windmolen.

### 5.1.1 De Diever

De Diever die momenteel op het terrein staat, is inmiddels een derde versie van een eigen windmolenontwerp. De oorspronkelijke gedachte achter de molen was ervaring opdoen in het ontwerpen, bouwen, testen en verbeteren van windmolens.



De Diever is een zogenaamde 18 PU 450. Dit betekent dat de molen 18 wieken heeft en een rotordiameter van 4,5 meter. PU staat voor Pump Unit. Zo weet iedereen over de hele wereld om wat voor soort molen het gaat. De molen bestaat vrijwel geheel uit staal; alleen de rotoras heeft houten lagers. Het maximale vermogen is ongeveer één kiloWatt. Bij een lage windsnelheid kan de Diever zo’n twee en een halve liter water per seconde pompen, per minuut is dit ongeveer 150 liter. De naam van de molen is afkomstig van Appie Diever, die tientallen jaren intensief bij de WOT betrokken is geweest.

### 5.1.2 De "Kreta"

Figuur 15  
Kreta

De WOT streeft naar ontwerpen die in een eenvoudige werkplaats gemaakt kunnen worden. Dit houdt in dat er uitsluitend standaardmaterialen worden gebruikt. Er zijn geen precieze bewerkingen aanwezig in het ontwerp. Voor de bouw zijn geen dure machines nodig. Met dit in het achterhoofd is de "Kreta" ontworpen.

De Kreta-molen is gebouwd in 1976 en is sinds die tijd zeer betrouwbaar gebleken. Het is één van de apartste en mooiste molens op het WOT-terrein, omdat hij vrijwel volledig uit hout gebouwd is. De rotor is van het type dat ook op Kreta (een eiland in de Middellandse Zee) gebruikt wordt, en heeft een diameter van zes meter. De molen heeft geen rem om bij een naderende storm de wieken stil te kunnen zetten. De zeiltjes zullen opgerold moeten worden. De rotor drijft een zuigerpomp aan. Hiermee is de molen in staat om water op te pompen van maximaal 15 meter diepte. Bij een windsnelheid van 4 meter per seconde (windkracht 3) levert de molen 15 liter water per minuut bij een opvoerhoogte van 10 meter. Bij lagere opvoerhoogtes levert de molen meer water. Voor het bouwen van de molen is houtbewerkingsgereedschap nodig.



### 5.1.3 De Oasis

Deze kleine windmolen is een Frans product. De molen wordt in Noord-Afrika (Algerije) gebruikt. De WOT heeft deze molen gekregen van de voormalige windmolengroep "CWD". De CWD heeft deze molen vergeleken met hun eigen molens en hem daarna aan ons afgestaan. Het is interessant om te zien hoe er in de industrie geconstrueerd wordt. Deze molens kunnen echter niet in eenvoudige werkplaatsen vervaardigd worden en voor de doelgroep van de WOT zijn ze in aanschaf veel te duur. De molen heeft een beveiliging met een zijvaan. De pomp is klein, waardoor de molen bijna altijd draait. De opbrengst is dientengevolge laag.



### 5.1.4 De 4-wiek



Tijdens de ontwikkeling van de Ghazipur-molen in India bleek behoefte te zijn aan een kleinere en goedkopere molen. Uit restanten materiaal is toen de 4-wiek gebouwd. Deze molen is goedkoop en kan water oppompen van kleine dieptes (enkele meters). Hij is eenvoudig te vervoeren en geschikt voor het verpompen van irrigatiewater uit een kanaal. Bij weinig wind doet de molen niets, omdat hij slechts vier wieken heeft.

### 5.1.5 De Kijito

In 1975 startte de Intermediate Technology Development Group uit Engeland een windmolenproject in Kenia. De bedoeling was een commerciële, moderne en betrouwbare waterpompende windmolen te ontwikkelen. De Kijito was het uiteindelijke resultaat. De voormalige windmolengroep “CWD” uit Nederland heeft veel metingen aan de molen verricht. De WOT heeft uiteindelijk een Kijito gekregen voor demonstratiedoeleinden.

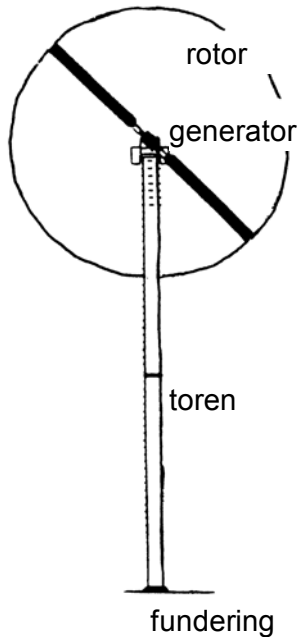
### 5.1.6 De ferrocement watertank

Deze tank dient voor de opslag van het water dat de windmolen ernaast (de Kijito) heeft opgepompt. De inhoud van de tank is tien kubieke meter. De tank is gemaakt van ferrocement. Dit is een goedkope versie van gewapend beton. Ferrocement bestaat uit kippengaas, besmeerd met een mengsel van zand en cement in meerdere lagen. Een dergelijke tank is een hygiënische opslag voor drinkwater als het afgedekt wordt. De kosten van een tank of bassin zijn meestal even hoog als van een molen.



## 5.2 Elektriciteit genererende windmolens

Een elektriciteit genererende windmolen wordt ook wel een windgenerator genoemd. De generator zelf zit in de kop. De rotor heeft een hoog toerental door een klein aantal wieken, een meer loodrechte stand van de wieken op de wind en een vleugelprofiel.



De snelheid van een rotortip is hoog vergeleken met de windsnelheid (hoge snellopendheid). Dit is gewenst om met een kleine generator toe te kunnen. Vaak wordt een versnellingsmechanisme toegepast om het toerental van de generator nog verder te vergroten en de toe te passen generator te verkleinen. De rotoren die gebruikt worden bij windgeneratoren hebben een hoog rendement maar starten pas bij relatief hoge windsnelheden.

Er zijn elektriciteitsopwekkende molens die aan het elektriciteitsnet gekoppeld zijn (veelal de grotere molens), maar er zijn ook zogenaamde '*stand alone*' molens die meestal gebruikt worden in afgelegen gebieden. De windmolen is dan niet gekoppeld aan het elektriciteitsnet, maar bijvoorbeeld aan een accuopslag. Windmolens tot 1 MW hebben zich in de praktijk bewezen. Molens die meer vermogen opwekken zijn nog in ontwikkeling.



### 5.2.1 De Virya

De Virya is een elektriciteit genererende molen die ingezet kan worden bij de energievoorziening voor verlichting en koelkasten t.b.v. koeling van medicijnen. In vergelijking met andere hoog technologische elektriciteit genererende windmolens is ze gemakkelijk te maken. Zij kost ongeveer 2000 euro.

De molen bestaat uit een 12 meter hoge driepotige mast. Deze wordt kantelbaar geconstrueerd en bestaat uit twee delen die aan elkaar kunnen worden vast- en losgekoppeld met een flens/bout-verbinding. Hierdoor is de molen gemakkelijk te transporteren.

Op de kop bevindt zich de generator met de rotor. Omwille van de eenvoud en het onderhoud is geen versnellingsoverbrenging aangebracht. In verband met het type generator hoeft dat ook niet. De rotor heeft drie houten wieken met een diameter van te samen 3,3 meter. De molen zal bij windkracht 6 (ca. 12 meter per seconde) een vermogen van ongeveer 1 kW. leveren.

De WOT heeft de molen naar eigen inzichten aangepast. Het oorspronkelijke ontwerp ging uit van een zelf gemaakte generator, maar dat is voor onze doelgroep gereedschaptechnisch niet handig. Besloten is daarom een commercieel verkrijgbare generator te gebruiken. Bovendien is een elektronische schakeling ontworpen die ervoor zorgt dat de molen zo efficiënt mogelijk de wind omzet in een voor de accu geschikte stroom.

De molen wordt door de WOT gebruikt om in de Kiwanda koffie te zetten. Hiervoor is een kabel aangelegd, die van de molen naar de Kiwanda loopt.





## 6. De pompentestbank

De pompentestbank is een opstelling die gebruikt wordt om verschillende pompen te testen. Het betreft een twaalf meter hoge toren met een waterbassin er onder. Er worden diverse touwen zuigerpompen in getest. Bij het testen kijkt men onder andere naar efficiëntie en slijtage van de pompen. Ook worden de krachten onderzocht die in de pompen optreden. Duurzaamheidstesten van enkele maanden worden ook gedaan.



## 7. De WOT

De Werkgroep OntwikkelingsTechnieken (WOT) is een vrijwilligersorganisatie die zich actief inzet voor sociaal en economisch zwakkere bevolkingsgroepen in ontwikkelingslanden. De WOT is gevestigd aan de Universiteit Twente.

### **Doel**

De WOT wil een bijdrage leveren aan de verbetering van de positie van de in sociaal en economisch opzicht zwakkere bevolkingsgroepen in ontwikkelingslanden. De WOT probeert dit doel te bereiken door:

- De overdracht van technologische informatie ten behoeve van duurzame, sociale en economische ontwikkeling in het zuiden.
- Het stimuleren van een kennis netwerk ten aanzien van aangepaste technologie, met name kleinschalige duurzame energie en water voorziening, en de mogelijke toepassing hiervan in ontwikkelingslanden.

Onder duurzame energie verstaat de WOT energie die onttrokken wordt aan natuurlijke hulpbronnen als zon, water en wind. De WOT probeert in haar werkwijze aangepaste technologie te betrekken. Dit houdt in dat er rekening gehouden wordt met de lokale omstandigheden in het betreffende land. Hierbij kan gedacht worden aan beschikbare materialen, kennis en hulpmiddelen, de sociaal-culturele omstandigheden en de politiek-economische situatie.

De WOT vindt dat de behoeften van de huidige generatie niet ten koste mogen gaan van toekomstige generaties, en is dus voorstander van duurzame ontwikkeling.

### **Organisatie**

De WOT-leden zijn vrijwilligers, met name studenten aan de Universiteit Twente. De Universiteit Twente draagt zorg voor de huisvestingsfaciliteiten en is tevens de belangrijkste financier. De WOT beschikt over een kantoor en terreinmedewerker.

### **Faciliteiten**

De WOT beschikt over een kantoor en een werkplaats op een test- en demonstratieterrein, het WOT-terrein.

### **Technologie overdracht**

De WOT geeft op verschillende gebieden technologisch advies. Onze hoofdactiviteit is het per post, telefoon, fax of e-mail beantwoorden van vragen op het gebied van aangepaste technologie, kleinschalige duurzame energie en watervoorziening. Om deze technologieoverdracht te ondersteunen, doet de WOT technisch onderzoek en verspreidt de WOT eigen publicaties.

### **Technologische adviezen**

De WOT geeft voornamelijk schriftelijke, technologische adviezen voor kleinschalige toepassingen van:

- Windenergie
- Zonne-energie
- Waterkracht

De Adviesgroep beantwoordt binnenkomende adviesaanvragen over deze onderwerpen. Jaarlijks zijn dat er ruim 150, afkomstig uit alle delen van de wereld. Adviesaanvragen bereiken de WOT op alle mogelijke manieren. Zo kan het gebeuren dat mensen in Burkina Faso de plaatselijke ontwikkelingswerker een brief laten schrijven. Maar ook is het mogelijk dat een 13-jarige Canadese jongen per e-mail een vraag stelt. Voor de beantwoording van deze vragen maakt de Adviesgroep onder andere gebruik van de uitgebreide WOT bibliotheek. We streven er daarbij naar om zo concreet mogelijke en aan lokale situaties aangepaste adviezen te verlenen, zodat eventuele problemen zelfstandig opgelost kunnen worden.

Omdat de WOT niet altijd bekend is met de lokale omstandigheden is hierover gedetailleerde informatie nodig van de adviesaanvrager zodat de WOT de adviesaanvrager zo goed mogelijk kan bedienen. Bijzonder belangrijk is informatie over de beschikbaarheid van een werkplaatsje of lasapparatuur. Ook relevant is of men lokale ervaring heeft met lassen en solderen en verschillende manieren van houtbewerking. Daarnaast is informatie nodig over specifieke klimatologische en geografische omstandigheden.

### **Technisch onderzoek**

Om gedegen adviezen te kunnen geven en de adviesverlening te verbeteren, voert de WOT zelf onderzoek uit dat bestaat uit het bouwen en testen van systemen. Voorbeelden van onderzoeksgebieden zijn:

- drogen met behulp van zonne-energie
- touwpompen
- elektriciteit opwekkende windgeneratoren
- kleinschalige pv-systemen
- zonnecollectoren voor het verwarmen van water
- waterrammen
- koken met behulp van zonne-energie
- spuitgietmachines (voor zuigertjes van touwpompen)

### **Publicaties**

Nieuwe kennis en resultaten uit onderzoek en uit 'het veld' worden regelmatig gepubliceerd op internet en op papier. Dit betreft vooral testverslagen, bouwbeschrijvingen en korte handleidingen. Meer algemene artikelen over wind- en zonne-energie en kleinschalige waterkracht zijn verkrijgbaar in boekvorm. Een lijst van deze publicaties is op aanvraag verkrijgbaar, en te vinden op [www.wot.utwente.nl/](http://www.wot.utwente.nl/).

### **Cursussen**

In samenwerking met het ROC Oost Nederland organiseert de WOT jaarlijks de T-Week (Technische week). Dit is een cursus basistechnieken voor (toekomstige) ontwikkelingswerkers en anderen die een ontwikkelingsland gaan bezoeken. Door middel van theoretische lessen en praktische oefeningen wordt er onder meer lassen, timmeren, autotechnieken en metselen geleerd.

Voor meer informatie:

Werkgroep OntwikkelingsTechnieken  
Universiteit Twente  
Postbus 217  
7500 AE Enschede

Telefoon: 053 - 489 2845  
Fax: 053 - 489 2671 (o.v.v 'WOT')  
E-mail: [wot@tdg.utwente.nl](mailto:wot@tdg.utwente.nl)  
website: <http://www.wot.utwente.nl/>

Gironummer: 2733683

## 8. Literatuurlijst

- Alberts, H. Gorter, A., Orozco, J.G. & Sandiford, P. (1993). Nicaraguan rope pump. *Waterline, jan.*, 27-29.
- Brughuis, F. (1990). *Windenergie voor de Derde Wereld*. Enschede: Werkgroep OntwikkelingsTechnieken.
- Deuss, B. (1987). Zig zag collector. *Manual on the construction of a solar water heater*. Amsterdam: TOOL foundation.
- Freankel, P. (1986). *Water-pumping devices. A handbook for users and choosers*. London: Intermediate Technology Publications.
- Haemhouts, J., Hemert, B. van, Galiz, O.A. & Orozco, O.S. (1991). *La bomba de mecate. El desafio de la tecnologia popular*. Spanje: Editorial enlace.
- Kager, R., Klunne, W. & Roos, R. (1996). *Duurzame energie voor ontwikkelingslanden. Cursusbundel behorende bij de cursus duurzame energie*. Enschede: Werkgroep OntwikkelingsTechnieken.
- Kolpa, J. (1995) *Touwpomp verover Midden-Amerika*. (tijdschrift onbekend)