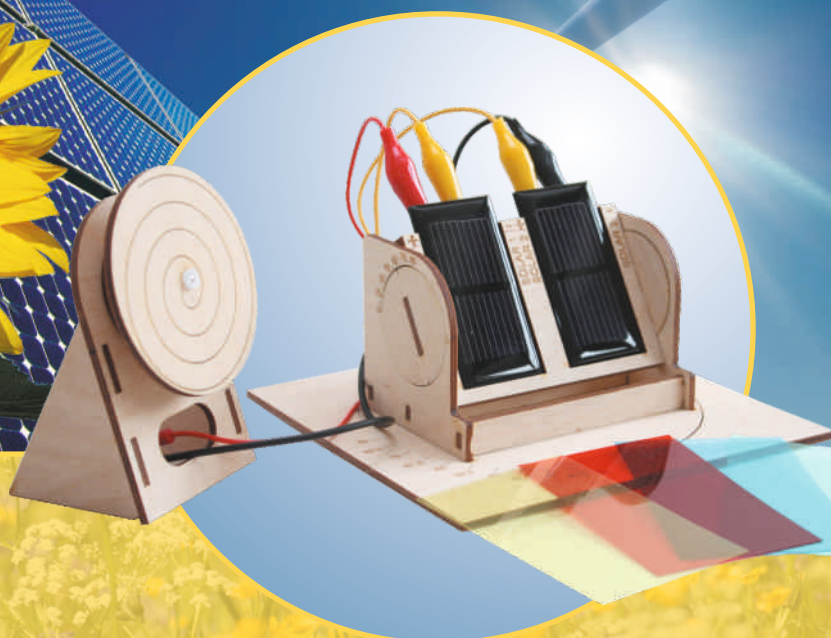


SOLAR-ASSISTENT “New Generation”

De moderne experimenteersset voor
energiewinning uit zonnecellen

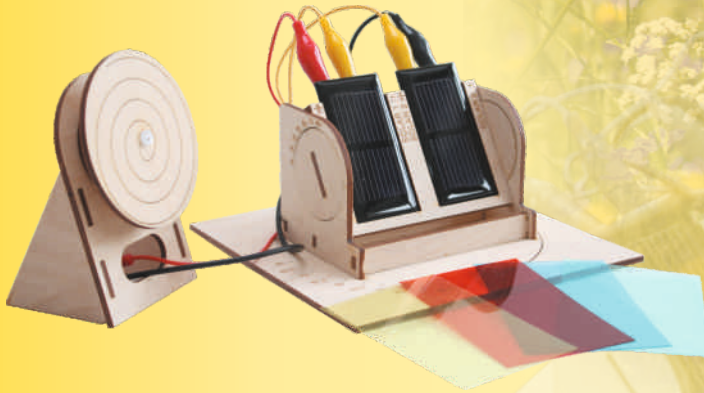
Onderzoeken - begrijpen - verstaan



HANDBOEK



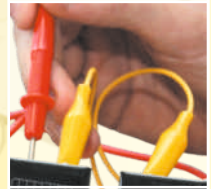
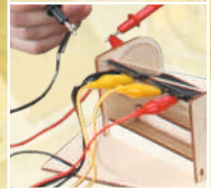
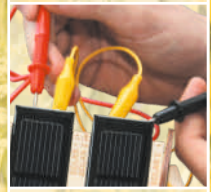
Onderzoeken - begrijpen - verstaan



De solar-assistent "New Generation" laat op eenvoudige wijze de mogelijkheden van de fotovoltaïsche zonne- energie zien. In het theoretische gedeelte worden de onderwerpen zon, fotovoltaïsche zonne- energie algemeen, energieopwekking uit de zon, testcriteria, productie van zonnecellen, etc. uitgelegd. Ook worden de verschillende mogelijkheden zoals eilandinstallatie en terugvoering toegelicht.

Het experimentele gedeelte omvat volgende onderdelen:

- Verschillende lichtbronnen
- Serieschakeling / parallelschakeling van zonnecellen
- Gedeeltelijke afschaduwing van gekoppelde zonnecellen
- Lichtfilter en bewolkingssituatie
- Voordelen van trackingsystemen
- Dakhelling en invloed op de prestatie



! ATTENTIE - Veiligheidswaarschuwing: !

*Niet geschikt voor kinderen onder de 3 jaar
- inslikbare onderdelen! –
Bedrijfsadres goed bewaren!*



*Wij adviseren: begeleiding van de experimenten
door een volwassen persoon!*

De experimenteersset

Solar-assistent "New Generation" - De experimenten	
Zinnvolle hulpmiddelen - overzicht onderdelen	4

Opbouw van de set

Opbouw motorhouder - opbouw zonnecelhouder	5
--	---

De zon als energiebron

6

Fotovoltaïsche zonne - energie

Het principe - het rendement - de verschillende zonnecellen - de kosten	7
---	---

De productie van zonnecellen

8

De omzetting van licht in energie

De functie - toepassingsvoorbeelden van de fotovoltaïsche zonne- energie	9
--	---

Netwerk- parallel installaties

Terugvoering naar het vaste stroomnetwerk	10
---	----

Eilandinstallaties

Stroomverzorging onafhankelijk van het vaste net - het zonnepaneel - de voedingsregelaar - de batterij - de omvormer	11
--	----

Toepassingsvoorbeelden

12

Aanwijzingen voor de experimenten

Geschikte lichtbronnen - aanwijzingen voor de multimeter	13
--	----

Verschillende lichtbronnen

14

Lichtfilter

15

Spanningsverhoging door serieschakeling

16

Stroomverhoging door parallelschakeling

17

De gedeeltelijke afschaduwing van zonnecellen

18

Afschaduwing van zonnecellen in de serieschakeling

19

Afschaduwing van zonnecellen in de parallelschakeling

20

Tips & trucs

21

Horizontale asbeweging

22

Verticale asbeweging

23



ZONNE - ENENERGIE

Energie, waarvan de mens gebruik moet maken!



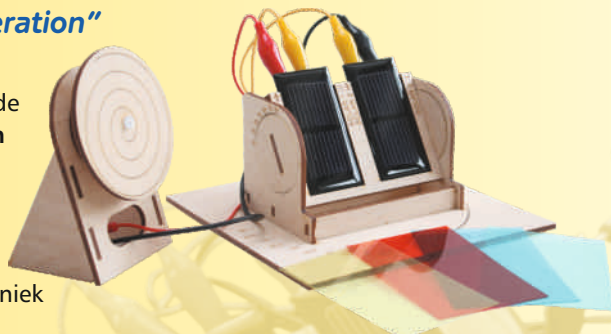
Solar Assistent "New Generation"

De experimenteersert biedt de mogelijkheid om de techniek en de **eigenschappen van zonnecellen** voor de energiewinning experimenteel te onderzoeken.

Het doel hiervan is, het thema stroomopwekking door solartechniek te verduidelijken.

De zonnecellen, die als basis voor alle experimenten dienen, bestaan uit monokristallijn silicium en zijn derhalve zeer hoogwaardig. Hiermee wordt bereikt, dat de experimenten ook zonder directe zonnestraling in binnenruimtes uitgevoerd kunnen worden.

Natuurlijk hebben de zonnecellen ook hier voldoende verlichting nodig. Ideaal hiervoor is een bureaulamp, die in elke huishouding te vinden is. Bovendien heeft een lamp de eigenschap, altijd dezelfde lichtsterkte af te geven. De directe zonnestraling daarentegen kan, afhankelijk van de bewolkingssituatie, variëren, wat een vertekening van de meetresultaten tot gevolg zou hebben.



De Experimenten

Na een algemene introductie in deze thematiek, leert u door middel van eenvoudige experimenten de principiële samenhangen in de solartechniek.

Zinvolle hulpmiddelen

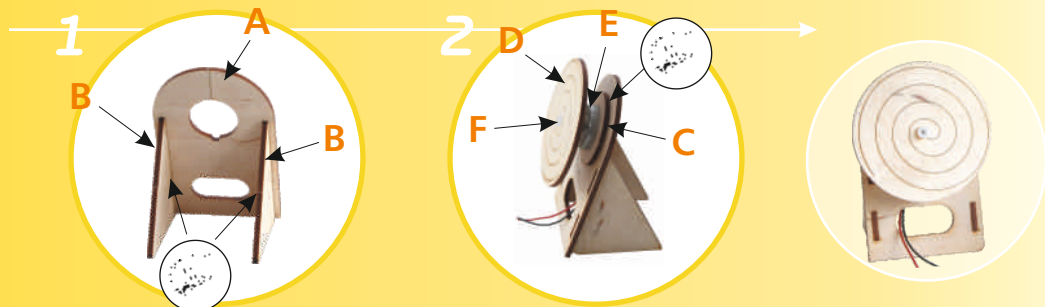
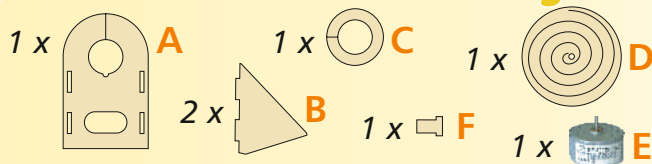
Met de bijgevoegde motor kunt u alle experimenten aan de hand van het toerental analyseren. Teneinde de experimenten nog wetenschappelijker te kunnen uitvoeren, is het zinvol, aanvullend de meetresultaten met een **multimeter** vast te stellen. Dan kunnen de meetresultaten eveneens in de **meetprotocollen** opgenomen en geanalyseerd worden.

Onderdelenlijst

- 2 x **Zonnecellen mono SM330 0,5 V / 330 mA**
- 1 x **Solarmotor RF300**
- 4 x **Kabel met krokodillebek- klemmen**
- 5 x **Kleurenfolie**
- 5 x **Schaduwbedekking**
- 1 x **Handleiding**
- 1 x **Houten attributen: motorhouder met spiralschijf**
- 1 x **Houten attributen: zonnecelhouder met gravure**
- 1 x **Houtlijm**

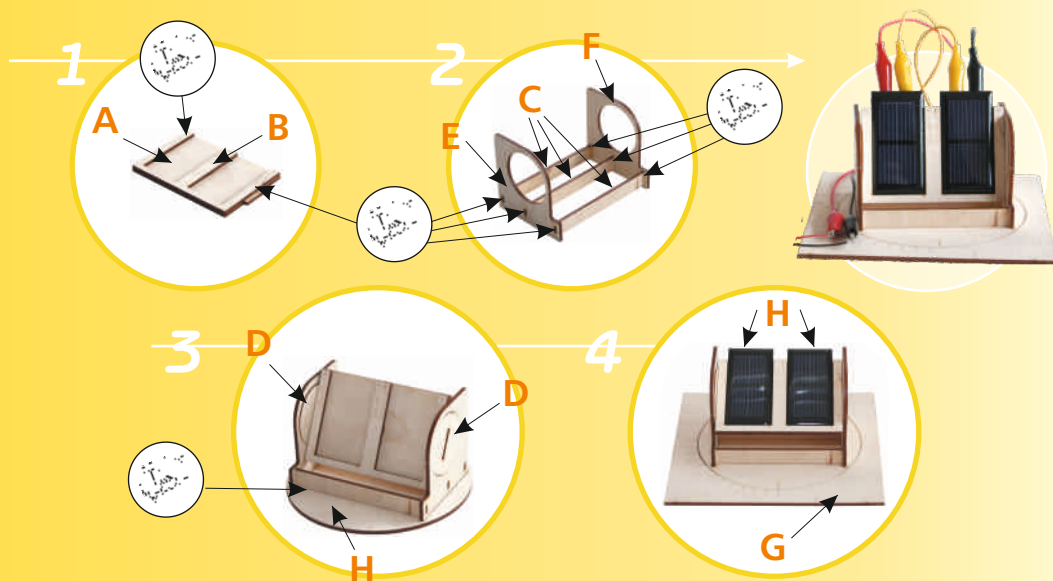
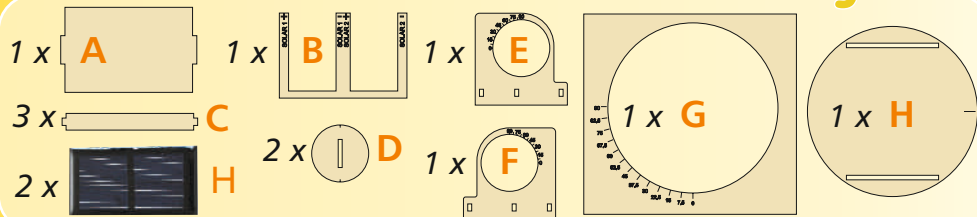
Opbouw motorhouder

Onderdelenlijst



Opbouw zonnecelhouder

Onderdelenlijst



De zon

De zon heeft 333000 keer het volume van de aarde en is de grootste energieopslag in ons zonnestelsel. Met een doorsnede van 1.392 miljoen kilometer is zij meer dan honderd keer zo groot als de aarde .

De gemiddelde afstand van de aarde naar de zon is 150 miljoen kilometer. Dagelijks bereiken ons stralen van de zon na een reisduur van 8 minuten. Daarbij legt het licht per seconde een afstand van 299792,5 km af.

Zou men bijvoorbeeld licht van het meer van Konstanz naar Flensburg sturen, dat zijn ca. 1000 km, zou dit maar een fractie van een seconde onderweg zijn, namelijk 0,0035 seconden.

Technisch bekeken is de zon niets anders dan een gigantische gasbol. Een ongelooflijk hete gasbol en ongemeen explosief.

In haar binnenste heersen temperaturen tot 15 miljoen graden. Aan haar oppervlak zijn nog riante 5700 graden celsius te boeken. De temperatuur van de zon is moeilijk te beschrijven. Proberen we eens, om ons aan de hand van volgende specificatie (z.onder) temperaturen voor te stellen.



Zo kunnen wij inschatten hoe heet de zon daadwerkelijk is:

50, 60	graden celsius:
90-100	graden celsius:
100	graden celsius:
3000	graden celsius:
5700	graden celsius:
15000000	graden celsius:

de woestijn overdag.
de temperatuur in een sauna.
water verdampt.
metaal smelt binnen seconden.
het oppervlak van de zon.
de temperatuur in de zon.

De temperaturen en ook de druk in het binnenste van de zon zijn vaak zo hoog, dat dit tot een kernreactie leidt. Door deze kernreactie verbranden elke seconde 4 miljoen ton materie, waarbij elk gram verbrande materie 25 000 000 kWh energie genereerd.

ZONNE - ENENERGIE

Energie, waarvan de mens gebruik moet maken!

Het principe

De **omzetting van licht in elektrische energie** wordt fotovoltaïsche zonne- energie genoemd. Deze benaming is uit het Grieks afkomstig en wordt uit de twee woorden "foto = licht" en "volt = eenheid van de elektrische spanning" samengevoegd.

Ontdekt werd de fotovoltaïsche zonne- energie al in 1839 door de Franse fysicus Becquerel. Maar pas meer dan 100 jaren later werd de eerste zonnecel in de Bell-laboratoria ontwikkeld. Dit gebeurde in het jaar 1954.

En vanaf dit moment streven wetenschappers in de hele wereld ernaar, de efficiëntie van de zonnecellen te verbeteren. Vele miljoenen EURO's vloeien jaarlijks voor dit doel in het onderzoek van deze techniek. Het doel van de wetenschappers is, het rendement van de zonnecellen te verbeteren.

Het rendement

De meting, die het rendement van een zonnecel bepaalt, wordt in het laboratorium uitgevoerd. Hierbij moeten verschillende richtlijnen aangehouden worden. De lichtstraling bedraagt tijdens de meting 1000 Watt/m². Bovendien is een celtemperatuur van 25 graden celsius aan te houden.

Daarnaast wordt de luchtvochtigheid nauwgezet gecontroleerd. Deze richtlijnen, die alle producenten moeten nakomen, maakt het mogelijk, om verschillende zonnecellen uit uiteenlopende producties te vergelijken.

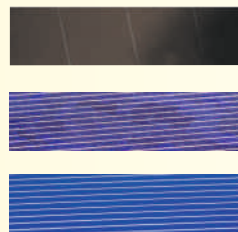
Maar wat is eigenlijk het rendement?

Het rendement bepaalt de **verhouding van ingestraalde energie en gewonnen energie** in procenten. Voorbeeld: indien 1000 Watt ingangsprestatie een uitgangsprestatie van 100 Watt produceren, dan bedraagt het rendement 10%.

De verschillende zonnecellen

De drie meest voorkomende celtypes, die tegenwoordig in gebruik zijn:

Celtypes	Materiaal	Rendement
Amorfe cel	gedoopte silicium laag	tot 7%
Polykristallijne cel	silicium plaatje	tot 16%
Monokristallijne cel	silicium plaatje	tot 20%



Prijstechnisch bekeken is de amorfe zonnecel met afstand het gunstigst. Deze verliest echter na enkele jaren ook duidelijk aan vermogen. Poly- en monokristallijne zonnecellen daarentegen leveren ook na vele jaren (tot 25 jaar) nog dezelfde prestatie. Deze cellen zijn iets duurder, maar door hun duurzaamheid in verhouding goedkoper.

Materiaal

Het materiaal, waaruit zonnecellen geproduceerd worden, is **kwartszand**. Dit wordt door een speciale procedure vrijgemaakt van vervuilingen en dan tot een **siliciumblok** verwerkt. Naargelang het type van de cel zijn hiervoor verschillende procedures nodig.

Bij monokristallijne cellen wordt het **Czochralski-proces** toegepast. Een siliciumkristal wordt in het hete, vloeibare silicium gedompeld. Het vloeibare silicium verbindt zich met de ondergedompelde siliciumkristal, terwijl dit uit de smeltkroes getrokken wordt.

Zo ontstaan **siliciumstangen** met een lengte van meer dan 1 meter. Bij polykristallijne cellen wordt het hete silicium in een vorm gegoten en geleidelijk afgekoeld. Ook bij deze productiemethode ontstaan stangen. Nu worden deze stangen, die bij de beide methodes ontstaan, in flinterdunne plakjes ($< 0,5$ mm) gesneden. Elk plakje wordt door etsen en polijsten glad gemaakt.

Daarna worden beide kanten met verschillende vreemde atomen gericht vervuild.

Dit noemt men "doteren".

Door de **dotering** bereikt men, dat de ene kant positief geladen is en de andere kant negatief, waaruit later volgt, dat bij lichtinval stroom kan vloeien.

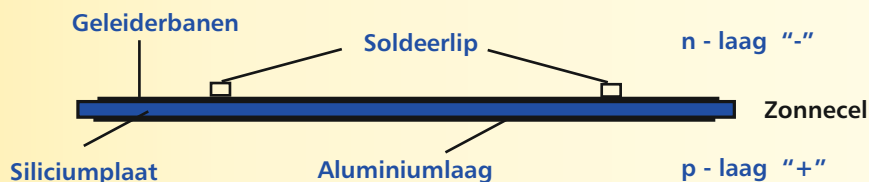
De achterkant van de zonnecel wordt met een zeer dunne **laag aluminium** bekleed. Deze aluminiumlaag vormt de pluspool.

De voorkant wordt eveneens met aluminium bekleed, echter niet geheel, maar het aluminium vormt alleen smalle **geleiderbanen**, zodat voortaan licht op het silicium kan vallen.

Tenslotte wordt nog een **soldeerlip** op de geleiderbanen aangebracht, die de tweede aansluiting vormt, de minuspool. Moderne zonnecellen hebben een afmeting van 6".



Structuur van een zonnecel:



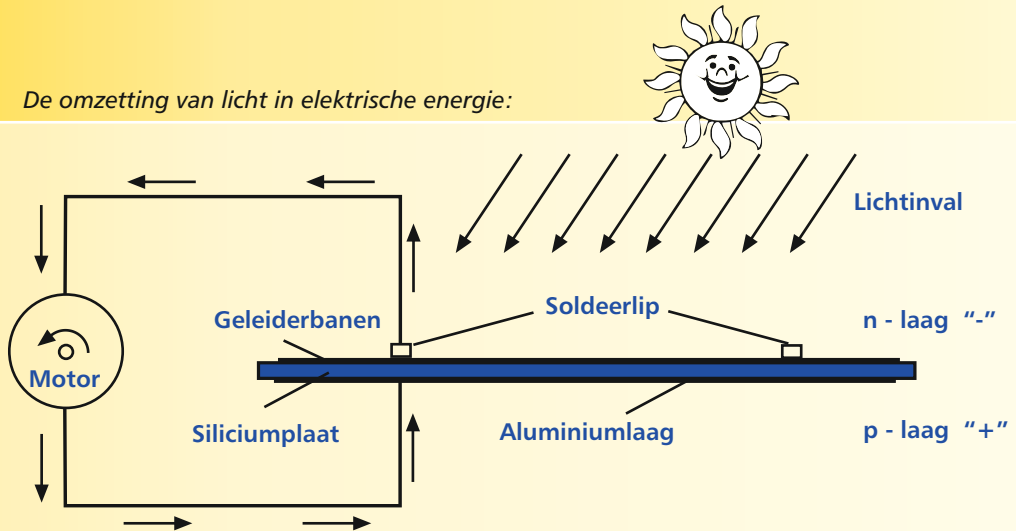
De functie

Het licht bestaat uit talloze, minuscule energiedragers, de fotonen. Komen deze fotonen op de zonnecel neer, komen elektronen op de n- laag vrij.

Deze elektronen proberen nu, naar de p - laag te wandelen. Deze wandeling noemt men de **elektronenstroom**.

Deze gebeurt altijd van - naar + . Wordt een verbruiker op de zonnecel aangesloten, gaat de wandeling van het elektron door de verbruiker heen en drijft, bij voorbeeld bij een motor, de motoras aan.

De omzetting van licht in elektrische energie:



Een zonnecel produceert gelijkspanning. Afhankelijk van de kwaliteit van de cel kan deze spanning tussen 0,5 en 0,65 Volt liggen. De afmeting van de zonnecel bepaald de stroom.

Toepassingsvoorbeelden van de fotovoltatische zonne- energie

Tegenwoordig worden zonnepanelen hoofdzakelijk in twee installatietypes voor de stroomopwekking toegepast:

- **Parallelwerking met het netwerk**
- **Eilandschakeling**

Deze twee thema's worden op de volgende pagina's nader toegelicht.

Verdere toepassingsvoorbeelden voor het gebruik van zonnepanelen:

- **Consumentenproducten (z.afb.)**



Afb. Solar-zaklantaarn

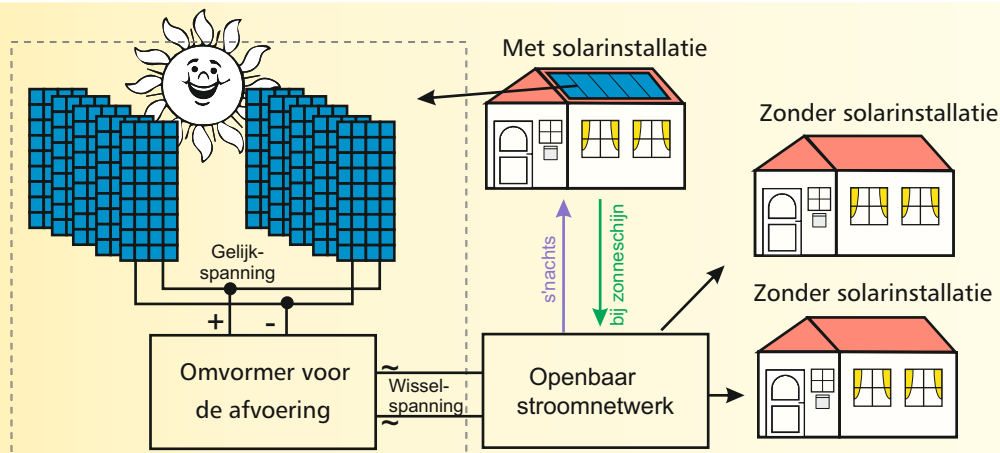


Terugvoering naar het vaste stroomnetwerk

Parallelinstallaties dienen ervoor, om de stroom, die door fotovoltaïsche zonne- energie opgewekt wordt, **naar het openbare stroomnetwerk af te voeren**. Een dergelijke

parallelinstallatie bestaat uit zonnepanelen, een inverter, een hoofdschakelaar en evt. een registratiesysteem voor de analyse van de afvoeringsgegevens.

Installatieschema:



De omvormer voor de afvoering vormt de gelijkspanning in wisselspanning om en sluit deze door naar het openbare netwerk. Staat niet voldoende energie van de solarinstallatie ter beschikking, b.v. 's nachts of bij slecht weer, betreft de exploitant van de installatie de stroom van het openbare netwerk.

Voor elk aan het openbare netwerk afgevoerde kWh ontvangt de exploitant 43,01 cent. Dit bedrag geldt voor PV-installaties op gebouwen of bij geluidswanden tot 30 kW. Stand 6/2009

Naargelang de installatie- afmeting en bouwwijze kunnen deze bedragen afwijken. Actuele waarden vindt u voortdurend op het [www](http://www.sunset-solar.com).



Copyright www.sunset-solar.com

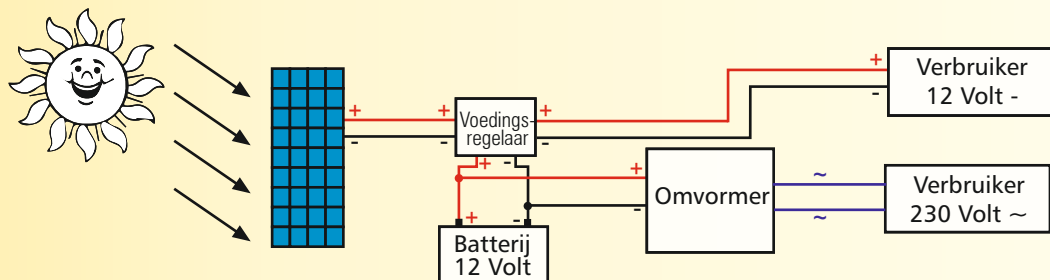


Copyright www.sunset-solar.com

Stroomverzorging onafhankelijk van het vaste stroomnetwerk

Eilandinstallaties zijn voor toepassing op plaatsen, waar geen openbaar netwerk als stroomvoorziening ter beschikking staat. Zoals dat b.v. bij campers, boten of ook bij hutten in de bergen het geval is. Om zo een eilandinstallatie te exploiteren, heeft men zonnepanelen, voedingsregelaar en batterijen en natuurlijk ook verbruikers zoals lampen, radio's en dergelijke, nodig.

Installatieschema:



Het zonnepaneel

Het zonnepaneel bestaat meestal uit 36 afzonderlijke zonnecellen, die in rijen geschakeld zijn. De stroomsterkte van de cel is bepalend voor de gehele stroom.

De voedingsregelaar

De voedingsregelaar voorkomt, dat de batterij door het zonnepaneel overladen wordt, omdat dit voor de batterij zeer schadelijk is. Is de batterij opgeladen, scheidt de voedingsregelaar het zonnepaneel van de batterij. Goede voedingsregelaars beschikken aanvullend over een diep- ontladingsbeveiliging. Deze ontladingsbeveiliging zorgt ervoor, dat de verbruikers de batterij alleen tot een vooraf ingestelde spanning ontladen. Daarna schakelt de voedingsregelaar de verbruikers automatisch uit. Wordt nu de batterij weer via het zonnepaneel opgeladen, worden de verbruikers weer ingeschakeld. Bij toepassing van voedingsregelaars zonder diep- ontladingsbeveiliging, kan het herhaaldelijk tot diepontladings komen. Daardoor wordt de levensduur van de batterij aanzienlijk verminderd.



Copyright www.phocos.com

De batterij

De batterij dient slechts als **opslag voor de stroom**, die door het zonnepaneel opgewekt wordt. Zo kan overdag, bij daglicht, energie opgeslagen en naar behoefte overdag of s'navchts gebruikt worden.

De omvormer

De omvormer vormt de batterijspanning van 12 Volt gelijkspanning in 230 Volt wisselspanning om. Ook gebruikelijke 230 V-toestellen kunnen zo op de solarinstallatie aangesloten worden, b.v. televisietoestellen, lampen, radio's, etc.

Voorbeelden netwerk- parallelinstallatie



Foto's:
Copyright www.sunset-solar.com



Voorbeelden eilandinstallatie



Foto's:
Peter Adelman

Aanwijzingen

Geschikte lichtbron

Het **zonlicht** is als lichtbron bijzonder geschikt. Maar bij slecht weer kan ook een bureaulamp met een **halogeenlamp** gebruikt worden. De sterkte van deze lamp zou ca. 50 - 75 Watt moeten bedragen. Bij de halogeenlamp moet op de temperatuurontwikkeling gelet worden, omdat deze lampen zeer heet kunnen worden. LET OP: Verbrandingsgevaar!

Afstand van de lichtbron tot de zonnecel (halogeenlamp)

Wij adviseren om een veiligheidsafstand van ca. 30 cm tot de zonnecel aan te houden. ATTENTIE: de langdurige onderschrijding van deze afstand kan tot defect van de zonnecel leiden!

Opmerking voor de omgang met zonnecellen

Zonnecellen zijn hoogwaardige halfgeleider- onderdelen en breukgevoelig. Daarom moeten zij altijd met zorg behandeld worden.

Opmerkingen betreffend de multimeter (optioneel)

Lees de handleiding van de multimeter beslist aandachtig door en leef de daarin opgenomen veiligheidsvoorzieningen na. Bewaar de handleiding van de multimeter voor later gebruik.

Meting met de multimeter

In de meeste gevallen zijn volgende meetbereiken in te stellen:

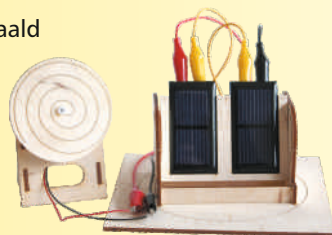
Stroommeting: 10 / 20 A, gelijkstroom

Spanningsmeting: 2 Volt, gelijkspanning

Indien de meetresultaten de indicator overtreffen, moet het daarop volgende meetbereik gekozen worden.

Optische meting met de motor

Bij de meting met de motor wordt optisch het toerental bepaald en, zoals onder in de tabel te zien, in verschillende bereiken ingedeeld. Om de schatting van het toerental makkelijker te maken, zijn bij elk experiment de mogelijke afkortingen van de toerentallen aangegeven. Die kunnen hiermee berekend en in de meetwaardentabel ingevuld worden.



Betekenis van afkortingen en toerentall:

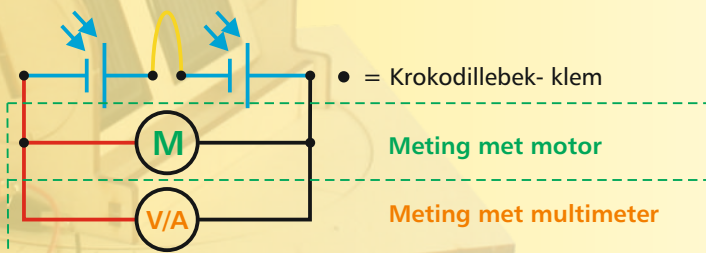
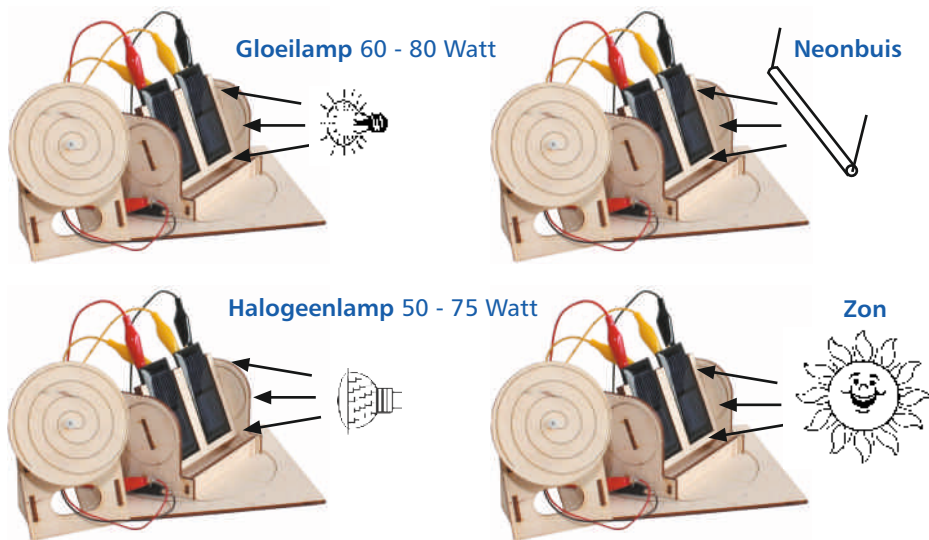
Afkortingen	S	M	L	N	U
Toerentall	snel	middel	langzaam	draait niet	Draairichting veranderd

...en hun uitwerking op de prestatie van de zonnecellen

Spanningsbereik	= 2 V
Stroombereik	= 10 / 20 A

Niet elke lichtbron is geschikt voor de solartechniek. De verschillende lichtbronnen, die wij willen gebruiken, moeten de zelfde afstand (ca. 30 cm) tot de zonnecellen hebben.

Verschillende lichtbronnen genereren verschillende prestaties bij zonnecellen.
De beste lichtbron voor de fotovoltaïsche energie is het zonlicht.



Alstublieft meetwaarden invullen:

Lichtbron	Gloeilamp	Neonbuis	Halogeenlamp	Zon
Spanning in V				
Stroom in mA				
Prestatie in W ($P = U \times I$)				
Motor draait (S/M/L/N)				

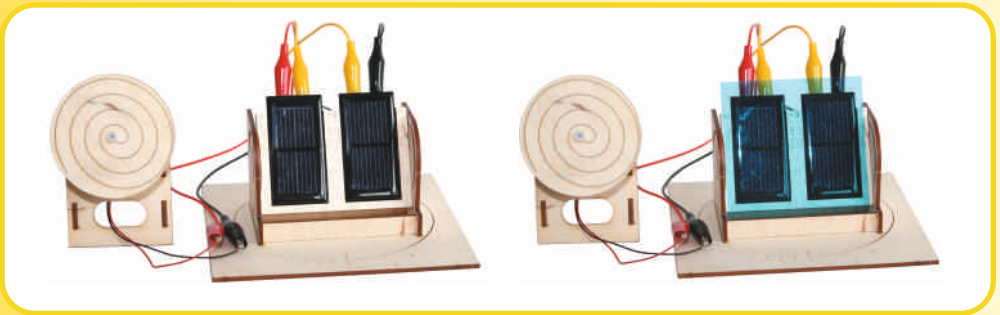
Effect van lichtfilters

Spanningsbereik	= 2 V
Stroombereik	= 10 / 20 A

Gewone lichtfilters in de solartechniek zijn in eerste instantie de **verschillende bewolkingsgesteldheden**. Zo reikt het bewolkingspectrum van "heldere hemel" over lichte tot matige- en dichte bewolking.

Door het filteren van het licht gaan verscheidene lichtspectra verloren. Naargelang de foliekleur worden de verschillende lichtspectra eruitgefilterd. Daarom levert de zonnecel telkens een andere prestatie.

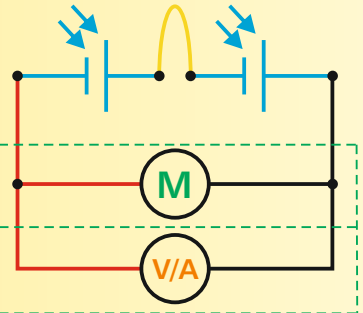
Om te doorgronden, welke uitwerking lichtfilters hebben, is hier een experiment:



• = Krokodillebek- klem

Meting met motor

Meting met multimeter



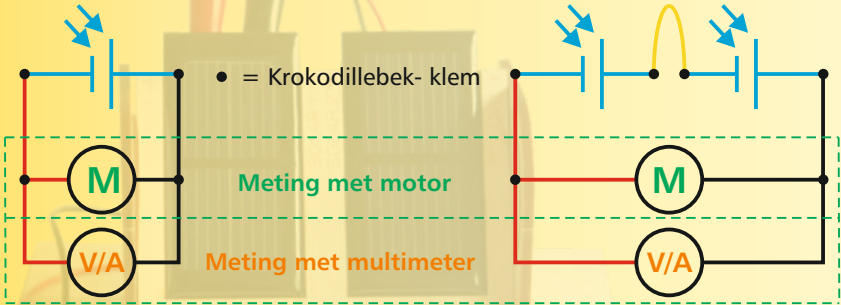
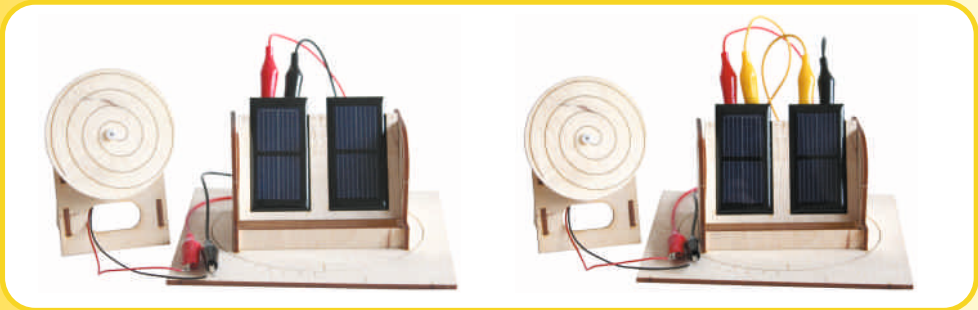
Alstublieft meetwaarden invullen:

Kleur van de folie	zonder folie	transparant	geel	groen	rood	blauw
Spanning in V						
Stroom in mA						
Prestatie in W ($P = U \times I$)						
Motor draait (S/M/L/N)						

Serieschakeling

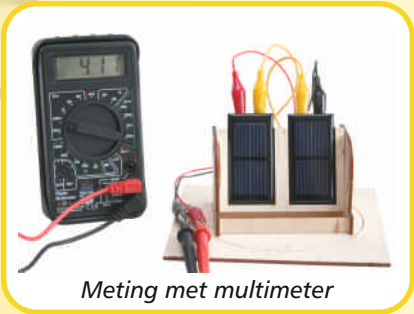
Spanningsbereik	= 2 V
Stroombereik	= 10 / 20 A

Om de spanning van een solarinstallatie te verhogen, moeten afzonderlijke zonnecellen **in serie geschakeld** worden.
 Dit is b.v. typisch voor standaard panelen, omdat deze doorgaans uit 36 - 40 cellen bestaan, die in serie geschakeld zijn.



Alstublieft meetwaarden invullen:

Aantal zonnecellen	1 Zonnecel	2 Zonnecellen
Spanning in V		
Stroom in mA		
Prestatie in W ($P = U \times I$)		
Motor draait (S/M/L)		

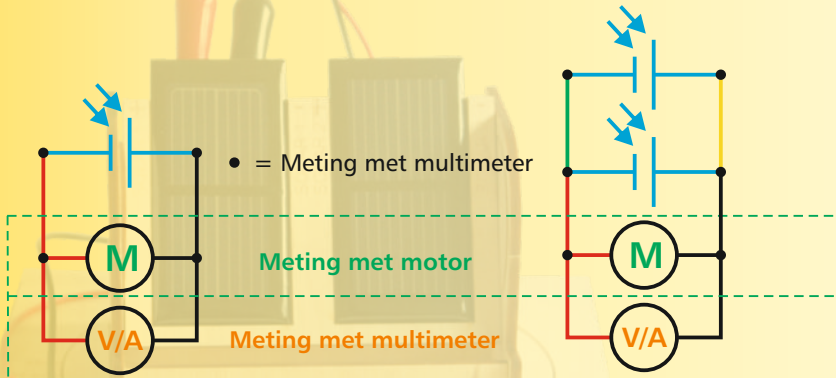
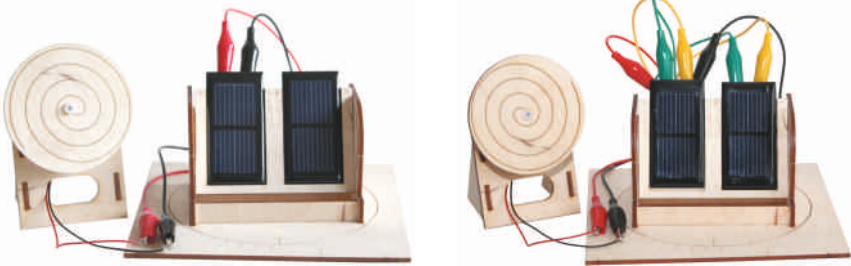


Worden zonnecellen in serie geschakeld, stijgt de totale spanning.
 De formule hiervoor luidt:
Spanning van de enkele cel x cellenaantal = totale spanning

Parallelschakeling

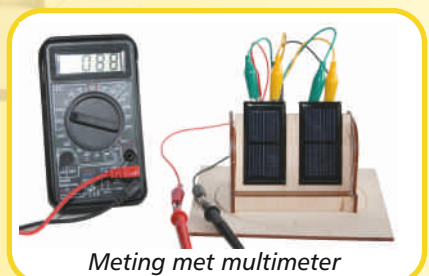
Spanningsbereik	= 2 V
Stroombereik	= 10 / 20 A

Om de stroom van een zonnepaneel te verhogen, moeten afzonderlijke zonnecellen **parallel geschakeld** worden. Om dit te bewijzen, zetten wij de volgende schakeling op. Hierbij is erop te letten, dat alleen zonnecellen van hetzelfde type parallel geschakeld mogen worden.



Alstublieft meetwaarden invullen:

Aantal zonnecellen	1 Zonnecel	2 Zonnecellen
Spanning in V		
Stroom in mA		
Prestatie in W ($P = U \times I$)		
Motor draait (S/M)		



Bij deze proef verandert het toerental van de motor maar heel weinig. Het koppel van de as daarentegen verdubbelt en daarmee ook het totale vermogen van de motor.

Wordt aan een zonnecel een tweede parallelgeschakeld, verdubbelt de stroom.

De formule hiervoor luidt:

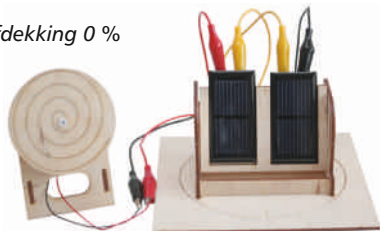
Stroom van de enkele cel x cellenaantal = totale stroom

Celafschaduwing

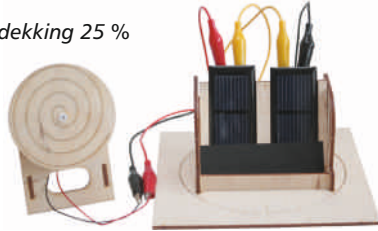
Spanningsbereik	= 2 V
Stroombereik	= 10 / 20 A

Gedeeltelijke afschaduwingen leiden tot aanzienlijke prestatieverliezen van zonnecellen. De verhouding van de procentuele afschaduwing tot de prestatievermindering van de zonnecellen gaan wij nu bepalen.

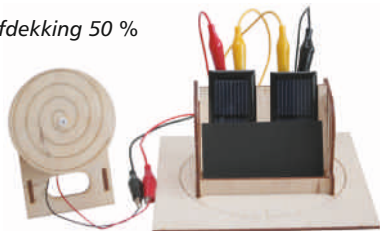
Afdekking 0 %



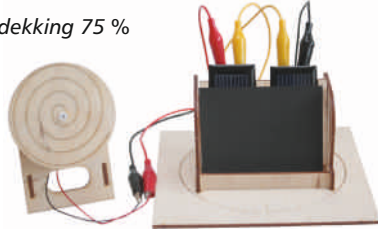
Afdekking 25 %



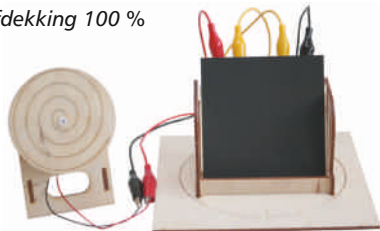
Afdekking 50 %



Afdekking 75 %



Afdekking 100 %



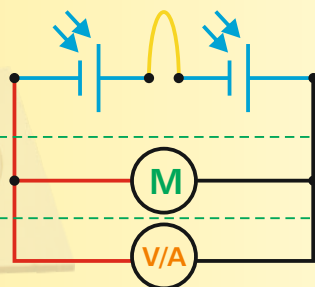
Hoe meer een zonnecel afgeschaduwd wordt, hoe minder prestatie zij levert.

Er is daarom altijd op te letten, schaduwvrije standplaatsen voor zonnepanelen te kiezen.

• = Krokodillebek- klem

Meting met motor

Meting met multimeter



Alstublieft meetwaarden invullen:

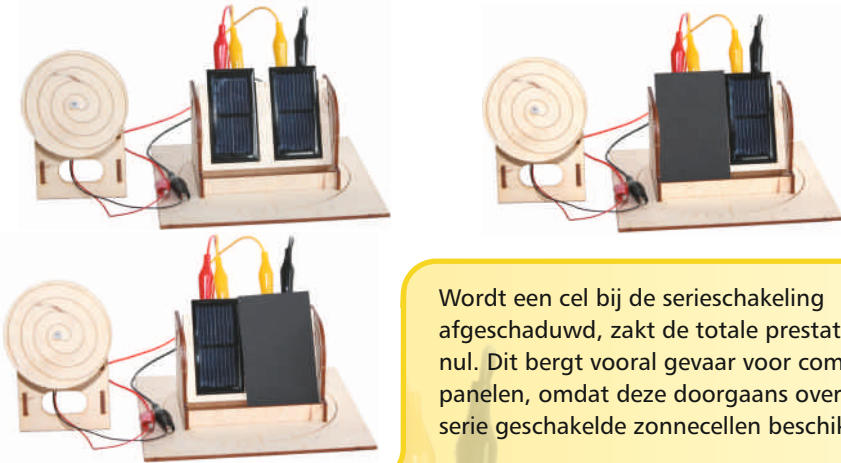
Afdekking in %	0	25	50	75	100
Spanning in V					
Stroom in mA					
Prestatie in W ($P = U \times I$)					
Motor draait (S/M/L/N)					

Celafschaduwing

Spanningsbereik	= 2 V
Stroombereik	= 10 / 20 A

Celafschaduwingen bij de serieschakeling leiden tot een totale prestatieuitval van het systeem, omdat de afgeschaduwde zonnecel een hoge binnenweerstand bereikt en daardoor de stroomgeleiding duidelijk vermindert.

Een uitkomst hiervoor is de bypass- diode! (z. ook pag.20)

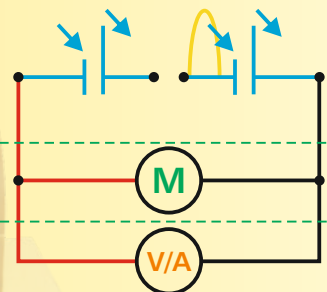


Wordt een cel bij de serieschakeling afgeschaduwde, zakt de totale prestatie naar nul. Dit bergt vooral gevaar voor complete panelen, omdat deze doorgaans over 36 in serie geschakelde zonnecellen beschikken.

• = Krokodillebek- klem

Meting met motor

Meting met multimeter



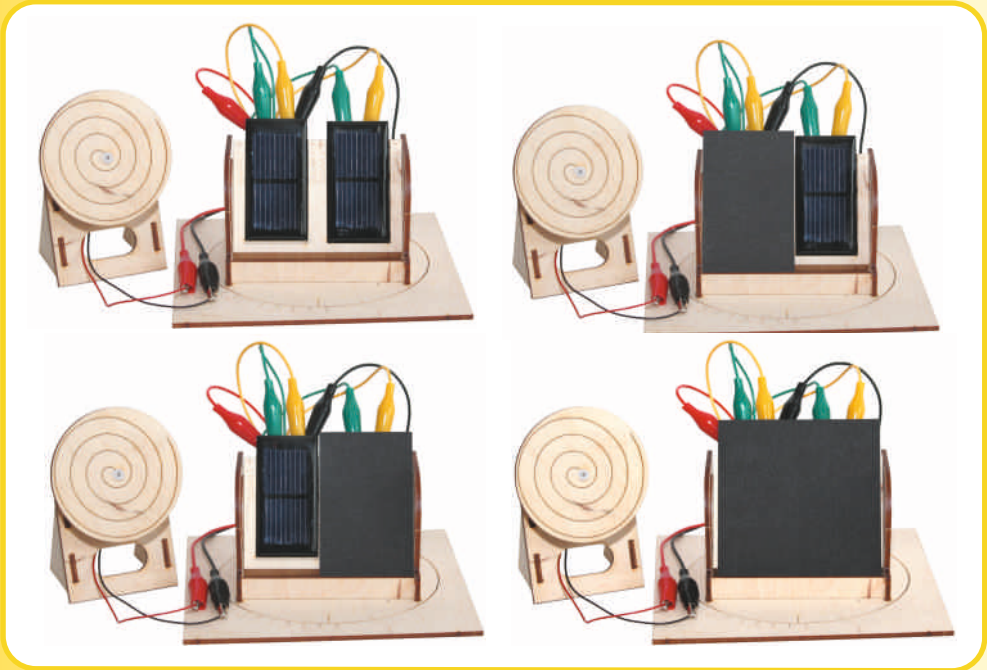
Alstublieft meetwaarden invullen:

Afgeschaduwde zonnecel	geen zonnecel	linker zonnecel	rechter zonnecel
Spanning in V			
Stroom in mA			
Prestatie in W ($P = U \times I$)			
Motor draait (S/N)			

Celafschaduwing

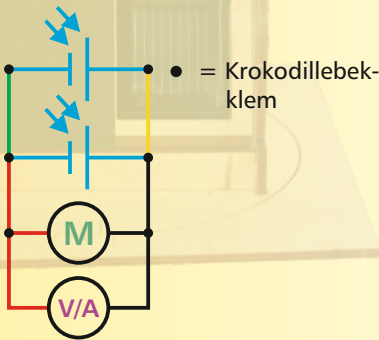
Spanningsbereik	= 2 V
Stroombereik	= 10 / 20 A

Gedeeltelijke afschaduwing bij de parallelschakeling van zonnecellen leiden weliswaar tot prestatieverlies, maar niet tot de totale uitval van het systeem.
Dit gaan wij nu experimenteel bewijzen.



Wordt bij de parallelschakeling een zonnecel afgeschaduwd, vermindert de totale prestatie met deze celprestatie.

Pas wanneer alle zonnecellen afgeschaduwd worden, zakt de totale prestatie naar nul terug.



Alstublieft meetwaarden invullen:

Afgeschaduwde zonnecel	geen zonnecel	linker zonnecel	rechter zonnecel	zowel zonnecellen
Spanning in V				
Stroom in mA				
Prestatie in W ($P = U \times I$)				
Motor draait (S/M/L/N)				

1

Het scenario:

Een blad valt op een enkele zonnecel van een zonnepaneel. Wat gebeurt met de totale prestatie van het paneel ?

Een zonnepaneel in een installatiekoppeling is sterk vervuild of er liggen b.v. bladeren op. Het zonnepaneel wekt nu duidelijk minder stroom op.

Dit zou ertoe leiden, dat de totale prestatie van de koppeling aanzienlijk beïnvloed wordt.

Om dit te voorkomen, is elk zonnepaneel van een bypass- diode voorzien. Daarmee wordt het zonnepaneel, dat geen stroom meer levert, uit de koppeling genomen en de door de koppeling opgewekte stroom door de diode langs het betreffende paneel geleid.

Tevens wordt voorkomen, dat dit paneel sterk opwarmt en door de zeer hoge temperatuur schade oploopt. De sterke opwarming wordt ook het "**Hot-Spot-Effect**" genoemd.



Foto's: Copyright www.sunset-solar.com



2

Ook ruiten filteren verschillende frequenties uit het zonlicht. Zo is het heel normaal, dat b.v. solar speelgoed in een binnenruimte slechter functioneert dan buiten. Hier kan het openzetten van een raam behulpzaam zijn.



Horizontale tracking

Spanningsbereik	= 2 V
Stroombereik	= 10 / 20 A

Deze test maakt duidelijk, dat verschillende **dakhellingen** verschillende prestaties van de zonnecellen tweevæg brengen. De hoek “dakhelling” kan zijdelings aan de zonnecelhouder worden afgelezen.

Belangrijk: de verlichting moet direct van de voorkant komen!

Hoek 90 %

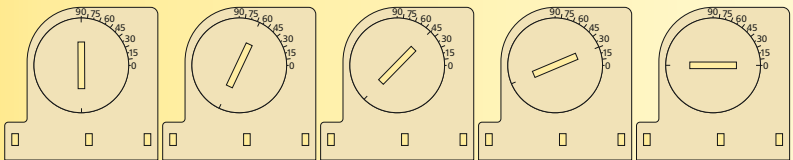
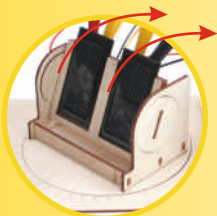
Hoek 67,5 %

Hoek 45 %

Hoek 22,5 %

Hoek 0 %

• = Krokodillebek- klem



Alstublieft meetwaarden invullen:

Hoek tot het licht in %	90	67,5	45	22,5	0
Spanning in V					
Stroom in mA					
Prestatie in W ($P = U \times I$)					
Motor draait (S/M/L/N)					

De optimale prestatie levert een zonnepaneel, als het in een rechte hoek tot de lichtbron (zon) staat. Worden b.v. zonnepanelen in de winter aan de horizontale stand van de zon aangepast, levert dit een hogere opbrengst op en daarmee bij parallele netwerkinstallaties een hoger rendement.

Verticale tracking

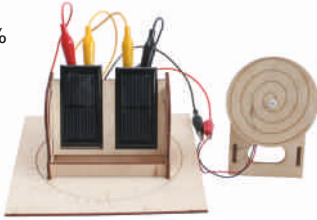
Spanningsbereik = 2 V

Stroombereik = 10 / 20 A

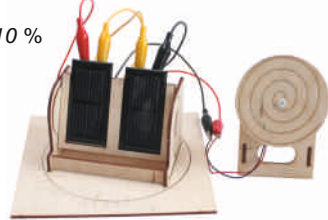
Loont het om een solar- installatie verticaal de zon te laten volgen?
En hoe is de verhouding hoek tot het rendement?

Een interessant experiment met **spectaculair resultaat**.

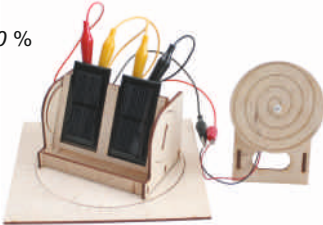
Hoek 0 %



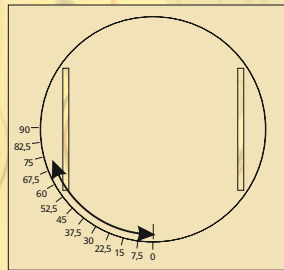
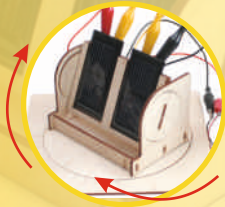
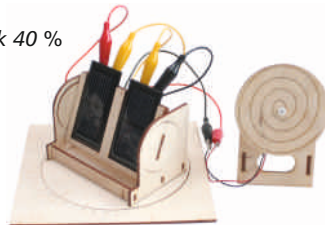
Hoek 10 %



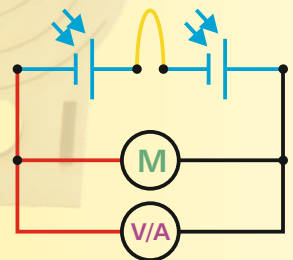
Hoek 30 %



Hoek 40 %



• = Krokodillebek- klem



Alstublieft meetwaarden invullen:

Hoek tot het licht in %	0	10	20	30	40
Spanning in V					
Stroom in mA					
Prestatie in W ($P = U \times I$)					
Motor draait (S/M/L/N)					

Volgt een solar- installatie de zon, stijgt het totale rendement van de installatie met **50%**. De door de tracking ontstane meerkosten worden zo binnen korte tijd door het meer-rendement vereffend.



Meer producten van de firma SOL-EXPERT group:



Solar- meeuw
17 x 11 cm
Art.-nr.: 46006



Solar windmolen
Hoogte: ca. 20 cm
Art.-nr.: 40009



Solar- krekel
5 x 2,5 x 1,5 cm
Art.-nr.: 46002

Een van de kleinste solar- auto's



Solar- mini auto
3,2 x 1,5 x 2,2 cm
Art.-nr.: SMA



Solar- zaklantaarn
6 x 3,5 x 1,1 cm
Art.-nr.: STL

SOL-EXPERT group

Albersfelder Straße 8, D- 88213 Ravensburg

Telefoon: +49 (0)751 / 769 24 37-0, Fax: +49 (0)751 / 769 24 37-9

E-Mail: info@sol-expert-group.de

www.sol-expert-group.de