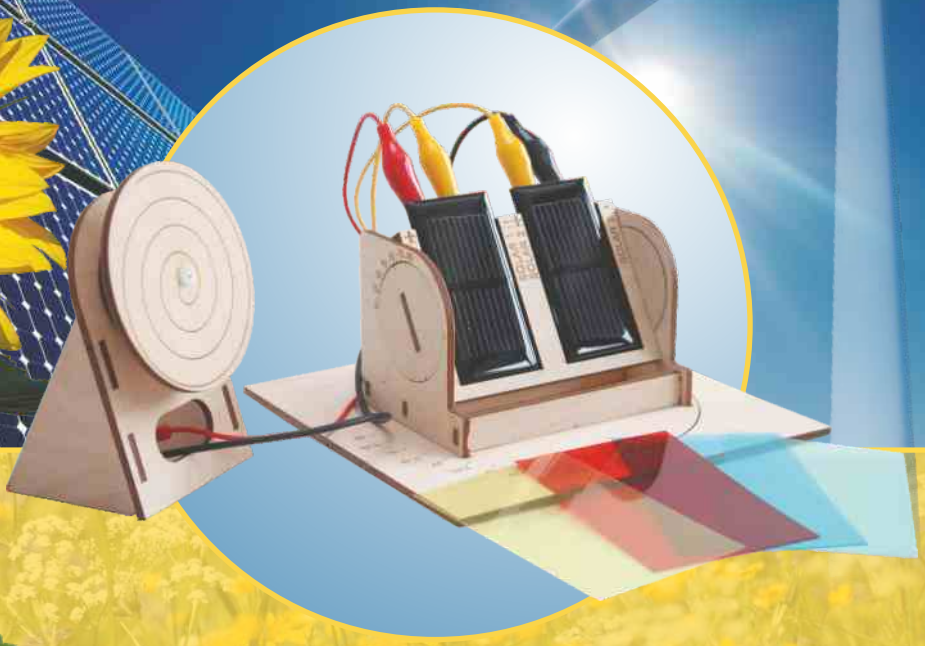
H A N D B U C H

SOLAR ASSISTENT
"New Generation"

Das moderne Experimentierset zur Energiegewinnung mit Solarzellen

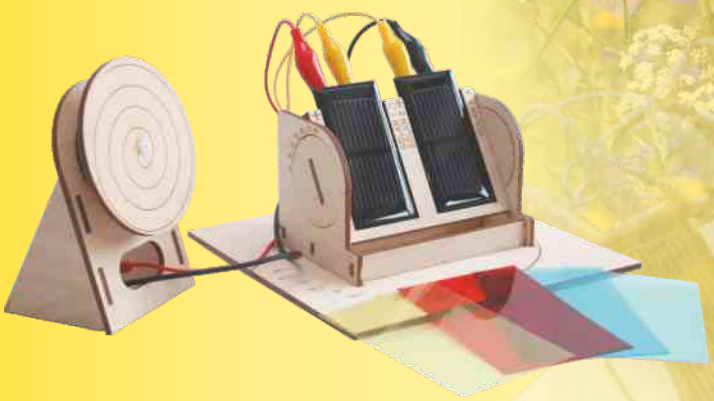
Erforschen - Begreifen - Verstehen



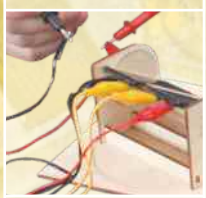
HANDBUCH

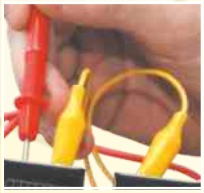
SOL-EXPERT group

Erforschen - Begreifen - Verstehen













Der Solar-Assistent "New Generation" zeigt auf einfachem Weg die Möglichkeiten der Photovoltaik. Im theoretischen Teil werden die Themen Sonne, Photovoltaik allgemein, Leistungserzeugung durch die Sonne, Testkriterien, Herstellung von Solarzellen, etc. erklärt. Ebenso werden die unterschiedlichen Möglichkeiten wie Inselanlage und Netzeinspeisung erläutert.

Der experimentelle Teil umfasst folgende Bereiche:

- **Unterschiedliche Lichtquellen**
- **Reihenschaltung / Parallelschaltung von Solarzellen**
- **Teilabschattung von Solarzellen im Verbund**
- **Lichtfilter und Bewölkungszustände**
- **Vorteile von Nachführsystemen**
- **Dachneigung und Einfluss auf die Leistung**

! ACHTUNG - Sicherheitshinweise: !

Nicht geeignet für Kinder unter 3 Jahren
- verschluckbare Kleinteile! -
Firmenanschrift aufbewahren -

10+

0 - 3

Wir empfehlen: Betreuung der Experimente durch eine erwachsene Person!

Das Experimentierset 4
Solar-Assistent "New Generation" - Die Experimente
Sinnvolle Hilfsmittel - Stückliste

Aufbau des Sets 5
Aufbau Motorhalterung - Aufbau Solarzellenhalterung

Die Sonne als Energiequelle 6

Photovoltaik 7
Das Prinzip - Der Wirkungsgrad - Die unterschiedlichen Solarzellen - Die Preise

Die Herstellung von Solarzellen 8

Die Umwandlung von Licht in Energie 9
Die Funktion - Anwendungsbeispiele der Photovoltaik

Netzparallelanlagen 10
Einspeisung ins öffentliche Stromnetz

Inselanlagen 11
Stromversorgung unabhängig vom öffentlichen Stromnetz - Das Solarmodul - Der Laderegler - Die Batterie - Der Wechselrichter

Anwendungsbeispiele 12

Hinweise zu den Experimenten 13
Geeignete Lichtquellen - Hinweise zum Multimeter

Verschiedene Lichtquellen 14

Lichtfilter 15

Spannungserhöhung durch Reihenschaltung 16

Stromerhöhung durch Parallelschaltung 17

Die Teilabschattung von Solarzellen 18

Abschattung von Solarzellen in der Reihenschaltung 19

Abschattung von Solarzellen in der Parallelschaltung 20

Tipps & Tricks 21

Horizontale Achsbewegung 22

Vertikale Achsbewegung - Nachführanlagen 23

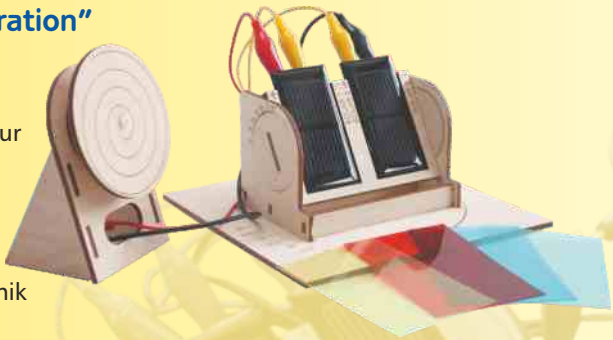


SONNENENERGIE

Energie, die sich der Mensch zunutze machen muss!



Solar Assistent "New Generation"



Das Experimentierset bietet die Möglichkeit, die Technik und die **Eigenschaften von Solarzellen** zur Stromgewinnung experimentell zu erforschen.

Ziel hierbei ist es, das Thema Stromerzeugung durch Solartechnik zu verdeutlichen.
Die Solarzellen, die als Grundlage aller Experimente dienen, bestehen aus monokristallinem Silizium und sind somit sehr hochwertig. Damit wird erreicht, daß die Experimente auch ohne direkte Sonneneinstrahlung im Inneren von Räumen durchgeführt werden können.

Natürlich benötigen die Solarzellen auch hier eine ausreichende Beleuchtung. Ideal eignet sich hierfür eine Schreibtischlampe, die sich in jedem Haushalt findet. Zudem hat eine Lampe die Eigenschaft, daß diese immer die gleiche Lichtstärke abgibt. Die direkte Sonneneinstrahlung dagegen, kann je nach Bewölkungszustand schwanken, was eine Verfälschung der Meßdaten zur Folge hätte.

Die Experimente

Nach einer allgemeinen Einführung in diese Thematik, erlernen Sie durch einfache Experimente die grundsätzlichen Zusammenhänge in der Solartechnik.

Sinnvolle Hilfsmittel:

Mit dem beiliegendem Motor können Sie alle Experimente anhand der Drehzahl auswerten. Damit die Experimente noch wissenschaftlicher durchgeführt werden können, ist es sinnvoll, zusätzlich die Meßwerte mit einem **Multimeter** zu ermitteln.
Dann können die Meßdaten ebenfalls in die **Meßprotokolle** übernommen und ausgewertet werden.

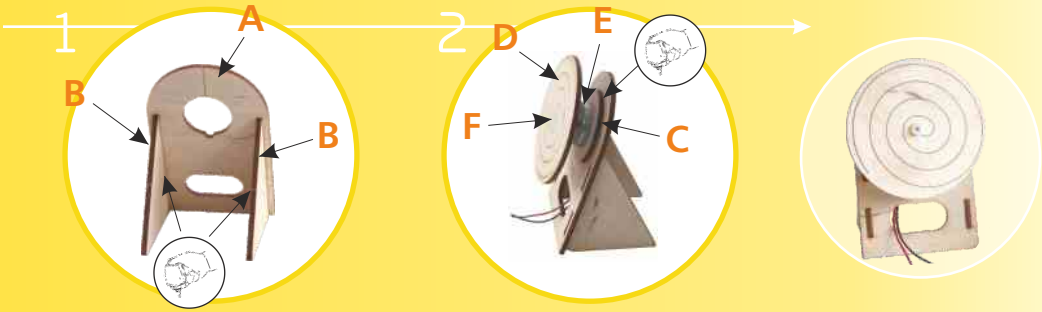
Stückliste

- 2 x **Solarzellen** mono SM330 0,5 V / 330 mA
- 1 x **Solarmotor** RF300
- 4 x **Kabel** mit Krokoklemmen
- 5 x Farbige **Folien**
- 5 x **Verschattungsabdeckung**
- 1 x **Anleitung**
- 1 x **Holzteilesatz**: Motorhalterung mit Spiralscheibe
- 1 x **Holzteilesatz**: Solarzellenhalterung mit Gravur
- 1 x **Holzkleber**

Aufbau Motorhalterung

Teileliste

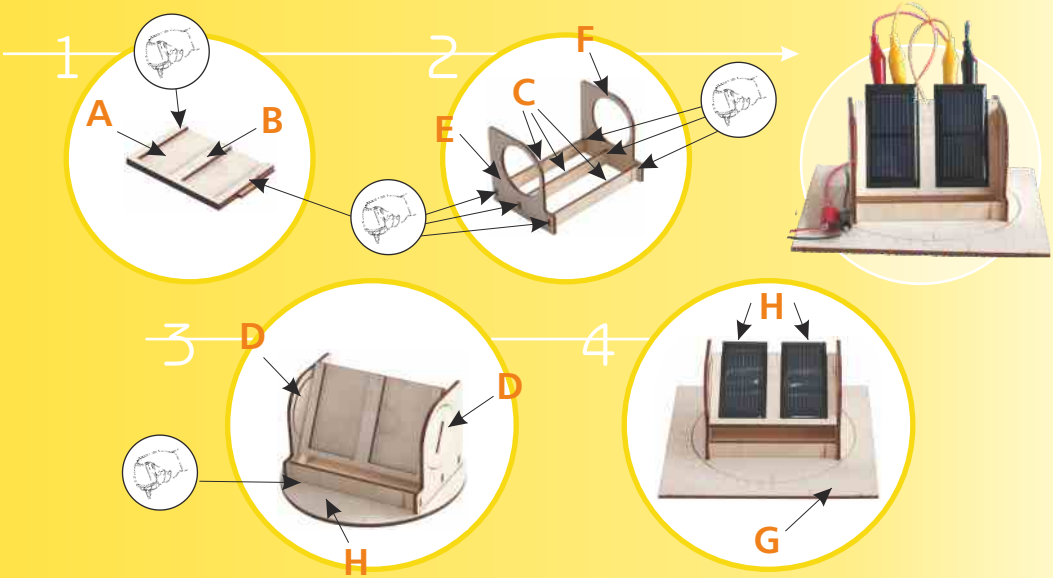
1 x A
1 x C
1 x D
2 x B
1 x F
1 x E



Aufbau Solarzellenhalterung

Teileliste

1 x A
1 x B
1 x E
1 x G
1 x H
3 x C
2 x D
1 x F
2 x H



Die Sonne

Die Sonne hat die 333000-fache Masse der Erde und ist der **größte Energiespeicher unseres Sonnensystems**. Mit einem Durchmesser von 1.392 Millionen Kilometern ist sie mehr als einhundert mal so groß wie die Erde.

Die mittlere Entfernung von der Erde zur Sonne beträgt 150 Millionen Kilometer. Täglich erreichen uns Strahlen der Sonne nach einer Reisezeit von 8 Minuten. Dabei legt das Licht je Sekunde eine Entfernung von 299792,5 km zurück.

Würde man zum Beispiel Licht vom Bodensee bis nach Flensburg senden, das sind ca. 1000 km, wäre dieses nur einen Bruchteil einer Sekunde unterwegs, nämlich 0,0035 Sekunden.

Technisch gesehen ist die Sonne nichts anderes als eine riesige Gaskugel. Eine unwahrscheinlich heiße Gaskugel und überaus explosiv.

Im Inneren herrschen Temperaturen von bis zu 15 Millionen Grad. An der Oberfläche sind immer noch beachtliche 5700 Grad Celsius zu verzeichnen. Die Temperatur der Sonne ist schwer zu beschreiben. Versuchen wir einmal, uns anhand nachfolgender Aufstellung (s.unten) Temperaturen vorzustellen.



So können wir einschätzen wie heiß die Sonne tatsächlich ist.:

50, 60	Grad Celsius:	Die Wüste am Tag.
90-100	Grad Celsius:	Die Temperatur einer Sauna.
100	Grad Celsius:	Wasser verdampft.
3000	Grad Celsius:	Metall schmilzt in Sekunden.
5700	Grad Celsius:	Die Oberfläche der Sonne.
15000000	**Grad Celsius:**	**Die Temperatur in der Sonne.**

Die Temperaturen und auch der Druck im Inneren der Sonne sind so hoch, daß es zu Kernreaktionen kommt. Durch diese Kernreaktionen verbrennen jede Sekunde 4 Millionen Tonnen Materie, wobei jedes Gramm verbrannte Materie 25 000 000 kWh Energie erzeugt.

SONNENENERGIE
Energie, die sich der Mensch zunutze machen muss!

Das Prinzip

Die **Umwandlung von Licht in elektrische Energie** nennt man Photovoltaik. Diese Bezeichnung kommt aus dem Griechischen und setzt sich aus den beiden Worten "phos = Licht" und "Volt - Einheit der elektrischen Spannung" zusammen.
Entdeckt wurde die Photovoltaik bereits 1839 vom französischen Physiker Becquerel. Aber erst über 100 Jahre später wurde die erste Solarzelle in den Bell-Laboratorien entwickelt. Das war im Jahr 1954.
Und seit diesem Zeitpunkt sind Wissenschaftler auf der ganzen Welt darum bemüht, die Effizienz der Solarzellen zu verbessern. Viele Millionen EURO fließen jährlich zu diesem Zweck in die Erforschung dieser Technik. Ziel der Wissenschaftler ist es, den Wirkungsgrad der Solarzellen zu verbessern.

Der Wirkungsgrad

Die Messung, die den Wirkungsgrad einer Solarzelle bestimmt, wird im Labor durchgeführt. Dabei müssen verschiedene Vorgaben eingehalten werden. Die Lichteinstrahlung beträgt während der Messung 1000 Watt/m2. Außerdem ist eine Zellentemperatur von 25 Grad Celsius einzuhalten.
Nebenbei wird die Luftfeuchtigkeit genauestens kontrolliert. Diese Vorgaben, die alle Hersteller einhalten müssen, ermöglichen es, verschiedene Solarzellen aus unterschiedlichster Fabrikation zu vergleichen.
Aber was ist eigentlich der Wirkungsgrad?
Der Wirkungsgrad bestimmt das **Verhältnis zwischen eingestrahlter Energie und gewonnener Energie** in Prozent. Beispiel: Wenn 1000 Watt Eingangsleistung eine Ausgangsleistung von 100 Watt erzeugen, dann beträgt der Wirkungsgrad 10%.

Die unterschiedlichen Solarzellen

Die drei häufigsten Zellentypen, die derzeit zum Einsatz kommen:

Zellentypen	*Material*	*Wirkungsgrad*	
Amorphe Zelle	aufgedampfte Siliziumschicht	bis 7%	
Polykristalline Zelle	Siliziumscheiben	bis 16%	
Monokristalline Zelle	Siliziumscheiben	bis 20%	

Preislich gesehen ist die amorphe Solarzelle mit Abstand am günstigsten. Allerdings verliert diese nach wenigen Jahren auch deutlich an Leistung. Poly- und monokristalline Solarzellen dagegen haben auch nach vielen Jahren (bis zu 25 Jahren) noch die gleiche Leistung. Diese Zellen sind etwas teurer, aber durch ihre Langlebigkeit im Verhältnis billiger.

Material

Das Material, aus dem Solarzellen hergestellt werden ist **Quarzsand**. Dieser wird durch ein spezielles Verfahren von Verunreinigungen befreit und dann zu einem **Siliziumblock** verarbeitet.
Je nach Typ der Zelle sind hierfür unterschiedliche Verfahren notwendig.

Bei monokristallinen Zellen wird ein **Tiegelziehverfahren** angewandt. Ein Siliziumkristall wird in das heiße, flüssige Silizium eingetaucht. Das flüssige Silizium verbindet sich mit dem eingetauchten Siliziumkristall, während dieser langsam aus dem Tiegel herausgezogen wird.

So entstehen **Siliziumstangen** mit einer Länge von über 1 Meter.
Bei polykristallinen Zellen wird das heiße Silizium in eine Form gegossen und allmählich abgekühlt.
Auch bei diesem Verfahren entstehen Siliziumstangen.
Nun werden diese Stangen, die bei den beiden Verfahren entstehen, in hauchdünne Scheiben (< 0,5 mm) geschnitten. Jede Scheibe wird durch Ätzen und Schleifen geglättet.

Danach werden beide Seiten mit verschiedenen Fremdatomen gezielt verunreinigt.
Dieses nennt man “dotieren”.

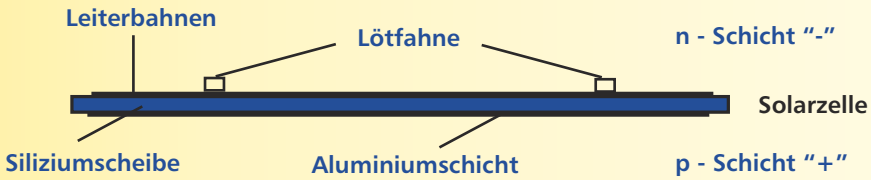
Durch die **Dotierung** erreicht man, daß die eine Seite positiv geladen ist und die andere Seite negativ, was später zur Folge hat, daß ein Strom bei Lichteinfall fließen kann.
Die Rückseite der Solarzelle wird mit einer sehr dünnen **Schicht Aluminium** überzogen. Diese Aluminiumschicht dient als Pluspol.

Die Vorderseite wird ebenfalls mit Aluminium überzogen, allerdings nicht flächendeckend, sondern das Aluminium stellt lediglich schmale **Leiterbahnen** dar, damit weiterhin Licht auf das Silizium fallen kann.

Zuletzt wird noch eine **Lötfahne** auf die Leiterbahnen aufgebracht, die den zweiten Anschluß darstellt, den Minuspol.
Moderne Solarzellen haben eine Größe von 6”.



Aufbau einer Solarzelle:

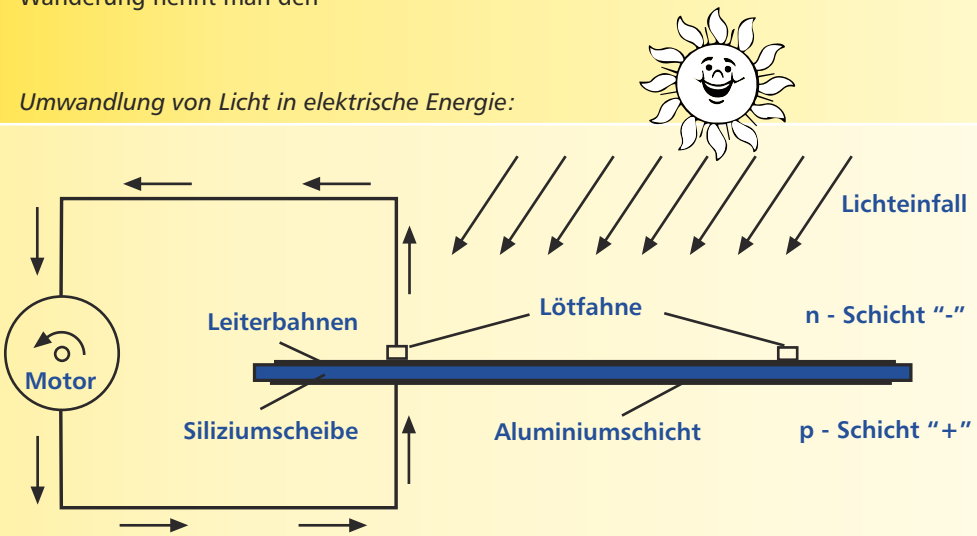


Die Funktion

Das Licht besteht aus unzähligen winzigen Energieträgern, den Photonen. Treffen diese Photonen auf der Solarzelle auf, werden Elektronen auf der n- Schicht freigesetzt.

Diese Elektronen versuchen nun zur p - Schicht zu wandern. Diese Wanderung nennt man den **Stromfluß**. Dieser findet immer von - nach + statt. Wird ein Verbraucher an der Solarzelle angeschlossen, führt die Wanderung des Elektrons durch den Verbraucher hindurch und treibt zum Beispiel bei einem Motor die Motorachse an.

Umwandlung von Licht in elektrische Energie:



Eine Solarzelle produziert Gleichspannung. Je nach Qualität der Zelle kann diese Spannung zwischen 0,5 und 0,65 Volt liegen. Die Größe der Solarzelle bestimmt den Strom.

Anwendungsbeispiele der Photovoltaik

Hauptsächlich werden Solarmodule derzeit in zwei Anlagentypen zur Stromgewinnung eingesetzt:

- **Netzparallelbetrieb**
- **Inselbetrieb**

Diese beiden Themen werden auf den nächsten Seiten näher beschrieben.



Abb. Solar-Taschenlampe

Weiteres Anwendungsbeispiel für den Einsatz von Solarmodulen:

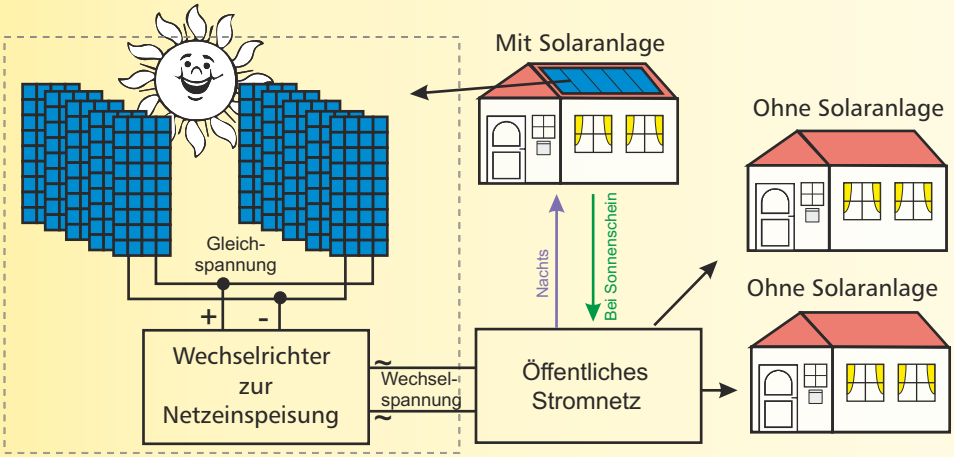
- **Consumerprodukte** (s.Abb.)



Einspeisung ins öffentliche Stromnetz

Netzparallelanlagen dienen dazu, den Strom der durch die Photovoltaik erzeugt wird, **in das öffentliche Stromnetz einzuspeisen.**
Eine solche Netzparallelanlage besteht aus Solarmodulen, einem Netzeinspeiser, einem Hauptschalter und ggf. ein Erfassungssystem zur Auswertung der Einspeisedaten.

Anlagenschema:



Der Wechselrichter zur Netzeinspeisung wandelt die **Gleichspannung in Wechselspannung** um und speist diese in das öffentliche Netz ein. Steht nicht genügend Energie durch die Solaranlage zur Verfügung, z.B. nachts oder bei schlechtem Wetter, bezieht der Betreiber der Anlage den Strom aus dem öffentlichen Netz.

Für jede ins öffentliche Stromnetz eingespeiste kWh erhält der Betreiber 43,01 Cent. Dieser Betrag ist gültig für PV-Anlagen auf Gebäuden oder auf Lärmschutzwänden bis 30 kW. (Stand 6/2009).

Je nach Anlagengröße und Bauart können diese Beträge abweichen. Aktuelle Werte finden sich stets im www.



Copyright www.sunset-solar.com

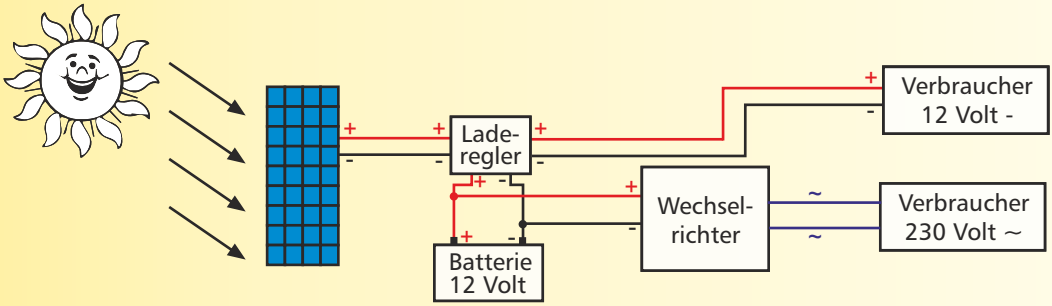


Copyright www.sunset-solar.com

Stromversorgung unabhängig vom öffentlichen Stromnetz

Inselanlagen kommen **dort zum Einsatz, wo keine öffentliche Stromversorgung zur Verfügung steht.** Wie es z.B. bei Wohnmobilen, Booten oder auch Almhütten in den Bergen der Fall ist. Um eine solche Inselanlage zu betreiben, benötigt man Solarmodule, Laderegler und Batterien und natürlich auch Verbraucher wie Lampen, Radios oder sonstiges.

Anlagenschema:



Das Solarmodul

Das Solarmodul besteht meist aus 36 einzelnen Solarzellen, die in Reihe geschaltet sind. Die Stromstärke der Zelle ist ausschlaggebend für den Gesamtstrom.

Der Laderegler

Der Laderegler verhindert, daß die Batterie durch das Solarmodul überladen wird, da dies für die Batterie sehr schädlich ist. Ist die Batterie geladen, trennt der Laderegler das Solarmodul von der Batterie. Gute Laderegler verfügen zusätzlich über einen Tiefentladeschutz. Dieser Tiefentladeschutz sorgt dafür, daß die Verbraucher die Batterie nur bis zu einer voreingestellten Spannung entladen. Danach schaltet der Laderegler die Verbraucher automatisch ab. Wird nun die Batterie wieder über das Solarmodul aufgeladen, werden die Verbraucher wieder zugeschaltet. Beim Einsatz von Ladereglern ohne Tiefentladeschutz kann es wiederholt zu Tiefentladungen kommen. Dadurch reduziert sich die Lebensdauer der Batterie erheblich.



Copyright www.phocos.com

Die Batterie

Die Batterie dient lediglich als **Speicher für den Strom**, der durch das Solarmodul erzeugt wird. So kann tagsüber bei Tageslicht Energie eingespeichert und bei Bedarf tags oder nachts abgenommen werden.

Der Wechselrichter

Der Wechselrichter wandelt die Batteriespannung von 12 Volt Gleichspannung in 230 Volt Wechselspannung um. Auch herkömmliche 230 V-Geräte können so an die Solaranlage angeschlossen werden, wie z.B. Fernseher, Lampen, Radio, etc.

Beispiele Netzparallelanlage







Bilder:
Copyright www.sunset-solar.com



Beispiele Inselanlage







Bilder:
Peter Adelmann

Hinweise

Geeignete Lichtquelle

Besonders gut als Lichtquelle eignet sich das **Sonnenlicht**. Bei schlechtem Wetter kann aber auch eine **Schreibtischleuchte mit einer Halogenlampe** eingesetzt werden. Die Leistung dieser Lampe sollte bei ca. 50 - 75 Watt liegen. Bei der Halogenlampe muss auf die Temperaturentwicklung geachtet werden, da diese Lampen sehr heiß werden können. VORSICHT: Verbrennungsgefahr!

Entfernung der Lichtquelle zur Solarzelle (Halogenlampe)

Wir empfehlen einen Sicherheitsabstand von ca. 30 cm zur Solarzelle.
ACHTUNG: Die langzeitige Unterschreitung dieser Entfernungen kann zum Defekt der Solarzelle führen!

Hinweis zum Umgang mit den Solarzellen

Solarzellen sind hochwertige Halbleiterbauteile und bruchempfindlich.
Sie sind deshalb stets mit Sorgfalt zu behandeln.

Hinweise zum Multimeter (optional)

Lesen Sie unbedingt die Bedienungsanleitung des Multimeters aufmerksam durch und beachten Sie die darin enthaltenen Sicherheitsvorkehrungen. Bewahren Sie die Anleitung des Multimeters für den späteren Gebrauch auf.

Messung mit einem Multimeter

In den meisten Fällen sind folgende Messbereiche einzustellen:
Strommessung: *10 / 20 A, Gleichstrom*
Spannungsmessung: *2 Volt, Gleichspannung*
Sollten die Messergebnisse die Anzeige übersteigen, ist der nächste Messbereich zu wählen.

Optische Messung mit dem Motor

Bei der Messung mit dem Motor wird optisch die Drehzahl bestimmt und wie unten in der Tabelle ersichtlich in verschiedene Bereiche eingeteilt. Um die Einschätzung der Drehzahl zu erleichtern, sind bei jedem Experiment die möglichen Kürzel der Drehzahlen angegeben.
Diese können somit ermittelt und in die Messwerttabelle eingetragen werden.



Bedeutung von Kürzel und Drehzahl:

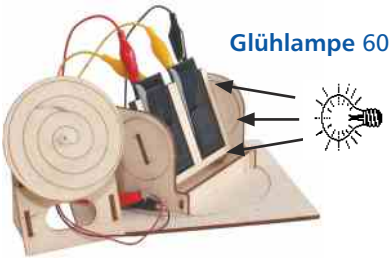
Kürzel	S	M	L	N	U
Drehzahl	schnell	mittel	langsam	dreht nicht	Drehrichtung ändert sich

Spannungsbereich	= 2 V
Strombereich	= 10 / 20 A

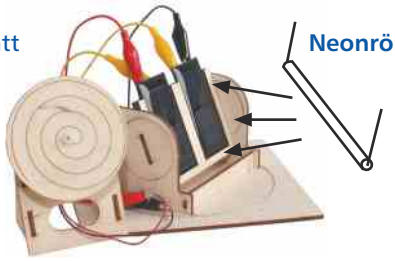
...und deren Auswirkungen auf die Solarzellenleistung

Nicht jede Lichtquelle eignet sich für die Solartechnik. Die verschiedenen Lichtquellen, die wir verwenden wollen, sollten den gleichen Abstand (ca. 30 cm) zu den Solarzellen haben.

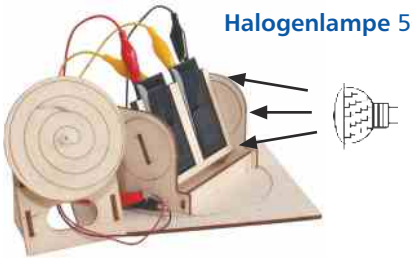
Unterschiedliche Lichtquellen erzeugen unterschiedliche Leistungen bei Solarzellen. Die beste Lichtquelle für die Photovoltaik ist das Sonnenlicht.



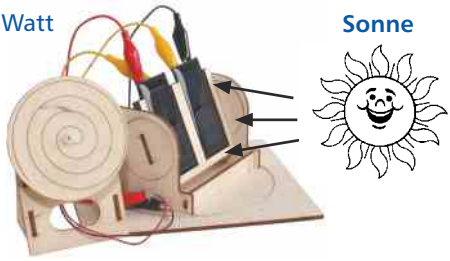
Glühlampe 60 - 80 Watt



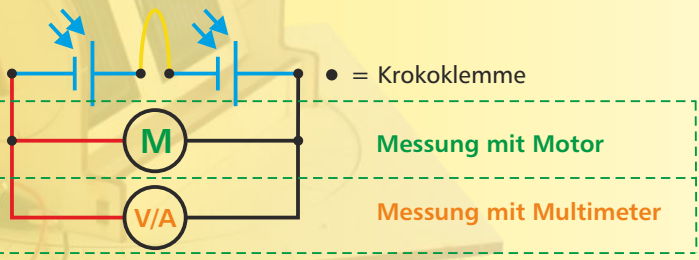
Neonröhre



Halogenlampe 50 - 75 Watt



Sonne



Bitte Meßwerte eintragen:

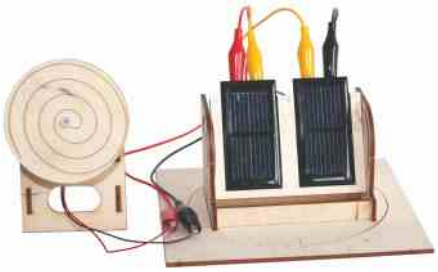
Lichtquelle	Glühlampe	Neonröhre	Halogenlampe	Sonnenlicht
Spannung in V				
Strom in mA				
Leistung in W (P = U x I)				
Motor dreht (S/M/L/N)				

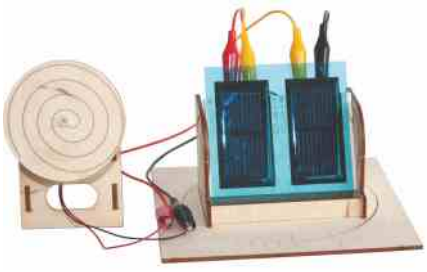
Spannungsbereich	= 2 V
Strombereich	= 10 / 20 A

Auswirkung von Lichtfiltern

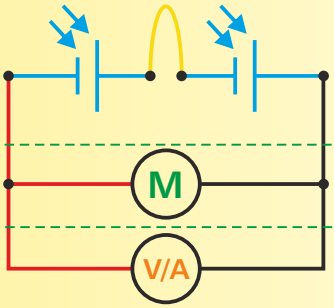
Herkömmliche Lichtfilter in der Solartechnik sind in erster Linie **verschiedene Bewölkungszustände**. So reicht das Bewölkungsspektrum von "klarer Himmel" über leichte, mittlere bis hin zur starken Bewölkung

Durch die Filterung des Lichts, gehen verschiedene Lichtspektren verloren. Je nach Folienfarbe werden unterschiedliche Lichtspektren herausgefiltert. Daher gibt die Solarzelle jeweils eine andere Leistung ab.
Um zu ergründen, wie sich Lichtfilter auswirken, hier ein Experiment:





• = Krokoklemme



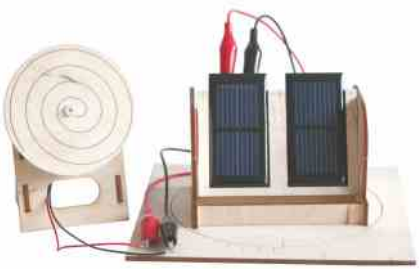
Bitte Meßwerte eintragen:

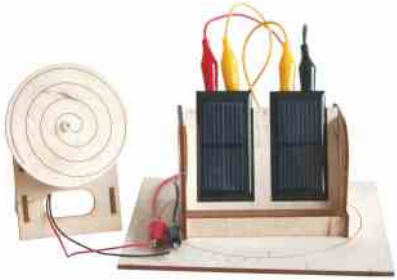
Farbe der Folie	ohne Folie	tranparent	gelb	grün	rot	blau
Spannung in V						
Strom in mA						
Leistung in W (P = U x I)						
Motor dreht (S/M/L/N)						

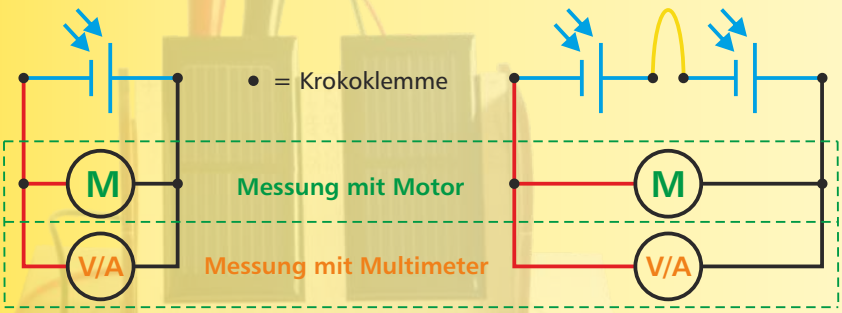
Spannungsbereich = 2 V
Strombereich = 10 / 20 A

Reihenschaltung

Um die Spannung einer Solaranlage zu erhöhen, müssen einzelne Solarzellen **in Reihe geschaltet** werden.
Das ist z.B. typisch für Standardmodule, da diese in der Regel aus 36 - 40 Zellen bestehen, welche in Reihe geschaltet sind.

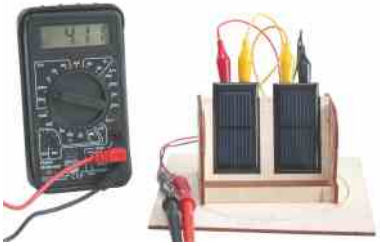






Bitte Meßwerte eintragen:

Anzahl der Solarzellen	1 Solarzelle	2 Solarzellen
Spannung in V		
Strom in mA		
Leistung in W (P = U x I)		
Motor dreht (S/M/L)		



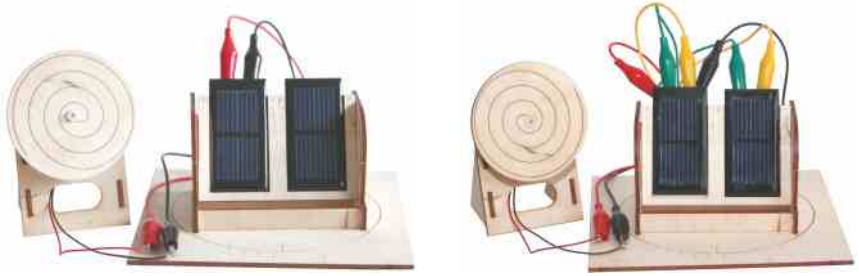
Messung mit Multimeter

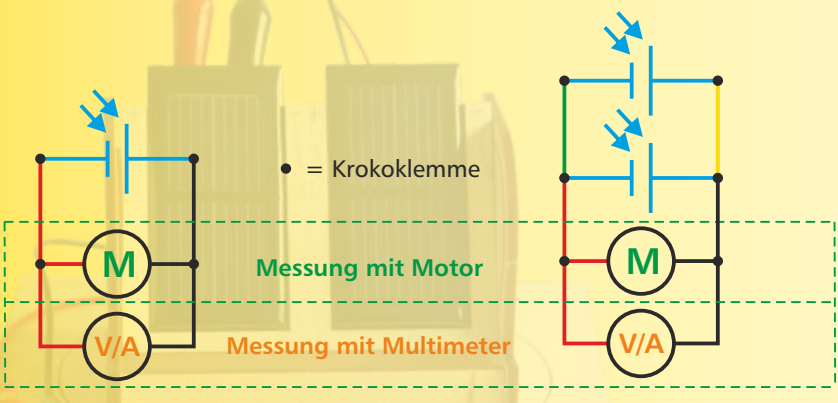
Werden Solarzellen in Reihe geschaltet, erhöht sich die Gesamtspannung.
Die Formel hierfür heißt:
Spannung der Einzelzelle x Zellenanzahl= Gesamtspannung

Spannungsbereich	*= 2 V*
Strombereich	*= 10 / 20 A*

Parallelschaltung

Um den Strom eines Solarmoduls zu erhöhen, müssen einzelne Solarzellen **parallel geschaltet** werden. Um dieses zu beweisen, erstellen wir die folgende Schaltung. Zu beachten ist hierbei, daß nur Solarzellen des gleichen Typs parallel geschaltet werden dürfen.





Bitte Meßwerte eintragen:

Anzahl der Solarzellen	1 Solarzelle	2 Solarzellen
Spannung in V		
Strom in mA		
Leistung in W (P = U x I)		
Motor dreht (S/M)		



Messung mit Multimeter

Bei diesem Versuch ändert sich die Drehzahl des Motors nur sehr gering. Die Drehkraft der Achse hingegen verdoppelt sich und somit auch die Gesamtleistung des Motors.

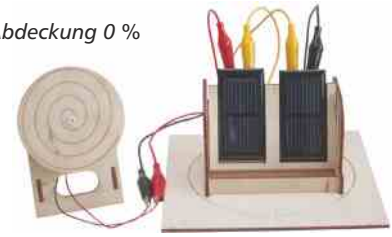
Wird zu einer Solarzelle eine zweite parallelgeschaltet, verdoppelt sich der Strom.
Die Formel hierfür heißt:
Strom der Einzelzelle x Zellenanzahl= Gesamtstrom

Zellenabschattung

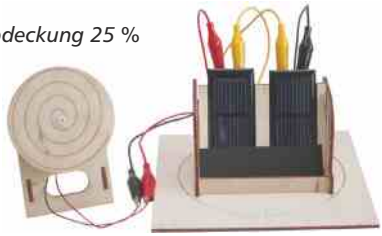
Spannungsbereich	*= 2 V*
Strombereich	*= 10 / 20 A*

Teilabschattungen führen zu erheblichen Leistungsverlusten von Solarzellen. Das Verhältnis von der prozentualen Abschattung zur Leistungsminderung der Solarzellen wollen wir nun bestimmen.

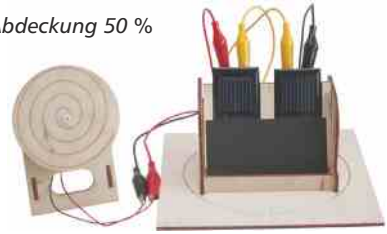
Abdeckung 0 %



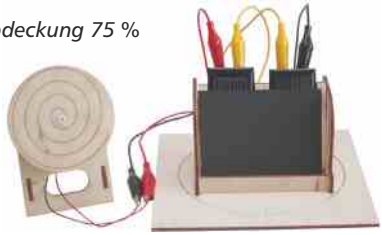
Abdeckung 25 %



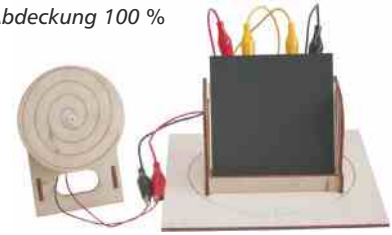
Abdeckung 50 %



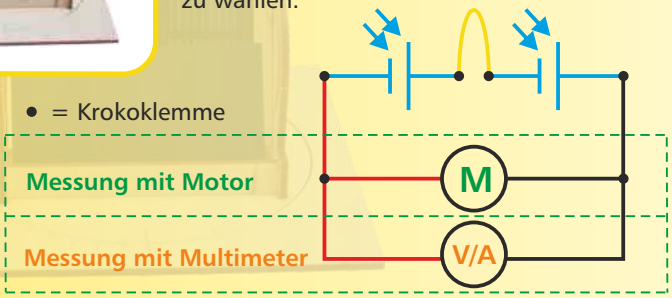
Abdeckung 75 %



Abdeckung 100 %



Je mehr eine Solarzelle abgeschattet wird, desto weniger Leistung erzeugt diese. Es ist daher immer darauf zu achten, verschattungsfreie Standorte für Solarmodule zu wählen.



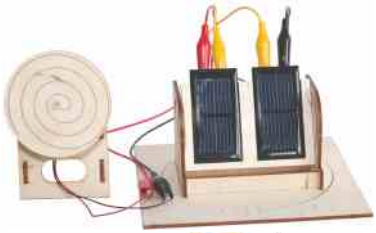
Bitte Meßwerte eintragen:

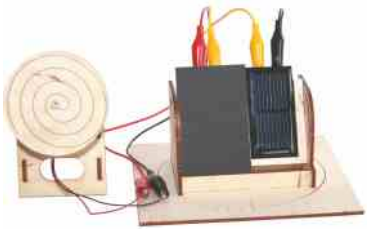
Abdeckung in %	0	25	50	75	100
Spannung in V					
Strom in mA					
Leistung in W (P = U x I)					
Motor dreht (S/M/L/N)					

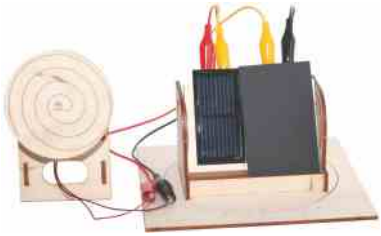
Spannungsbereich	*= 2 V*
Strombereich	*= 10 / 20 A*

Zellenabschattung

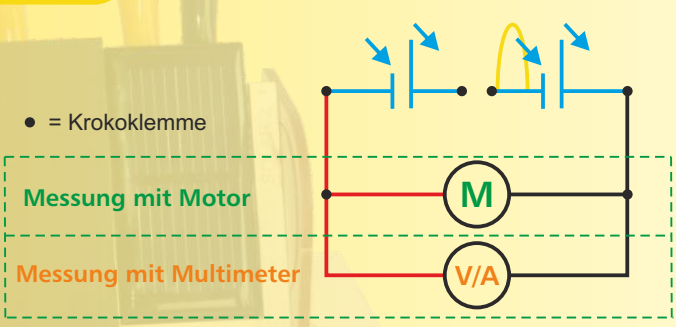
Zellenabschattungen bei der Reihenschaltung führen zu einem totalen Leistungsausfall des Systems, da die abgeschattete Solarzelle einen hohen Innenwiderstand erreicht und somit den Stromfluss deutlich mindert.
Abhilfe schafft hier die Bypass Diode! (s. auch S.20)







Wird eine Zelle bei der Reihenschaltung abgeschattet, fällt die Gesamtleistung auf null ab. Dieses birgt vor allem Gefahr für komplette Module, da diese in der Regel über 36 in Reihe geschaltete Solarzellen verfügen.



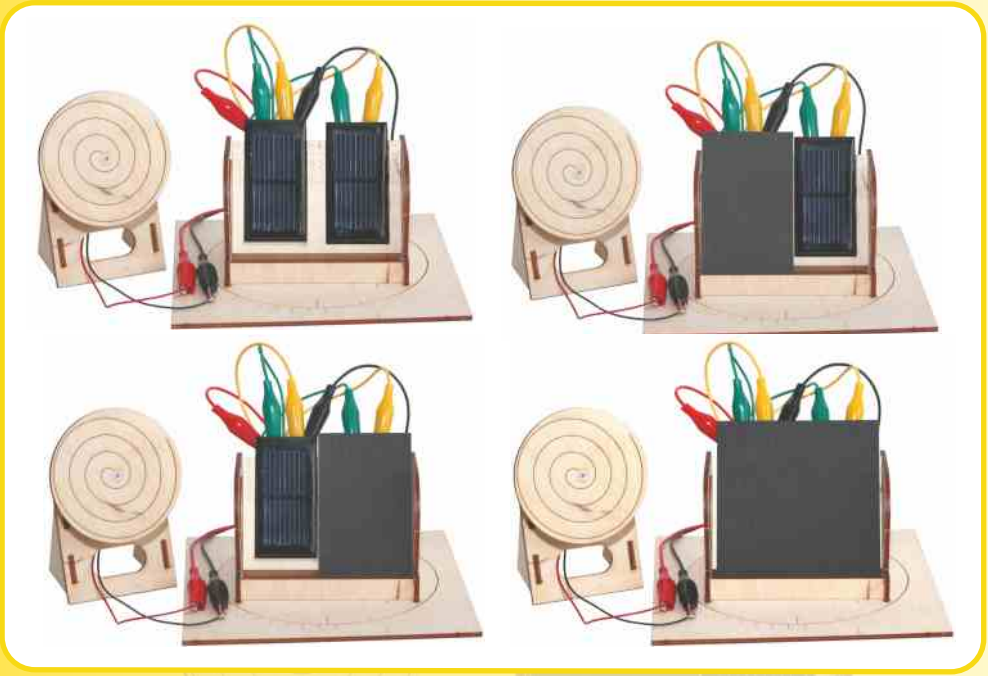
Bitte Meßwerte eintragen:

Abgeschattete Solarzelle	keine Solarzelle	linke Solarzelle	rechte Solarzelle
Spannung in V			
Strom in mA			
Leistung in W (P = U x I)			
Motor dreht (S/N)			

Spannungsbereich = 2 V
Strombereich = 10 / 20 A

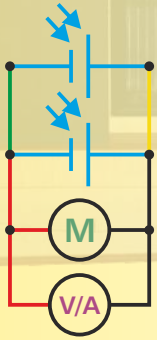
Zellenabschattung

Teilabschattungen bei der Parallelschaltung von Solarzellen führen zwar zu einem Leistungsverlust nicht aber zum totalen Leistungsausfall des Systems.
Dieses werden wir nun experimentell beweisen.



Wird bei der Parallelschaltung eine Solarzelle abgeschattet, reduziert sich die Gesamtleistung um diese Solarzellenleistung.

Erst wenn alle Solarzellen abgeschattet sind, geht die Gesamtleistung auf null zurück.



● = Krokoklemme

Bitte Meßwerte eintragen:

Abgeschattete Solarzelle	keine Solarzelle	linke Solarzelle	rechte Solarzelle	beide Solarzellen
Spannung in V				
Strom in mA				
Leistung in W (P = U x I)				
Motor dreht (S/M/L/N)				

1

Das Szenario:
Ein Blatt fällt auf eine einzelne Solarzelle eines Solarmoduls. Was geschieht mit der Gesamtleistung des Moduls?

Ein Solarmodul in einem Anlagenverbund ist stark verschmutzt oder es befinden sich z.B. Blätter auf diesem.
Das Solarmodul erzeugt nun deutlich weniger Strom.
Dies würde dazu führen, dass die Gesamtleistung des Verbundes erheblich beeinträchtigt wird.

Um das zu vermeiden, ist in jedem Solarmodul eine Bypassdiode angebracht. Somit wird das Solarmodul, welches keinen Strom mehr liefert aus dem Verbund genommen und der vom Verbund erzeugte Strom über die Diode an dem Modul vorbeigeleitet.

Ebenfalls wird verhindert, dass sich dieses Modul stark erwärmt und durch die sehr hohe Temperatur schaden nimmt. Die starke Erwärmung bezeichnet man auch als **Hot-Spot-Effekt.**





Bilder: Copyright www.sunset-solar.com



2

Auch Fensterscheiben filtern verschiedene Frequenzen des Sonnenlichtes aus. So ist es ganz normal, dass z.B. Solarspielzeuge im Inneren eines Raumes schlechter funktionieren als draußen.
Hilfreich kann hier das Öffnen des Fensters sein.



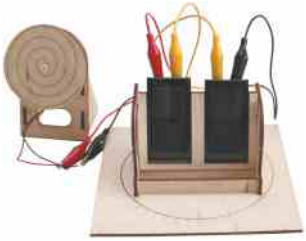
Horizontale Nachführung

Spannungsbereich	*= 2 V*
Strombereich	*= 10 / 20 A*

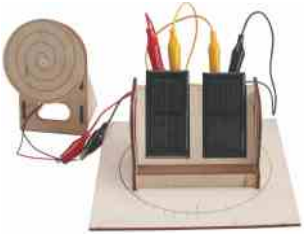
Dieser Versuch verdeutlicht, dass verschiedene **Dachneigungen** unterschiedliche Leistungen der Solarzellen hervorrufen. Der Winkel "Dachneigung" kann seitlich an der Solarzellenhalterung abgelesen werden.

Wichtig: Das Lampenlicht muss direkt von vorn kommen!

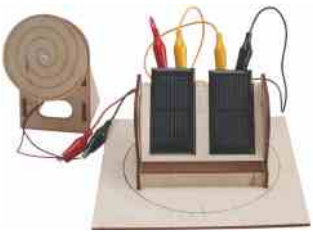
Winkel 90 %



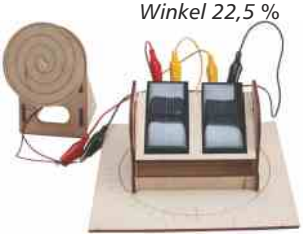
Winkel 67,5 %



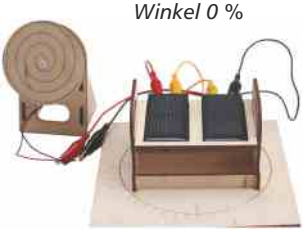
Winkel 45 %



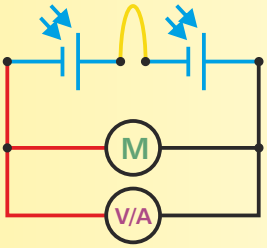
Winkel 22,5 %

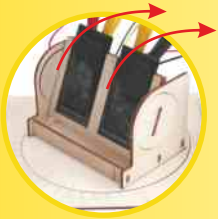


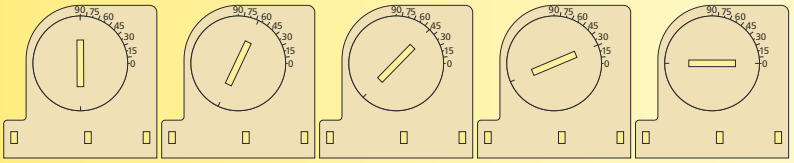
Winkel 0 %



• = Krokoklemme







Bitte Meßwerte eintragen:

Winkel zum Licht in %	90	67,5	45	22,5	0
Spannung in V					
Strom in mA					
Leistung in W (P = U x I)					
Motor dreht (S/M/L/N)					

Die optimale Leistung gibt ein Solarmodul ab, wenn es rechtwinklig zur Lichtquelle (Sonne) steht. Werden z.B. Solarmodule in der Winterzeit dem horizontalen Stand der Sonne angepasst, ergibt sich eine höhere Ausbeute und somit bei Netzparallelanlagen höhere Erträge.

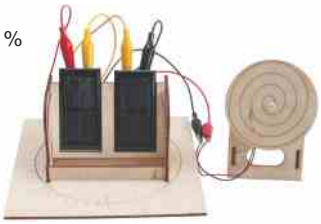
Spannungsbereich	*= 2 V*
Strombereich	*= 10 / 20 A*

Vertikale Nachführung

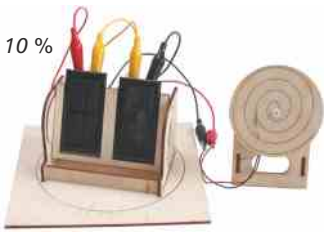
Lohnt es sich eine Solaranlage vertikal der Sonne nachzuführen?
Und wie verhält sich der Winkel zum Ertrag?

Ein interessanter Versuch mit **spektakulärem Ergebnis.**

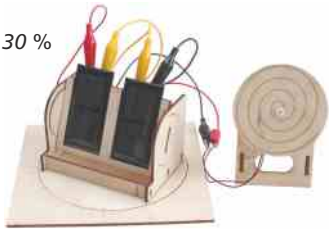
Winkel 0 %



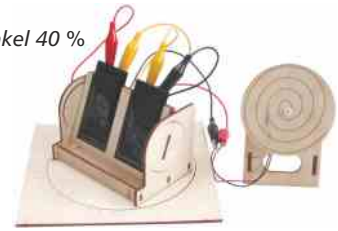
Winkel 10 %

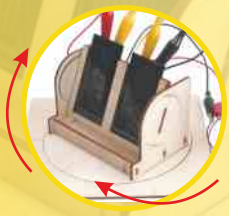


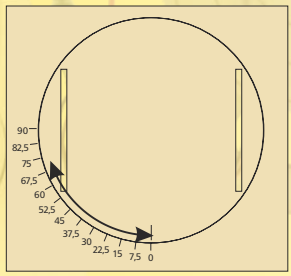
Winkel 30 %



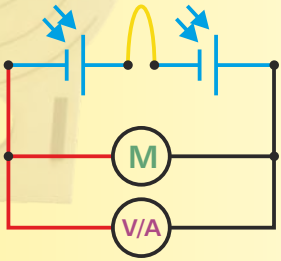
Winkel 40 %







● = Krokoklemme



Bitte Meßwerte eintragen:

Winkel zum Licht in %	0	10	20	30	40
Spannung in V					
Strom in mA					
Leistung in W (P = U x I)					
Motor dreht (S/M/L/N)					

Wird eine Solaranlage der Sonne nachgeführt, erhöht sich der Gesamtertrag der Anlage um bis zu **50%**. Die durch die Nachführung entstehenden Mehrkosten, werden so innerhalb kurzer Zeit durch den Mehrertrag ausgeglichen.

SOL-EXPERT group

Weitere Produkte aus dem Hause SOL-EXPERT group:



Solar Leuchtturm
Höhe: 20 cm
Art.-Nr.: **40295**



Solar Rennwagen F1
Länge: 17 cm
Art.-Nr.: **40305**



Solar Kirche
21 x 20 x 12,5 cm
Art.-Nr.: **40296**



Solar Dreidecker
Länge: 18 cm
Art.-Nr.: **40280**



Solar Windmühle
Höhe: ca. 20 cm
Art.-Nr.: **40009**

MADE IN EUROPE

0 - 3

8+

CE

RoHS

Bitte führen Sie das Gerät nach Ablauf der Gebrauchszeit entsprechend zertifizierten Versorgern zu!

SOL-EXPERT group
Mehlisstrasse 19, D- 88255 Baindt
Telefon: +49 (0)7502 - 94115-0
Fax: +49 (0)7502 - 94115-99
E-Mail: info@sol-expert-group.de

www.sol-expert-group.de

- Änderungen und Irrtümer vorbehalten - © 2018 by C.Repky