



SUNdidactics
SolarEnergyDidactics
SolarEducation
SolarEngineering
Photovoltaics+Solarthermal
innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung
innovative solar- systems for school, college, technical education

NILS ISFH
 Kooperationspartner NILS-ISFH
 Vertrieb
 Rechnungsservice
 Solartechnik
 Solardidaktik
 Solare Wissenschaft
 Cooperation NILS-ISFH
 Sales
 Delivery
 Accounting
 Solar didactics

Photovoltaik-System SUSE
 Solartechnik
 Experimentiergeräte
 Solare Experimente
 von der Grundschule bis zum Abitur
 Solar technology
 Experimentation devices
 Solar experiments

BNE
 Bildung für nachhaltige Entwicklung
 Education for Sustainable Development

Solardidactic – Solarzellen – Solarmodule – PV- Experimentiergeräte – PV –Experimentieranleitungen – Solarthermie- Experimentiergeräte
 didaktische Konzepte – Solarberatung – Fortbildung – solare Aus- und Weiterbildung – Solarspielzeug
 Solardidactics + solar cells + solar modules + photovoltaic experiment devices + solar toys + solar education and training

SUNdidactics Solar Systems

W.R. Schanz, OstR aD, Hildesheim, Germany

Phone: +49(0)5121 860730

Fax: +49(0)3222 3706689

Mail: info@sundidactics.de

Mobile: +49(0)1757660607

Web: www.sundidactics.de

Das Solarmodul SUSE CM318



Universelles, preiswertes und leistungsstarkes Einsteiger- Solarmodul mit 2 Solarzellen, Ausschalter für den Motor und Umschalter für Parallel- und Reihenschaltung
Besonders geeignet für den schülerzentrierten experimentellen Unterrichtseinsatz in Jg. 7-10

Gerätebeschreibung:

Die beiden Fotos rechts zeigen das **Solarmodul SUSE CM318** auf einem dachförmig gebogenen transparenten Plexiglasträger mit den Maßen 160mm x 80mm x 3mm. Auf dem oberen Foto erkennt man links die beiden Solarzellen SUSEmod5 ($U_{oc} = 0,63V / I_{sc} = 450 \text{ mA}$), auf der rechten Seite befinden sich der Solarmotor mit Propeller, Schalter 2 (links unten) zum Ein- und Ausschalten des Motors und Schalter 1 (rechts oben) zum Umschalten in Reihenschaltung oder Parallelschaltung der beiden Solarzellen. Weiterhin befinden sich am unteren Rand 3 Buchsen: schwarz: minus für alle Schaltungsvarianten, rot: Ausgang der Reihen- oder Parallelschaltung, gelb: Pluspol der Solarzelle 1.

Auf der Fronansicht (unteres Foto) erkennt man den blauen Propeller mit dem dahinterliegenden Elektromotor RF300-10, links und rechts des Typschildes die beiden Schalter S1 (rechts) und S2(links). Unten befinden sich die 4 Buchsen 4 mm zum Einstecken von Laborkabeln mit 4 mm- Stecker. Auf dem Typschild sind ganz links und ganz rechts die Schalterpositionen bezeichnet: Ist S1 nach oben geschaltet, ist der Motor ausgeschaltet (A), nach unten ist der Motor eingeschaltet (E).

Ist S2 nach oben geschaltet, sind beide Solarzellen parallel geschaltet (P), nach unten in Reihe geschaltet (R).

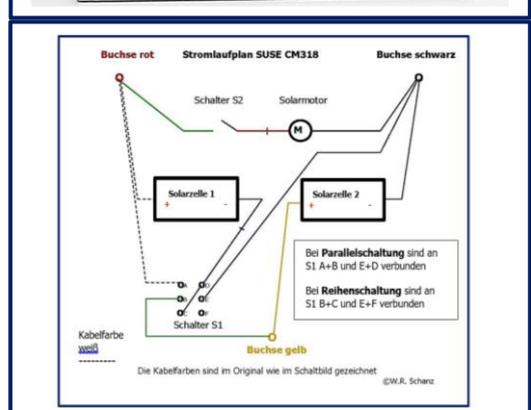
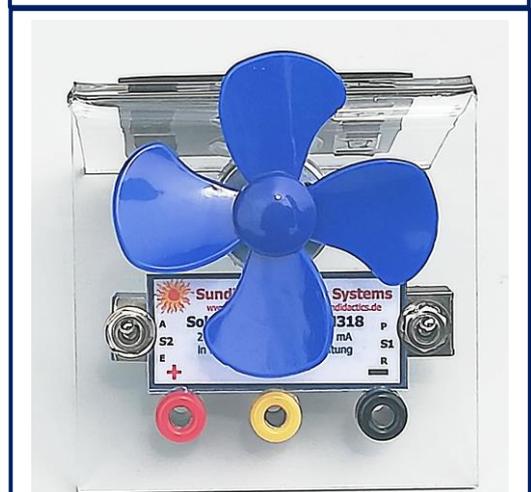
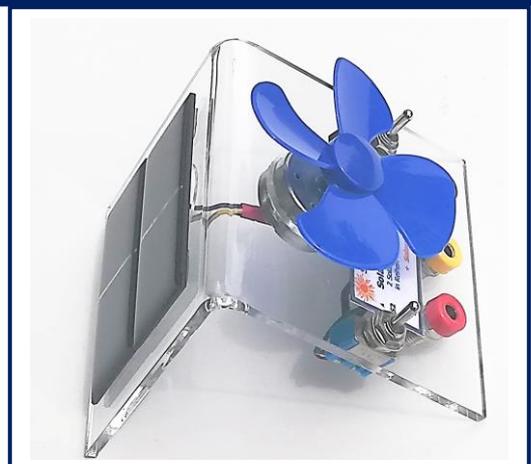
Auf dem unteren Bild ist der Stromlaufplan (elektrische Schaltung) des Gerätes dargestellt.

Die Experimente:

Mit der ausführlichen Experimentieranleitung zu diesem Solarmodul lassen sich **umfangreiche Experimente zur Solarzelle und zur Parallel- und Reihenschaltung 2er Solarzellen durchführen**. Bei Reihenschaltung verdoppelt sich die Modulspannung bei gleichbleibender Stromstärke, bei Parallelschaltung verdoppelt sich die Stromstärke bei gleichbleibender Spannung.

Einfache Experimente können ohne Multimeter ausgeführt werden, hier dienen die Propellerdrehzahl als Indikator.

Tieferegehende und weiterführende Experimente werden mit Einsatz eines Multimeters zur Stromstärke- und Spannungsmessung durchgeführt:



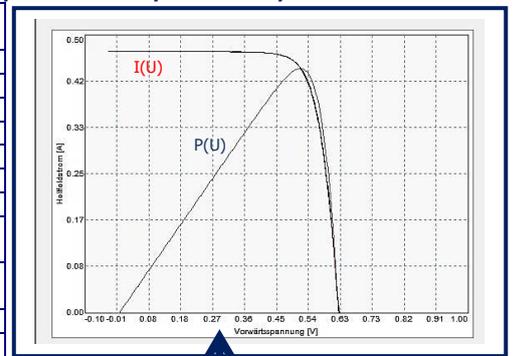
- Experimente zur Leerlaufspannung und zum Kurzschlussstrom einer Solarzelle bei unterschiedlicher Lichtintensität (Bestrahlungsstärke S)
- Experimente zur Leerlaufspannung und zum Kurzschlussstrom von 2 Solarzellen bei unterschiedlicher Lichtintensität (Bestrahlungsstärke S) in Parallel- und Reihenschaltung.
- Bestimmung von Stromdichte, Wirkungsgrad, Bestrahlungsstärke, Leistung, ergänzende Zusatzexperimente erweitern die Versuche.

Die Experimente lassen sich draußen im natürlichen Tageslicht oder im Innenraum unter Verwendung eines Halogenstrahlers 120W oder eines Overheadprojektors durchführen. LED- Leuchten sind wegen des unpassenden Lichtspektrums für Solarzellenexperimente nicht geeignet. Mit dem Premium- Bausatz ist das Gerät auch zum Selbstbau durch Schülergruppen geeignet.

Das Gerät SUSE CM318 ist mechanisch sehr robust und technisch sehr zuverlässig. Nachfolgend sind die technischen Daten der verwendeten Solarzellen dargestellt:

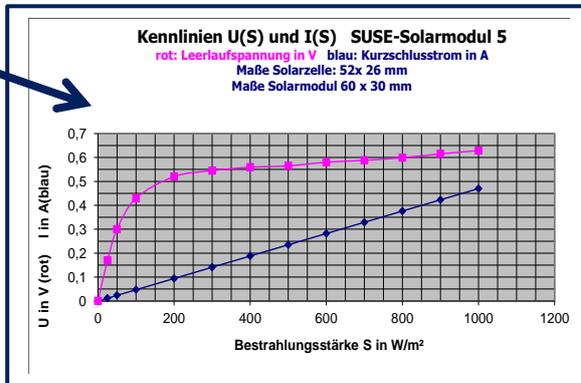
Technische Daten bei einer Einstrahlung von $S = 1000 \text{ W/m}^2$, $T = 25^\circ\text{C}$, $AM = 1,5$

Physikalische Größe	Symbol	Zahlenwert	Physikalische Einheit	Bemerkungen
Maße der Solarzelle		52 x 26	mm	Monokristalline Zelle
Leerlaufspannung	U_{oc}	0,63	V	Typisch für Silizium
Kurzschlussstrom	I_{sc}	0,468	A	Proportional zur Lichtintensität S
El. Leistung	P	0,228	W	bei Sonnenspektrum, AM 1,5
Wirkungsgrad	η	17,0	%	Wirkungsgrad der Energieumwandlung
Füllfaktor	FF	77,3	%	FF ist ein Qualitätsmerkmal
Stromdichte	j	34,7	mA/cm^2	j ist ein Qualitätsmerkmal
Temperaturverhalten Leerlaufspannung U_{oc}		- 0,36	% /K	Die Spannung mindert sich bei Erwärmung um 0,36% pro 1K
Temperaturverhalten Kurzschlussstrom I_{sc}		+ 0,06	% /K	Der Kurzschlussstrom vergrößert sich um 0,06 % pro 1K
Spannung im MPP	U_{MPP}	0,52	V	MPP= Maximum- Power- Point
Stromstärke im MPP	I_{MPP}	0,44	A	Das Produkt beider Werte ergibt die elektrische Leistung
Leistung im MPP	P_{MPP}	0,23	W	



Die U(S)- Kennlinie (rot) und die I(S)- Kennlinie (blau)

Die Kennlinien zeigen die Abhängigkeiten der Leerlaufspannung U und des Kurzschlussstroms I von der Bestrahlungsstärke S (Intensität des Lichts)
 0 = absolute Dunkelheit
 1000 = strahlender Sonnenschein im Sommerhalbjahr bei tiefblauem Himmel, bei $T = 25^\circ\text{C}$ und AM 1,5.



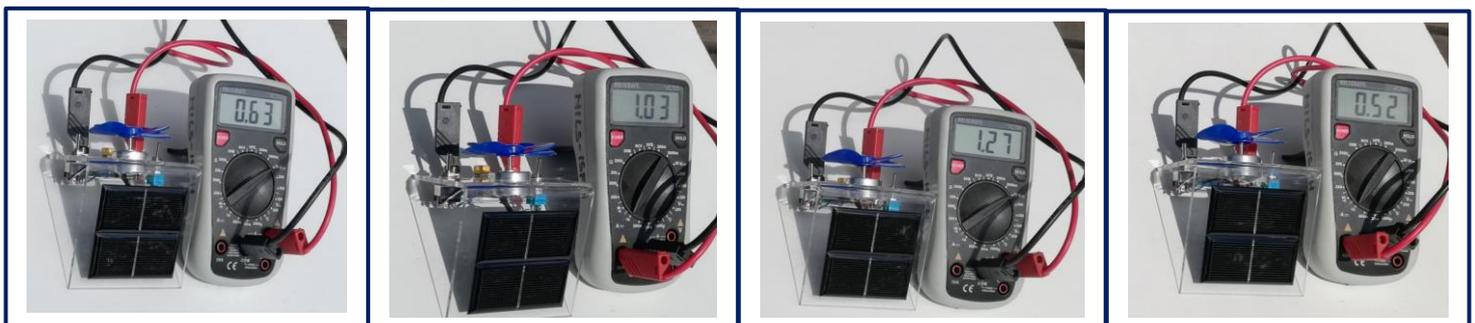
Die I(U) und die P(U)- Kennlinie

aufgenommen im Kennlinienlabor des ISFH

Die rote I(U)- Kennlinie zeigt die Abhängigkeit des Solarzellen- Kurzschlussstroms von der Solarzellenspannung bei einer ohmschen Belastung der Solarzelle. Der Schnittpunkt mit der x- Achse ist die Leerlaufspannung der Solarzelle (0,63 V), der Schnittpunkt mit der y- Achse ist die Kurzschlussstromstärke (0,468 A). Die Leistungskurve P(U) (blau) zeigt an der höchsten Stelle den Punkt der maximalen Leistung, den Maximum-Power-Point MPP mit $P_{max} = 0,23 \text{ W}$.

Die nachfolgenden 4 Fotos zeigen die Wirkung der Parallel- oder Reihenschaltung auf Spannung und Stromstärke.

Messungen im Freien an einem sonnigen Tag im Mai bei Strahlung etwas über 1000 W/m^2 , $T = 18^\circ\text{C}$.



Parallelschaltung Spannung U
 Die Spannung ändert sich nicht, sie entspricht der Spannung einer Solarzelle.

Parallelschaltung Stromstärke I
 Die Stromstärken beider Solarzellen addieren sich, I verdoppelt sich.

Reihenschaltung Spannung U
 Die Spannungen beider Solarzellen addieren sich, U verdoppelt sich.

Reihenschaltung Stromstärke I
 Die Stromstärke ändert sich nicht, sie entspricht der Stromstärke einer Solarzelle.