



**Photovoltaik-
System
SUSE**

innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung

**Solarthermiesystem
Wärme von der Sonne**



Das Solarmodul SUSE CM315

Preiswertes, leistungsstarkes, universelles Solarmodul

Mit Solarzelle, Solarmotor, Propeller, Schalter und 2 Buchsen

besonders geeignet für den Selbstbau durch Schülergruppen

und den schülerzentrierten experimentellen Unterrichtseinsatz in der Sekundarstufe I



Auf dem dachförmig um 75° gebogenen Modulträger aus Plexiglas (Gesamtmaß 160mm x 80mm x 3mm), erkennt man vorne den Solar- Elektromotor mit dem Propeller, die 2 Anschlussbuchsen rot + schwarz und den Schalter S. Auf der Rückseite befindet sich die hochwertige monokristalline Si-Solarzelle SUSEmod5 (Modulmaße 60mm x 30mm, Solarzelle 52mm x 26mm).

Daten der Solarzelle bei Standard- Testbedingungen: $U_{oc} = 0,63 \text{ V}$, $I_{sc} = 450 \text{ mA}$. Die Solarzelle und die Buchsen sind elektrisch fest miteinander verbunden, an den Buchsen können Laborkabel eingesteckt werden, um mit einem Multimeter Messungen auszuführen oder weitere Zusatzgeräte für Experimente anzuschließen.

Mit dem Schalter kann der Elektromotor zugeschaltet oder ausgeschaltet werden, um die Solarzelle mit Last oder im Leerlauf zu betreiben.

An den Messbuchsen lassen sich Spannungen und Kurzschluss- Stromstärken messen. Es können an diesen Messpunkten auch Reihen- bzw. Parallelschaltungen mehrerer Module oder Schaltungen mit zusätzlichen Solarmotoren oder weiteren Geräten aufgebaut werden.

Die **rote Buchse ist der Pluspol des Solarmoduls**, die **schwarze Buchse der gemeinsame Minuspol von Solarmotor und Solarzelle**. Mit dem Schalter S kann der Pluspol des Solarmotors mit dem Pluspol der Solarzelle verbunden werden. So kann der Solarmotor am Solarmodul oder getrennt davon für Experimente verwendet werden.

Das Modul eignet sich gut für **Photovoltaikexperimente in den Klassenstufen 5- 10**.

Der Selbstbau erfordert Biegen der Plexiglasträger- Platte um 75°, die Montage der elektronischen Bauteile und Schaltarbeiten mit Lötens. Der Selbstbau durch Schüler dauert ca. 45 Minuten.

Zur Messung der Stromstärke wird ein Multimeter (Messbereich DC 10A) verwendet, zur Spannungsmessung ein Multimeter im 20V- DC- Messbereich. Zum Lieferumfang gehört eine umfangreiche Experimentieranleitung für Versuche zur Photovoltaik, Solarstrahlung, elektrischen Schaltungstechnik.

Das Gerät ist als Bausatz oder als Fertigerät lieferbar.

Bauteile des Bausatzes: Gebohrter Plexiglasträger, Solarmodul mit Solarzelle+ doppelseit. Industrieklebeband und 2 Anschlussdrähtchen, Solarmotor, Propeller, 2 Buchsen rot + schwarz, 2 Lötösen, 1 Schalter mit angelöteten Schaltdrähten, Typschild- Aufkleber, Bauanleitung und umfangreiche 10- seitiger Experimentieranleitung mit theoretischen Grundlagen, umfangreichen Experimenten und Testaufgaben.

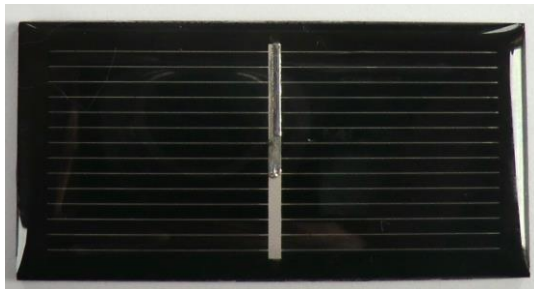
Benötigte Werkzeuge für den Selbstbau: Spitzzange, Seitenschneider, Halbbrund- Feile, Plexiglasbiegegerät mit 75° -Biegewinkel, Schere, Schraubenschlüssel 8, Pinzette, Lötstation mit Lötzinn.

Die technischen Daten der bei SUSE CM315 verwendeten Solarzelle

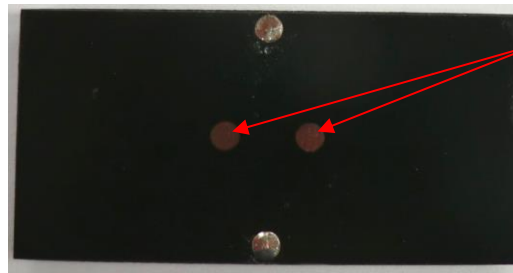
SUSEmod5- ein leistungsstarkes und robustes Solarmodul für Photovoltaik- Experimente

Das **Solarmodul SUSEmod5** enthält eine Solarzelle mit genau der halben Fläche des Solarmoduls SUSEmod215, Solarzellengröße 52mm x 26mm, Modulgröße 60mm x 30mm

Die Solarzelle ist eine leistungsstarke monokristalline Si- Solarzelle p-Typ, p- Dotierung ist Bor, n- Dotierung ist Phosphor, die schwarze Antireflexschicht ist Siliziumnitrid. Die Solarzelle ist mit den Maßen 26 x 52mm 1/9 einer 6-Zoll- Solarzelle, hergestellt durch Laserschnitte aus der 6-Zoll-Solarzelle.



Vorderseite



Rückseite

Die beiden Cu-Plättchen in der Mitte sind die (markierten) Pole der Solarzelle. An ihnen lassen sich Zellverbinder oder Schaltdrähte anlöten

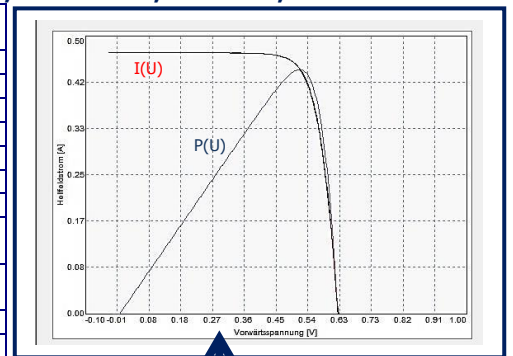
Das Solarmodul **SUSEmod5** enthält eine Solarzelle mit der Hälfte der Fläche der bekannten SUSE- Solarzelle SUSEmod215, die Länge der Solarzelle ist 52 mm, die Breite 26 mm. Die Solarzelle ist bruchsicher eingebettet in ein Kunststoffplättchen der Größe 60mm x 30mm. Die Oberseite über der Solarzelle ist hochtransparent mit Kunststoff laminiert. Auf der Rückseite sind 2 Lötkontakte zum Anlöten der Plus- und Minusleiter. Das Solarmodul kann rückseitig mit doppelseitigem Klebeband oder mit Klebstoff auf glatte Oberflächen aufgeklebt werden. Mit dieser Solarzelle lassen sich Einzelexperimente sowie Versuche zur Reihen- und Parallelschaltung durchführen, z.B. im Modul SUSE CM3xx, SUSE 4.31 und weiteren Geräten.

Modul: Kunststoffträger 60mm x 30mm mit hochtransparenter Oberfläche, mechanisch sehr robust

Solarzelle: Monokristalline Solarzelle 52mm x 26mm

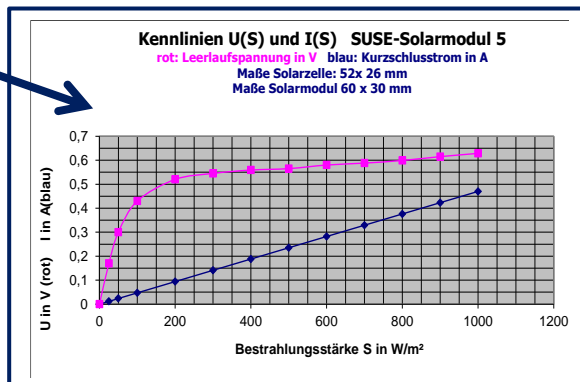
Technische Daten bei einer Einstrahlung von $S = 1000 \text{ W/m}^2$, $T = 25^\circ\text{C}$, $AM = 1,5$

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 $P_{max} = 0,23 \text{ W}$.