

**Photovoltaik-  
System  
SUSE**

innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung

**Solarthermiesystem  
Wärme von der Sonne**



## Das Solarstrahlungs- Messmodul SUSE 4.24A

### Analoges Bestrahlungsstärke - Messgerät zur Messung der Solarstrahlung

## Gerätebeschreibung und Betriebsanleitung



Das Solarmodul **SUSE 4.24A** ist ein analoges Messgerät zur Messung der Bestrahlungsstärke  $S$  des Sonnenlichts oder des Lichts von Lichtquellen in der internationalen Maßeinheit  $W/m^2$ .

Zur Messung wird der Kurzschlussstrom der Solarzelle verwendet, der proportional zur Bestrahlungsstärke  $S$  ist. Zur Anzeige dient ein mA- Meter mit dem Bereich 100 mA, die Anzeige „100“ entspricht der Bestrahlungsstärke  $1000 W/m^2$ . Der kleinste Teilstrich der Skala sind  $50 W/m^2$ .

Der Wert  $1000 W/m^2$  entspricht der Solarstrahlung der Sommersonne mittags bei strahlend blauem und wolkenlosem Himmel, dieser Wert ist der Standard- Testwert für Solarzellen.  $0 W/m^2$  ist absolute Dunkelheit, ein trüber stark bewölkter Tag hat etwa  $50- 100 W/m^2$ , ein sonnige Tag mit Schleierbewölkung etwa  $700 - 800 W/m^2$ . Das Gerät wird als Bausatz oder als kalibriertes Fertiggerät geliefert.

#### Funktionsprinzip:

Die verwendete Solarzelle im Solarmodul SUSEmod5 hat bei  $S = 1000 W/m^2$  einen Kurzschlussstrom von 450 mA. Dieser Wert soll zur Anzeige „100“ im mA- Meter führen.

Es muss also  $I = 100 mA$  durch das mA- Meter fließen, der Rest, 350 mA, durch einen passenden Nebenwiderstand in Parallelschaltung (shunt) um das Messwerk herumfließen.

Das Strahlungsmessgerät SUSE 4.24A, auf der oberen Dachseite befindet sich die Solarzelle, auf der unteren Dachseite das Anzeigeinstrument, ein 100-mA-Meter.

Anzeige: 40 multipliziert mit 10 = **Bestrahlungsstärke  $400 W/m^2$**  an einem bewölkten Tag.

Der genau passende niederohmige Nebenwiderstand wird aus einem Stück Schmelzdraht gefertigt, das Maß, die genaue Drahtsorte und die Methode der Kalibrierung werden jedem Gerätebausatz beigelegt. Bei Fertiggeräten wird die Kalibrierung bei SUNdidactics durchgeführt.

**Globalstrahlung:** Gemessen wird die Globalstrahlung, also alles Licht, was vom Himmel kommt und auf die Solarzelle fällt, das direkte Sonnenlicht, Licht des blauen Himmels und Licht der weißen Wolken. Die internationale Maßeinheit ist  $W/m^2$

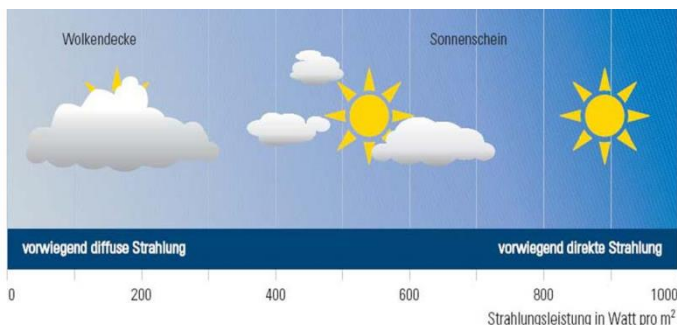
#### Betriebsanleitung:

Das Gerät wird mit der Solarzelle zur Sonne oder zu einer Lichtquelle ausgerichtet, die Anzeige des Messgerätes wird mit 10 multipliziert, daraus ergibt sich die aktuelle Bestrahlungsstärke in  $W/m^2$ .

Bei bedecktem Himmel ist die Bestrahlungsstärke an unterschiedlichen Positionen des Himmels unterschiedlich, durch Ausrichten der Solarzelle auf diese Zonen lassen sich die unterschiedlichen Werte messen.

Zu diesem Gerät ist bei SUNdidactics eine ausführliche Versuchsanleitung erhältlich.

Die technischen Daten der verwendeten Solarzelle finden sich auf der Rückseite.



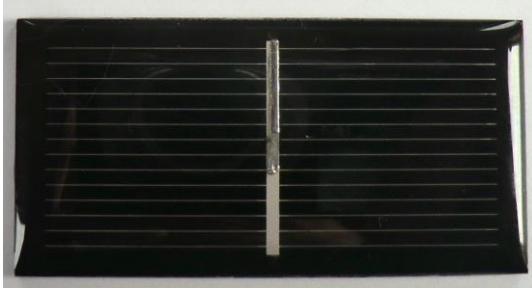
#### Technische Daten:

Plexiglasträger: 160mm x 80 mm, um 75° gebogen  
Solarzelle: SUSEmod5, 60mm x 30mm,  $U_{oc} = 0,64 V / I_{sc} = 450 mA$   
Messgerät: Analoges Amperemeter 100 mA DC, Klasse 2,5

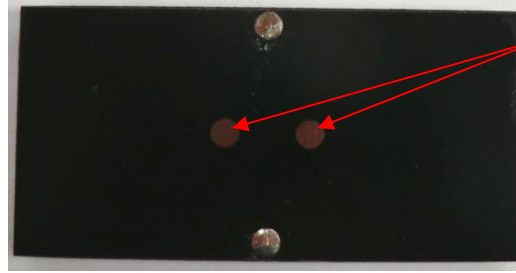
Messgenauigkeit  $\pm 3\%$

# SUSEmod5- ein leistungsstarkes und robustes Solarmodul für PV- Experimente

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



**Vorderseite**



**Rückseite**

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

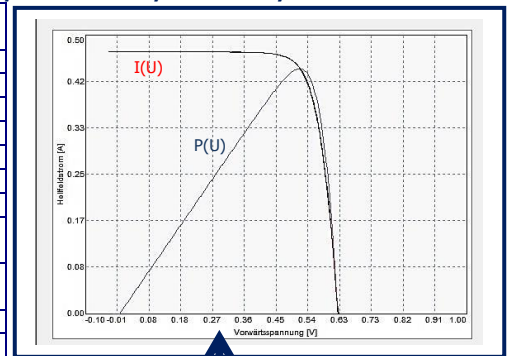
Das Solarmodul **SUSEmod5** enthält eine Solarzelle mit der Hälfte der Fläche der bekannten SUSE- Solarzelle SUSEmod215, die Länge der Solarzelle ist 52 mm, die Breite 26 mm. Die Solarzelle ist bruchsicher eingebettet in ein Kunststoffplättchen der Größe 60mm x 30mm. Die Oberseite über der Solarzelle 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

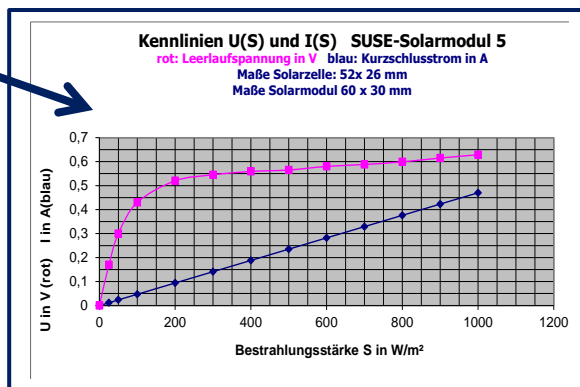
## Technische Daten bei einer Einstrahlung von $S = 1000 \text{ W/m}^2$ , $T = 25^\circ\text{C}$ , $AM = 1,5$

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	$\eta$	17,0	%	Wirkungsgrad der Energieumwandlung
Füllfaktor	FF	77,3	%	FF ist ein Qualitätsmerkmal
Stromdichte	j	34,7	$\text{mA/cm}^2$	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	<b>MPP= Maximum- Power- Point</b>
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  $P_{max} = 0,23 \text{ W}$ .