



**Photovoltaik-  
System  
SUSE**

**Solarthermiesystem  
Wärme von der Sonne**

11  
102  
1004

Leibniz  
Universität  
Hannover

innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung

## Die Solarmodule SUSE CM6/CM6M/CM6B/CM6MB/CM6MS Preiswerte und leistungsstarke Einsteiger- Solarmodule

Besonders geeignet für den schülerzentrierten experimentellen Unterrichtseinsatz



**SUSE CM6M:** Auf dem dachförmig gebogenen Plexiglasträger befindet sich links das hochwertige und robuste Solarmodul SUSEmod2, rechts der Solarmotor mit Propeller sowie die Drahtösenkontakte für Messzwecke und Experimente

Bei der einfachen Version **CM6** (ohne Motor) sind Drahtösenkontakte, bei **CM6B** (ohne Motor) sind statt Drahtösenkontakte Buchsen/Polklemmen eingebaut.



**SUSE CM6MB:** Auf dem dachförmig gebogenen Plexiglasträger befindet sich links das hochwertige und robuste Solarmodul SUSEmod2, rechts der Solarmotor mit Propeller sowie ein rot-schwarzes Polklemmenpaar als Messbuchsen zum Einstecken von Laborkabeln oder zum Einklemmen von Schaltdrähten

**SUSE CM6MS** (unten) enthält zusätzlich einen Schalter zur Trennung des Solarmotors von der Solarzelle

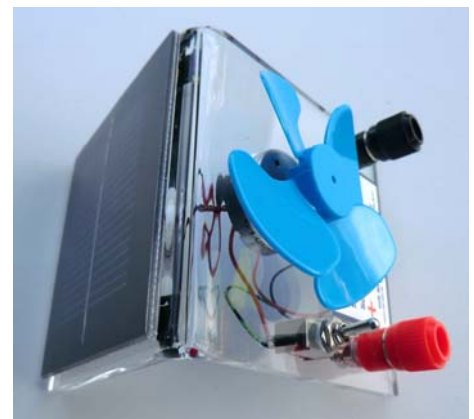
### Das Solarmodul SUSE CM6/CM6B/CM6M/CM6MB/CM6MSB

Auf dem dachförmig gebogenen Modulträger aus Plexiglas (Gesamtmaß 155 x 80 mm) erkennt man links die Solarzelle (bruchfest eingebettet in das Solarmodul SUSEmod2) mit den Maßen 52 x 52 mm.

Auf der rechten Seite befindet sich der Solarmotor mit Propeller, der untrennbar mit dem Solarmodul verbunden ist. Neben dem Typschild befinden sich 2 Drahtösenkontakte, hier können mit Krokodilklemmen Spannungen und Kurzschluss- Stromstärken gemessen werden. Ebenfalls lassen sich an die Kontakte Schaltdrähte anlöten. Bei der Version CM6MB sind Buchsen statt der Drahtösenkontakte eingebaut, hier lassen sich für Messzwecke Laborkabel einstecken. Beim Modul CM6MS lässt sich der Solarmotor ausschalten, um Experimente an der Solarzelle ohne zugeschalteten Elektromotor durchzuführen.

Das Modul eignet sich gut für Photovoltaikexperimente in der GS, der Sekundarstufe 1 und auch in Sekundarstufe 2.

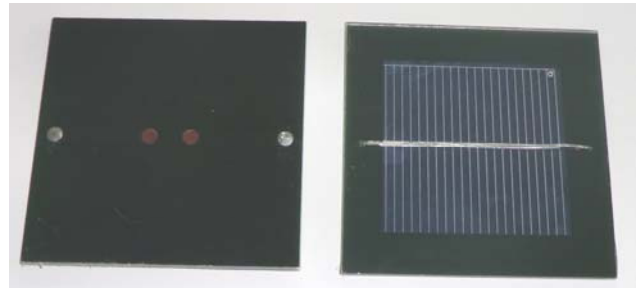
Es können an den Kontakten/Buchsen die Leerlaufspannung und der Kurzschlussstrom gemessen werden, ebenfalls lassen sich mehrere Module SUSE CM6xx mit Metallstreifen oder Laborkabeln in Reihe schalten.



## Die technischen Daten der im Modul SUSE CM6xx verwendeten Solarzelle

Der Kurzschlussstrom ist ein direktes Maß für die Lichtintensität und proportional zur Bestrahlungsstärke  $S$ , er beträgt **900 mA** bei einer Lichteinstrahlung von  $1000 \text{ W/m}^2$  und  $25^\circ\text{C}$ . Die Leerlaufspannung beträgt **0,6 V**.

**Solarzelle im Modul SUSE CM6xx**  
**Multikristalline Solarzelle 52 x 52 mm,**  
**quadratisch, Oberfläche sauer texturiert,**  
**deutsche Fertigung, Modul 75 x 75 mm**

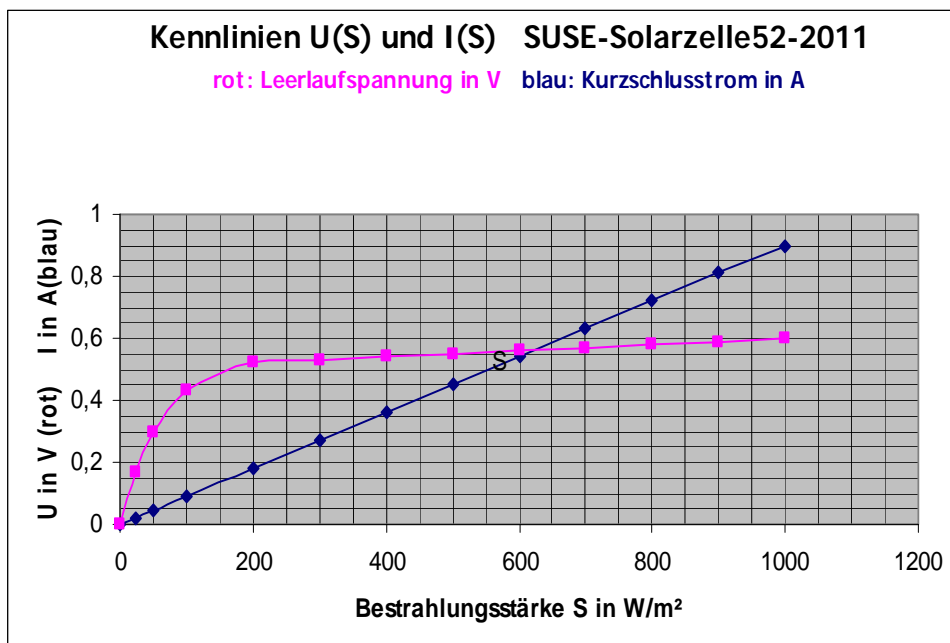


**Technische Daten bei einer Einstrahlung von  $1000 \text{ W/m}^2$ ,**  
 **$T = 25^\circ\text{C}$ , AM = 1,5 Toleranz 3 %**

Physikalische Größe	Symbol	Zahlenwert	Physikalische Einheit	Bemerkungen
Maße		52 x 52 x 0,22	mm	Quadratische Zelle
Leerlaufspannung	$U_{oc}$	0,61	V	Typisch für Silizium
Kurzschlussstrom	$I_{sc}$	0,9	A	Proportional zur Lichtintensität
El. Leistung	P	0,42	W	Bei Sonnenspektrum, AM 1,5
Wirkungsgrad	$\eta$	16,0	%	
Füllfaktor	FF	77,5	%	
Stromdichte	j	$\text{mA/cm}^2$	33,3	j ist ein Qualitätsmerkmal
Temperaturverhalten $U_{oc}$		- 0,36	% /K	Die Spannung mindert sich bei Erwärmung um 0,36% pro $1^\circ\text{C} = 1\text{K}$
Temperaturverhalten $I_{sc}$		+ 0,06	% /K	Der Kurzschlussstrom vergrößert sich um 0,06 % pro $1^\circ\text{C} = 1\text{K}$
Temperaturverhalten P		- 0,43	% /K	Der Leistung mindert sich um 0,43 % pro $1^\circ\text{C} = 1\text{K}$
Modul	75 x 75 mm, Unterseite Kunststoffplatte mit Lötunkten, Oberseite transparenter Kunststoffguss, mechanisch sehr stabil			

### Die Kennlinien der Solarzelle

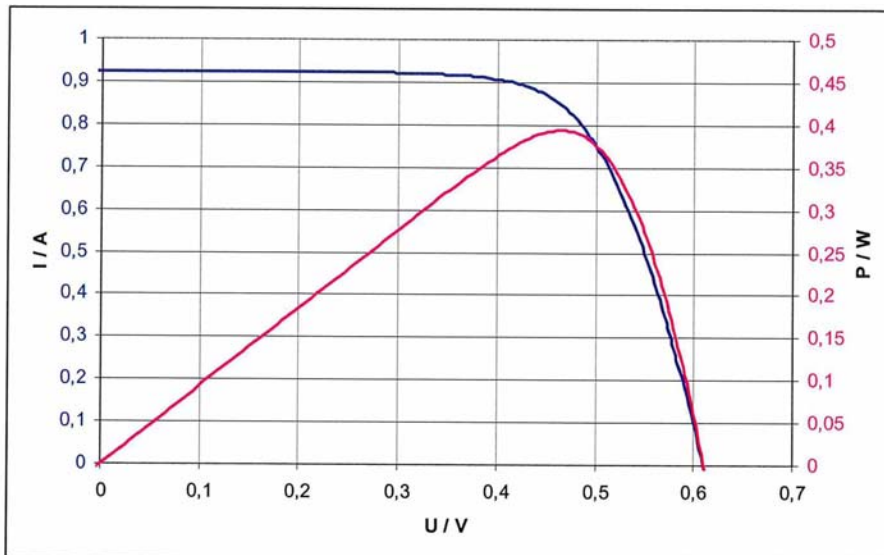
#### 1. Abhängigkeit von Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom von der Lichtintensität (Bestrahlungsstärke $S$ in $\text{W/m}^2$ )



Die **Leerlaufspannung** (e- Funktion!) ist 0 bei totaler Dunkelheit und erhöht sich stark bei niedrigen Bestrahlungsstärken und wächst dann nur noch langsam bis zum Maximalwert 0,6 V bei 1000 W/m<sup>2</sup> (strahlender Sonnenschein bei blauem Himmel, Solarzelle zur Sonne hin ausgerichtet)

Der **Kurzschlussstrom** ist eine Ursprungsgerade und wächst linear von 0 bei totaler Dunkelheit auf 0,9 A bei 1000 W/m<sup>2</sup>.

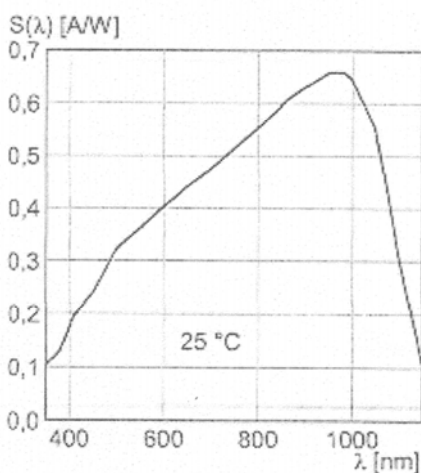
2. Die **I(U)** und die **P(U)**- Kennlinie der Solarzelle bei  $S = 1000 \text{ W/m}^2$  und  $T = 25^\circ\text{C}$



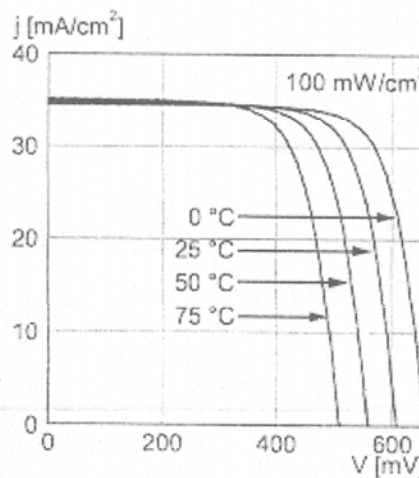
Die blaue Kennlinie zeigt die Abhängigkeit der Kurzschlussstromstärke von der Leerlaufspannung bei unterschiedlicher Last (0- 10 Ohm) bei einer Bestrahlungsstärke  $S$  von 1000 W/m<sup>2</sup> und einer Temperatur von 25°C, der rote Graph zeigt die elektrische Leistung der Solarzelle (jeweils das Produkt  $U \cdot I$  der blauen Kurve aufgetragen über  $U$ ) mit dem Maximum- Power- Point MPP im Maximum dieser Kurve bei ca. 0,4 W.

3. Weitere Daten

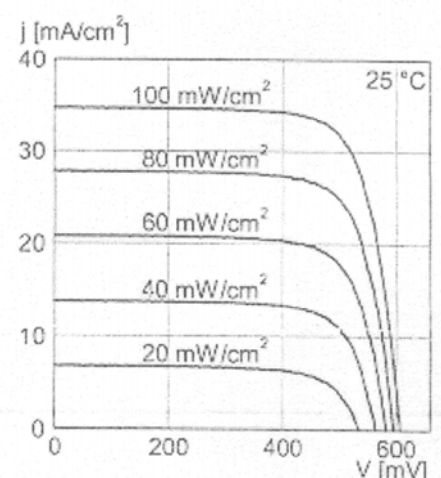
Spektrale Empfindlichkeit



Temperaturabhängigkeit



Intensitätsabhängigkeit



Der **linke Graph** zeigt die **spektrale Empfindlichkeit** in Abhängigkeit von der Wellenlänge des Lichts, die maximale Empfindlichkeit liegt bei ca. 1000 nm im nahen Infrarot, typisch für Silizium.

Der **mittlere Graph** zeigt die  $I_j(U)$ - Kennlinie in **Abhängigkeit von der Temperatur**, man erkennt, dass die Leerlaufspannung sinkt, wenn die Temperatur steigt, der Kurzschlussstrom steigt nur sehr gering bei Temperaturerhöhung

Der **rechte Graph** zeigt die **Intensitätsabhängigkeit** der  $I_j(U)$ - Kennlinien in Abhängigkeit von der Bestrahlungsstärke  $S$ .

Die **Bestrahlungsstärke  $S$  (Lichtintensität)** in der **Maßeinheit  $\text{W/m}^2$**  hat bei strahlendem Sonnenschein im Sommer den Wert 1000 W/m<sup>2</sup>, bei bewölktem Himmel ca. 400 W/m<sup>2</sup>, in einem beleuchteten Innenraum ca. 2 W/m<sup>2</sup>, bei Dunkelheit 0 W/m<sup>2</sup>.