

**Photovoltaik-
System
SUSE**

innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung

**Solarthermiesystem
Wärme von der Sonne**

11
102
1004

Leibniz
Universität
Hannover



Begabungsförderung
in Hannover und Region
www.mint-hannover-region.de

BNE

Bildung für
Nachhaltige
Entwicklung

Das Solarmodul SUSE CM319

Universelles, preiswertes und leistungsstarkes Einsteiger- Solarmodul mit 2 Solarzellen in fester Reihenschaltung, mit 3 Messbuchsen, mit schaltbarem Solarmotor Besonders geeignet für den schülerzentrierten experimentellen Unterrichtseinsatz in Jg. 8-13

SUSE CM319



Gerätebeschreibung:

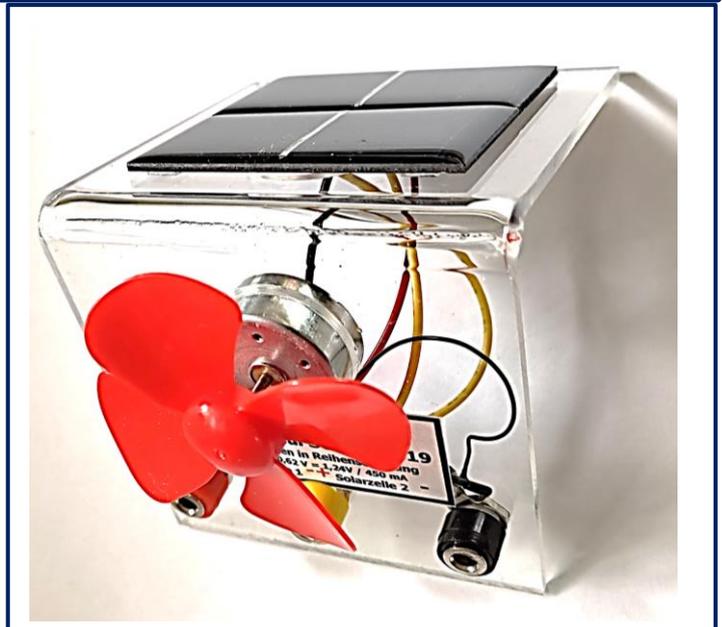
Das Foto rechts zeigt das **Solarmodul SUSE CM319**.

Gerätebasis ist ein dachförmig um 75° gebogener Plexiglasträger mit den Maßen 160 x 80 mm. Auf der hinteren Dachseite erkennt man die beiden Solarzellen SUSEmod5 (je 0,62V / 450 mA) in fester Reihenschaltung. Auf der vorderen Dachseite befinden sich der Solarmotor mit Propeller, der Schalter zum Ein- und Ausschalten des Motors und am unteren Rand 3 Buchsen:

rot: Pluspol Solarzelle 1

gelb: gemeinsam Minuspol Solarzelle 1 und Pluspol Solarzelle 2

schwarz: Minuspol Solarzelle 2



Experimente:

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

Einfache Experimente können ohne Multimeter ausgeführt werden, hier dient 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 In Reihenschaltung bei unterschiedlicher Lichtintensität (Bestrahlungsstärke S).
- Bestimmung von Stromdichte, Wirkungsgrad, Bestrahlungsstärke, Leistung.

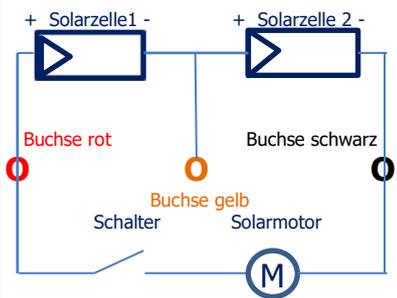
Das Gerät wird als Bausatz oder als Fertiggerät geliefert. Beim Bausatz müssen Biegen des Plexiglasträgers, Bestückung mit Bauteilen und Lötarbeiten durchgeführt werden, mit der ausführlichen Bauanleitung ist der Bau problemlos durchzuführen.

Die Experimente lassen sich draußen im natürlichen Tageslicht oder im Innenraum unter Verwendung des Grundgerätes SUSE 4.0 oder eines Halogenstrahlers durchführen. Die Experimente gibt es in einer Kurzversion (max.40min) oder in einer Langversion (2 Stunden). Zum Gerät gibt es eine umfangreiche, detaillierte Versuchsanleitung zum Einsatz in den Jahrgangsstufen 7- 10. Technische Daten der Solarzelle auf S.2.

QR-Experimente Kurzversion

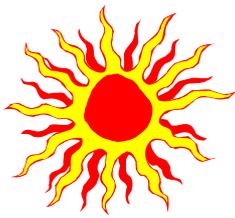


Die elektrische Schaltung SUSE CM319



Experimente SUSE
CM319 Kurzversion





Photovoltaik-System SUSE

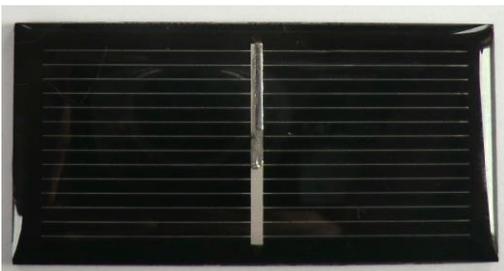
innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung

Solarthermiesystem Wärme von der Sonne

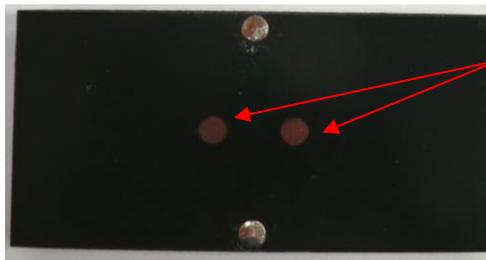


SUSEmod5- ein leistungsstarkes und robustes Solarmodul für PV- Experimente

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

Technische Daten Susemod5



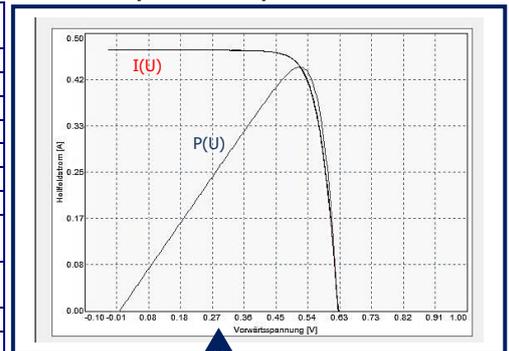
Das Solarmodul **SUSEmod5** enthält eine Solarzelle mit der Hälfte der Fläche der bekannten SUSE- Solarzelle SUSEmod215, die Länge der Solarzelle ist 52 mm, die Breite 26 mm. Die Solarzelle ist bruchsicher eingebettet in ein Kunststoffplättchen der Größe 60mm x 30mm. Die Oberseite über der Solarzelle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

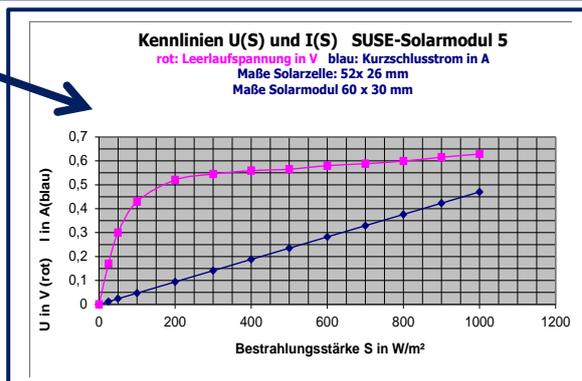
Technische Daten bei einer Einstrahlung von $S = 1000 \text{ W/m}^2$, $T = 25^\circ\text{C}$, $AM = 1,5$

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