



**Photovoltaik-
System
SUSE**

innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung

**Solarthermiesystem
Wärme von der Sonne**



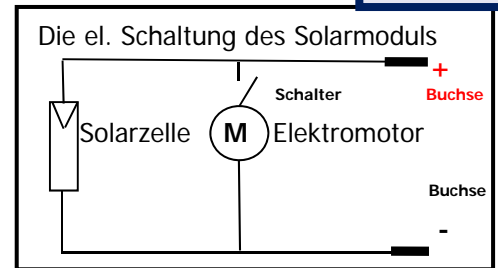
Name:.....Schule.....Datum:.....

Experimentieranleitung für das Solarmodul SUSE CM6MS

Lernstation

C2
SEKI

- | | |
|---|----------|
| 1. Info- und Energieumwandlung | Seite 1 |
| 2. Elektrische Spannung | Seite 2 |
| 3. Elektrische Stromstärke | Seite 3 |
| 4. Elektrische Leistung | Seite 4 |
| 5. Qualität der Solarzelle | Seite 4 |
| 6. Reihenschaltung von Solarzellen | Seite 5 |
| 7. U,I in Abhängigkeit von der Fläche | Seite 7 |
| 8. Wirkungsgradbestimmung von Solarzellen | Seite 8 |
| 9. Messung der Bestrahlungsstärke (Lichtintensität) | Seite 8 |
| 10. Info zur Funktion der Solarzelle | Seite 9 |
| 11. 17 Fragen zum Solarmodul + Experimente | Seite 10 |



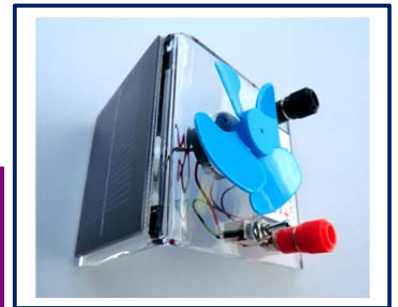
1. Das **Solarmodul SUSE CM6MS** ist ein **Einsteiger- Solarmodul mit einer hochwertigen Solarzelle SUSEMod215 52 x 52 mm im Modul 75 x 75 mm**

An die Buchsen (bzw. Polklemmen) können Laborkabel angeschlossen werden, um ein Multimeter oder weitere Geräte anzuschließen. Es lassen sich an die Polklemmen auch Schaltdrähte (Klingeldrähte) anklammern, wenn keine Laborkabel zur Verfügung stehen.

Hier können die Solarzellenspannung und der Kurzschlussstrom gemessen werden. Das Solarmodul ist einfach herzustellen und kann mit mehreren Experimenten zur Demonstration der Photovoltaik (Umwandlung von Lichtstrahlung in elektrische Energie) eingesetzt werden.

Als Lichtquelle für die Experimente sind möglich:

- direkte Sonnenlicht der Sonne bei unbewölktem Himmel im Sommerhalbjahr
- das Licht auf der Glasplatte eines leistungsstarken Overhead- Projektors
- das Licht eines Scheinwerfers (Halogenstrahler, Baustrahler)



Elektrische und Mechanische Daten der Solarzelle und des Solarmoduls:

Polykristalline Solarzelle, Maße:	52 x 52 mm	
Leerlaufspannung	$U_{oc}: 0,64 \text{ V}$	bei einer Einstrahlung von $S = 1000 \text{ W/m}^2$
Kurzschlussstrom	$I_{sc}: 0,98 \text{ A}$	bei einer Einstrahlung von $S = 1000 \text{ W/m}^2$

Die verwendete Solarzelle hat spezifizierte Daten, mit diesen kann die Lichtintensität des bestrahlenden Lichts in W/m^2 gemessen werden und das Solarmodul exakt auf 1000 W/m^2 kalibriert werden.

Beim Overhead- Projektor steigt die Bestrahlungsstärke mit dem Abstand zur Glasplatte, da eine Fresnel- Linse unter der Glasplatte das Licht nach oben hin bündelt, so dass bei einer bestimmten Höhe exakt $1000 \text{ W/m}^2 = 0,1 \text{ W/cm}^2$ (nach Kalibrierung) eingestellt werden können. Bei nicht kalibrierten Lichtquellen oder bei bedecktem Himmel verändern sich die Kenndaten.

Mit dem selbstgebauten Gerät lassen sich Energie- Umwandlungsprozesse an einem Solarmodul mit Solarzelle, Elektromotor, Propeller demonstrieren.

Nach dem Selbstbau eines Solarmoduls wird **zum ersten Test die Solarzelle in Lichtstrahlung gehalten (Natürliches Tageslicht oder das Licht von Halogenstrahlern).**

Wurde das Gerät fehlerfrei gebaut, dreht sich der Propeller schnell und erzeugt eine Luftströmung.

Hierbei laufen mehrere Energieumwandlungsprozesse ab, bearbeite die nachfolgenden „Energiekästen“ und fülle sie mit einem eigenen Text aus. Falls der Platz nicht ausreicht, kannst Du auf der Rückseite ergänzen.

Licht Energieform (Arten der Energieformen des Lichts)



Solarzelle Energiewandler von.....Energie inEnergie



Elektromotor Energiewandler von.....Energie inEnergie



Propeller Energiewandler von.....Energie inEnergie

Die Experimente mit dem Solarmodul SUSE CM6MS

2. Experimente zur elektrischen Spannung der Solarzelle

Der Wert der Spannung sollte **im Sonnenlicht (oder auf der Platte eines Overheadprojektors) zwischen 0,58 und 0,64 V liegen, bei bedecktem Himmel 0,5- 0,55 V, im Innenraum bei ca. 0,3 V**, unabhängig von der Fläche! Bei gleicher Bestrahlungsstärke sollten alle Solarzellen, etwa die gleiche Spannung haben, der Standard-Test-Wert wäre 0,6 V). Kleine Differenzen sind Qualitätsunterschiede.

Die Leerlaufspannung hängt nur von der Lichtintensität, vom Material und der Qualität der Solarzelle ab. Bei unserer Solarzelle ist das Material Silizium Si.

Verwende ein Multimeter im Messbereich 20 V DC und schließe das Voltmeter mit 2 Laborkabeln polrichtig an den beiden Buchsen der beleuchteten Solarzelle an.

Weitere Messungen auf S. 3

ohne Solar-Motor = Motor ausgeschaltet

Ort der Messung	Draußen bei Sonnenschein zur Sonne gerichtet oder auf OHProjektor	Draußen bei Sonnenschein im Schatten	Draußen bei bedecktem Himmel	Im beleuchteten Innenraum
Leerlaufspannung U in V mit Solar-Motor				
Leerlaufspannung U in V ohne Solar-Motor = Motor ausgeschaltet				

3. Experimente zur maximalen Stromstärke = Kurzschlussstrom

3. Der Kurzschlussstrom I_{sc} der Solarzelle sc = short cut

Im Gegensatz zu anderen Stromquellen (Batterie, Netzgerät...) darf man Solarzellen kurzschließen, der Kurzschlussstrom ist sogar eine sehr wichtige Größe bei Solarzellen. Der Strom fließt hier direkt von Minus der Solarzelle über das Amperemeter nach Plus.

$I_{sc} = \dots\dots\dots A$ **Messung im strahlenden Sonnenschein, vor dem Halogenstrahler oder auf dem Overheadprojektor**

Verwende zur Stromstärkemessung ein Multimeter im Messbereich 10A DC, welches mit Laborkabeln an + und – Buchse der Solarzelle angeschlossen wird
Nur für Messungen im Innenraum den Messbereich 20 mA oder 2 mA verwenden!

Der Wert des Kurzschlussstroms ist direkt proportional zur Zellenfläche und zur Lichtintensität /Bestrahlungsstärke, sowie abhängig von der Qualität. Standard-Test-Wert: Bei der Solarzelle dieses Moduls mit einer Zellenfläche von 27 cm² sollte die Stromstärke bei einer Lichtintensität von 1000 W/m² genau **980 mA** sein.

Weitere Messungen:

Ort der Messung	Draußen bei Sonnenschein zur Sonne gerichtet oder auf OHProjektor	Draußen bei Sonnenschein im Schatten	Draußen bei bedecktem Himmel	Im beleuchteten Innenraum
Kurzschlussstrom I_{sc} in A und in mA mit Solar-Motor				
Kurzschlussstrom I_{sc} in A und in mA ohne Solar-Motor = Motor ausgeschaltet				

Was fällt Ihnen bei der **Spannungs-** und **Stromstärkemessung** auf, notieren Sie **hier** Ihre Beobachtungen/ Erklärungen:

4. Experimente zur elektrischen Leistung der Solarzelle P_E in W (Watt)

$$P_E = U_{oc} \times I_{sc} \times 0,8 = \dots\dots\dots W$$

Keine erneute Messung notwendig, Berechnung mit den beiden bereits bestimmten Messwerten U_{oc} und I_{sc}

vereinfachter Ansatz, P ist Leerlaufspannung x Kurzschlussstrom x 0,8, **P sollte also im Idealfall bei 1000 W/m² Einstrahlung ca. 0,26W** sein (bei einer Zellenfläche von 16,5 cm²) (Der Faktor 0,8 erklärt sich über die Kennlinie und den MPP der Solarzelle)

Weitere Messungen (Motor ausgeschaltet)

Ort der Messung	Draußen bei Sonnenschein zur Sonne gerichtet	Draußen bei Sonnenschein im Schatten	Draußen bei bedecktem Himmel	Im beleuchteten Innenraum
Kurzschlussstrom I_{sc} in A <small>Werte übernehmen</small>				
Spannung U_{oc} in V <small>Werte übernehmen</small>				
Leistung P $U_{oc} \times I_{sc} \times 0,8$ in W				
Leistung P $U_{oc} \times I_{sc} \times 0,8$ in mW				

5. Experimente zur Qualität der Solarzelle

Die Qualität der Solarzelle ist der pro 1cm² Zellenfläche erzeugte Kurzschlussstrom in mA bei einer Licht-Bestrahlungsstärke $S = 1000 \text{ W/m}^2$
= **Stromdichte j in mA/cm²**

Sehr Gut: > 37 mA/cm²
Gut: 30-36 mA/cm²
Mittel: 24....30 mA/cm²
Schlecht: < 24 mA/cm²
Bei einer Bestrahlungsstärke von 1000W/m² !!
Maximal möglicher theoretischer Wert: 44 mA/cm²

Die **Stromdichte j** gibt an, wieviel Strom ein **1 cm² großes Stück der Solarzelle** produziert, je mehr, desto besser! **Dazu muss die Einstrahlung 1000 W/m² betragen** (internationaler Standard- Wert = strahlender Sonnenschein oder Glasplatte des OHP- Projektors), denn bei geringerer Einstrahlung <1000 W/m² ist die Stromdichte j natürlich auch geringer!

Kurzschlussstrom in mA

$$j = \frac{\dots\dots\dots \text{ mA}}{\dots\dots\dots \text{ cm}^2} = \dots\dots\dots \text{ mA/cm}^2 \quad \text{bei } 1000\text{W/m}^2 \text{ Einstrahlung !}$$

Die Stromdichte der verwendeten Zelle ist.....mA/cm²

Die Qualität der Solarzelle ist.....
Sehr gut – gut – mittel- schlecht

Art der vorliegenden Solarzelle: Bitte Zelltyp umkringeln

monokristalline Solarzelle – **polykristalline Solarzelle**
Erkläre den Aufbau und die Unterschiede dieser beiden Zelltypen (Internet oder NILS-ISFH-PV- Handbuch)

6. Experimente zur Reihenschaltung von Solarzellen

Die Reihenschaltung von Solarzellen

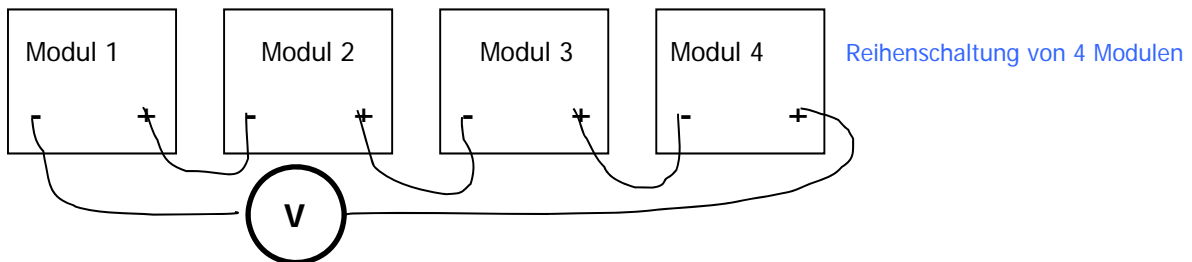
Da eine Solarzelle nur eine sehr geringe Spannung hat (ca. 0,6 V) werden Solarzellen in Reihe geschaltet, um höhere Spannungen erreichen.

In der Photovoltaik- Technik werden in den großen Solarmodulen meist 36...72 Solarzellen in Reihe geschaltet.

Mehrere Module SUSE CM6MS in Reihenschaltung:

Lege die Module ins Sonnenlicht oder (mit der Oberseite nach unten!) auf einen Overheadprojektor und verschalte die Module in Reihe (wie in der Zeichnung dargestellt)

Du kannst natürlich auch mehr als 4 Module in Reihe schalten, mit 6 Solarzellen in Reihenschaltung kannst Du schon ein 3V-Radio betreiben! Probiere es aus!



Einzelmodul:	U _{oc} in V	I _{sc} in A
Modul 1:.....		
Modul 2:.....		
Modul 3:.....		
Modul 4:.....		

ergänze die Tabelle nach unten, falls Du mehr als 4 Module in Reihe schaltest

Werte für die Reihenschaltung von.....Modulen:

U_{ges} =V

I_{sc} =A

Was fällt auf, beschreibe und erkläre!

Erkläre die Reihenschaltung hier! Zeichne einen Schaltplans mit 4 Solarzellen:

Erstelle eine Reihenschaltung aus **6 Solarmodulen** und schließe

A) ein NILS- ISFH- Solarradio SUSE 4.36 an die Reihenschaltung

B) ein LED- Modul SUSE 4.15 an die Reihenschaltung

probiere die Funktion des Radios/des LED- Moduls an einer der 4 Möglichkeiten aus:

- a) im Freien,
- b) auf dem OHP
- c) vor einem Halogenstrahler
- d) im beleuchteten Innenraum

Notieren hier die Ergebnisse und erkläre:

Weitere Experimente:

- **Anschluss eines Handyladers an 14- 20 Solarzellen in Reihenschaltung**
- **Aufladen des Energiespeichers eines Solarfahrzeugs mit 5 Solarzellen in Reihenschaltung**

7. Leerlaufspannung U_{oc} , Kurzschlussstrom I_{sc} , Leistung P in Abhängigkeit von der bestrahlten Fläche der Solarzelle

In der Regel wird die gesamte Fläche der Solarzelle vom Licht bestrahlt. In der Praxis kann es aber dazu kommen, dass Solarzellen in Solarmodulen auf Dächern verschattet werden, z.B. durch Schattenwurf von Schornsteinen, Häusern, Bäumen, oder durch aufgefallenes Herbstlaub etc. Dann ändern sich die elektrischen Werte der Solarzelle. Diesen Effekt wollen wir in diesem Experiment untersuchen, indem wir die Solarzelle teilweise durch schwarzen Karton oder Alufolie abdecken.

Versuchsaufbau:

Wir stellen das Solarmodul SUSE CM6MS auf das Grundgerät SUSE 4.0, genau vor den Schraubstützen, so dass die Solarzelle zum Halogenstrahler zeigt. Diese Position soll während der Experimente unverändert bleiben, den Strahler nur zu den Experimenten anschalten, damit sich die Solarzelle nicht stark erwärmt. An die Buchsen schließen wir ein Multimeter an (Pluskabel rot, Minuskabel schwarz), der Motor wird ausgeschaltet.

Versuchsdurchführung:

Wir messen die Leerlaufspannung U_{oc} (im Messbereich 20V DC) und den Kurzschlussstrom I_{sc} (im Messbereich 10° DC), berechnen die Leistung P ($P = 0,8 * U_{oc} * I_{sc}$) und tragen die Werte in die Tabelle ein. Nun decken wir die Solarzelle mit schwarzer Pappe oder Alufolie genau zur Hälfte ab (bis zum silbernen Mittelstreifen) und messen erneut, anschließend decken wir $\frac{3}{4}$ (= 75%) der Solarzelle ab und messen die Werte noch einmal.

Abdeckung	Leerlaufspannung U_{oc} in V	Kurzschlussstrom I_{sc} in A	Leistung P in W
keine Abdeckung			
50% abgedeckt			
75% abgedeckt			

Auswertung: Was fällt Dir/Ihnen bei den Ergebnissen auf? Notieren Sie Ihre Beobachtungen und Erklärungen hier:

8. Wirkungsgradbestimmung einer Solarzelle

Voraussetzung: Overheadprojektor oder Sonnenlicht mit der Bestrahlungsstärke 1000 W/m^2

1. Umrechnung der Lichtleistung 1000 W/m^2 bzw. $0,1 \text{ W/cm}^2$ auf die wirkliche Fläche der Solarzelle:

Die Zelle hat eine Fläche von 27 cm^2 , sie erhält bei 1000 W/m^2

eine Lichtleistung von :..... **W**

2. Die elektrische Leistung von Aufgabe 3 war bei der gemessenen Zelle $P_E = \dots\dots\dots \text{W}$

3. Wirkungsgrad = elektrische Leistung P_E : Lichtleistung P_L * 100 = Wirkungsgrad in %

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{P_E}{P_L} * 100 = \dots\dots\dots \%$$

Der Wirkungsgrad der verwendeten Solarzelle ist.....%

Wirkungsgrade von Solarzellen:

Monokristalline Zellen: 15- 21 % Polykristalline Zellen: 12 – 20 %

Die verwendete Solarzelle war eine.....Zelle.
Monokristalline / polykristalline

Ihr gemessener Wirkungsgrad war:.....
sehr gut ---gut---mittel---schlecht

9. Messungen der Lichtintensität (Bestrahlungsstärke) in W/m^2

Mit der hier verwendeten kalibrierten Solarzelle kann die **Lichtintensität 1000 W/m^2** vor einem Halogenstrahler oder auf einem Overheadprojektor oder im Freien genau bestimmt werden.

1000 W/m^2 ist die Intensität der Lichtstrahlung der Sonne bei wolkenlosem Himmel im Sommer und ist internationaler Standard- Messwert für Solarzellen.

Kurzschlussstrom I_{SCC} der Solarzelle bei einer Bestrahlung von 1000 W/m^2

$$I_{SCC} = \dots\dots\dots 0,98 \dots\dots\dots \text{A} = \dots\dots\dots 980 \dots\dots\dots \text{mA}$$

Messung der Bestrahlungsstärke S von Licht (Lichtintensität) in W/m^2 :

Da der Kurzschlussstrom I_{sc} einer Solarzelle proportional zur Bestrahlungsstärke S ist, gilt:

$$\frac{I_{SCC} \text{ in A}}{1000 \text{ W/m}^2} = \frac{I_{mess} \text{ in A}}{S_x \text{ W/m}^2} \quad \text{oder nach } S_x \text{ umgestellt: } S_x = \frac{I_{mess} \text{ (in A)} * 1000}{0,98 \text{ A}}$$

Dabei ist:

I_{SCC}	in A	der kalibrierte Kurzschlussstrom bei $1000 \text{ W/m}^2 = 0,90 \text{ A}$
I_{mess}	in A	der gemessene Kurzschlussstrom bei der Bestrahlungsstärke S_x
S_x	in W/m^2	die Bestrahlungsstärke von Lichtstrahlung

Messungen im Freien und bei Lichtquellen:

Lichtstrahlung	Kurzschlussstrom I_{sc} in A	Bestrahlungsstärke S_x in W/m^2
Strahlender Sonnenschein direkt zur Sonne gemessen		
Strahlender Sonnenschein im Schatten gemessen		
Bedeckter Himmel		
Sehr trübes Wetter		
Auf der Platte eines Overheadprojektors		
10 cm über der Platte eines Overheadprojektors		
40 cm vor Halogenlampe 35 W (Strahler SUSE 5.16)		
40 cm vor Halogenstrahler 150 W		
Im Innenraum Zum Fenster hin ausgerichtet		
Im Innenraum Zur Decke hin ausgerichtet		

Was fällt Ihnen auf, erläutern Sie hier:



**Photovoltaik-
System
SUSE**

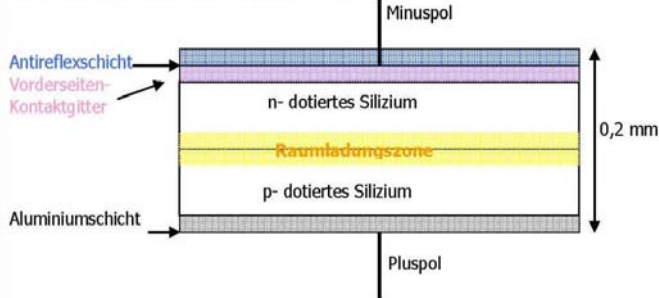
innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung

**Solarthermiesystem
Wärme von der Sonne**



10. Aufbau und Funktion einer Silizium- Solarzelle II ab Klassenstufe 8/9

Aufbau einer Silizium- Solarzelle



Eine Solarzelle ist eine großflächige Silizium- Halbleiterdiode, die **n- dotierte Schicht ist die Oberseite der Solarzelle**, hier dringt das Licht ein, die blaue Farbe entsteht durch die **durchsichtige (!) dünne Antireflexschicht. Die n- dotierte Seite ist der Minuspol der Solarzelle!** Die dünnen Silberleiter dienen als elektrische Leiter zur Abnahme des Stroms. Die **p- dotierte Schicht ist die Unterseite der Solarzelle**, sie ist normalerweise hauchdünn mit Aluminium beschichtet und sieht daher grau aus. Aufgebracht Silberleiter dienen zum Anlöten von Drähten. Hier ist der **Pluspol der Solarzelle. Der innere lichtelektrische Effekt der Ladungstrennung findet am p-n- Übergang statt.**

Wie funktioniert eine Solarzelle?

Niveaustufe II ab Kl. 8/9

1. Elektrische Spannung U

Eine Solarzelle liefert im Leerlauf (= Spannung ohne angeschlossenen Verbraucher) eine **typische Spannung von 0,5 – 0,6 V**. Der genaue Wert der **Leerlaufspannung** ist vom Material des Halbleiters, der Dotierung, der Temperatur und der Bestrahlungsstärke S abhängig, jedoch **unabhängig von der Fläche**.

Die Leerlaufspannung ist unabhängig von der Fläche der Solarzelle und (ab einer gewissen Mindest- Lichtintensität) nur wenig von der Lichtintensität abhängig.

2. Elektrische Stromstärke I

Die maximale elektrische Stromstärke I (= Kurzschlussstrom), die eine Solarzelle liefern kann, hängt von 2 Faktoren ab:

- **Fläche der Solarzelle** : Je höher die Fläche, desto höher ist I (proportional)!
- **Intensität der auftreffenden Lichtstrahlung**: Je höher die Lichtintensität S, desto höher ist I (proportional)!
- Qualität der Solarzelle (sehr guter Solarzellen: $I = 30 - 40 \text{ mA/cm}^2!$)

Die **Ursache des Stroms** sind die pro Zeiteinheit in der Sperrschicht (p-n-Übergang) **durch einwirkende Lichtquanten entstandenen freien Elektronen**, die aufgrund eines inneren elektrischen Feldes auf die (n- dotierte) Oberseite der Solarzelle diffundieren und von dort über den äußeren Stromkreis auf die (p- dotierte) Unterseite gelangen. Dieser Prozess heißt **„innerer lichtelektrischer Effekt“**, erklärt durch Einstein 1905.

Wird der Solarzelle Strom entnommen, sinkt die Spannung U. Der genaue Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke wird in der U - I - Kennlinie einer Solarzelle dargestellt, in der Datei Niveaustufe III erklärt. Die **maximale Leistung** wird nur in einem bestimmten Punkt, d.h. bei einer ganz bestimmten Spannung und Stromstärke erreicht, dieser Punkt heißt **MPP = Maximum Power Point**, wichtig in der Praxis ! Der **Wirkungsgrad einer Solarzelle** liegt bei ca. **15 – 20 %**, d.h. nur 15– 20% des einfallenden Lichts wird in elektrische Energie umgewandelt, abhängig vom Solarzellentyp.

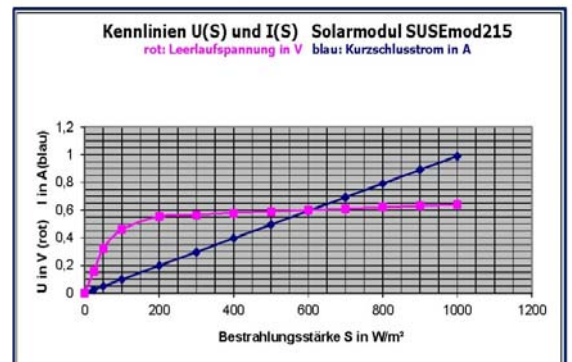


Rechts: Die U(S)- Kennlinie (rot) und die I(S)- Kennlinie (blau) der SUSE- Solarzelle.

Die Bestrahlungsstärke S ist die Lichtintensität in Watt pro m², 0 bedeutet absolute Dunkelheit, 1000 bedeutet strahlender Sonnenschein bei tiefblauem Himmel im Sommerhalbjahr.

Oben links: Die Oberseite der SUSE- Solarzelle 52x52 mm mit einer Dicke von 0,2 mm. Die blaue Färbung ist die (durchsichtige!) Antireflexschicht, die hellen Linien (reines Silber!) sind elektrische Leiter, das Vorderseitenkontaktgitter ist der Minuspol der Solarzelle. Am breiten Streifen können Zellverbinder oder Kabel angelötet werden. Unter der blauen Schicht erkennt man die Silizium – Kristalle.

Oben rechts: Die Unterseite der SUSE- Solarzelle 52x52 mm. Die graue Schicht ist die metallische Rückseite, reines Aluminium, der Pluspol der Solarzelle. Da Aluminium nicht gelötet werden kann, ist ein Silberstreifen zum Anlöten von Zellverbindern/Anschlusskabeln aufgebracht.



17 Fragen zum Solarmodul und zu den Experimenten

ab Klasse 8

Einfach

Mittel

Niveauvoll

1. Aus welchem Material bestehen Solarzellen?
2. Welche Energieumwandlung findet in einer Solarzelle statt?
3. Warum sind Solarzellen auf der Vorderseite blau und auf der Rückseite grau?
4. Was bedeuten die vielen dünnen Linien auf der Vorderseite der Solarzelle?
5. Wo sind die elektrischen Pole der Solarzelle?
6. Wie groß ist die elektrische Spannung einer Solarzelle bei Bestrahlung mit Sonnenlicht bei strahlendem Sonnenschein? ($S = 1000 \text{ W/m}^2$)
7. Um eine größere Spannung zu erhalten, schaltet man 8 Solarzellen in Reihenschaltung. Zeichne diese Schaltung und gib die Spannung an, wenn diese Reihenschaltung von strahlendem Sonnenschein bestrahlt wird.
8. Wie dick ist eine Solarzelle?
9. Was versteht man unter „Kurzschlussstrom“? Warum darf man eine Solarzelle kurzschließen, einen Akku dagegen niemals?
10. Wie kann man die Qualität einer Solarzelle bestimmen?
11. Wie kann man mit der Solarzelle Deines Solarmoduls die Lichtintensität (= Bestrahlungsstärke S) bestimmen?
12. Bei grauem, bewölkten Himmel misst Du mit Deiner Solarzelle einen Kurzschlussstrom von $I = 100 \text{ mA}$. Wie groß ist die Lichtintensität (Bestrahlungsstärke) des Tageslichts?
13. Wie groß ist der Wirkungsgrad einer Standard- Solarzelle?
14. Eine große, quadratische 6- Zoll- Solarzelle (6 Zoll = 156 mm) hat im strahlenden Sonnenschein eine Leerlaufspannung von 0,61 V und einen Kurzschlussstrom von 8,1 A. Nun wird sie mit dem Laser in 9 gleiche Quadrate mit einer Kantenlänge von 52 mm geschnitten. Wie groß sind Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom einer kleinen Solarzelle?
15. Eine ganze Schulklasse mit 30 Schülern verschaltet ihre Module in einer Reihenschaltung und stellt diese in den strahlenden Sonnenschein. Wie groß sind Spannung und Kurzschlussstrom der Reihenschaltung?
16. Du willst mit den selbstgebauten Solarmodulen ein Smartphone laden. Dieses Gerät benötigt eine Ladespannung von 5 V. Wie musst Du vorgehen, zeichne eine Schaltung und erkläre!
17. Wie groß sind Leerlaufspannung, Kurzschlussstrom und elektrische Leistung Deiner Solarzelle bei bewölktem Himmel mit $S = 500 \text{ W/m}^2$?