Station 1 Experimente Fortgeschrittene

logo-digital-point-neu.jpg

1.Umwandeln von Energie

Mit dem Solarmodul SUSE CM6MS lassen sich Energie- Umwandlungsprozesse an einem Solarmodul mit Solarzelle, Elektromotor und Propeller demonstrieren. Hierbei laufen mehrere Energieumwandlungsprozesse ab, bearbeite die nachfolgenden „Energiekästen“ und fülle sie mit einem eigenen Text aus.

Licht Energieform	Eigenschaften der Energieform Licht

Solarzelle Energiewandler	Energie- Umwandlungsprozess in der Solarzelle

Elektromotor Energiewandler	Energie- Umwandlungsprozess im Elektromotor

Propeller Energiewandler	Energie- Umwandlungsprozess durch den Propeller

2. Die elektrische Spannung der Solarzelle

Die Leerlaufspannung U_{oc}
U_{oc} ist die elektrische Spannung U der unbelasteten Solarzelle, es ist kein Gerät an die Solarzelle angeschlossen, oc = open circuit.
Der Wert der Leerlaufspannung ist vom Halbleitermaterial, der Lichtintensität (Bestrahlungsstärke S) und von der Qualität der Solarzelle abhängig.
Moderne Hochleitungs- Solarzellen aus Silizium erreichen Werte von 0,64….0,67V.

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

Der Wert der Spannung U_{oc} sollte im Sonnenlicht zwischen 0,60V und 0,64V liegen, bei bedecktem Himmel 0,5V - 0,6V, im Innenraum bei ca. 0,3V, unabhängig von der Fläche! Bei gleicher Bestrahlungsstärke sollten alle Solarzellen etwa die gleiche Spannung haben, der Standard-Test-Wert wäre 0,65 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.

Messungen zur Spannung:

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

3. Die maximale Stromstärke der Solarzelle = Kurzschlussstrom

Der Kurzschlussstrom I_{sc} der Solarzelle sc = short circuit

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 zum Pluspol der Solarzelle.

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 20mA oder 2mA 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 den Maßen 52mm x 26mm ist die Kurzschluss- Stromstärke bei einer Lichtintensität von 1000W/m² genau 1,025A = 1025mA.

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 Motor ausgeschaltet				

Was fällt Dir bei der Spannungs- und Stromstärkemessung auf, notiere hier Deine Beobachtungen und Erklärungen:

4. Die elektrische Leistung der Solarzelle PE in W (Watt)

Formel: **PE = U_{oc} x I_{sc} x 0,8=.....W** (Rechne hier mit deinen Messwerten aus den vorher gegangenen Aufgaben)

Vereinfachter Ansatz: P ist Leerlaufspannung x Kurzschlussstrom x 0,8, P sollte also im Idealfall bei 1000 W/m² Einstrahlung 0,53 W sein. Der Faktor 0,8 erklärt sich über die Kennlinie und den MPP der Solarzelle und lässt sich dort exakt bestimmen.

Ort der Messung	Draußen bei Sonnenschein zur Sonne gerichtet	Draußen bei Sonnenschein im Schatten	Draußen bei bedecktem Himmel	Im beleuchteten Innenraum
Kurzschlusstrom I_{sc} in A Werte übernehmen				
Spannung U_{oc} in V Werte übernehmen				
Leistung P U_{oc} x I_{sc} x 0,8 **in W**				
Leistung P U_{oc} x I_{sc} x 0,8 **in mW**				

5. Die Qualität der Solarzelle

Die Qualität einer Solarzelle wird mit der **Stromdichte j (in mA/cm²)**gemessen. Die Stromdichte gibt dabei an, wieviel Stromstärke ein 1cm² großes Stück der Solarzelle produziert, je mehr desto besser! Dazu muss die Einstrahlung genau 1000 W/m² betragen (internationaler Standard- Wert = strahlender Sonnenschein oder OHP-Projektor), denn bei geringerer Einstrahlung <1000 W/m² ist die Stromdichte j natürlich auch geringer!

Kurzschlussstrom in mA
j= ---------- = ... mA/cm² bei 1000 W/m² Einstrahlung !
Zellenfläche in cm²

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

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

Qualität der Solarzelle: j=
Sehr gut: > 40 mA/cm²
Gut 32- 40 mA/cm²
Mittel: 24- 32 mA/cm²
Schlecht: < 24 mA/cm²
Bei einer Bestrahlungsstärke von 1000 W/m² !!
Maximal möglicher theoretischer Wert: 45 mA/cm²

Art der Solarzelle im Solarmodul: Bitte Zelltyp umkringeln

monokristalline Solarzelle – polykristalline Solarzelle

Erkläre stichpunktartig den unterschiedlichen Aufbau dieser beiden Zelltypen (Internet)

6. Die Reihenschaltung von Solarzellen

Solarzellen lassen sich in beliebiger Anzahl in Reihe schalten, um höhere Spannungen zu 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		

WERTE FÜR DIE REIHENSCHALTUNG VON.....MODULEN:

Uges=.....V

Isc =.....A

Was fällt auf, beschreibe und erkläre!

Zusatzaufgabe zur Parallelschaltung:

Solarzellen können auch parallel geschaltet werden. Erstelle eine solche Schaltung, führe Messungen durch und vergleiche/erkläre den Unterschied zur Reihenschaltung.
Warum werden in großen professionellen Solarmodulen die Solarzellen nur in Reihe geschaltet?

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 Schraubstutzen, 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 Uoc (im Messbereich 20V DC) und den Kurzschlussstrom Isc (im Messbereich 10A DC), berechnen die Leistung P (P= 0,8*Uoc*Isc) und tragen die Werte in die Tabelle ein. Nun decken wir die Solarzelle mit schwarzer Pappe oder Alufolie genau zur Häfte ab (bis zum silbernen Mittelstreifen) und messen erneut, anschließend decken wir ¾ (= 75%) der Solarzelle ab und messen die Werte noch einmal.

Abdeckung	Leerlaufspannung Uoc in V	Kurzschlussstrom Isc in A	Leistung P in W
keine Abdeckung			
50% abgedeckt			
75% abgedeckt			

Auswertung: Was fällt Dir bei den Ergebnissen auf? Notiere hier Deine Beobachtungen und Erklärungen:

8. Wirkungsgradbestimmung einer Solarzelle

Der Wirkungsgrad gibt an, wieviel % der eingestrahlten Lichtenergie in elektrische Energie umgewandelt wird.

Voraussetzung: Overheadprojektor oder Sonnenlicht mit der Bestrahlungsstärke 1000 W/m²

- Umrechnung der Lichtleistung 1000 W/m² bzw. 0,1W/cm² auf die wirkliche Fläche der Solarzelle: Die Solarzelle hat ein Fläche von 27,04 cm², sie erhält bei 1000 W/m² eine **Lichtleistung von :…… W**
- Die elektrische Leistung (Aufgabe 4) war bei der gemessenen Zelle **PE =……..……W**
-
- **Wirkungsgradberechnung:**

$$\text{Wirkungsgrad ?} = \frac{PE}{PL} \times 100 = \%$$

Der Wirkungsgrad der verwendeten Solarzelle ist: %

8. Wirkungsgradbestimmung einer Solarzelle

Voraussetzung: Overheadprojektor oder Sonnenlicht mit der Bestrahlungsstärke 1000 W/m²

Fülle die Lücken im Text aus:

1. **Umrechnung der Lichtleistung** 1000 W/m² bzw. 0,1 W/cm² auf die wirkliche Fläche der Solarzelle:
   Die Solarzelle hat eine Fläche von **27,04 cm²**. Sie erhält bei 1000 W/m² eine Lichtleistung von: .....W
2. Die elektrische Leistung (Aufgabe 4) war bei der gemessenen Zelle **PE =.....** W
3. Wirkungsgrad = elektrische Leistung P_E : Lichtleistung P_L × 100 = Wirkungsgrad in %

Wirkungsgrade von Solarzellen:
Monokristalline Zellen: 17 – 25 % Polykristalline Zellen: 16 – 22 %
Die verwendete Solarzelle war eine (*Monokristalline / Polykristalline*) Zelle.
Ihr gemessener Wirkungsgrad war: (*sehr gut — gut — mittel — schlecht*).

9. Messungen der Lichtintensität (Bestrahlungsstärke S) in W/m²

Mit der hier verwendeten kalibrierten Solarzelle kann die Lichtintensität des Lichts genau bestimmt werden, da **der Kurzschlussstrom proportional zur Lichtintensität = Bestrahlungsstärke S** ist.
1000 W/m² ist die Intensität der Lichtstrahlung der Sonne bei wolkenlosem Himmel im Sommer und ist internationaler Standard- Messwert für Solarzellen.
Kurzschlussstrom I_{sc} der Solarzelle bei einer Bestrahlung von 1000 W/m²

ISC= ……1,025……..A = ……..1025……..mA

Messung der Bestrahlungsstärke S von Licht (Lichtintensität) in W/m²:

Da der Kurzschlussstrom Isc einer Solarzelle proportional zur Bestrahlungsstärke S ist, gilt:

MESSUNGEN IM FREIEN UND BEI LICHTQUELLEN:

Lichtstrahlung	Kurzschlussstrom I_{sc} in A	Bestrahlungsstärke S_x in W/m²
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 120 W		
Im Innenraum Zum Fenster hin ausgerichtet		
Im Innenraum Zur Decke hin ausgerichtet		

Was fällt Dir bei den Experimenten auf, erläutere hier:

25 FRAGEN ZUM SOLARMODUL UND ZU DEN EXPERIMENTEN

QR Code digitales Quiz url_qrcodecreator.com_17_05_08.png

https://app.lumi.education/h5p/fragen-zum-solarmodul-und-zu-den-experimenten-t2yyjo

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 der Solarzelle SUSEmod215 bei Bestrahlung mit Sonnenlicht bei strahlendem Sonnenschein? (S = 1000 W/m²) oder bei bedecktem Himmel (S= 200 W/m²)
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 (Angabe in mm und in µm!)?
9. Was versteht man unter „Kurzschlussstrom“? Warum darf man eine Solarzelle kurzschließen, einen Akku dagegen niemals?
10. Wie kann man durch Messungen die Qualität einer Solarzelle bestimmen?
11. Wie kann man mit der Solarzelle des Solarmoduls SUSE CM6MS die Lichtintensität (= Bestrahlungsstärke S)
bestimmen?
12. Bei grauem, bewölkten Himmel messen Sie mit SUSE CM6MS einen Kurzschlussstrom von I = 50 mA. Wie groß
ist die Lichtintensität (Bestrahlungsstärke) des Tageslichts?
13. Wie groß ist der Wirkungsgrad der Solarzelle SUSEmod215 ?
14. Eine große, quadratische 6- Zoll- Solarzelle (6 Zoll = 156 mm) hat im strahlenden Sonnenschein eine Leerlaufspannung von 0,62 V und einen Kurzschlussstrom von 9,0 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 CM6MS in einer Reihenschaltung und stellt diese in den strahlenden Sonnenschein. Wie groß sind Spannung und Kurzschlussstrom der Reihenschaltung?
16. Sie wollen mit den selbstgebauten Solarmodulen ein Smartphone laden. Dieses Gerät benötigt eine Ladespannung von 5 V. Wie müssen Sie vorgehen, zeichnen Sie eine Schaltung und erklären Sie die Methode!

17. Wie groß sind Leerlaufspannung, Kurzschlussstrom und elektrische Leistung der Solarzelle SUSEmod215 bei
bewölktem Himmel mit S = 500 W/m2?
18. Quadratische Solarzellen werden heute im Maß 6 Zoll hergestellt. Wie groß ist die Seitenlänge in mm?
19. 10 gleiche Solarzellen werden parallel geschaltet. Welche Wirkung hat diese Schaltung?
20. Welches Element wird häufig zur n- Dotierung, welches zur p- Dotierung verwendet?
21. Eine Solarzelle in einem Solarmodul auf einem Dach wird durch ein aufgefallenes Blatt zu 70% abgedeckt. Wie
wirkt sich das auf ihre Spannung/Stromstärke/Leistung aus?
22. Die Solarzelle von Aufgabe 21 ist in Reihenschaltung mit 59 weiteren Solarzellen verbunden. Wie wirkt sich die
70%- Abdeckung auf die weiteren Solarzellen aus?
23. Von welchen Faktoren hängt die Größe des Kurzschlussstroms einer Solarzelle ab?
24. Von welchen Faktoren hängt die Leerlaufspannung einer Solarzelle ab?
25. Wenn sich Solarzellen auf einem Dach im Sommer auf 50°C erwärmen, welche Folgen hat das für U, I, P?