1.2 Sonnenfängerbox 1

- 1.2.1 Crashkurse
  - Crashkurse für Lehrer - Sonnenfängerbox 1
- 1.2.2 Lerneinheiten
  - Station 1 AB 1
  - Station 1 AB 2
  - Station 1 AB 4 (Klassen 5-10)
  - Station 1 AB3 (Klassen 4-6)
  - Station 1 AB5 (Klasse 8-10)
  - Station 1 Experimente Einsteiger (Klassen 5-7)
  - Station 1 Experimente Fortgeschrittene
  - Station 1 Infotext: Herstellung von Solarzellen
  - Station 1 Infotext: Solarstrahlung
- 1.2.3 Material- und Stücklisten
  - Boxinhalt - Sonnenfängerbox 1
- 1.2.4. Zusätzliche Dokumente
  - Herstellerhandbuch - Sundidactics (Station 1)

1.2.1 Crashkurse

Crashkurse für Lehrer - Sonnenfängerbox 1



1.2.2 Lerneinheiten

Station 1 AB 1

logo-digital-point-neu.jpg

Station 1: Die Solarzelle

Solarenergie bezeichnet die Nutzung der Energie, die von der Sonne ausgeht. Sie kann in Wärmeenergie, zum Beispiel durch Sonnenkollektoren, oder in elektrische Energie, durch Solarzellen, umgewandelt werden. Die elektrische Energiegewinnung aus Sonnenlicht mithilfe von Solarzellen gehört zu den wichtigsten nachhaltigen und umweltfreundlichen Formen der Energieerzeugung. Sie spielt eine entscheidende Rolle für die Zukunft der Menschheit, da sie erneuerbar ist und keine schädlichen Emissionen verursacht.

Überlege und beantworte folgende Fragen:

Warum ist Solarenergie besser für unser Klima als Energie aus Kohle, Öl oder Gas?

Was passiert, wenn wir weiterhin nur fossile Brennstoffe nutzen?

Denkst du es ist wichtig, auf erneuerbare Energien umzusteigen? Begründe

---

An Station 1 sollt ihr nun die Solarzelle kennenlernen. Eine Solarzelle wandelt die Strahlungsenergie des Lichts direkt in elektrische Energie um. In diesem Experiment steht euch das Solarmodul SUSE CM6MS mit einer hochwertigen Solarzelle (SUSEmod218), zwei Messbuchsen und einem schaltbaren Solarmotor mit Propeller zur Verfügung. Zum Experimentierset gehören außerdem ein Energiespeicher SUSE 4.12 mit zwei Superkondensatoren (je 5 F) sowie ein zusätzlicher Solarmotor SUSE 4.16 mit Propeller. Damit könnt ihr einfache Einsteigerexperimente oder auch umfangreichere Untersuchungen zu den technischen und physikalischen Eigenschaften einer Solarzelle durchführen. Das Solarmodul SUSE CM6MS ist ein kompaktes Versuchsmodul, das speziell entwickelt wurde, um die Funktionsweise einer Solarzelle sichtbar zu machen. Es ermöglicht euch, den Zusammenhang zwischen Lichtintensität, Spannung und Bewegung des Propellers direkt zu beobachten und zu messen.

Station 1 AB 2

logo-digital-point-neu.jpg

Regeln im Labor

Die wichtigste Regel in einem Labor ist: Wer schreibt der bleibt!

An unseren Kästen experimentieren viele Schüler und die „Gegenstände“ in den Boxen sind teuer. Darum checkt **bevor ihr startet** als Gruppe ab, ob alle Materialien wirklich da sind. Dafür liegt in allen Boxen eine „Vollständigkeitsliste“ Haake hier auf deinem Arbeitsblatt ab, ob alles da ist.

Materialien	Vor dem Versuch	Nach dem Versuch
2 Solarmodule SUSE CM6MS		
1 Solar- Speichermodul SUSE 4.12		
1 Solarmotor SUSE 4.16		
6 Laborkabel mit 4mm Stecker (3x schwarz + 3x rot)		
1 Zollstock 2m		
1 Box mit 2x 6-ZollSolarzellen		
2x Solarzellen 52x52mm		

Station 1 AB 4 (Klassen 5-10)

Logo Digital.Point NEU.jpg

Aufbau und Funktion einer Solarzelle II

Siliziumsolarzellen bestehen aus dünnen Siliziumscheiben. Ihre Oberseite ist dunkelblau bis schwarz gefärbt und bildet den Minuspol, während die Unterseite aus einer grauen Aluminiumschicht besteht, die den Pluspol darstellt. Silizium, der Hauptbestandteil der Solarzellen, ist ein weit verbreiteter Rohstoff, der aus Quarzsand (SiO ?) gewonnen wird. Eine Solarzelle ist ein Energiewandler. Sie wandelt die Strahlungsenergie des Lichts direkt in elektrische Energie um. Wie eine Batterie besitzt auch eine Solarzelle zwei Pole, Plus und Minus. Während eine handelsübliche Mignonbatterie eine Spannung von etwa 1,5 Volt liefert, erzeugt eine Solarzelle eine elektrische Spannung von rund 0,60 bis 0,68 Volt, abhängig von der Lichtintensität. Mit den SUSE-Solarmodulen und Lernstationen kannst du diese Spannungen selbst messen und vergleichen. Energie entsteht nicht aus dem Nichts, sondern wird stets in andere Energieformen umgewandelt. Auch bei der Solarzelle wird die Strahlungsenergie des Sonnenlichts in elektrische Energie umgewandelt. Besonders gut funktioniert dies bei natürlichem Sonnenlicht sowie bei Glüh- oder Halogenlampen, da deren Licht dem Sonnenlicht ähnelt. Das Licht von LED-Lampen hingegen unterscheidet sich stark vom Sonnenlicht, weshalb Solarzellen damit nur sehr schlecht funktionieren.

Beschrifte mit folgenden Begriffen:

Strahlungsenergie des Lichts elektrische Energie
Energiewandler Solarzelle

drawio.png

Station 1 AB3 (Klassen 4-6)

Logo Digital.Point NEU.jpg

Aufbau einer Solarzelle I

Eine Solarzelle ist ein Energiewandler, sie wandelt die Strahlungsenergie von Licht in elektrische Energie um. Die Verwendung von Sonnenlicht zur Erzeugung von elektrischer Energie ist sehr umweltfreundlich und nachhaltig, es entstehen bei der Energieumwandlung keine Schadstoffe, wie z.B. CO2. Diese Technik der Energieumwandlung nennen wir Photovoltaik („Photo“ für Licht, „Voltaik“ für elektrische Energie). Weltweit werden immer mehr Photovoltaikanlagen zur Erzeugung von elektrischer Energie installiert. Eine Solarzelle besteht aus einer sehr dünnen Scheibe aus Silizium, meist ein Quadrat mit der Kantenlänge 156 mm, mit einem Laser kann man sie auch in kleinere Formate mit kleinerer Leistung schneiden...

Bild Solarzelle.png

Station 1 AB5 (Klasse 8-10)

Logo Digital.Point NEU.jpg

Aufbau und Funktion einer Silizium-Solarzelle III

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 des Vorderseiten- Kontaktgitters dienen als elektrische Leiter zur Abnahme des Stroms. Die p- dotierte Schicht ist die Unterseite der Solarzelle, an ihrem unteren Rand ist eine weitere Antireflexschicht und eine dünne Aluminiumschicht mit grauer Farbe. Aufgebrachte Silberleiter dienen zum Anlöten von Drähten. Hier ist der Pluspol der Solarzelle. Der innere lichtelektrische Effekt der Ladungstrennung findet am p-n Übergang statt. Die Oberseite des Si- Wafers ist texturiert, um Lichtreflexionen zu vermindern.

Solarzelle Aufbaz darstellung.png

Eine monokristalline Solarzelle besitzt eine dunkelblaue Oberfläche, die durch eine hauchdünne, etwa 75 Nanometer dicke Antireflexschicht aus Siliziumnitrid (Si?N?) entsteht. Auf dieser Oberfläche verlaufen feine weiße Linien, die als elektrische Leiter aus reinem Silber dienen. Drei etwas breitere Leiter, sogenannte Busbars, ermöglichen die Stromabnahme. An ihnen werden die Drähte angelötet. Die Solarzelle ist etwa 0,18 Millimeter dick und besteht aus mehreren Schichten. Die Siliziumscheibe ist an der Oberseite mit Phosphor n-dotiert, während der übrige Bereich p-dotiert ist und Bor enthält. Am Übergang zwischen den beiden Schichten, dem sogenannten p-n-Übergang, bildet sich ein inneres elektrisches Feld. In diesem Feld werden die Ladungsträger, also Elektronen und Löcher, voneinander getrennt. Wenn ein Lichtteilchen (Photon) von oben in die Solarzelle eindringt und auf ein Siliziumatom trifft, schlägt es ein Elektron aus dessen Hülle. Dieses Elektron wird durch das elektrische Feld zur Oberseite der Solarzelle geleitet, wo es vom Vorderseitenkontaktgitter aufgenommen wird. Das zurückbleibende Loch wandert zur Aluminiumschicht an der Unterseite. Photonen, die kein Siliziumatom treffen, werden von der reflektierenden Rückseitenbeschichtung zurück gespiegelt.

Bild Solarzelle.png.

Station 1 Experimente Einsteiger (Klassen 5-7)

logo-digital-point-neu.jpg

Experiment 1) Spannung, Stromstärke, Leistung durch Messungen bestimmen

Du benötigst: 1x Multimeter 2x Laborkabeln (rot + schwarz) und 1x Grundgerät SUSE 4.0 (Halogenstrahler 120W).
Einstellungen am Multimeter für die Spannungsmessung: 20V DC, schwarzes Minuskabel in Buchse com, rotes
Pluskabel in Buchse V, für die Stromstärkemessung 10A DC, schwarzes Minuskabel in Buchse com, rotes Pluskabel in
Buchse 10A (im Innenraum Messbereich 20 mA DC verwenden).

Ort der Messung	**Spannung U in V** Motor eingeschaltet	**Spannung U in V** Motor ausgeschaltet	**Kurzschlussstrom I** in A	**Leistung P in W** P= U · I · 0,8
Auf Glasplatte (Mitte) des Overheadprojektors				
40 cm vor Halogenstrahler 120W				
Draußen strahlender Sonnenschein				
Draußen bedeckter Himmel				
Im Innenraum Bei Raumbeleuchtung				

Was fällt Dir auf? Notiere Deine Beobachtungen zu den Messwerten und zur Drehzahl des Motors sowie weitere Auswertungsideen hier:

Experiment 2) Die Bestrahlungsstärke S (Lichtintensität) des Lichts bestimmen

Du benötigst dazu ein Multimeter im Messbereich 10A DC mit 2 Laborkabeln (rot + schwarz), schalte den Motor für die Messungen aus! Schwarzes Minuskabel in Buchse com, rotes Pluskabel in Buchse 10A DC.

Die Intensität des Lichts (= Bestrahlungsstärke S in W/m²) kann durch Messung des Kurzschlussstroms bestimmt werden, da dieser direkt proportional zur Bestrahlungsstärke ist. Mit dieser Gleichung lässt sich S aus dem Kurzschlussstrom berechnen:

$$S = \frac{I \text{ in } A \cdot 1000}{1{,}025\ A}\ W/m^2$$

1,025 A ist der Kurzschlussstrom der Solarzelle bei S = 1000W/m²

Ort der Messung	Kurzschlussstrom I in A	Bestrahlungsstärke S in W/m²
Auf Glasplatte (Mitte) des Overheadprojektors		
Draußen im Sonnenschein, zur Sonne ausgerichtet		

Draußen bei bedecktem Himmel, nach Süden ausgerichtet		
Draußen im Schatten		

Notiere Deine Beobachtungen und Auswertungen hier:

Experiment 3) Reihenschaltung von Solarzellen

Du benötigst dazu ein Multimeter im Messbereich 20V DC mit 2 Laborkabeln (rot + schwarz), schalte den Motor für die Messungen an und aus! Weitere Laborkabel benötigst Du zum Verbinden mehrerer Module.

Da Solarzellen nur eine geringe Spannung von ca. 0,6 V haben, werden sie in großen Solarmodulen elektrisch in Reihe geschaltet, meist 36 oder 60 oder sogar 72 Zellen. Dadurch erhöht sich die Spannung.

Stelle 2 Solarmodule SUSE CM6MS ins Licht eines Halogenstrahlers und verbinde den Minuspol des Moduls 1 mit dem Pluspol des Moduls 2. Die Gesamtspannung kannst Du nun zwischen dem Pluspol von Modul 1 und dem Minuspol von Modul 2 messen. Trage die Werte in die Tabelle ein und erweitere die Schaltung auf 3 oder 4 Module in Reihenschaltung.

Anzahl der Module	Spannung Modul 1 in V	Spannung Modul 2 in V	Spannung Modul 3 in V	Spannung Modul 4 in V	Gesamtspannung in V
2			xxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxx	
3				xxxxxxxxxxxxxxxxxx	
4					

Notiere Deine Beobachtungen und Auswertungen hier:

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?

Station 1 Infotext: Herstellung von Solarzellen

Station 1 Infotext: Solarstrahlung

Logo Digital.Point NEU.jpg

Basisinformationen zur Solarstrahlung

drawing-4-1761226095.png

> Abbildung erstellt nach Sundidactics Handbuch Station 1 S. 11

A1 Die Kernfusion im Inneren der Sonne

Die Sonne ist ein riesiger Kernfusionsreaktor, der seine Energie als Strahlungsenergie in den Weltraum abstrahlt. Im Sonneninnern läuft bei etwa 100 Millionen °C die sogenannte Proton-Proton-Reaktion ab. Dabei fusionieren Deuteriumkerne zu Heliumkernen.

Stark vereinfacht kann man diese Reaktion als die Verschmelzung von vier Protonen zu einem Heliumkern beschreiben. Bei den Zwischenreaktionen werden außerdem Positronen, Neutrinos und Gammastrahlung erzeugt. Die Masse eines Heliumkerns ist geringer als die der ursprünglichen Protonen – die fehlende Masse wurde nach der Einstein-Gleichung **$E = mc^2$** in Energie umgewandelt.

In der Sonne verschmelzen in jeder Sekunde rund **567 Millionen Tonnen Wasserstoff zu 562,8 Millionen Tonnen Helium**. Dadurch wird die Sonne pro Sekunde um etwa **4,2 Millionen Tonnen leichter**. Nach Einstein führt das zu einer Energieabstrahlung von **$3{,}8 \times 10^{2}$? J pro Sekunde**, was einer Leistung von **63 MW pro Quadratmeter** Sonnenoberfläche entspricht. Zehn Quadratmeter Sonnenoberfläche strahlen somit so viel Energie ab wie ein Kohlekraftwerk mit **630 MW**.

Da die Erde viel kleiner ist als die Sonne und rund **150 Millionen Kilometer** entfernt liegt, erreicht nur ein winziger Bruchteil dieser Energie unseren Planeten. Am Rand der Erdatmosphäre trifft eine Strahlungsleistung von **1380 W/m²** auf – das ist die sogenannte **Solarkonstante**. Durch Absorption in der Atmosphäre beträgt die Bestrahlungsstärke am Erdboden bei wolkenlosem Himmel noch etwa **1000 W/m²**.

A2 Die Ausbreitung der Strahlung von der Sonne durch die Lufthülle auf den Erdboden

Am Erdboden kommen bei wolkenlosem Himmel durchschnittlich **1000 W/m²** Strahlungsleistung an. Die restlichen **380 W/m²** werden für chemisch-physikalische Prozesse in der Atmosphäre genutzt, zum Beispiel in der Ozonschicht.

Bei strahlendem Sonnenschein im Sommer lässt sich dieser Wert von **1000 W/m²** präzise messen. Bei bewölktem Himmel absorbieren Wolken jedoch einen großen Teil der Strahlungsenergie, sodass bei stark bewölktem Wetter oft nur noch **100 W/m²** den Boden erreichen.

Im Winter ist die Bestrahlungsstärke selbst bei klarem Himmel geringer, da das Sonnenlicht einen längeren Weg durch die Atmosphäre zurücklegt und dadurch mehr Energie absorbiert wird. Der maximale Wert liegt dann bei

etwa **600 W/m²**.

Mit den **SUSE-Solarzellen oder -Solarmodulen** kann die Bestrahlungsstärke über eine **Dreisatzberechnung** exakt bestimmt werden. Genauere Hinweise dazu finden sich in den jeweiligen **Experimentieranleitungen**.

1.2.3 Material- und Stücklisten

Boxinhalt - Sonnenfängerbox 1

EXPERIMENTIERGERÄTE	MESSTECHNIK UND ZUBEHÖR
1. 2 Solarmodule SUSE CM6MS 2. 1 Speichermodul SUSE 4.12 3. 1 Solarmotor SUSE 4.16	1. 1 Dig. Multimeter 2. 6 Laborkabel mit 4mm Stecker 3x schwarz + 3x rot 3. 1 Zollstock 4. 1 Box mit 2 x 6-Zoll-Solarzellen 5. 1 Box mit 1 Siliziumwafer

tuu

1.2.4. Zusätzliche Dokumente

Herstellerhandbuch - Sundidactics (Station 1)

Logo Digital.Point NEU.jpg

Die Sonnenfänger-Boxen sind eine lokale Möglichkeit, Schülern die Funktionsweise von **Photovoltaik** zu vermitteln. Hier finden sie Unterlagen des Herstellers Sundidactics

SOFÄ2023-Handbuch Station 1 (4).pdf

image.png