



SUNdidactics
SolarEnergyDidactics
SolarEducation
SolarEngineering
Photovoltaics + Solarthermal
innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung
innovative solar- systems for school, college, technical education

NILS ISFH
Kooperationspartner
cooperation partner
 Lernwerkstatt NILS-ISFH
 am Institut für Solarenergieforschung
 ISFH
 An- Institut der Leibniz Universität
 Hannover
Solartechnik
Solardidaktik
Solare Wissenschaft
*Solar technology Solar didactics
 Solar science*

Photovoltaik-
System
SUSE
Solartechnik
Experimentiergeräte
Solare Experimente
von der Grundschule
bis zum Abitur
*Solar technology
 Experimentation devices
 Solar experiments*

BNE
Bildung
für
nachhaltige
Entwicklung
*Education
 for
 Sustainable
 Development*

Solardidactic – Solarzellen - Solarmodule – PV- Experimentiergeräte – PV –Experimentieranleitungen - Solarthermie- Experimentiergeräte
 didaktische Konzepte – Solarberatung – Fortbildung - solare Aus- und Weiterbildung - Solarspielzeug
Solardidactics + solar cells + solar modules + photovoltaic experiment devices + solar toys + solar education and training

SUNdidactics Solar Systems

Wolf- Rüdiger Schanz, OStR aD, Schaperbleek 15, D-31139 Hildesheim, Germany

Phone: +49(0)5121 860730 Fax: +49(0)3222 3706689 Mail: info@sundidactics.de Mobile: +49(0)1757660607 Web: www.sundidactics.de skype: wolfschanz

2 Solarmodule im experimentellen Vergleich 5W-10W-20W-30W-40W incl. Smartphone- Ladegerät SUSE 4.17 Lernstation C24



Verwendete Bauteile: 2 Solarmodule zur Auswahl: 5W, 10W, 20W, 30W; 1 Multimeter mit 2x Laborkabel 1x rot + 1x schwarz, 1 USB- Laderegler SUSE 4.17, 1 Taschenrechner oder Taschenrechner im Handy, 1 Lineal, 1 Zollstock, 1 Smartphone- Ladekabel mit USB- Stecker auf Mikro- USB- Stecker oder USB-C oder Apple- Lightning; 1 USB- Messgerät, 1 eigenes Smartphone.

Basisinformationen + Hinweise zum Experiment:

Auf dem Photovoltaik- Markt gibt es viele gerahmte Solarmodule für **12 V- Systemtechnik**, häufig in Leistungsklassen von 5 W – 100 W. Diese Module haben alle gemeinsam, dass sie 18 oder 36 Solarzellen in interner elektrischer Reihenschaltung enthalten und somit bei Standard- Testbedingungen nahezu identische Leerlaufspannungen für 18 Zellen oder 36 Zellen abgeben. Bei unterschiedlichen Leistungen variiert die Größe der Solarzellen, leistungstärkere Module haben größere Solarzellen, die eine höhere Stromstärke und damit eine höhere Leistung produzieren. In diesem Experiment wollen wir vergleichende Experimente mit 2 dieser Solarmodule durchführen.



Foto von einem Versuchsaufbau: Links das 20 W- Modul SUSE 4.42 mit 36 Zellen, rechts das 5 W- Modul SUSE 4.51 mit 18 Zellen, beide zur Sonne ausgerichtet.

Durchführung der Experimente:

• Datenaufnahme: Elektrische und mechanische Daten

Die Solarmodule haben auf der **Rückseite ein Typschild** mit den technischen Daten (Bezug: Bestrahlungsstärke 1000 W/m² = strahlender Sonnenschein bei blauem Himmel im Sommer, T = 25°C, AM 1,5), mit einem Lineal können wir die Zellengröße und mit einem Zollstock die Modulgröße messen, **tragen Sie diese Daten in die Tabelle ein (bitte sorgfältig mm-genau messen):**

Technische Daten auf Modulrückseite / Längenmaße messen	Solarmodul 1	Solarmodul 2
Modulbezeichnung Typ, Herstellerfirma, Nr.....		
Anzahl der Solarzellen		
Leerlaufspannung in V		
Kurzschlussstrom in A		
Spannung im MPP in V MPP = Punkt der maximalen Leistung		
Stromstärke im MPP in A		

Technische Daten orange: eigene Berechnungen	Solar modul 1	Solar modul 2
Elektrische Leistung im MPP in W = maximale Leistung P_{max}		
Größe der Solarzellen Länge cm und Breite in cm Fläche in cm^2		
Größe des Gesamtmoduls Außenmaß: Länge + Breite in cm		
Qualität der Solarzellen = Stromdichte in mA/cm^2 = Kurzschlussstrom: Zellenfläche in mA/cm^2		
Spannung einer Solarzelle im Modul eigene Berechnung!		
Nutzfläche in % Gesamte Solarzellenfläche: Modulfläche		
Art der Solarzellen Poly- oder monokristallin		
Solarzellenwirkungsgrad in % Lichtenergie : Elektrische Energie im MPP einer Solarzelle (evtl. Beratung erforderlich)		
Modulwirkungsgrad in % Bezug ist die gesamte Modulfläche (evtl. Beratung erforderlich)		

Beurteilen/vergleichen Sie die Auswertung hier!
Welches Modul hat die besseren Solarzellen, welches Modul ist effizienter?

Experimente

Experiment 1: Messung und Vergleich der elektrischen Daten im natürlichen Sonnenlicht /Tageslicht im Freien (strahlender Sonnenschein oder bedeckter Himmel)

Experiment 1.1: Ausrichtung des Solarmoduls zur Sonne oder zum hellsten Punkt des Himmels

Der **Kurzschlussstrom I_{sc}** ist **proportional zur Lichtintensität** (Bestrahlungsstärke), dieser wird mit dem Multimeter im 10A- Messbereich gemessen und das Modul so gedreht/gekippt, dass der maximale Wert von I_{sc} erreicht wird, dann ist das Modul optimal ausgerichtet.

Die **Bestrahlungsstärke S** ist **proportional** zum Kurzschlussstrom

$$S = \frac{\text{Gemessener Kurzschlussstrom in A}}{\text{Max. Kurzschlussstrom in A}} * 1000 \quad \text{in W/m}^2$$

Experiment 1.2: Messwerte im Freien

Nicht immer haben wir strahlenden Sonnenschein mit wolkenlosem Himmel und erreichen damit auch die maximale elektrische Leistung der Module, bei bedecktem Himmel sinkt die Bestrahlungsstärke und die Leistung der Module!

Die heutige Wetterlage

am.....um.....Uhr:.....

.....

.....

Messdaten mit Multimeter U im Messbereich 200 V DC I im Messbereich 10 A DC	Solarmodul 1	Solarmodul 2
Leerlaufspannung U_{oc} in V		
Kurzschlussstrom I_{sc} in A		
Leistung P in W $P = I_{sc} \cdot U_{oc} \cdot 0,75$		
Leistungsvergleich zur max. Leistung in% ($P: P_{max}$) * 100		
Aktuelle Bestrahlungsstärke S = Lichtintensität in W/m^2		

Beurteilen/vergleichen Sie die Auswertung hier, vergleichen Sie die Herstelledaten mit den Messdaten! Welches Modul ist effizienter?

Experiment 1.3: Laden eines Smartphones/Tablets mit dem leistungsstärkeren Solarmodul, Messungen mit dem USB- Messgerät

Zum Laden benötigen wir das Lademodul SUSE 4.17 (USB- Laderegler), welches die höhere Modulspannung auf eine Ausgangsspannung von genau 5 V DC vermindert (Smartphones werden mit 5V DC geladen), die 5 V Spannung werden an einer USB-A- Buchse bereitstellt. In die USB-A- Buchse stecken wir das USB- Kabel des USB- Messgerätes.

Richten Sie das Solarmodul wie in 1.1 beschrieben zur Sonne aus, schließen Sie das Solarmodul polrichtig an SUSE 4.17 an. Verbinden Sie nun das Smartphone mit dem Ladelabel (Mikro-USB- Stecker/Typ-D-Stecker/Lightning- Stecker mit der Buchse des USB- Messgerätes) mit der USB- Buchse des USB- Messgerätes.

Wir laden das Smartphone genau 5 Minuten, verwenden Sie Ihr Smartphone als Stoppuhr! Mit dem Einstecken des Ladekabels in die USB- Buchse des USB- Messgerätes beginnt das Aufladen. Am USB- Messgerät können Spannung U (in V), Stromstärke I (in A) und geflossene Ladungsmenge Q (in mAh) und kann am Smartphone abgelesen werden.

Protokollieren Sie den Verlauf von U , I , Q am USB- Messgerät:

Zeit in min ab Start	U in V	I in A	Q in mAh und in As
1			
2			
3			
4			
5			

Auswertung: Analysieren und beurteilen Sie die Smartphone- Ladung hier: