



**Photovoltaik-System SUSE**

innovative Solarsysteme für Schule und Ausbildung

**Solarthermiesystem Wärme von der Sonne**



**BNE**  
Bildung für Nachhaltige Entwicklung

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

# Experimente mit Solarmodulen 5W...40W

2 Solarmodule im Vergleich, Leistungs- und Qualitätsanalysen

Lernstation **G17**

QR Experimentstation G17



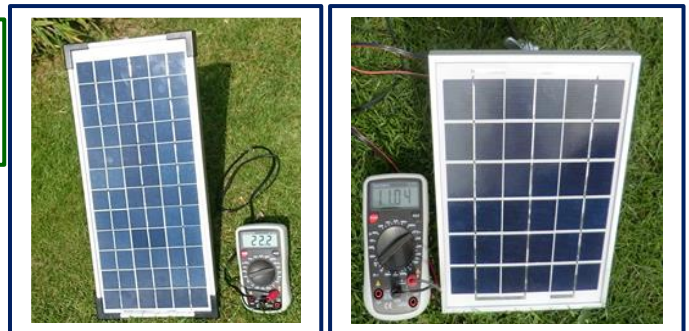
**Basiswissen und Ziele der Experimente:**

Solarmodule im Leistungsbereich 5W....100W bestehen meist aus 18 oder 36 Solarzellen in interner Reihenschaltung unter Solarglas mit einem stabilen Aluminium-Rahmen. Sie sind für 6V- oder 12V- Anwendungen bestimmt. Die Nennleistung wird jedoch nur bei bestimmten Wetterdaten erreicht:  $S = 1000\text{W/m}^2$  (strahlender Sonnenschein im Sommer ohne Wolken),  $T = 25^\circ\text{C}$ , AM1,5. Bei bewölktem Himmel ist die Leistung meist wesentlich geringer. Diese reale Leistung outdoor werden wir im Experiment messen. Weiterhin lassen sich die Wirkungsgrade der Solarzellen und des gesamten Moduls mit den technischen Daten des Herstellers berechnen und so Module in ihrer Leistung und Qualität vergleichen. Aus dem Kurzschlussstrom  $I_{sc}$  können wir die Stärke der Solarstrahlung = Bestrahlungsstärke  $S$  bestimmen, da  $I_{sc}$  proportional zu  $S$  ist.

**Notwendige Versuchsgерäte:**

1-2 Solarmodule 5W....40W mit Anschlusskabel, Multimeter, Taschenrechner oder Taschenrechner im smartphone, Zollstock, Lineal oder Geo-Dreieck.

Beispiele für 2 Solarmodule, links: SUSE 4.41 10W, rechts: SUSE 4.51 5W



**Die Experimente:** Experiment 1 ca. 30min, Experiment 2 ca. 30 min.

**Experiment 1: Qualitätsanalysen durch Berechnungen unter Verwendung der technischen Daten**

**Exp.1.1 Bestimmung des Zellwirkungsgrades der im Modul verwendeten Solarzellen**

a) Aus den technischen Daten (auf der Modul- Rückseite) lässt sich der Zell-Wirkungsgrad einfach berechnen, wir benötigen dazu die exakte Fläche der Solarzelle, die wir mit dem Lineal aus den Zellmaßen bestimmen. Bitte mm-genau messen!

Modul und Anzahl der Solarzellen	Maße für 1 Solarzelle!		Fläche für 1 Solarzelle!
	Länge in cm	Breite in cm	Fläche in $\text{cm}^2$
Solarmodul 1 Leistung in W:			
Anzahl der Solarzellen im Modul:			
Solarmodul 2 Leistung in W:			
Anzahl der Solarzellen im Modul:			

b) Aus der elektrischen Gesamtleistung des Moduls im MPP bestimmen wir die Leistung von **1 Solarzelle**, indem wir sie durch die Anzahl der Solarzellen dividieren.

**Modul 1:** El. Leistung einer Solarzelle  $P_E$ :.....W

**Modul 2:** El. Leistung einer Solarzelle  $P_E$ :.....W

c) Diese Leistung erreicht die Solarzelle bei einer Bestrahlungsstärke von  $S = 1000 \text{ W/m}^2 = 0,1 \text{ W/cm}^2$ , wenn wir diesen Wert mit der Fläche der Solarzelle multiplizieren erhalten wir die in die Solarzelle eingestrahlte Lichtleistung  $P_L$

**Modul 1:** Lichtleistung  $P_L$  in eine Solarzelle  $P_L$ :.....W

**Modul 2:** Lichtleistung  $P_L$  in eine Solarzelle  $P_L$ :.....W

Setzen wir die elektrische Leistung  $P_E$  und die Lichtleistung  $P_L$  ins Verhältnis, erhalten wir den **Zellwirkungsgrad**:

$$\text{Zellwirkungsgrad Modul 1: } \frac{P_E}{P_L} = \frac{\dots}{\dots} = \dots * 100 = \text{Wirkungsgrad in \%} \dots$$

$$\text{Zellwirkungsgrad Modul 2: } \frac{P_E}{P_L} = \frac{\dots}{\dots} = \dots * 100 = \text{Wirkungsgrad in \%} \dots$$

Hinweis: **Zellwirkungsgrade** liegen aktuell **zwischen 16% und 22%**, vergleichen Sie mit den berechneten Werten!

**Exp 1.2: Bestimmung des Modulwirkungsgrades beider Solarmodule**

Der **Modulwirkungsgrad** bezieht die **gesamte Modulfläche** ein, auch die Leerräume, je weniger Leerräume zwischen den Solarzellen sind, desto besser ist der Modulwirkungsgrad, den bestimmen wir im Prinzip genau so:

**Modul 1: Außenmaße:**.....cm x .....cm **Fläche 1 = .....cm<sup>2</sup>**

**Modul 2: Außenmaße:**.....cm x .....cm **Fläche 2= .....cm<sup>2</sup>**

**Lichtleistung P<sub>L</sub>** auf das gesamte **Modul 1**= Fläche 1 \* 0,1W/cm<sup>2</sup> = **P<sub>L</sub>.....W**

**Lichtleistung P<sub>L</sub>** auf das gesamte **Modul 2**= Fläche 2 \* 0,1W/cm<sup>2</sup> = **P<sub>L</sub>.....W**

$$\text{Modulwirkungsgrad Modul 1: } \frac{\text{Modulleistung } P_E}{\text{Lichtleistung } P_L} = \frac{\dots}{\dots} * 100 = \text{Modulwirkungsgrad} \dots \%$$

$$\text{Modulwirkungsgrad Modul 2: } \frac{\text{Modulleistung } P_E}{\text{Lichtleistung } P_L} = \frac{\dots}{\dots} * 100 = \text{Modulwirkungsgrad} \dots \%$$

**Je höher Zell- und Modulwirkungsgrade sind, desto höher ist die Qualität des Solarmoduls.**

Hinweis: **Modulwirkungsgrade** liegen aktuell **zwischen 12% und 18%**, vergleichen Sie mit den berechneten Werten!

Ein weiterer Qualitätsfaktor wäre die **Leistungsdichte**, wieviel W Leistung erzeugt jeweils 1 cm<sup>2</sup> des Moduls:

$$\text{Solarmodul 1: } \frac{\text{Leistung in W}}{\text{Fläche in cm}^2} = \text{Leistungsdichte 1} \dots \text{W/cm}^2$$

$$\text{Solarmodul 2: } \frac{\text{Leistung in W}}{\text{Fläche in cm}^2} = \text{Leistungsdichte 2} \dots \text{W/cm}^2$$

**Was fällt Dir/Ihnen auf, wie gut sind beide Module? Notiere die Auswertung/Erklärungen hier:**

## Experimente 2: Wieviel Leistung erzeugen die Solarmodule bei der aktuellen Wetterlage?

In Mitteleuropa ist die Wetterlage häufig bewölkt, so dass die maximale Modulleistung nicht erreicht wird. Bei Bewölkung gehen die Bestrahlungsstärke des Lichts und dadurch die elektrische Leistung des Solarmoduls erheblich zurück. Dieses Phänomen wollen wir durch Messungen und Berechnungen analysieren.

Die aktuelle Wetterlage heute am.....um.....Uhr:

Wir gehen mit dem Modul ins Freie und richten es optimal zur Sonne/zum Himmel aus:

**Modul 1:** Wir messen mit dem Multimeter den aktuellen Kurzschlussstrom  $I_{sc}$  im Messbereich 10A DC und richten das Modul in Azimuth und Elevation so aus, dass der Wert den maximalen Wert annimmt, den Wert notieren wir hier, entsprechend messen wir nun die aktuelle Leerlaufspannung  $U_{oc}$  im Messbereich 200 V DC und notieren diesen Wert ebenfalls:

$I_{sc1}$ :.....A = .....mA       $U_{oc1}$ :.....V

Entsprechend führen wir diese Messungen mit Modul 2 durch:

**Modul 2:**

$I_{sc2}$ :.....A = .....mA       $U_{oc2}$ :.....V

Aus beiden Messwerten können wir die aktuelle Modulleistung näherungsweise berechnen:

$P = U_{oc} * I_{sc} * 0,75$  Der Faktor 0,75 ergibt sich aus der Leistungskurve und kann experimentell ermittelt werden.

**Daraus berechnen wir die aktuelle Leistung beider Module bei der realen Wetterlage:**

**Modul 1:**  $P_{akt} = \dots\dots\dots W = \dots\dots\dots\%$  vom Nennwert des Moduls

**Modul 2:**  $P_{akt} = \dots\dots\dots W = \dots\dots\dots\%$  vom Nennwert des Moduls

**Aus dem Kurzschlussstrom eines Moduls können wir die aktuelle Bestrahlungsstärke bestimmen,** da der Kurzschlussstrom direkt proportional zur Bestrahlungsstärke  $S$  ist:

$$S_{akt} = \frac{I_{scakt} * 1000}{I_{sc} \text{ bei } 1000W/m^2 \text{ siehe Datenblatt}} = \dots\dots\dots W/m^2$$

**Praxiswerte:**

- strahlender Sonnenschein ohne Wolken im Sommer: ca. 1000 W/m<sup>2</sup>
- strahlender Sonnenschein ohne Wolken im Winter: ca. 600 W/m<sup>2</sup>
- leicht bedeckter Himmel: ca. 700 W/m<sup>2</sup>
- stark bedeckter Himmel: ca. 200 W/m<sup>2</sup>
- trübes Novemberwetter: ca. 50W/m<sup>2</sup>

Notieren Sie Ihre Beurteilungen hier: