



Experimentelle Lernstation mit 4 Experimenten

Smartphone laden mit Solarmodul 30W



Die Experimentiergeräte: Solarmodul 30 W + Box mit Experimentiergeräten für 4 Experimente

1. 1 Solarmodul 30W mit Aufsteller und Anschlusskabel
2. 1 DC-DC- Wandler SUSE 4.17U
3. 3 Smartphone- Ladekabel USB-A auf USB-C, USB-A auf mikro-USB, USB-A auf Lightning (Apple)
4. 1 Multimeter (gelb) + 2 Laborkabel schwarz + rot
5. 1 USB- Messgerät

Die 4 Experimente:

- Experiment 1: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien ohne Messungen** Seiten 1+2
- Experiment 2: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien mit Messungen** Seiten 3+4
- Experiment 3: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien mit Messungen zum Wirkungsgrad des Moduls, des DC-DC- Wandlers und zur Qualität der Solarzellen im Solarmodul** Seiten 5-7
- Experiment 4: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien mit Messungen zur Solarstrahlung, Solarzelle, Solarmodul** Seiten 8-10

Experiment 1: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien ohne Messungen

1

Notwendige Experimentiergeräte:

1x Solarmodul 30W, 1x DC-DC-Wandler SUSE 4.17U, 3x Ladekabel, 1 Smartphone, 1 Stift

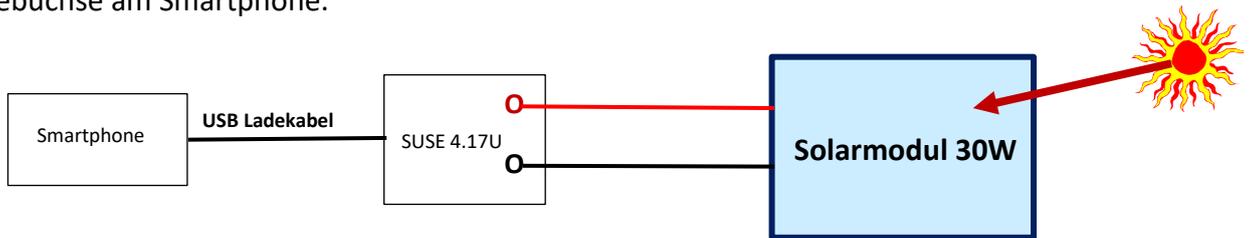
Name: Klasse:..... Schule:..... Datum:.....

Didaktische und methodische Hinweise zu den Experimenten:

Die Gerätesätze stehen im NILS- Labor des ISFH 5-fach zur Verfügung, es kann damit eine 15er Gruppe mit 5 Untergruppen mit je 3 TeilnehmerInnen experimentieren, das fachliche Niveau der Experimente passt zu Klassenstufen 9, 10 und SEK II, Experiment 1 kann auch mit SchülerInnen der Klassenstufe 8 durchgeführt werden. Alle 4 Experimente sind für einen Durchgang zu umfangreich, die betreuende Lehrkraft sollte sich auf 1 oder 2 Experimente (jeweils mit Unterexperimenten) beschränken. Zeitbedarf für 1 Experiment mit Unterexperiment wäre 45 Minuten. Für die Lehrkräfte gibt es Lösungen zu den Experimenten per email über nils@isfh.de.

Smartphone laden über erneuerbare Energien, hier Solarenergie, ist für SchülerInnen sehr attraktiv, da das Smartphone Bestandteil ihres täglichen Lebens ist und regelmäßig geladen werden muss. Moderne Smartphones haben Ladeströme von 1-2 A, so dass ein leistungsstarkes Solarmodul verwendet werden muss, wir haben uns für ein 30W- Modul entschieden, so dass eine Ladung auch bei bewölktem Himmel funktioniert. Mit einem DC-DC-Wandler mit hohem Wirkungsgrad wird die Solarmodulspannung von ca. 22V in die übliche Ladespannung von 5 V DC umgewandelt. Das verwendete Solarmodul hat 36 identische Solarzellen in interner Reihenschaltung und liefert eine elektrische Leistung von 30W bei einer Bestrahlungsstärke des Sonnenlichts von 1000W/m² und 25°C (strahlender Sonnenschein mittags im Sommerhalbjahr, unbewölkter Himmel). Zum Laden werden ca. 10W elektrische Leistung benötigt.

- 1. Basisinfo:** Mit Sonnenenergie lässt sich ein Smartphone super laden, es ist technisch/physikalisch durchaus niveauvoll, dazu dient diese Lernstation mit insgesamt 4 Experimenten. Ein Solarmodul 30W wandelt die Energie der Solarstrahlung in elektrische Energie um, der DC-DC-Wandler SUSE 4.17 regelt die wechselnde Solarmodulspannung auf const. 5V an einem USB-A-port, diese Spannung benötigt ein Smartphone oder Tablet zum Laden. Die Ladestromstärke wird durch die Ladeelektronik im Smartphone bestimmt, sie kann zu Beginn der Ladung Werte von 1...2 A DC annehmen, sie ändert sich kontinuierlich im Verlauf der Aufladung, das bestimmt die Ladeelektronik im Smartphone.
- 2. Aufbau:** Gehe hinaus ins Freie und richte das Solarmodul 30W zur Sonne aus, bei bedecktem Himmel auf die hellste Stelle des Himmels. Schließe das Kabel des Solarmoduls polrichtig (rote Stecker in rote Buchse, schwarzer Stecker in schwarze Buchse) an den DC-DC-Wandler SUSE 4.17U an. Nun leuchtet die grüne LED zwischen den Buchsen und das Display zwischen den beiden USB- Buchsen. Stecke das für Dein Smartphone passende Ladekabel in die USB- Buchse an SUSE 4.17U, der andere Stecker kommt in die Ladebuchse am Smartphone.



3. Experiment- Durchführung:

- 3a) Beobachte das Display des eingeschalteten Smartphones, funktioniert die Ladung?
- 3b) Bestimme mit der Stoppuhr des Smartphones die Ladezeit für 1% Ladungszunahme!
- 3c) Schalte Dein Smartphone aus und wiederhole das Experiment (mit einem 2. Smartphone als Stoppuhr), was fällt Dir auf? Vergleiche 2b + 2c und erkläre die Unterschiede!
- 3d) Warum ist es sinnvoller, einen Powerbank- Akku statt des Smartphones mit dem Solarmodul zu laden, erkläre!

Notiere Deine Beobachtungen und Ergebnisse hier:



Experimentelle Lernstation mit 4 Experimenten

Smartphone laden mit Solarmodul 30W



Die Experimentiergeräte: Solarmodul 30 W + Box mit Experimentiergeräten für 4 Experimente

- 1 Solarmodul 30W mit Aufsteller und Anschlusskabel
- 1 DC-DC- Wandler SUSE 4.17U
- 3 Smartphone- Ladekabel USB-A auf USB-C, USB-A auf mikro-USB, USB-A auf Lightning (Apple)
- 1 Multimeter (gelb) + 2 Laborkabel schwarz + rot
- 1 USB- Messgerät

Die 4 Experimente:

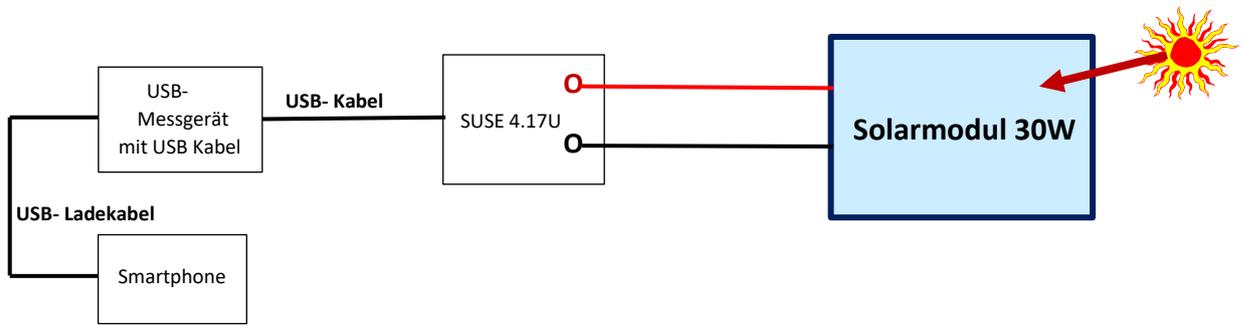
- Experiment 1: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien ohne Messungen** Seiten 1+2
- Experiment 2: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien mit Messungen** Seiten 3+4
- Experiment 3: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien mit Messungen zum Wirkungsgrad des Moduls, des DC-DC- Wandlers und zur Qualität der Solarzellen im Solarmodul** Seiten 5-7
- Experiment 4: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien mit Messungen zur Solarstrahlung, Solarzelle, Solarmodul** Seiten 8-10

Experiment 2: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien mit Messungen

- 2** **Notwendige Experimentiergeräte:**
1x Solarmodul 30W, 1x DC-DC-Wandler SUSE 4.17U, 3x Ladekabel, 1x Smartphone,
1x USB- Messgerät, 1x Stift

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

1. **Basisinfo:** In diesem Experiment wollen wir Spannungen, Stromstärken, Leistung messen, um genauere Informationen zum Laden des Smartphones zu gewinnen. Dazu schließen wir in den 5V- Stromkreis hinter dem DC-DC- Wandler ein USB- Messgerät an (siehe Schaltplan und Foto auf Seite 3!). Mit diesem Messgerät kann man die Ladespannung in V, die Ladestromstärke in A und die seit Ladebeginn geflossene elektrische Ladungsmenge in mAh bestimmen und ablesen. Das Produkt aus der Ladespannung in V und dem Ladestrom in A ist die elektrische Ladeleistung, mit der das Smartphone geladen wird. Die Ladestromstärke wird durch die im Smartphone eingebaute Ladeelektronik bestimmt, sie ändert sich ständig, weil die Ladeelektronik diese genau an die optimale Akkuladung anpasst.
2. **Aufbau:** Gehe hinaus ins Freie und richte das Solarmodul 30W zur Sonne aus, bei bedecktem Himmel auf die hellste Stelle des Himmels. Schließe die Kabel des Solarmoduls polrichtig (rote Stecker in rote Buchse, schwarzer Stecker in schwarze Buchse) an den DC-DC-Wandler SUSE 4.17U an. Nun leuchtet die grüne LED zwischen den Buchsen und das Display zwischen den beiden USB- Buchsen. Stecke das Kabel des USB- Messgerätes in die USB- Buchse an SUSE 4.17U. Der USB-A-Stecker des Ladekabels kommt in die USB- Buchse des USB- Messgerätes, der passende Ladestecker kommt in die Ladebuchse am Smartphone.



Wie das Schaltbild zeigt, wird das USB- Messgerät zwischen den DC-DC-Wandler SUSE 4.17 und das Smartphone eingebaut. Das USB- Messgerät zeigt 3 Messwerte an, siehe Text auf Seite 3.



- Die Ladespannung U für ein Smartphone/Tablet sollte $5,0\text{ V}$ sein $\pm 10\%$
- Die Ladestromstärke I wird von der Ladeelektronik im Smartphone vorgegeben, sie kann sich im Laufe der Aufladung ändern, das Solarmodul muss aber genügend Stromstärke liefern können
- Das USB- Messgerät berechnet aus Spannung, Stromstärke und Zeit die geflossene Ladungsmenge Q ab dem Ladestart, ein Smartphone- Akku kann ca. 3000 mAh Ladungsmenge aufnehmen

3. Experiment- Durchführung:

Baue das Experiment wie Auf Seite 3 beschrieben auf, stecke aber das Ladekabel noch nicht in das Smartphone. Verwende zur Zeitmessung eine Uhr oder ein 2. Smartphone. Stelle mit dem Resetknopf die Werte des vorherigen Versuches auf 0! Das Gerät speichert Deine gemessenen Werte! Stecke zum Experimentstart (Minute 0) das Ladekabel in das Smartphone und lies U, I, Q ab und trage die Werte in die Tabelle ein. Wiederhole die Messungen nach jeweils Minute 1,2,3,4,5.

Zeit \longrightarrow in Minuten	0	1	2	3	4	5
Ladespannung U in V						
Ladestromstärke I in A						
geflossene Ladungsmenge in mAh						
Leistung in W $U \cdot I$						

Was fällt Dir auf, notiere Deine Beobachtungen und Auswertung hier:



Experimentelle Lernstation mit 4 Experimenten

Smartphone laden mit Solarmodul 30W



Die Experimentiergeräte: Solarmodul 30 W + Box mit Experimentiergeräten für 4 Experimente

- 1 Solarmodul 30W mit Aufsteller und Anschlusskabel
- 1 DC-DC- Wandler SUSE 4.17U
- 3 Smartphone- Ladekabel USB-A auf USB-C, USB-A auf mikro-USB, USB-A auf Lightning (Apple)
- 1 Multimeter (gelb) + 2 Laborkabel schwarz + rot
- 1 USB- Messgerät

Die 4 Experimente:

- Experiment 1: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien ohne Messungen Seiten 1+2
- Experiment 2: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien mit Messungen Seiten 3+4
- Experiment 3: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien mit Messungen zum Wirkungsgrad des Moduls, des DC-DC- Wandlers und zur Qualität der Solarzellen im Solarmodul Seiten 5-7
- Experiment 4: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien mit Messungen zur Solarstrahlung, Solarzelle, Solarmodul Seiten 8-10

Experiment 3: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien mit Messungen/Berechnungen zum Wirkungsgrad des Solarmoduls und des DC-DC- Wandlers

- 3** Notwendige Experimentiergeräte:
1x Solarmodul 30W, 1x DC-DC-Wandler SUSE 4.17U, 3x Ladekabel, 1x Smartphone, 1x Stift, 1x Multimeter (gelb) mit 2x Laborkabel rot/schwarz, 1x USB- Messgerät, 1x Zollstock.

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

1. **Basisinfo:** Wir werden uns in Experiment 3 mit Energieumwandlungen und dem Wirkungsgrad befassen. Der Wirkungsgrad bei einer Energieumwandlung gibt an, wieviel % der primären Energie in die sekundäre Energie umgewandelt wird und wie hoch die Umwandlungsverluste sind. So hat z.B. eine Glühbirne nur 8% Wirkungsgrad, d.h. 8% der elektrischen Energie werden zu Licht umgewandelt, der Rest ist Verlust = ungenutzte Wärmeenergie. Wir untersuchen im Experiment 3 den Wirkungsgrad von Solarzellen und den Wirkungsgrad des elektronischen DC-DC- Wandlers in SUSE.

Die Strahlungsenergie (Bestrahlungsstärke S) der Sonne beträgt im Sommer mittags bei blauem, wolkenlosen Himmel **1000 W/m²**, der Hersteller des Solarmoduls hat mit dieser Bestrahlungsstärke bei T = 25°C seine 36 Solarzellen im Modul getestet, die Messwerte stehen auf einem Aufkleber auf der Modulrückseite. Diese Daten verwenden wir zur Wirkungsgradbestimmung, wir müssen hier nicht selbst messen.

2. **Wirkungsgrad der Solarzellen im Solarmodul:** Im Solarmodul sind 36 identische Solarzellen in interner Reihenschaltung, wir bestimmen mit dem Zollstock oder einem Lineal sehr genau (mm-genau!!) die Länge und die Breite einer Solarzelle und bestimmen aus dem Produkt die Fläche in cm^2 .

Länge einer Solarzelle:cm

Breite einer Solarzelle:cm

aus dem Produkt beider Werte bestimmen wir die **Fläche A_1 der Solarzelle** cm^2 , multiplizieren wir diese Fläche mit 36, haben wir die **Gesamtfläche A_2 aller Solarzellen:**..... cm^2 .

Die Sonne strahlt mit $1000 \text{ W/m}^2 = 0,1 \text{ W/cm}^2$ auf die Solarzellen, multipliziert man nun A_2 mit $0,1 \text{ W/cm}^2$, erhält man die Strahlungsleistung P_S der Solarstrahlung auf die Solarzellenfläche A_2 !

$P_S = \dots\dots\dots \text{W}$, diese Strahlungsleistung erhalten alle Solarzellen zusammen und wandeln sie in **elektrische Energie P_E** um, diese steht auf dem Typschild der Modulrückseite, nämlich genau **$P_E = 30\text{W}$!**

P_E

Teilen wir nun ----- und nehmen diesen Wert mal 100, haben wir den

P_S

Wirkungsgrad der Solarzellen im Modul in %.....

Solarzellen in Solarmodulen haben Wirkungsgrade zwischen 17%.....22% , je nach Solarzellentyp, Preis und Herstellerfirma!

3. **Qualität der Solarzellen im Solarmodul:** Eine Solarzelle ist umso besser, je mehr elektrische Energie sie bei einer bestimmten Solareinstrahlung liefert. Auf dem Typschild des Solarmoduls gibt der Hersteller den Kurzschlussstrom bei einer Solar- Einstrahlung von 1000 W/m^2 an. **Wir berechnen nun, wieviel Stromstärke 1 cm^2 dieser Solarzelle liefert.**

Fläche A_1 der Solarzelle aus Aufgabe 2:..... cm^2

Kurzschlussstromstärke bei $S = 1000 \text{ W/m}^2$ (vom Typschild):.....A und in mA:.....

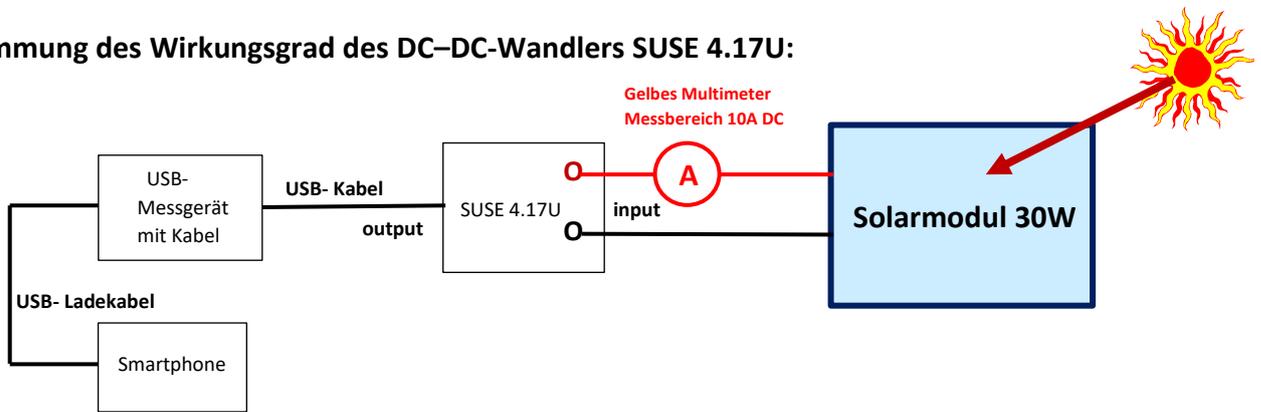
Wenn Du nun die Stromstärke in mA durch die Fläche teilst, bekommst Du die Stromstärke, die 1 cm^2 der Solarzelle generiert, sie heißt Stromdichte j in mA/cm^2 , bestimme diesen Wert und trage ihn hier ein:

Stromdichte j in $\text{mA/cm}^2 = \dots\dots\dots$

Beispiele j: Schlechte Solarzelle $< 30 \text{ mA/cm}^2$, mittlere Qualität $30 - 35 \text{ mA/cm}^2$, hoch $35 - 40 \text{ mA/cm}^2$, sehr hoch $> 40 \text{ mA/cm}^2$

**Wie beurteilst Du den Wirkungsgrad und die Qualität der im Modul verwendeten Solarzellen?
Notiere Dein Ergebnis hier:**

4. Bestimmung des Wirkungsgrad des DC-DC-Wandlers SUSE 4.17U:



Der DC-DC-Wandler SUSE 4.17U wandelt die hohe Spannung des Solarmoduls (ca. 20V, schwankend) in die zum Laden notwendige Spannung von 5V DC an einem USB-Port um.

Um den Wirkungsgrad zu bestimmen messen wir beim Laden die Eingangsleistung und die Ausgangsleistung an SUSE 4.17U.

Da beim Laden des Smartphones durch die elektronische Laderegulierung im Smartphone die Leistungen ständig schwanken, müssen wir alle 4 Werte zu einem bestimmten Zeitpunkt gemeinsam ablesen!

Die Eingangsleistung P_E ist das Produkt von Eingangsspannung U_E und Eingangsstromstärke I_E . Der Messwert der Eingangsspannung wird digital angezeigt zwischen den USB- Buchsen von SUSE 4.17U. Die Eingangsstromstärke I_E lesen wir am gelben Multimeter im Messbereich 10A DC ab.

Die Ausgangsleistung P_A ist das Produkt von Ausgangsspannung U_A und Ausgangsstromstärke I_A . Wir bestimmen beide Werte am USB- Messgerät, dort lesen wird Ausgangsspannung U_A und Ausgangsstromstärke I_A ab und berechnen das Produkt.

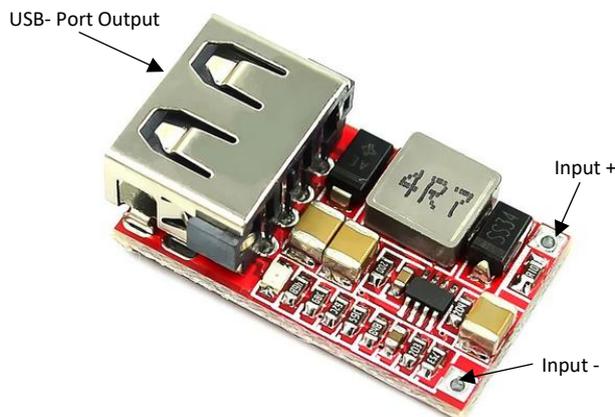
Zu einem Zeitpunkt lesen wir alle 4 Messwerte gleichzeitig ab:

$U_E = \dots\dots\dots V$ $I_E = \dots\dots\dots A$ $P_E = U_E * I_E = \dots\dots\dots W$

$U_A = \dots\dots\dots V$ $I_A = \dots\dots\dots A$ $P_A = U_A * I_A = \dots\dots\dots W$

Der Wirkungsgrad η ergibt sich aus $\frac{P_A}{P_E} * 100 \text{ in } \% = \dots\dots\dots \%$

Blick in die Elektronik des DC-DC-Wandlers:



Beurteile den Wirkungsgrad und vergleiche mit dem Wirkungsgrad der Solarzelle:



Experimentelle Lernstation mit 4 Experimenten

Smartphone laden mit Solarmodul 30W



Die Experimentiergeräte: Solarmodul 30 W + Box mit Experimentiergeräten für 4 Experimente

- 1 Solarmodul 30W mit Aufsteller und Anschlusskabel
- 1 DC-DC- Wandler SUSE 4.17U
- 3 Smartphone- Ladekabel USB-A auf USB-C, USB-A auf mikro-USB, USB-A auf Lightning (Apple)
- 1 Multimeter (gelb) + 2 Laborkabel schwarz + rot
- 1 USB- Messgerät

Die 4 Experimente:

- Experiment 1: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien ohne Messungen Seiten 1+2
- Experiment 2: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien mit Messungen Seiten 3+4
- Experiment 3: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien mit Messungen zum Wirkungsgrad des Moduls, des DC-DC- Wandlers und zur Qualität der Solarzellen im Solarmodul Seiten 5-7
- Experiment 4: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien mit Messungen zur Solarstrahlung, Solarzelle, Solarmodul Seiten 8-10

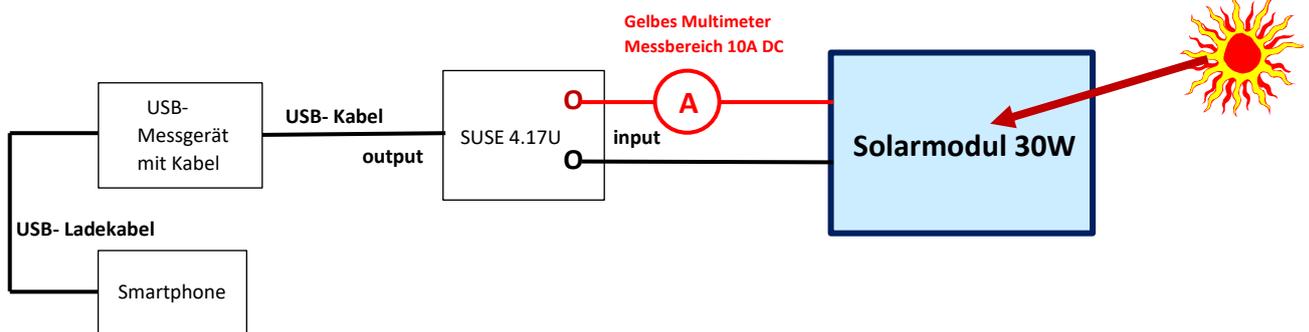
Experiment 4: Smartphone laden mit 30W- Solarmodul im Freien mit Messungen zur Solarstrahlung, Solarzelle, Solarmodul

Notwendige Experimentiergeräte:

4

1x Solarmodul 30W, 1x DC-DC-Wandler SUSE 4.17U, 3x Ladekabel, 1x Smartphone, 1x Stift, 1x Multimeter (gelb) mit 2x Laborkabel rot/schwarz, 1x USB- Messgerät, 1x Zollstock, optional Kompass oder Kompass-app des Smartphones

1. **Basisinfo:** In diesem Experiment 4 bestimmen wir die aktuelle Leistung des Solarmoduls und die aktuelle Stärke der Solarstrahlung. Nur selten haben wir die Solareinstrahlung von 1000 W/m^2 , der sonnige, wolkenlose Sommertag mittags mit 25°C kommt nicht oft vor! Bei Bewölkung oder bei tieferstehender Sonne ist die Solarstrahlung schwächer, bei schwacher Bewölkung nur noch ca. 600 W/m^2 , bei trübem Wetter nur noch $50\text{-}100 \text{ W/m}^2$. Parallel dazu gibt auch unser Solarmodul weniger elektrische Leistung ab, z.B. bei 600 W/m^2 nur noch 18W , bei 100 W/m^2 nur noch 3W . **Die aktuelle Leistung des Solarmoduls messen wir in diesem Experiment! Wir messen ebenfalls die aktuelle Stärke der Solarstrahlung (Bestrahlungsstärke) in W/m^2 .**
2. **Aufbau:** Der Aufbau entspricht dem Aufbau in Experiment 3, das USB Messgerät ist nicht notwendig!



3. **Aufbau und Ausrichtung des Solarmoduls:** Stelle das Solarmodul auf einen Tisch oder auf den Boden und richte es zur Sonne aus, bei bedecktem Himmel nach Süden. Um die Ausrichtung perfekt einzustellen, kannst Du den Kurzschlussstrom des Solarmoduls messen, dazu ziehst Du den roten Stecker aus der Buchse am SUSE 4.17 und steckst ihn in das Querloch des schwarzen Steckers. Das gelbe Multimeter zeigt den Kurzschlussstrom an. Bei optimaler Ausrichtung hat der Kurzschlussstrom seinen höchsten Wert, verschiebe und kippe nun das Modul so lange, bis der maximale Kurzschlussstrom erreicht ist! Notiere diesen Wert für Aufgabe 4!
4. **Bestimmung der Stärke der Solarstrahlung:** Die Kurzschlussstromstärke des Solarmoduls ist direkt proportional zur Bestrahlungsstärke der Solarstrahlung, für unser Solarmodul ist der Wert für 1000 W/m² auf dem Typschild vermerkt (Short Circuit Current), trage den Wert hier ein:

Kurzschlussstromstärke I_{sc} für S = 1000 W/m²:A

Wenn die Bestrahlungsstärke aktuell geringer ist, ist auch der Kurzschlussstrom geringer, trage den aktuellen Wert aus Aufgabe 3 hier ein:

Kurzschlussstrom I_{sc} aktuell:.....A

Über eine Dreisatzrechnung können wir nun die aktuelle Bestrahlungsstärke S bestimmen:

$$\text{Aktuelle Bestrahlungsstärke } S: \frac{\text{Kurzschlussstrom aktuell}}{\text{Kurzschlussstrom bei 1000 W/m}^2} * 1000 = \text{.....W/m}^2$$

Beurteile diesen Wert, wiederhole das Experiment im Schatten oder bei stärkerer Bewölkung und notiere Deine Ergebnisse hier:

5. **Bestimmung der aktuellen Leistung P des Solarmoduls:** Im Normalfall ist die Bestrahlungsstärke der Solarstrahlung geringer als 1000 W/m², somit auch die Leistung unseres Solarmoduls. Die aktuelle Leistung P können wir einfach bestimmen:

$$P = \text{Kurzschlussstrom} * \text{Leerlaufspannung} * 0,8$$

Wir messen den aktuellen Kurzschlussstrom I_{sc}A und ziehen den roten Stecker aus dem schwarzen Stecker, lassen den roten Stecker frei, nun lesen wir die Leerlaufspannung U_{oc} am Display zwischen den USB- ports ab, U_{oc}.....V.

$$\text{Aktuelle Leistung P des Solarmoduls} = U_{oc} * I_{sc} * 0,8 = \text{.....W}$$

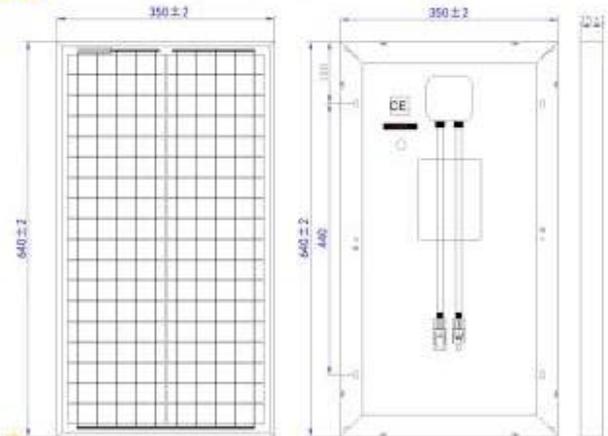
Beurteile Deine Ergebnisse hier, welches Problem der Stromversorgung durch Solarmodule zeigt sich hier?

Die technischen Daten des 30W- Solarmoduls poly

Manufacturer of high quality module



Engineering drawing



Key Features

- Plus power tolerance: +3%
- Independent research anti-reflective and self-cleaning glass surface reduces power loss from dirt and dust
- Excellent performance under low light environments, create better kWh/kW ratio and produce average 2-3% more electricity

Best Quality

- Junction box and bypass diodes guarantee the modules free of overheating and "hot spot effect"
- 100% EL double-inspection ensures modules are defects free

Mechanical characteristics

Cell Type	Poly-crystalline 156.75x30
Number of cells	36pcs(2x18)
Module Dimensions	640x350x35 mm
Module weight	2.6 kg
Front Glass	3.2mm Low iron tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy
Connector	2x banana plug 4mm red/black
Output Cables	1,5 m with 4mm plugs red/black
Junction box	IP67 with bypass-diode
Fire Safety Class	Class C (IEC61730)

Electrical Performance

Module Type	MSPC30AS-18	
Power output	30W	
Power output tolerances	%	0~+3
Module efficiency	%	13.4
Voltage at Pmax	V	18.28
Current at Pmax	A	1.64
Open circuit voltage	V	22.37
Short circuit current	A	1.71
Cells efficiency	%	17.6
Operating temperature	°C	-40 ~ +85

Thermal characteristics

Nominal operating cell temperature	°C	45 ± 2
Temperature coefficient of Pmax	% / °C	-0.37
Temperature coefficient of Voc	% / °C	-0.30
Temperature coefficient of Isc	% / °C	+0.04

Electrical characteristics

