

A5 Eigenschaften von Solarzellen – Spannung, Strom und Leistung

1 Erste Erkundungen mit der Solarzelle

1.1 Geräte und Materialien

- 1 20-W-Halogenlampe*
- 1 Lineal
- 1 Overheadfolie
- 1 Papier, schwarz, DIN A4
- 1 Propeller (für Solarmotor groß)
- 1 Schreibpapier
- 1 Solarmotor groß, Eisenanker, 0,4 V/25 mA
- 1 Solarzelle, 0,5 V/150 mA
- 1 Transparentpapier
- 4 Verbindungskabel Kroko/Kroko

*Der Versuch kann auch in direktem Sonnenlicht durchgeführt werden!

Achtung: Nach Beendigung des Experiments sind die Materialien gemäß den Anweisungen der Lehrkraft zurückzugeben bzw. fachgerecht zu entsorgen.

1.2 Sicherheitshinweise

Die Materialien dürfen nur derart eingesetzt werden, wie es den Anweisungen der Lehrkraft bzw. der Versuchsanleitung entspricht.

Halogenglühlampen werden sehr heiß und dürfen deshalb nicht berührt werden.

1.3 Versuchsdurchführung

- Falls die Solarzelle noch nie verwendet wurde, bitte die Schutzfolie abziehen.
- Schließe die Verbindungskabel an die Solarzelle an. Achte darauf, dass sich die Klemmen nicht berühren, sonst gibt es einen Kurzschluss.

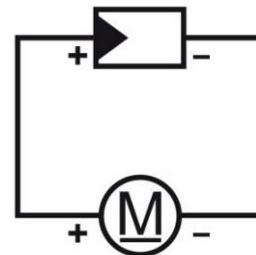


Abb. 1: Schaltplan.

- Schließe nun über die noch freien Krokodilklemmen den Motor mit aufgestecktem Propeller an die Solarzelle an.
- Lege oder halte die Solarzelle so ins Licht, dass das Licht senkrecht auf sie auftrifft.
- Bestimme mit dem Lineal den Abstand zur Lichtquelle (bei einer 20 Watt Halogenlampe in der Regel ca. 15 cm), bei dem der Elektromotor „schön schnell“ läuft.
- Behalte diesen Abstand bei den weiteren Experimenten exakt bei!
- Überprüfe, wie die Verbindung sein muss, damit sich der Propeller im Uhrzeigersinn dreht.

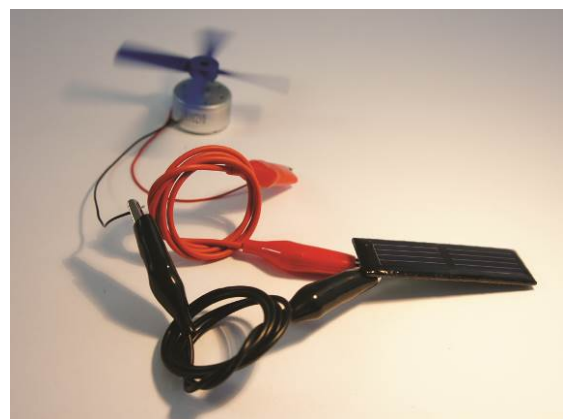


Abb. 2: Der Versuchsaufbau.

- Verändere die Beleuchtungsverhältnisse, indem du die Fläche der Solarzelle mit dem schwarzen Papier schrittweise abdeckst.
- Untersuche die Abhängigkeit der Drehgeschwindigkeit des Motors vom Einstrahlwinkel, indem du die Solarzelle im Licht drehst (ohne Abdeckung mit schwarzem Papier).
- Halte andere, durchsichtige oder durchscheinende Materialien vor die Solarzelle.
- Überprüfe jeweils den Einfluss auf die Drehgeschwindigkeit des Motors.

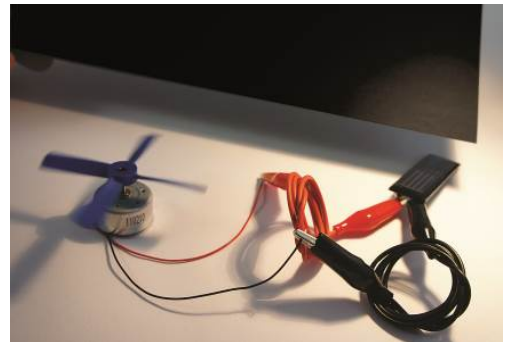


Abb. 3: Abschattung der Solarzelle mit schwarzem Papier.

1.4 Beobachtung

Tausche dich über deine Beobachtungen mit deinem Nachbarn aus und fasse sie schriftlich zusammen.

1.5 Auswertung

Zähle auf, welche Einflussfaktoren die Leistung einer Solarzelle bestimmen.

1.6 Fragen

Erläutere, wie Solarzellen an Häusern anzubringen sind, damit sie möglichst effektiv genutzt werden können.

2 Kurzschlussstromstärke und Leerlaufspannung bei unterschiedlichem Abstand zur Lampe

Dieser Versuch funktioniert nur mit einer Lampe und nicht mit Sonnenlicht.

2.1 Geräte und Materialien

- 1 Digitalmultimeter
- 1 Messkabel-Set Banane/Kroko, je rot und schwarz
- 1 20-W-Halogenlampe
- 1 Solarzelle, 0,5 V/150 mA
- 1 Lineal

Achtung: Nach Beendigung des Experiments sind die Materialien gemäß den Anweisungen der Lehrkraft zurückzugeben bzw. fachgerecht zu entsorgen.

2.2 Sicherheitshinweise

Die Materialien dürfen nur derart eingesetzt werden, wie es den Anweisungen der Lehrkraft bzw. der Versuchsanleitung entspricht.

Halogenleucht Lampen werden sehr heiß und dürfen deshalb nicht berührt werden.

2.3 Versuchsdurchführung

- Schließe das Multimeter an die Solarzelle an. Verwende für die Spannungsmessung den Bereich 2.000 mV und für die Strommessung den Bereich 200 mA. Messe mit einem Multimeter und schalte zwischen Spannung und Strom einfach am Messgerät um.
- Verändere mithilfe des Lineals den Abstand der Solarzelle zur Lampe in Schritten von 5 cm. Beginne mit Abstand 5 cm.
- Miss für jeden Abstand die Spannung (Leerlaufspannung) an der Solarzelle und die Stromstärke (Kurzschlussstromstärke). Notiere jeweils den Wert, der bei dem gegebenen Abstand zu erreichen ist.

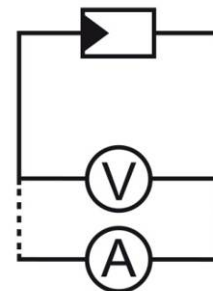


Abb. 4: Schaltplan. Messung mit einem Multimeter durch Umschalten des Messbereichs von Spannung (V) auf Stromstärke (A).

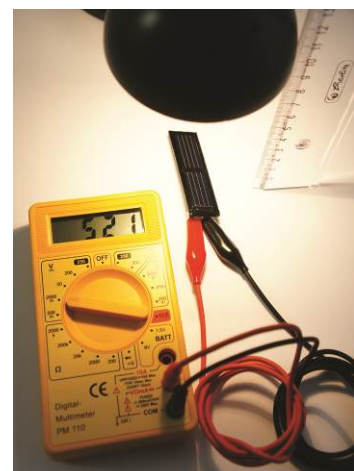


Abb. 5: Messung der Spannung bei unterschiedlichem Abstand.

2.4 Beobachtung

Trage die Messwerte jeweils in ein Diagramm ein (Abstand-Stromstärke bzw. Abstand-Spannung).

2.5 Auswertung

- a) Beschreibe, wie der Abstand und damit die Beleuchtungsstärke die gemessene Stromstärke und Spannung beeinflussen.
- b) Nenne, was sich bei veränderten Lichtverhältnissen stärker verändert: Die Stromstärke oder die Spannung.

2.6 Fragen

Man kann eine Solarzelle dazu benutzen, die Beleuchtungsverhältnisse an einem Ort zu messen. Welche Größe eignet sich dafür besser, die Stromstärke oder die Spannung? Begründe deine Antwort.

3 Was passiert, wenn man Solarzellen in Reihe oder parallel schaltet?

3.1 Geräte und Materialien

- 2 Gummibänder
- 1 20-W-Halogenlampe*
- 1 Propeller (für Solarmotor groß)
- 1 Solarmotor groß, Eisenanker, 0,4 V/25 mA
- 2 Solarzellen, 0,5 V/150 mA
- Pappe
- 1 Schere
- 6 Verbindungskabel Krokro/Krokro

*Der Versuch kann auch in direktem Sonnenlicht durchgeführt werden!

Achtung: Nach Beendigung des Experiments sind die Materialien gemäß den Anweisungen der Lehrkraft zurückzugeben bzw. fachgerecht zu entsorgen.

3.2 Sicherheitshinweise

Die Materialien dürfen nur derart eingesetzt werden, wie es den Anweisungen der Lehrkraft bzw. der Versuchsanleitung entspricht.

Halogenglühlampen werden sehr heiß und dürfen deshalb nicht berührt werden.

3.3 Versuchsdurchführung

- Schneide einen Pappstreifen so, dass zwei Solarzellen nebeneinander auf ihm Platz finden. Die Solarzellen müssen unten und oben etwas überstehen, damit du sie mithilfe der Gummibänder montieren kannst (siehe Abb. 6). (Zweck: Gleicher Winkel und gleiche Helligkeit für beide Zellen während der Messung.)



Abb. 6: Montage der Solarzellen auf einen Pappstreifen.

- Verbinde eine der beiden Solarzellen mit dem Solarmotor (mit aufgestecktem Propeller). Stelle die Entfernung zur Lampe so ein, dass der Motor sich gerade dreht. Achte darauf, dass es während des Bewegens der Solarzellen zu keinem Kontakt der Krokroklennen kommt, die an den Solarzellen angeschlossen sind, damit kein Kurzschluss entsteht (sonst sind Spannung und Strom Null!)

- Schalte nun die andere Solarzelle parallel (siehe Abb. 8). Vergleiche die Drehgeschwindigkeit.

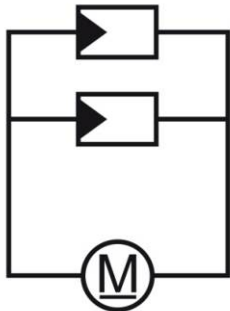


Abb. 7: Schaltplan für parallele Verkabelung.

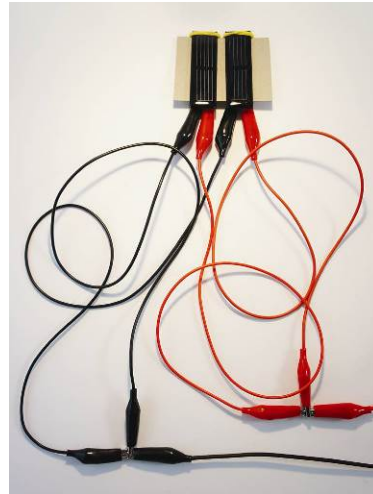


Abb. 8: Verkabelung bei paralleler Schaltung. Die zweite Solarzelle nicht direkt an der ersten anschließen (Gefahr von Wackelkontakt und Kurzschluss)! Stattdessen über Kreuzungspunkt der Kabel anschließen.

- Schalte nun die Solarzellen in Reihe („seriell“, siehe Abb. 11) und vergleiche nochmals die Drehgeschwindigkeit.

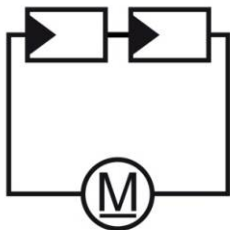


Abb. 9: Schaltplan für serielle Verkabelung.

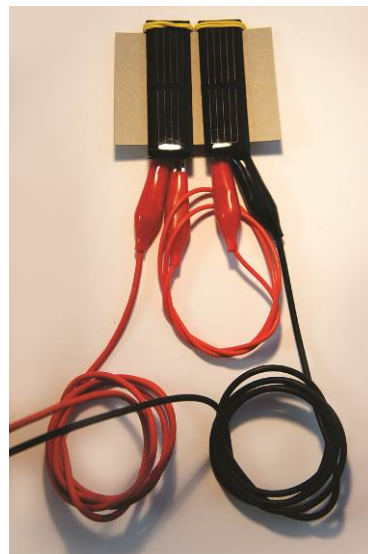


Abb. 10: Verkabelung bei serieller Schaltung.

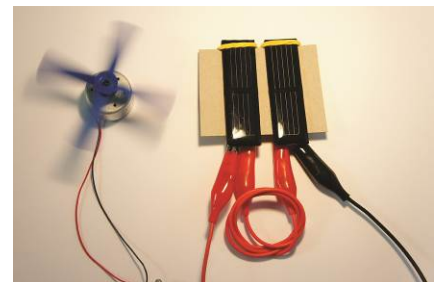


Abb. 11: Betrieb des Motors in serieller Schaltung.

3.4 Beobachtung

Fasse deine Beobachtungen schriftlich zusammen.

3.5 Auswertung

Wenn zwei Solarzellen verwendet werden, wird doppelt so viel elektrische Energie aus dem Licht erzeugt. Eigentlich würde man erwarten, dass der Solarmotor sich – unabhängig von der Verschaltung – mit zwei Solarzellen immer deutlich schneller dreht als mit einer. Erkläre, woran es liegen könnte, dass je nach Schaltung ein unterschiedlich großer Anteil der Energie bei dem Motor ankommt. (Tipp: Innenwiderstand der Solarzelle)

3.6 Fragen

- a) Erkläre, warum sich die Leistung der Solarzelle bei Parallel- und Reihenschaltung unterschiedlich verhält.
- b) Wie verhalten sich im Vergleich zu Solarzellen zwei Mignonzellen, die man parallel oder in Reihe schaltet?

4 Stromstärke und Spannung bei der Reihen- und Parallelschaltung von Solarzellen

Das Experiment ist die Fortsetzung von Telexperiment 3, jetzt aber mit Messung von Stromstärke und Spannung.

4.1 Geräte und Materialien

- 1 Digitalmultimeter
- 2 Gummibänder
- 1 20-W-Halogenlampe*
- 1 Messkabel-Set Banane/Kroko, je rot und schwarz
- Pappe
- 2 Solarzellen, 0,5 V/150 mA
- 4 Verbindungskabel Kroko/Kroko

*Der Versuch kann auch in direktem Sonnenlicht durchgeführt werden!

Achtung: Nach Beendigung des Experiments sind die Materialien gemäß den Anweisungen der Lehrkraft zurückzugeben bzw. fachgerecht zu entsorgen.

4.2 Sicherheitshinweise

Die Materialien dürfen nur derart eingesetzt werden, wie es den Anweisungen der Lehrkraft bzw. der Versuchsanleitung entspricht.

Halogenlühlampen werden sehr heiß und dürfen deshalb nicht berührt werden.

4.3 Versuchsdurchführung

- Bringe eine Solarzelle in eine Entfernung von 10 cm zur Lampe (oder zu hellem Sonnenlicht). Miss die Kurzschlussstromstärke und die Leerlaufspannung der einzelnen Solarzelle.
- Verbinde nun zwei Solarzellen parallel. Miss Kurzschlussstromstärke und Leerlaufspannung der Parallelschaltung.
- Wiederhole die Messung für eine Reihenschaltung aus zwei Solarzellen.

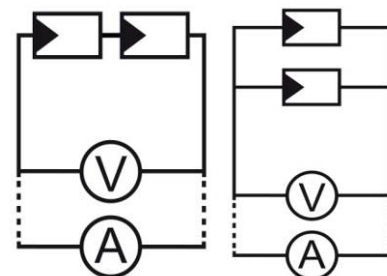


Abb. 12: Schaltpläne Reihenschaltung (links) und Parallelschaltung (rechts).

4.4 Beobachtung

- Erstelle eine Tabelle nach folgendem Muster und trage die Messwerte ein:

	Spannung [V]	Stromstärke [A]
Einzelne Zelle		
2 Zellen parallel		
2 Zellen in Reihe		

- Wie lässt sich das Verhalten von Stromstärke und Spannung bei Parallel- und Reihenschaltung im Vergleich zu einer einzelnen Solarzelle näherungsweise beschreiben?

4.5 Auswertung

Vergleiche das Ergebnis dieses Teilerperiments mit dem von Teilerperiment 3 (Was passiert, wenn man Solarzellen in Reihe oder parallel schaltet?) und erkläre die Unterschiede.

4.6 Fragen

Begründe, warum das Produkt aus Kurzschlussstromstärke und Leerlaufspannung nicht die wirkliche Leistung der Solarzelle ergibt.

5 Wie verhalten sich Solarzellen in Reihen- oder Parallelschaltung bei Abschattung?

Es werden wieder die auf Pappe montierten Solarzellen verwendet wie schon bei Telexperiment 3 und 4.

5.1 Geräte und Materialien

- 1 Digitalmultimeter
- 2 Gummibänder
- 1 20-W-Halogenlampe*
- 1 Messkabel-Set Banane/Kroko, je rot und schwarz
- 1 Papier, schwarz, DIN A4
- Pappe
- 2 Solarzellen, 0,5 V/150 mA
- 4 Verbindungskabel Kroko/Kroko

*Der Versuch kann auch in direktem Sonnenlicht durchgeführt werden!

Achtung: Nach Beendigung des Experiments sind die Materialien gemäß den Anweisungen der Lehrkraft zurückzugeben bzw. fachgerecht zu entsorgen.

5.2 Sicherheitshinweise

Die Materialien dürfen nur derart eingesetzt werden, wie es den Anweisungen der Lehrkraft bzw. der Versuchsanleitung entspricht.

Halogenglühlampen werden sehr heiß und dürfen deshalb nicht berührt werden.

5.3 Versuchsdurchführung

- Verbinde zwei Solarzellen parallel. Bringe sie in eine Entfernung von etwa 10 cm zur Lampe.
- Miss Kurzschlussstromstärke und Leerlaufspannung der Parallelschaltung.
- Decke die beiden Solarzellen mit dem schwarzen Papier nacheinander so ab, dass ihre Flächen zur Hälfte bedeckt sind (siehe Skizze Abb. 14)



Abb. 13: Teilweise Abschattung einer der beiden Solarzellen.

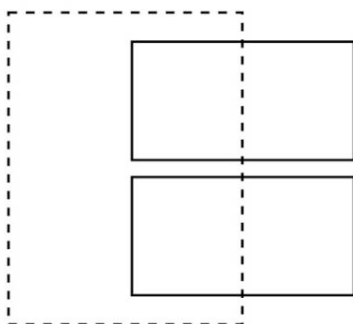


Abb. 14: Teilweise Abschattung beider Solarzellen.

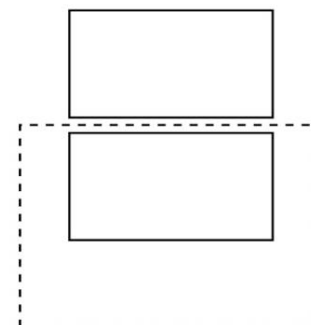


Abb. 15: Abschattung nur einer Solarzelle.

- Decke nun eine der beiden Solarzellen komplett ab (siehe Skizze Abb. 15). Vergleiche die Ergebnisse.
- Wiederhole die Messungen für eine Reihenschaltung aus zwei Solarzellen.

5.4 Beobachtung

Erstelle eine Tabelle nach folgendem Muster und trage die Messwerte ein:

	Parallelschaltung		Reihenschaltung	
	U [V]	I [mA]	U [V]	I [mA]
nicht abgedeckt				
beide halb abgedeckt				
eine vollständig abgedeckt				

5.5 Auswertung

Berechne jeweils das Produkt aus Kurzschlussstromstärke und Leerlaufspannung.

5.6 Fragen

- Begründe, warum für die Herstellung von Solarmodulen Solarzellen in Reihe geschaltet werden und diese Reihen wiederum parallel geschaltet werden.
- Auf einer Internetseite zur Solartechnik findet man den Satz: „Bei der Reihenschaltung bestimmt das schwächste Modul die Gesamtleistung.“ Erläutere, was damit gemeint ist. Formuliere einen entsprechenden Satz für die Parallelschaltung.
- Tina möchte am Solarwettbewerb teilnehmen. Dazu muss sie ein Boot bauen, das mit einem Ventilator angetrieben wird. Sie darf maximal 4 Solarzellen (0,5 Volt, 100 mA) verwenden. Der Motor hat eine Anlaufspannung von 0,6 Volt und einen Anlaufstrom von 25 mA. Zu welcher Schaltung würdest du ihr raten, damit das Boot höchste Schnelligkeit erreicht? Begründe deine Antwort.

6 Optimierung der Leistung von Solarzellen

Da pro Gruppe nur ein Digitalmultimeter zur Verfügung steht, müssen bei diesem Versuch je zwei Gruppen zusammenarbeiten.

6.1 Geräte und Materialien

- 2 Digitalmultimeter
- 1 20-W-Halogenlampe*
- 2 Messkabel-Sets Banane/Kroko, je rot und schwarz
- 1 Potentiometer, 470 Ohm
- 1 Solarzelle, 0,5 V/150 mA
- 6 Verbindungskabel Kroko/Kroko

* Der Versuch kann auch in direktem Sonnenlicht durchgeführt werden!

Achtung: Nach Beendigung des Experiments sind die Materialien gemäß den Anweisungen der Lehrkraft zurückzugeben bzw. fachgerecht zu entsorgen.

6.2 Sicherheitshinweise

Die Materialien dürfen nur derart eingesetzt werden, wie es den Anweisungen der Lehrkraft bzw. der Versuchsanleitung entspricht.

Halogenleucht Lampen werden sehr heiß und dürfen deshalb nicht berührt werden.

6.3 Versuchsdurchführung

Hinweis: Das Potentiometer ist ein regelbarer Widerstand. Ein Schleifkontakt greift entlang einer Widerstandsstrecke den gewünschten Wert ab.

- Baue eine Schaltung gemäß dem Schaltplan in Abb.16 auf. Verwende dazu ein zweites Digitalmultimeter, so dass du gleichzeitig Stromstärke und Spannung messen kannst.
- Bringe die Solarzelle in ca. 5 cm Abstand zur Lampe.
- Verändere den Widerstand durch Drehen am Potentiometer so, dass die maximale Spannung angezeigt wird. (In der Regel mehr als 0,5 Volt.)
- Lies nun die zugehörige Stromstärke ab.
- Stelle dann eine ca. 0,1 Volt geringere Spannung durch Drehen am Potentiometer ein und miss wieder die zugehörige Stromstärke. Wiederhole das, bis die Spannung auf Null geht.

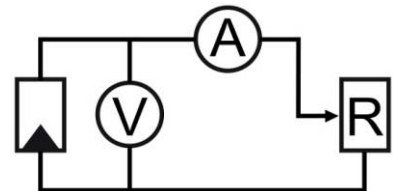


Abb. 16: Schaltplan für die Leistungsmessung der Solarzelle. Je kleiner der Widerstand, desto mehr Strom sollte bei konstanter Spannung fließen. Doch bleibt die Spannung konstant?



Abb. 17: Anschluss am Potentiometer über einen seitlichen Kontakt und den mittleren Kontakt.

6.4 Beobachtung

Erstelle eine Tabelle nach folgendem Muster und trage die Messwerte ein:

Messung	Spannung [V]	Stromstärke [A]	Widerstand [Ω]	Leistung [W]
1				
2				
...				

6.5 Auswertung

- Zeichne das U-I-Diagramm.
- Für jeden einzelnen Messwert kann man den Widerstand des Potentiometers bestimmen sowie die elektrische Leistung, die die Solarzelle an den Widerstand abgegeben hat. Trage die Werte als zusätzliche Spalten in die Tabelle ein.
- Bestimme den Messpunkt, bei dem die maximale Leistung entnommen wurde. Diesen Punkt nennt man den Maximum Power Point (MPP).

6.6 Fragen

Die maximale Leistung wird entnommen, wenn der Widerstand eines Gerätes genau so groß ist wie der Innenwiderstand der Solarzelle. Der Innenwiderstand ist nicht konstant, sondern von der Beleuchtung abhängig. Um bei schlechteren Beleuchtungsverhältnissen eine maximale Leistung zu entnehmen, muss der Widerstand deshalb verändert werden. Entwirf ein Experiment, mit dem du prüfen kannst, ob der Widerstand des Gerätes vergrößert oder verringert werden muss, wenn sich die Beleuchtungsverhältnisse ändern.