

Projekttitel: Wie kommt die Energie der Sonne zum Verbraucher?

Teilnehmer: Darius Laska (11)

Schule: Christliches Gymnasium Jena

Projektbetreuung: Dipl.-Ing. Wassil Dimitrow, Dr. Christina Walther, Schülerforschungszentrum Jena

Thema des Projekts:	Solarzellen
Fachgebiet:	Physik
Wettbewerbssparte:	Schüler experimentieren
Bundesland:	Thüringen
Wettbewerbsjahr	2022-2023



SCHÜLER
FORSCHUNGS
ZENTRUM
JENA

The logo consists of the text 'SCHÜLER FORSCHUNGS ZENTRUM JENA' in a blue, sans-serif font. The word 'FORSCHUNGS' is on the second line, 'ZENTRUM' on the third, and 'JENA' on the fourth. The 'O' in 'FORSCHUNGS' is replaced by a stylized magnifying glass icon.

1 Kurzfassung

In meiner Arbeit wurde ein Modell von Lichtquellen, Verbrauchern und Solarzellen gebaut. Damit wurde untersucht, welche Auswirkungen Einfallswinkel und Ausrichtung der Solarzelle sowie Verbraucherlast auf Spannung, Stromstärke und Leistung haben.

Inhalt

1	Kurzfassung	2
2	Einleitung.....	3
3	Versuche und Ergebnisse	3
3.1	Versuch 1: Abdeckung von Solarzelle bei Halogenlampe	3
3.2	Versuch 2: Die Leistung einer Solarzelle	3
3.3	Versuch3: Parallel- und Reihenschaltung.....	4
3.4	Versuch 4: Erstellen eines Funktionsmodells	5
3.5	Versuch 5: Einfluss des Abstands auf die Leistung der Solarzelle	6
3.6	Versuch 6: Einfluss der Verbraucherlast auf die Leistung der Solarzelle	7
3.7	Versuch 7: LED als Lichtquelle	7
4	Ergebnisdiskussion	8
5	Zusammenfassung.....	8
6	Unterstützungsleistungen.....	8

2 Einleitung

Die Fragestellung war: "Wie kommt die Energie der Sonne zum Verbraucher?" Da auf unserem Dach eine Solaranlage haben, bezog sich meine Forscherfrage darauf. Ich wollte überprüfen, welchen Einfluss Einfallswinkel und Ausrichtung der Solarzelle auf die Leistung haben.

Die Funktionsweise der Solarzelle:

Trifft Sonnenlicht auf die Solarzelle, werden in ihr Elektronen angeregt, die sich dann bewegen. Zwischen dem einstrahlenden Sonnenlicht und dem dotierten Halbleiter der Solarzelle findet eine Wechselwirkung statt.

Tabelle 1: Physikalische Größen bei der Solarzelle

Name der Größe	Formelzeichen	Einheit	Ausgeschriebene Einheit
Spannung	U	V	Volt
Stromstärke	I	A	Ampere
Leistung	$P=U \cdot I$	$W=V \cdot A$	Watt
Widerstand	$R=U/I$	$\Omega=V/A$	Ohm

3 Versuche und Ergebnisse

3.1 Versuch 1: Abdeckung von Solarzelle bei Halogenlampe

Frage: Welchen Einfluss hat die Abdeckung der Solarzelle?

Materialien: Solarzellen (2), Multimeter, Halogenlampe, Kabel, Abdeckungen

Durchführung: Ich schloss das Multimeter über Kabel an die Solarzellen.

Ergebnis:

Tabelle 2: Abdeckung von Solarzelle

Abdeckung in Prozent	Millivolt
0	ca.1080
25	ca.950
50	ca.888
75	ca.180
100	0

Auswertung: Die Spannung sinkt mit zunehmender Abdeckung.

3.2 Versuch 2: Die Leistung einer Solarzelle

Frage: Welche Leistung hat eine Solarzelle im Tageslicht?

Materialien: Solarzelle, Kabel, Multimeter,

Durchführung:

Das Multimeter wurde mit dem Kabel an die Solarzelle geschlossen.

Ergebnis:

U = 600 mV=0,6V

$$I = 2,2 - 2,5 \text{ mA}$$

$$P = U \times I$$

$$P = 0,6 \text{ V} \times 2,2 \text{ mA}$$

$$P = 1,32 \text{ V} \times \text{mA} \text{ entspricht } 1,32 \text{ mW}$$

Auswertung:

Die Leistung der Solarzelle im Tageslicht betrug 1,32 mW.

3.3 Versuch3: Parallel- und Reihenschaltung

Frage: Was ist der Unterschied zwischen Parallel- und Reihenschaltung?

Materialien: Solarzellen, Multimeter, Kabel,

Durchführung: Ich schloss die zwei Solarzellen in Parallel- und Reihenschaltung.

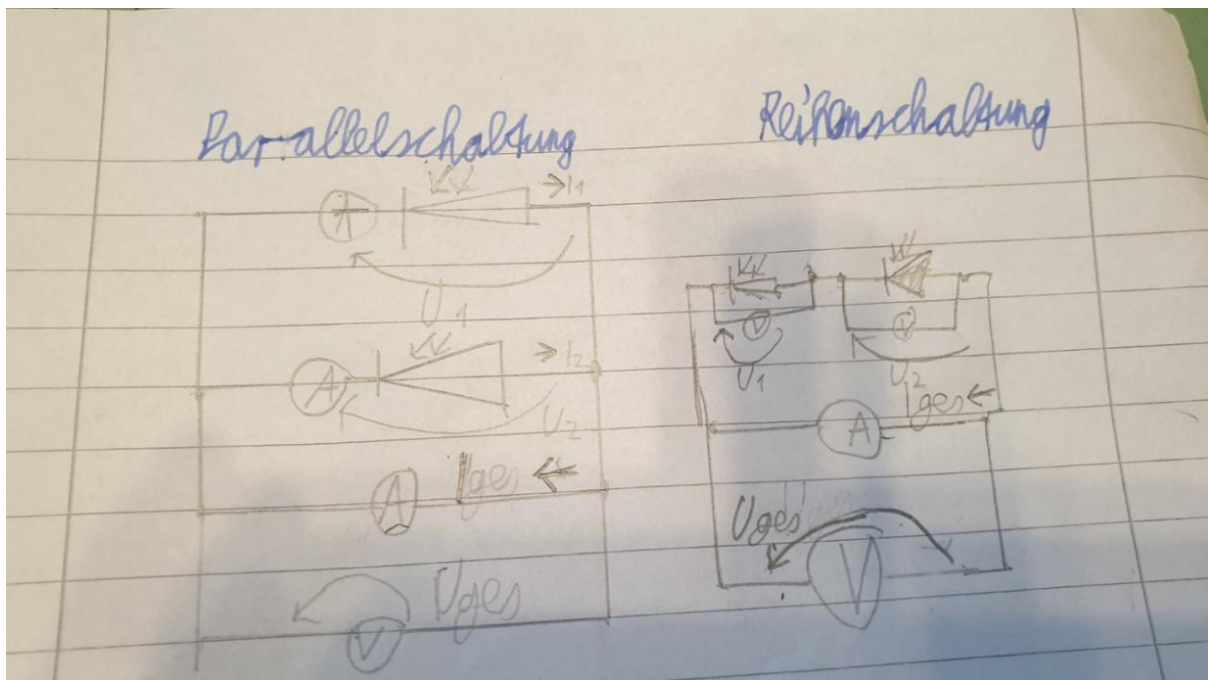


Abbildung 1 Schaltungsplan: Reihen- und Parallelschaltung

Ergebnis:

Reihenschaltung:

Zunächst wurde die Spannung der einzelnen Solarzellen gemessen.

$$U_1 = 347 \text{ mV}$$

$$U_2 = 360 \text{ mV}$$

Gesamtspannung in Reihenschaltung: $U_{\text{ges}} = 720 \text{ mV}$

Stromstärke: $I_{\text{ges}} = 1,65 \text{ mA}$

Parallelschaltung:

Zunächst wurde die Stromstärke der einzelnen Solarzellen gemessen.

$$I_1 = 1,7 \text{ mA}$$

$$I_2 = 1,6 \text{ mA}$$

Strom in der Parallelschaltung: $3,3 \text{ mA}$

Gesamtspannung: $U_{ges}=355mV$

Auswertung: Bei der Parallelschaltung verdoppelt sich die Stromstärke, bei der Reihenschaltung verdoppelt sich die Spannung mit zwei Solarzellen.

3.4 Versuch 4: Erstellen eines Funktionsmodells

Um Spannung, Stromstärke, Leistung der Solarzelle und den Einfluss der Verbraucher genauer zu untersuchen, wurde ein Funktionsmodell gebaut.

Materialien:

- Holzplatte, Maße 60 cm x 33 cm
- Schreibtischlampe mit schwenkbarem Arm
- Leuchtmittel: LED-Lampe 5,5W, 806 lm, 2700°K; Halogenlampe 50W, 700 lm, warmweiß
- Plexiglasschienen mit Steckverbindungen
- 1x Bausatz Solarzellen: von „SolExpert“
- Krokodilklemmen, Kabel
- verschiedene Verbraucher (LED, Motor)
- Multimeter

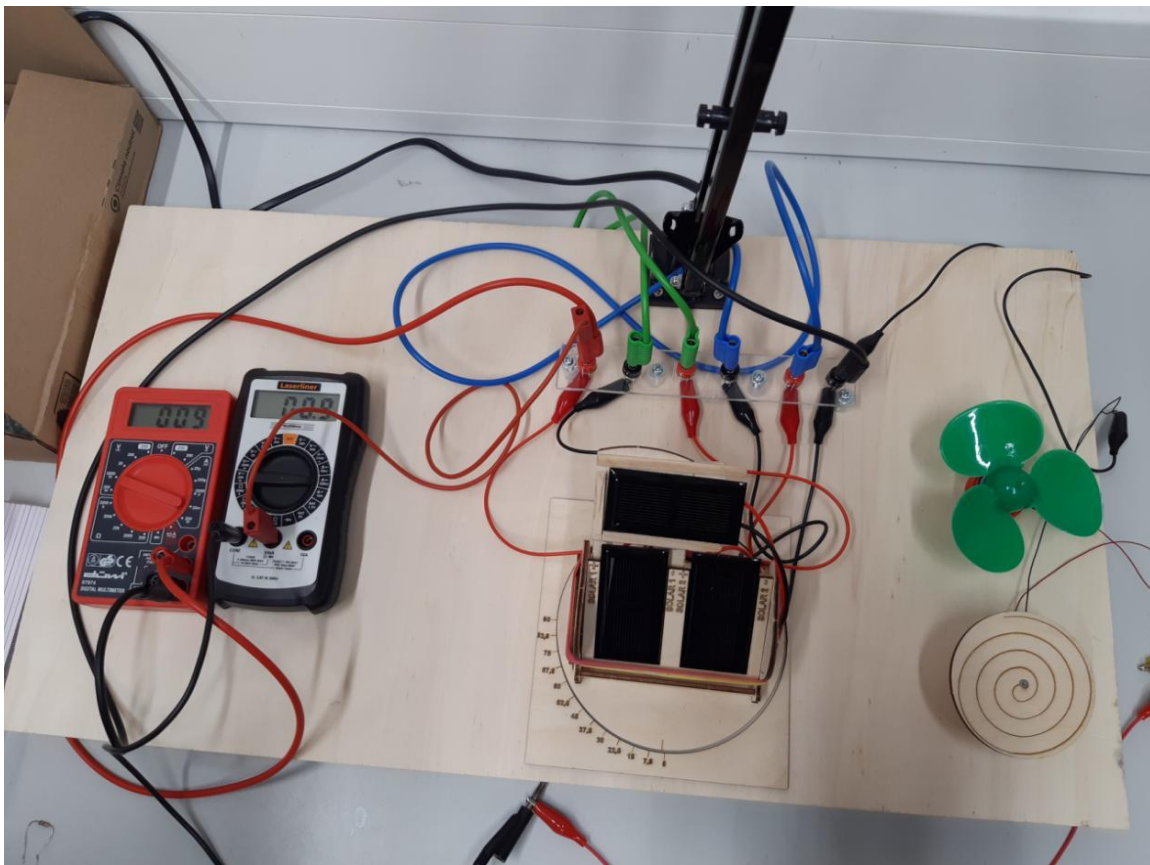


Abbildung 2 Funktionsmodell

3.5 Versuch 5: Einfluss des Abstands auf die Leistung der Solarzelle

Frage: Welchen Einfluss hat der Abstand der Lichtquelle und der Abstand der Solarzellen auf die Leistung? (zusätzlich wurden auch Motoren und Leuchtdioden angeschlossen)

Damit sollte untersucht werden, wie die unterschiedliche Sonnenintensität sich auf die Spannung, Stromstärke und Leistung der Solarzelle haben

Materialien: Funktionsmodell, Kabel, Multimeter, Zollstock

Durchführung: Mit dem Zollstock wurde der Abstand der bewegbaren Halogenlampe gemessen und auch verändert, die Multimeter wurden an den Stromkreis angeschlossen

Tabelle 3: Experiment zum Einfluss des Abstandes auf die Leistung der Solarzelle, Dachneigung: 45°, Hausausrichtung: 0°

Abstand der Halogenlampe zur Solarzelle	Spannung im Leerlauf in V	Spannung mit einem Motor in V	Stromstärke mit einem Motor in mA	Leistung mit einem Motor in mW	Spannung mit 2 Motoren in V	Stromstärke mit 2 Motoren in mA	Leistung mit zwei Motoren in mW
20cm	1,737	1,680	20,9	35,112	1,606	51,4	82,548
40cm	1,715	1,666	20,2	33,6532	1,465	46,6	68,269
60cm	1,645	1,560	16,7	26,052	0,690	23,6	16,284

Tabelle 4: Experiment zum Einfluss des Abstandes auf die Leistung der Solarzelle (Fortsetzung) Dachneigung: 45°, Hausausrichtung: 0°

Abstand der Halogenlampe zur Solarzelle	Spannung mit Leuchtdiode in V	Stromstärke mit Leuchtdiode in mA	Leistung mit einer Leuchtdiode in mW	Spannung mit Leuchtdiode und zwei Motoren in V	Stromstärke mit Leuchtdiode und zwei Motoren in mA	Leistung mit Leuchtdiode und zwei Motoren in mW
20cm	1,710	0,4	0,6964	1,631	52,6	85,7906
40cm	1,584	0	0	1,545	49,4	76,323
60cm				0,484	19,8	95,832

Tabelle 5 Experiment zum Einfluss des Abstandes und der Hausausrichtung auf die Leistung der Solarzelle, Dachneigung: 45°, Hausausrichtung: 22,5°

Abstand der Halogenlampe zur Solarzelle	Spannung mit einem Motor in V	Stromstärke mit einem Motor in mA	Leistung mit einem Motor in mW	Spannung mit zwei Motoren in V	Stromstärke mit zwei Motoren in mA	Leistung mit zwei Motoren in mW
20cm	1,673	18,6	31,1178	1,602	52,0	83,304
40cm	1,500	16,8	25,200	1,192	37,7	44,9384
60cm	1,477	16,6	24,5182	0,629	22,5	14,1525

Auswertung: Wie zu erwarten war, sinkt die Spannung, Stromstärke und Leistung sowohl mit zunehmendem Abstand der Halogenlampe zu der Solarzelle als auch mit zunehmendem Ausrichtungswinkel.

Je mehr Motoren ich in den Stromkreis aufnahm, umso geringer wurde die Spannung.

Die Stromstärke stieg bei zwei Motoren im Vergleich zu einem Motor, aber bei zwei Motoren konnten sich die Motoren bei 60 cm Lichtabstand nur mit Starthilfe drehen.

Die Leuchtdiode leuchtete nur bei max. Spannung (Lichtquellenabstand 20 cm).

Maximale Spannung ist nicht gleich maximale Leistung.

Als auch noch eine Leuchtdiode angeschlossen wurde, passierte Ähnliches, wie als nur Motoren angeschlossen wurden. Die Spannung sank mit dem Anschließen von noch mehr Motoren, die Stromstärke stieg mit dem Anschließen von mehr Motoren.

3.6 Versuch 6: Einfluss der Verbraucherlast auf die Leistung der Solarzelle

Frage: Welchen Einfluss hat die Verbraucherlast auf die Leistung? (es wurden drei Motoren angeschlossen, sowie die Solarzellen unter Kurzschluss gemessen)

Materialien: Funktionsmodell, Kabel, Multimeter, Zollstock

Durchführung: Mit dem Zollstock wurde der Abstand der bewegbaren Halogenlampe gemessen und auch verändert, die Multimeter wurden an den Stromkreis angeschlossen.

Tabelle 6: Experiment zur Verbraucherlast und Leistung der Solarzelle, Neigung: 45°, Ausrichtung: 0°

Abstand der Halogenlampe zur Solarzelle	Spannung mit drei Motoren in V	Stromstärke mit drei Motoren in mA	Leistung mit drei Motoren in mW	Spannung im Kurzschluss in V	Stromstärke im Kurzschluss in mA	Leistung im Kurzschluss in mW
20cm	1,660	70,5	117,03	1,097	101,4	111,2358
40cm	1,070	49,1	52,537	0,496	74,6	37,0016
60cm	0,316	31,1	9,8276	0,210	31,3	6,573

Auswertung: Bei drei Motoren und 40cm Halogenlampen-Abstand drehen sich die Motoren nur mit Starthilfe, bei 60 cm Abstand sogar gar nicht.

Die Stromstärke ist beim Kurzschluss höher, die Spannung ist beim Anschließen von drei Motoren höher.

Die Leistung ist am höchsten bei drei Motoren!

3.7 Versuch 7: LED als Lichtquelle

Frage: Welchen Einfluss hat die Veränderung der Lichtquelle von Halogenlampe zu LED-Lampe?

Materialien: Funktionsmodell, Kabel, Multimeter, Zollstock

Durchführung: Mit dem Zollstock wurde der Abstand der bewegbaren Halogenlampe gemessen, die Multimeter wurden an den Stromkreis angeschlossen.

Tabelle 6: Experiment mit LED-Lampe statt Halogenlampe im Funktionsmodell, Neigung: 45° Ausrichtung: 0°

Abstand der LED-Lampe zu den Solarzellen	Spannung im Leerlauf in V	Spannung im Kurzschluss in V	Spannung im Kurzschluss in mA	Leistung im Kurzschluss in mW
20cm	1,28	0,014	2,2	0,0308

Auswertung: Die Stromstärke, Spannung und Leistung im Kurzschluss und die Spannung im Leerlauf sind viel geringer als mit Halogenlampe.

4 Ergebnisdiskussion

Je mehr ich meine Solarzelle bedeckte, desto geringer war die Leistung, was zu vermuten war. Daher ist es wichtig, dass die Solarzelle nicht im Schatten steht und auch sonst nicht bedeckt wird.

Für die Forschung ist es relevant, nach geeigneten Standpunkten für Solarzellen zu suchen.

Die Leistung meiner Solarzellen betrug 1,32mW bei Tageslicht.

Bei der Parallelschaltung bleibt die Spannung gleich, die Stromstärke verdoppelt sich etwa bei zwei Solarzellen.

Bei der Reihenschaltung bleibt die Stromstärke gleich, die Spannung verdoppelt sich etwa bei zwei Solarzellen.

Die Spannung, Stromstärke und Leistung sinken mit weiterem Abstand der Halogenlampe.

Die Spannung sank, je mehr Motoren im Stromkreis waren, die Stromstärke stieg.

Daraus folgt, dass eine hohe Stromstärke nur dann viel bringt, wenn die Spannung nicht komplett einsackt.

Die Leistung beim Anschließen von zwei Motoren und der Halogenlampe als Lichtquelle war mehr als doppelt so hoch, wie als nur ein Motor angeschlossen war.

Der Endspurt in den letzten zwei Wochen hat gut funktioniert.

Es wurden am Ende etwas zu viele Experimente, das Funktionsmodell ging am Ende aber gut zu Bauen.

Da wir viele Experimente gemacht haben, konnte ich mich bisher nur wenig mit der Theorie hinter der Solarzelle beschäftigen.

Im Experiment „LED als Lichtquelle“ wurde untersucht, welche Veränderung sich ergeben, wenn man eine LED-Lampe ans Funktionsmodell anschließt.

Jetzt weiß ich, dass wenn man eine LED-Lampe statt der Halogenlampe anschließt, die Spannung, Stromstärke und Leistung viel geringer ist.

5 Zusammenfassung

Das Ziel dieses Projektes war es herauszufinden, welchen Einfluss Lichtquelle (Halogen, LED), Abstand der Lichtquelle, Ausrichtung und Neigung der Solarzelle, sowie die Verbraucherlast auf Spannung, Stromstärke und Leistung haben.

Um diese Fragen beantworten zu können wurde ein Funktionsmodell gebaut.

Mit diesem wurden dann im Abstand (der Halogenlampe zu den Solarzellen) von 20, 40 und 60 cm Spannung, Stromstärke und Leistung gemessen.

6 Unterstützungsleistungen

Die Arbeit wurde im Schülerforschungszentrum Jena durchgeführt, dass auch die Materialien bereitgestellt hat.

Die fachliche Unterstützung erfolgte durch Wassil Dimitrow, ehemalige Lehrer vom SBSZ Jena-Göschwitz.