

Energieumwandlung in der Solarzelle

Woher kommt die Energie, die eine Solarzelle abgibt – und wo bleibt der Rest? Das Arbeitsblatt führt von der Energiekette über das Energieflussdiagramm zum Wirkungsgrad und endet mit einem einfachen Versuch mit Lampe und Propeller.

Steckbrief

Fach	Physik, auch NwT und Naturwissenschaften
Stufe	Sekundarstufe I, Klasse 7 bis 9
Dauer	45 Minuten (mit Versuch 60 bis 90 Minuten)
Themen	Energie und Energieumwandlung, Wirkungsgrad

Lernziele

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Energieumwandlung in einer Solarzelle als Energiekette beschreiben,
- ein Energieflussdiagramm mit Nutz- und Verlustenergie zeichnen,
- den Wirkungsgrad als Verhältnis von abgegebener zu aufgenommener Leistung berechnen,
- in einem Versuch Je-desto-Zusammenhänge zwischen Beleuchtung und abgegebener Leistung formulieren.

Material

- eine kleine Solarzelle oder ein kleines Solarmodul aus dem Schulsatz
- ein kleiner Elektromotor mit Propeller (oder ein Summer)
- Lampe: LED-Strahler oder Halogenstrahler
- Lineal oder Maßband, ein Stück Pappe zum Abdecken

Lösungen

Aufgabe 1: Die Energiekette

Kernenergie (Kernfusion in der Sonne) → *Abstrahlung der Sonne* → Strahlungsenergie (Licht) → *Solarzelle* → elektrische Energie → *Motor* → Bewegungsenergie des Propellers.

Bei jeder Umwandlung entsteht zusätzlich Wärme (thermische Energie) – sie gehört als Verlustenergie in die Kette, wenn die Klasse das schon kennt.

Aufgabe 2: Das Energieflussdiagramm

Ein breiter Pfeil (100 Teile) „Strahlungsenergie“ führt in die Solarzelle; heraus kommen ein Pfeil „elektrische Energie (Nutzenergie)“ mit 22 Teilen und ein Pfeil „Verlustenergie“ mit 78 Teilen.

Der Rest wird überwiegend zu Wärme – die Zelle erwärmt sich in der Sonne spürbar. Ein kleiner Teil des Lichts wird an der Oberfläche reflektiert.

Aufgabe 3: Wirkungsgrad berechnen

a) $P_{\text{auf}} = 2,0 \text{ m}^2 \cdot 1000 \text{ W/m}^2 = \mathbf{2000 \text{ W}}$

b) $\eta = 440 \text{ W} : 2000 \text{ W} = 0,22 = \mathbf{22 \%}$

c) $2000 \text{ W} - 440 \text{ W} = \mathbf{1560 \text{ W}}$

d) $P_{\text{auf}} = 2,0 \text{ m}^2 \cdot 200 \text{ W/m}^2 = 400 \text{ W}$; $P_{\text{ab}} = 0,22 \cdot 400 \text{ W} = \mathbf{88 \text{ W}}$. (In Wirklichkeit sinkt der Wirkungsgrad bei schwachem Licht ein wenig – das ist Stoff der Oberstufe.)

Aufgabe 4: Versuch: Was die Solarzelle antreibt

Je näher die Lampe, desto schneller dreht der Propeller (mehr Licht trifft auf die Zelle). Je mehr Fläche der Zelle beleuchtet ist, desto mehr Leistung gibt sie ab. Je senkrechter das Licht auf die Zelle trifft, desto schneller dreht der Propeller.

Hinweis: Ein Motor braucht zum Anlaufen eine Mindestleistung. Bleibt er bei großem Abstand stehen, gibt die Zelle trotzdem noch Energie ab – mit einem Summer oder Multimeter sieht man das.

Aufgabe 5: Nachgedacht

Die Sonne steht mittags im Süden. Trifft ihr Licht möglichst senkrecht auf das Modul, kommt je Quadratmeter Modulfläche am meisten Strahlungsleistung an – wie beim schräg gekippten Modul im Versuch, nur umgekehrt. Weil die Sonne in Deutschland nie im Zenit steht, stellt man die Module schräg.

Hinweise für Lehrkräfte

Einsatz. Als Einstieg in eine Einheit zu Energieumwandlung oder als Anwendung, wenn Energieformen und Wirkungsgrad schon eingeführt sind. Aufgabe 3 d ist ein Zusatz für schnelle Gruppen; der Versuch (Aufgabe 4) geht auch als Lehrerversuch.

Häufige Fehlvorstellungen. „Die Solarzelle erzeugt Energie“ oder „sie speichert Sonnenenergie“: Aufgabe 1 und 2 setzen dem die Energieerhaltung entgegen. „Wärme hilft der Solarzelle“: Das Gegenteil stimmt – heiße Zellen geben weniger ab (Stoff von Arbeitsblatt 3 und 4).

Zum Versuch. Halogenstrahler liefern viel mehr Leistung auf die Zelle als die meisten LED-Leuchten, werden aber sehr heiß; die Abstände in der Tabelle sind darum nicht kleiner als 30 cm. Wer keinen Motor hat, nimmt einen Summer oder misst die Spannung mit dem Multimeter.

Zur Zahl 22 Prozent. Sie gilt für marktübliche Module (Fraunhofer ISE, Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland). Einzelne Zellen erreichen im Labor mehr; über das Betriebsjahr bleibt einer ganzen Anlage weniger. Die Erklärseite /wissen/wirkungsgrad/ zeigt die Kette.

Weiter. In der Oberstufe schließen Arbeitsblatt 3 (p-n-Übergang) und 4 (Kennlinie und MPP) an.

Sicherheit. Maßgeblich ist die Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RiSU, Empfehlung der KMK in der Fassung vom 21.09.2023) bzw. die in Ihrem Land geltende Fassung. Die Gefährdungsbeurteilung für Ihre Lerngruppe und Ihre Geräte nehmen Sie wie gewohnt selbst vor; diese Anleitung ersetzt sie nicht. Wenn Ihnen ein Fehler oder eine Gefahr auffällt, schreiben Sie uns bitte an info@solarstromerzeugung.de.

Quellen

- Fraunhofer ISE: Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland – <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.html>

- Standard-Testbedingungen (1000 W/m^2 , $25 \text{ }^\circ\text{C}$, Spektrum AM 1,5) nach IEC 60904-3 und IEC 61215