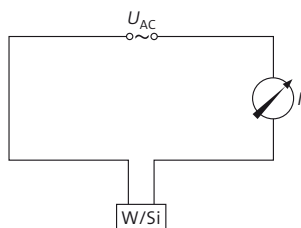




B1 Ein Solarzellen-Park. **A:** Gib an, woher du Solarzellen kennst.



B2 Schaltskizze und Versuchsaufbau zu V2

extra Strom aus Licht – Photovoltaik

Die größte verfügbare Energiequelle ist die Sonne. Die von ihr jährlich abgestrahlte Energie entspricht mehr als dem 10 000-Fachen des Weltenergiebedarfs. Angesichts der knapper werdenden Vorräte an fossilen Brennstoffen erscheint die Sonne unerschöpflich und sauber. Doch womit lässt sich die Sonnenenergie einfangen und in elektrischen Strom umwandeln?



Versuche

V1 Leitfähigkeit von Metallen

Verbinde einen Wolframdraht mit einer Spannungsquelle und einem Amperemeter wie schematisch in B2 abgebildet. Lege eine Spannung von 5 V an und notiere die Stromstärke. Erhitze den Wolframdraht mit einem Feuerzeug und notiere die Stromstärke erneut. Kühle den Draht durch Anblasen wieder ab und erhitze wieder. Beobachte jeweils die Veränderung der Stromstärke.

V2 Leitfähigkeit von Halbleitern

Führe V1 mit einer Siliciumscheibe durch, an der du die Kontakte über Krokodilklemmen herstellst (B2). Zur Stromstärkemessung benötigst du eine Steckkarte im μA -Bereich.

Auswertung

- Beschreibe und vergleiche die elektrische Leitfähigkeit von Metallen und Halbleitern bei Energiezufuhr.
- Leite aus deinen Beobachtungen eine Erklärung des Begriffs **Halbleiter** ab.
- Erkläre, warum sich Halbleiter, nicht aber Metalle zur Stromerzeugung aus Sonnenlicht eignen.

INFO Silicium für Solarzellen

Das Element Silicium gibt es „wie Sand am Meer“, da es das zweithäufigste Element der Erdkruste ist. Sand, Quarz und Halbedelsteine bestehen aus Siliciumdioxid SiO_2 (vgl. S. 240, 241). Auch Mineralien, Lehm, Zement oder Glas enthalten Silicium gebunden in Silikaten. Der menschliche Körper enthält ca. 20 mg gebundenes Silicium pro kg Körpergewicht.

Silicium kann man durch Reduktion aus Siliciumdioxid mit Kohle herstellen:



Dieses Rohsilicium muss für die Verwendung in Solarzellen und Mikrochips zu Reinstsilicium weiterverarbeitet werden. In Reinstsilicium kommt auf 10 Milliarden Silicium-Atome nur ein Fremdatom. Die Aufbereitung zu Reinstsilicium ist sehr energieaufwendig.

Für den Einsatz in Solarzellen müssen dem Silicium gezielt Fremdatome zugefügt werden, man erhält **dotiertes Silicium**.

Im **Solar-Wafer** einer Solarzelle befindet sich einerseits Silicium, das mit Atomen von Elementen der 3. Hauptgruppe dotiert wurde, und andererseits Silicium, das mit Atomen von Elementen aus der 5. Hauptgruppe dotiert wurde. Im Grenzbereich dieser Schichten entsteht bei Sonneneinstrahlung Spannung. Die so erhaltene Gleichspannung muss dann durch einen sogenannten Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt werden.

Aufgabe

A1 Rohsilicium kann auch durch Reaktion von Siliciumdioxid mit unedlen Metallen wie Magnesium oder Aluminium gewonnen werden. Formuliere entsprechende Reaktionsgleichungen. Vergleiche die entstehenden Produkte bei der Reduktion von Siliciumdioxid mit Magnesium, mit Aluminium und mit Kohlenstoff. Begründe, welches Verfahren dir für die weitere Verarbeitung von Silicium einfacher erscheint.



B3 Rohsilicium und ein-kristallines Reinstsilicium. **A:** Wie züchtet man perfekte Kristalle?

extra Strom aus Licht – Photovoltaik

Sie glänzen blauviolett auf Dächern, Parkscheinautomaten oder anderen Verbrauchern im Freien: Solarzellen, auch **Photovoltaizellen** genannt, auf der Basis von **Silicium**. Silicium ist ein typischer **Halbleiter**, also ein Stoff, der im Gegensatz zu Metallen erst bei Energiezufuhr in Form von Licht oder Wärme (V2) leitfähig wird. Je nach Kristallisationsgrad spricht man von einkristallinem, polykristallinem oder amorphem¹ Silicium. Solarzellen mit einkristallinem Silicium sind am teuersten, haben aber auch den größten Wirkungsgrad².

Sogenannte Solar-Wafer aus dotiertem Silicium (*INFO*) bilden das Herzstück einer Solarzelle. Innerhalb eines Wafers befindet sich **n-dotiertes Silicium**, in dem ein geringer Überschuss an Valenzelektronen vorliegt. Dieses ist in Kontakt mit **p-dotiertem Silicium**, das einen geringen Unterschuss an Elektronen aufweist. Die n-Schicht verhält sich wie der Minuspol, die p-Schicht wie der Pluspol einer Batterie. Zwischen ihnen wird bei Energiezufuhr in Form von Sonnenlicht eine Spannung erzeugt. Pro Quadratzentimeter beleuchteter Solarzellenfläche lassen sich im Durchschnitt ca. 20 mA Strom entnehmen.

Da Silicium für Solarzellen teuer ist, suchen Forscher nach möglichen Alternativen. Vielversprechend ist die Verbindung **Titandioxid TiO₂**. Bislang z. B. als Weißpigment in Wandfarben verwendet, wird Titandioxid nun wegen seiner halbleitenden Eigenschaften auch in einer neuen Generation von Solarzellen eingesetzt. Da es nur ultraviolettes Licht absorbiert, muss es mit Farbstoffen behandelt werden, die das sichtbare Licht der Sonne einfangen (vgl. *Chemie 2000+ Online*).

Durch das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) aus dem Jahr 2004 wird der Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien verstärkt gefördert. Zu den erneuerbaren Energieträgern zählt man Solarenergie, Windenergie, Wasserkraft, Umgebungswärme, Biomasse und Geothermie (Erdwärme). Der aus ihnen erhaltene Strom wird auch als **Ökostrom** bezeichnet. Im Jahr 2007 betrug der Anteil an Ökostrom ca. 14% des Gesamtstromabsatzes in Deutschland. Solarstrom lieferte mit 3 TWh (B5) 0,48% dieses Ökostroms. Im Jahr 2008 betrug der Anteil an Solarstrom schon 0,65%. Ein im August 2009 in Brandenburg auf einem ehemaligen Truppenübungsplatz in Betrieb gegangenes Solarkraftwerk leistet auf einer Fläche von 210 Fußballfeldern maximal 53 Megawatt. Dies verdeutlicht einen Nachteil der Photovoltaik: Sie ist extrem flächenintensiv. Ein Kohlekraftwerk würde mehr als das Zehnfache an Leistung bringen.

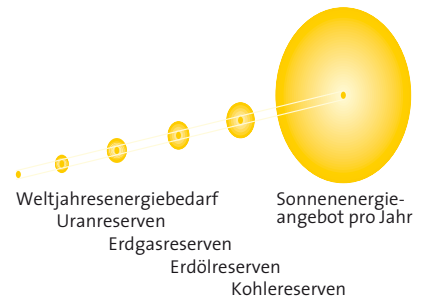
Dennoch sind die Photovoltaikanlagen auf vielen bestehenden Dachflächen zukunftsweisend: Solaranlagen lohnen sich finanziell nach ca. 10 Jahren und sie haben nach ca. 3 Jahren so viel Strom erzeugt, wie zu ihrer Produktion benötigt wurde. Der privat erzeugte Strom kann in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden und wird nach einem festen Preis vergütet. Durch die Einspeisung lässt sich also ein finanzieller Gewinn erzielen. Die Technik ist langlebig, wenig stör anfällig und es entstehen keine Treibhausgase. Zudem ist das Sonnenlicht im Gegensatz zu fossilen Brennstoffen kein begrenztes Gut (B4), sie stellt uns noch mehrere Milliarden Jahre ihr Licht zu Verfügung.

Aufgaben

A2 Suche Erklärungen für die Tatsache, dass der Anteil von Solarstrom am Gesamtökostrom relativ gering ist.

A3 Sammle Argumente für und gegen die Stromerzeugung mittels Photovoltaikanlagen und diskutiere sie mit einem Partner.

¹ *amorph*: keine geordnete Kristallstruktur; ² Unter *Wirkungsgrad* versteht man allgemein das Verhältnis von abgegebener zu zugeführter Leistung.



B4 *Weltjahresenergiebedarf und Energiereserven. A: Ist der Bau von Atomkraftwerken für eine zukunftssichere Energieversorgung sinnvoll?*

Einheiten

1 kWh = 1 000 · Watt · Stunde

1 kWh = 3,6 · 10⁶ J = 8,6 · 10⁵ kcal

(Watt ist die Einheit der Leistung, Leistung = Quotient aus Arbeit pro Zeiteinheit)

Megawattstunde MWh: 1 000 kWh

Gigawattstunde GWh: 1 Million kWh

Terawattstunde TWh: 1 Milliarde kWh

Verbrauch

Ca. 1 kWh verbraucht man für

- 25 Minuten staubsaugen
- 45 Minuten Haare föhnen
- 7 Stunden fernsehen
- das Brennenlassen einer 40-Watt-Lampe über 25 Stunden
- das Kochen von 240 Frühstückseiern
- das Aufwärmen von 30 L Wasser auf 37°C mittels Elektroboiler (variiert je nach Leistung der verwendeten Geräte)

Eine vierköpfige Familie in Deutschland verbraucht pro Jahr durchschnittlich ca. 4 250 kWh Strom.

B5 *Einheiten und Verbrauch von Strom.*

A: *Recherchiere den Stromverbrauch von weiteren Haushaltsgeräten. A: Konventioneller Strom kostet durchschnittlich 15 Cent pro kWh. Erläutere, warum Ökostrom in der Regel teurer ist.*

Fachbegriffe

Photovoltaizelle, Halbleiter, Silicium, Dotierung, n-dotiert, p-dotiert, Titandioxid, Ökostrom