

I.D.47

Elektrizitätslehre und Magnetismus

Fotovoltaik und Solarthermie – Wege aus der Energiekrise?

Doris Walkowiak



Foto: Doris Walkowiak

Der Begriff „Energiewende“ ist zurzeit all über Munde. Dabei geht es nicht nur darum, einer drohenden Energiekrise entgegenzuwirken, sondern auch die Schülerinnen und Schüler für eine kritische Auseinandersetzung mit der Energiegewinnung aus konventionellen und regenerativen Energiequellen zu sensibilisieren. Nur exaktes Wissen über Fakten und Zusammenhänge kann es den Jugendlichen ermöglichen, kompetent zu argumentieren und sich entsprechend bei eigenen zukünftigen Entscheidungen zu orientieren.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe: 9/10

Dauer: 10 Unterrichtsstunden

Kompetenzen: Die Schülerinnen und Schüler entwickeln ihre Fähigkeit, physikalische Inhalte kompetent zu kommunizieren, sie können Sachverhalte kriteriengeleitet beurteilen sowie Entscheidungen und deren Folgen bewerten.

Thematische Bereiche: Wege aus der Energiekrise, Aufbau und Funktionsweise von Solaranlagen, Kosten-Nutzen-Analyse

Medienkompetenzen: Informieren und Recherchieren; Bedienen und Anwenden; Kommunizieren und Kooperieren; Produzieren und Präsentieren; Problemlösen und Modellieren; Analysieren und Reflektieren

Medien: Interaktive PowerPoint-Präsentation, Learning Apps, Exceltabelle

Wege aus der Energiekrise

M1

„Energiewende, Energiekrise, Gaskrise, Ausstieg aus der Atomenergie, Schließung von Kohlekraftwerken, Protest gegen Windkraftanlagen, ... Ich kann das alles langsam nicht mehr hören“, stöhnt Lisa, während sie zusammen mit ihrem Bruder Paul die Nachrichten schaut.

Paul schaut sie erstaunt an. „Dafür solltest du dich aber schon interessieren. Schließlich ist es unsere Zukunft, um die es hier geht. Oder möchtest du etwa im Atommüll ersticken bzw. im Winter ohne Strom und Heizung dastehen?“ – „Aber wieso sprechen wir denn überhaupt von einer Energiekrise und warum ist es so wichtig, wie unser Strom produziert wird? Und was kann ich denn daran ändern?“



© Olga Rolent / Moment

Aufgabe

Erarbeite zum Thema Energiekrise einen Vortrag und **gehe** dabei auf folgende **Schwerpunkte ein**:

- Begriff Energiekrise
- Vergleich der „Ölpreiskrise“ mit der aktuellen Situation – LearningApp:

<https://learningapps.org/watch?v=pccuuck7t22>

	Ölpreiskrise	aktuelle Energiekrise
		
Jahre		
Ursachen	1. Ölpreiskrise: 2. Ölpreiskrise	
Folgen		
Wege aus der Krise (in Deutschland)		

Welche Rolle kann deiner Meinung nach speziell die Solarenergie bei der Bewältigung der Energiekrise spielen?

- Welchen persönlichen Beitrag kannst du leisten?

Tipp: Du brauchst Hilfe für die Gestaltung von Präsentationen? Dann rufe den QR-Code auf oder klicke den folgenden Link an: <https://raabe.click/physik-solarenergie>



M 2



Solarthermie oder Fotovoltaik – Kennst du den Unterschied?

Paul sitzt gerade über einer Hausaufgabe: „Solarthermie oder Fotovoltaik – ist das nicht dasselbe? Wenn nicht, worin genau besteht der Unterschied?“ Dabei kann Lisa ihm helfen. Die Eltern ihrer Freundin haben sich erst vor Kurzem eine Kombination aus beidem aufs Dach bauen lassen.



© Mark Osborne/iStock/Getty Images Plus

Aufgaben

1. Ordne die Bilder und Begriffe richtig zu!



solarthermische Anlage

- Nutzung für Warmwasser
- Nutzung für Stromerzeugung
- Sonnenkollektor
- Solarzellen
- Etherm (Sonne) -> Etherm (Wasser)
- ELicht (Solar) -> Elek (Solar)
- Wirkungsgrad: ca. 50%
- Wirkungsgrad: ca. 20%
- Nutzung nur für Eigenbedarf

Fotovoltaikanlage

- nicht so großer Platzbedarf
- relativ großer Platzbedarf
- Wärmwasserspeicher
- Energiespeicher: Akkumulator
- Ersparnis von Kosten für Warmwasser
- Ersparnis von Stromkosten
- Kosten der Anlage: nicht so hoch
- Kosten der Anlage: hoch
- überschüssige Energie kann eingespeist werden

© RAABE 2023



Wichtiges Material:

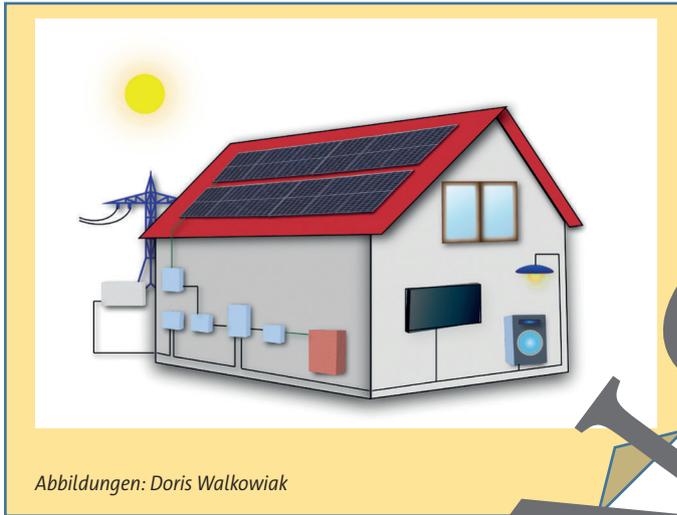
- Benutze die LearningApp: <https://learningapps.org/watch?v=pt2qkfqh222> und übertrage die Zuordnungen anschließend als Tabelle in deinen Hefter.
 - Schneide die Zettel des Zusatzmaterials auseinander und klebe sie in der richtigen Ordnung auf dein Blatt.
2. Vergleiche eine solarthermische Anlage und eine Fotovoltaikanlage hinsichtlich ihrer wesentlichen Vor- und Nachteile. Stelle diese übersichtlich in einer Tabelle dar.

Solarthermie und Fotovoltaik im Überblick

Aufgabe

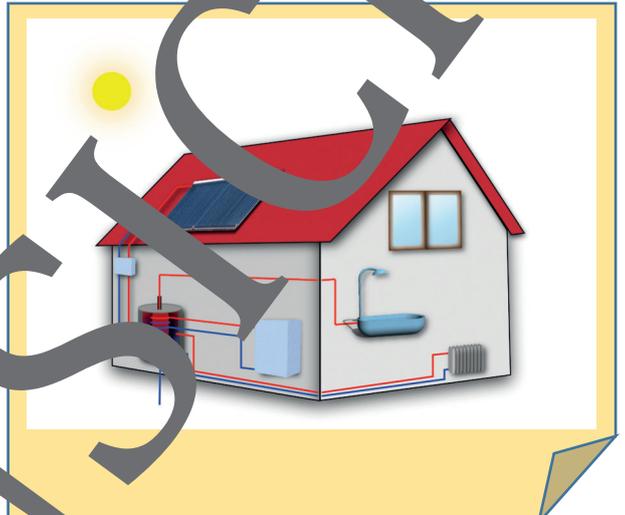
Schneide die Notizzettel aus und klebe sie richtig eingeordnet in dein Heft.

Fotovoltaikanlage



Abbildungen: Doris Walkowiak

solarthermische Anlage



Wirkungsgrad: bis zu 50 %

Wirkungsgrad: ca. 20 %

E_{therm} (Sonne) \rightarrow E_{therm} (Wasser)

E_{Licht} (Sonne) \rightarrow E_{el} (Solarzelle)

Energiespeicher: Akkumulator

Energiespeicher:
Warmwasserspeicher

Zur Heizung geeignet

relativ großer Platzbedarf

nicht so großer Platzbedarf

Kosten der Anlage: nicht so hoch

Kosten der Anlage: hoch

Ersparnis von Stromkosten

Ersparnis von Kosten für
Warmwasser

nur indirekt für Heizung geeignet,
z. B. bei Strom für Wärmepumpe

M 3

Solarthermie erforschen

Habt ihr im Sommer schon einmal Wasser aus einem Gartenschlauch entnommen, welcher paar Stunden in der Sonne gelegen hat? – Ganz schön heiß, oder?
Aber woran liegt das eigentlich und spielt die Beschaffenheit des Schlauchs dabei eine Rolle?



Schülerversuch – Hausexperiment

Vorbereitung: 30 min, Durchführung: 10 min

Geräte	Hilfsmittel
<input type="checkbox"/> 1,5-l-PET-Flasche	<input type="checkbox"/> Schere
<input type="checkbox"/> Alu-Teelichthalterung	<input type="checkbox"/> scharfes Messer (Cutter)
<input type="checkbox"/> Korken	<input type="checkbox"/> 1 Blatt weißes und 1 Blatt schwarzes Papier A
<input type="checkbox"/> 5 Stecknadeln	<input type="checkbox"/> Sonne, Sonne, Sonne ☀️ (oder eine Infrarotlampe)



Vorbereitung

- Schneide** mit dem Messer etwa einen Zentimeter über dem Boden einen ca. 5 cm langen Querschlitz aus. **Sei bitte vorsichtig dabei und lass dir evtl. helfen!**
- Anschließend schneidest du eine etwa 5 mm dicke Scheibe von dem Korken ab.
- In den seitlichen Rand dieser Korkenscheibe steckst du in gleichmäßigem Abstand 4 Stecknadeln hinein. Die fünfte Nadel wird bis zum Stecknadelkopf in die Mitte der Scheibe gesteckt, sodass die Spitze der Nadel genau senkrecht zur Scheibe steht.
- Danach schneidest du den Rand der Flasche gleichmäßig ab. Die entstandene Öffnung sollte so groß sein, dass um die aufgelegte Korkenscheibe herum gerade etwa 2 mm Luft nach oben strömen kann (ca. 2 mm breiter Spalt).
- Schneide** jetzt das weiße und das schwarze Papier so zu, dass es zusammengerollt in die Flasche gesteckt werden kann. Der Querschlitz im Flaschenboden soll dabei nicht verdeckt werden.
- Fertige** aus der Alu-Teelichthalterung ein Flügelrad. Dazu schneidest du den Rand achtmal ein und drehst die so entstehenden Segmente, dass ein Propeller entsteht. In die Mitte der Halterung drückst du eine kleine Delle gedrückt (z. B. mit einem Kugelschreiber), wo das Flügelrad später auf die Stecknadelspitze gelegt wird.



Versuchsdurchführung

- Die Flasche zunächst ohne das schwarze Papier in die pralle Sonne und **beobachte** sie eine bestimmte vorgegebene Zeit (z. B. 2 min).
- Wiederhole** den Versuch mit dem eingeschobenen weißen und dann mit dem schwarzen Papier.



Fotos: Doris Walkowiak

Auswertung

Vergleiche und erkläre die Versuchsergebnisse.

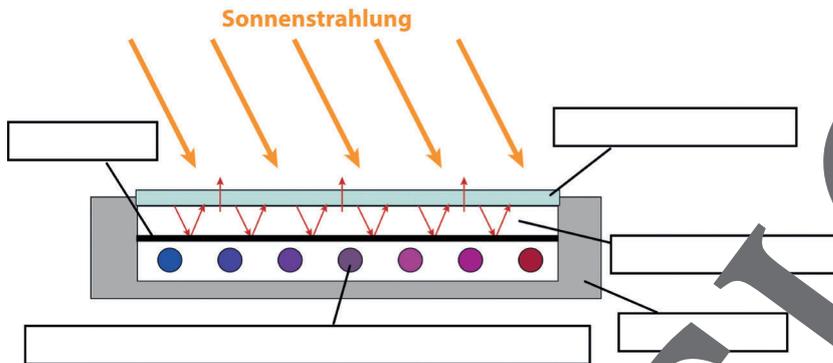
Wärme aus der Sonne – Solarthermie

M 4

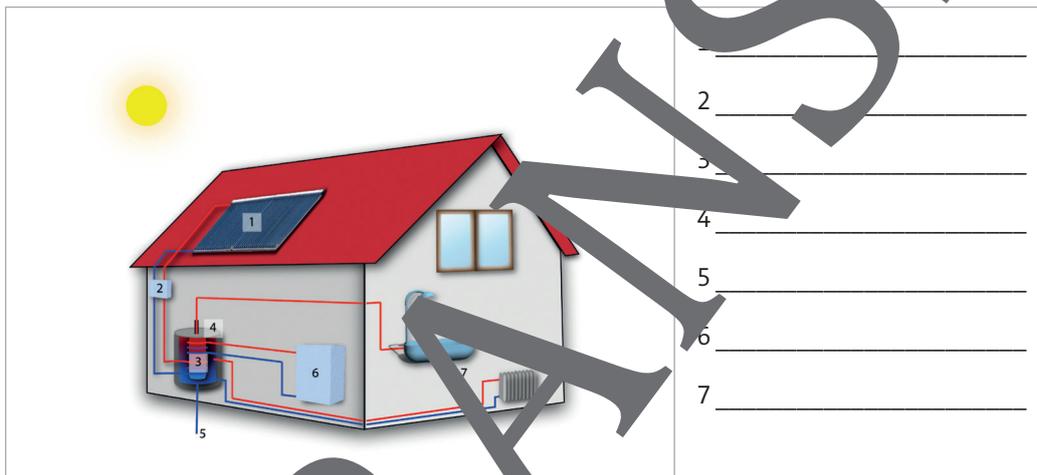
Aber wie funktioniert denn nun eine solche solarthermische Anlage genau?

Aufgaben

1. Vervollständige die Beschriftung und fülle den Lückentext aus. Nutze dazu die LearningApps: <https://learningapps.org/watch?v=pdv086xxj23> und recherchiere im Internet.



Abbildungen: Doris Walkowiak



Funktionsweise:

- Auf dem Hausdach befinden sich die _____.
- Die thermische Energie der Sonnenstrahlung wird an eine _____ übertragen.
- Die erwärmte Flüssigkeit gelangt zum _____ und erhitzt das _____ für Dusche, Waschmaschine, Geschirrspüler, (und Heizung).
- Der _____ sorgt für Nachschub des verbrauchten Wassers. Die abgekühlte Solarflüssigkeit fließt dann wieder zurück zu den _____, um erneut erwärmt zu werden.

2. Wie kann die überschüssige Energie sinnvoll genutzt werden?
Wie kann die Warmwasserproduktion bei bewölktem Himmel garantiert werden?
4. Beschreibe den Aufbau und die Funktionsweise von Vakuumröhrenkollektoren. **Nenne** deren Vor- und Nachteile gegenüber Flachkollektoren.



Und wo kommt der Strom her?

M 6

„Hat dir deine Freundin eigentlich auch mal erzählt, woraus so ein Solarpanel besteht?“, will Paul wissen. Lisa zuckt mit den Schultern: „So ganz genau weiß ich das auch nicht. Aber es hat auf jeden Fall etwas mit Solarzellen zu tun.“

Aufgaben

1. **Zeichne** das Schaltzeichen einer Solarzelle.
2. **Beschreibe** den Aufbau und die Funktionsweise einer Solarzelle: LearningApp: <https://learningapps.org/watch?v=pj12yhfon23>

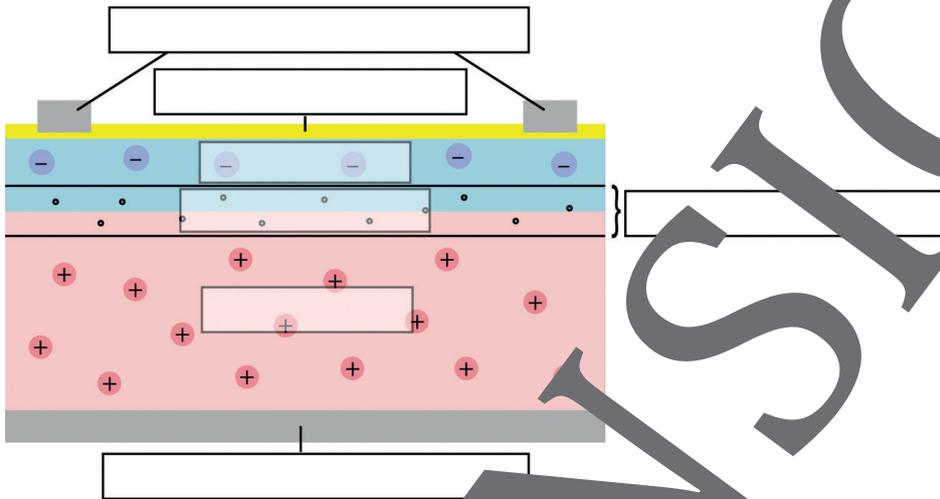


Abbildung: Doris Walkowiak

3. **Fülle** folgenden Lückentext aus.

- Solarzellen bestehen aus verschiedenen Schichten von Halbleitern, einer _____ Schicht und einer sehr dünnen _____ Schicht.
- Bringt man die n- und p-Schicht zusammen, so entsteht ein _____ Übergang.
- Hier wandern freie _____ der n-Schicht in die Löcher der p-Schicht. Dies nennt man _____.
- Es entsteht eine Ladungsträgerverteilung (Raumladungszone).
- Durch die Bewegung der Elektronen wird die Ladung in den beiden Schichten verschoben. So entstehen ein _____ und ein _____ pol.
- Trifft _____ auf die Grenzschicht, so werden dort _____ herausgelöst und wandern zum _____. Die dabei entstehenden Löcher wandern zum _____.
- Wenn zwischen den Halbleiterschichten ein Stromkreis geschlossen wird, kann _____ fließen.
- Somit wird in der Solarzelle _____ energie in _____ Energie umgewandelt.

M 7

Strom aus der Sonne – Fotovoltaik

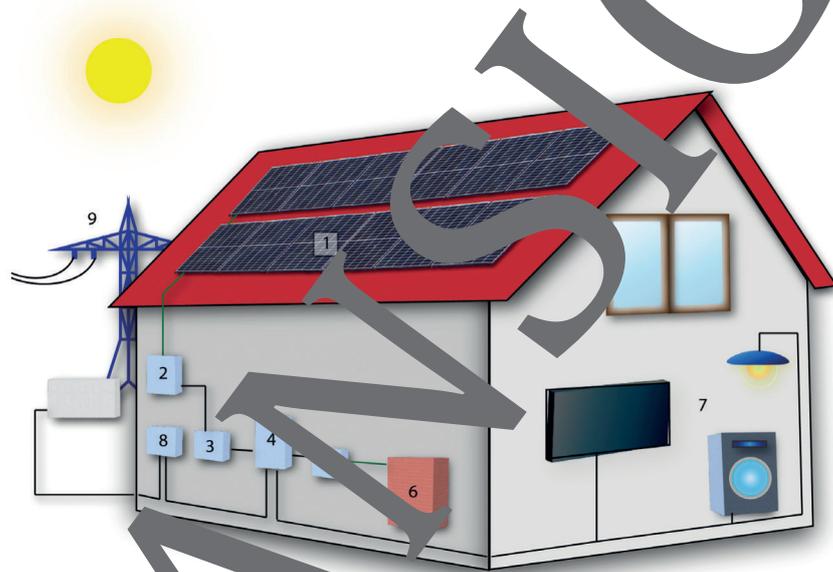
„Ist der Aufbau einer Fotovoltaikanlage nicht viel zu kompliziert?“, Paul hebt fragend den Kopf. „hat man doch bestimmt über Wochen die Handwerker im Haus.“

Lisa schüttelt den Kopf. „Eigentlich ging das bei meiner Freundin ganz schnell. Selbst das Anbringen der Solarpanels auf dem Dach ging relativ schnell und ohne allzu großen Aufwand.“



Aufgaben

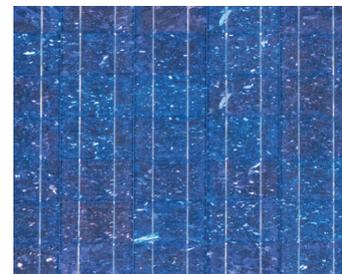
1. **Beschreibe** den Aufbau und die Funktionsweise einer Solaranlage. **Gene** das auf die einzelnen Bestandteile **ein**. **Nutze** dazu die LearningApp: <https://learningapps.org/watch?v=ptbkvt8qa23> und **recherchiere** im Internet.



Abbildungen: Doris Walkowiak

2. Wie kann die überschüssige Energie sinnvoll genutzt werden?

Zusatzfrage:
Erläutere den Unterschied zwischen einem mono- und einem polycrystallinen Solarpanel. **Nenne** Vor- und Nachteile.



Fotovoltaik-Anlage – und was bringt's finanziell?

M 8

„Ich glaube, so eine Fotovoltaik-Anlage bringt gar nicht so viel“, zweifelt Paul. „Der Aufbau ist so kompliziert und teuer, das rechnet sich doch wahrscheinlich kaum. Lisa weiß es besser: „Die Eltern meiner Freundin haben das vorher genau durchgerechnet. Sie sagen, dass sie ihr Geld schon nach 10 Jahren wieder herein haben. Und so eine Anlage hält schließlich etwa 30 Jahre.“

„Und wie ist das bei Solarthermie?“

Aufgabe 1

Auf das Dach eines Einfamilienhauses soll eine solarthermische Anlage gebaut werden. Diese hat eine Fläche vom 6 m^2 und die Installationskosten betragen 5.000 € . Mit dieser Anlage können etwa 60% des Warmwasserbedarfs abgedeckt werden (Jahresmittel).

Vor der Installation der Sonnenkollektoren wurde die Wärme (Heizung und Warmwasser) von einer Ölheizung erzeugt. Zehn Prozent der damit erzeugten Energie wurden für Warmwasser genutzt. Der jährliche Verbrauch an Heizöl betrug 3.500 l . Der Ölpreis im Januar 2022 betrug $0,90 \text{ € pro Liter}$.

- Berechne die jährliche Energieeinsparung für die Warmwasserbereitung?
- Nach wie viel Jahren hat sich die Anlage amortisiert?
- Infolge der Energiekrise hat sich der Ölpreis im Schnitt auf $1,60 \text{ €}$ erhöht. Nach wie viel Jahren hat sich die Anlage jetzt amortisiert?



Foto: Doris W. Nowiak

Aufgabe 2

Auf dem Dach eines Einfamilienhauses soll eine PV-Anlage für 15.000 € (inkl. Materialkosten) installiert werden. Damit können pro Jahr durchschnittlich 7.000 kWh erzeugt werden, wovon etwa 30% selbst verbraucht werden. Der Rest wird zu einem Preis von 10 ct/kWh ins öffentliche Stromnetz eingespeist. Der Stromverbrauch für die 4-köpfige Familie beträgt zu dem etwa 4.000 kWh pro Jahr, wobei ein Strompreis von 34 ct/kWh zugrunde gelegt wird. Der Grundpreis beträgt 104 € .

- Berechne die jährlichen Stromkosten.
- Wie viel Euro können durch die Solaranlage pro Jahr gespart werden?
- Nach wie vielen Jahren hat sich die Anlage amortisiert?

Gleichzeitig wurde die Heizung durch eine effiziente Wärmepumpe ersetzt, welche im Durchschnitt 5.000 kWh pro Jahr verbraucht. Die Kosten für die Wärmepumpe inkl. Installation betragen 20.000 € . Durch den Stromverbrauch der Wärmepumpe und das regelmäßige Laden eines E-Autos (1.500 kWh pro Jahr) hat sich der Eigenverbrauch auf 60% erhöht.

- Wie hoch sind jetzt die jährlichen Stromkosten?
- Wie viele Euro können nun durch die Solaranlage pro Jahr gespart werden?
- Berechne, nach wie vielen Jahren sich die Investition für die gesamte Anlage (PV + Wärmepumpe) amortisiert.

Aufgabe 3

Lohnen Sie sich darüber hinaus noch einen Stromspeicher anzuschaffen (Kosten ca. 10.000 €), der die Eigenversorgung auf 85% erhöht? Welche weiteren Faktoren müssen beachtet werden?



Learning Apps:
<https://learningapps.org/watch?v=psbwujfk22>



M 9

Teste dein Wissen!

„So ein Ärger“, brummt der Vater von Paul und Lisa. „Unsere alte Ölheizung geht langsam kaputt. Und das Öl wird auch immer teurer.“

„Wie wäre es denn, wenn wir uns stattdessen eine moderne Wärmepumpe anschaffen? Und diese kombinieren wir mit einer Fotovoltaikanlage auf dem Dach. So erzeugen wir unseren eigenen Strom. Und Mutti kann gleich noch ihr Auto aufladen“, ist Lisa begeistert.

„Aber lohnt sich das denn überhaupt?“, fragt der immer noch skeptische Papa. „Schließlich müsst ihr da erst einmal ganz schön viel Geld reinstecken. Und ist das wirklich so umweltschonend, wie immer gesagt wird?“

Wie würdest du dich entscheiden?

Aufgaben

1. Teste dein Wissen über Solaranlagen, indem du folgende Fragen beantwortest:

LearningApp: <https://learningapps.org/watch?v=prmo9rt23>



Foto links: stevecoleimages/E+, Foto rechts: Westlight61/Getty Images

2. Wende dein Wissen über Solaranlagen an und halte ein Kurzreferat (max. 10 min) über die Vor- und Nachteile von Solaranlagen. Dabei nimmst du sowohl Solarthermie als auch Photovoltaik in Betracht und gehe auch auf den ökologischen Fußabdruck (CO₂-Bilanz) mit ein. Argumentiere, ob Solaranlagen geeignet sind, um konventionelle Energieträger (Gas, Öl, Kohle, Atomkraft) abzulösen. Wie stellst du dir die Energieversorgung der Zukunft vor?



Abbildung links: gobyg/DigitalVision Vectors, rechts: lvcandy/DigitalVision Vectors

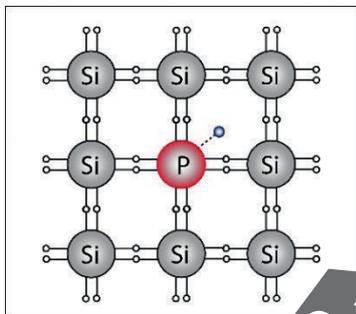
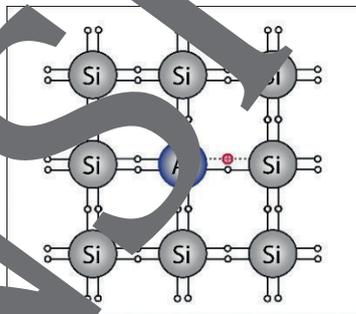
Hinweise und Lösungen

Grundlagen zum Thema „Fotovoltaik und Solarthermie“

Energie: Energie ist die Fähigkeit, mechanische Arbeit zu verrichten oder Licht auszustrahlen oder Wärme abzugeben.

Energieerhaltungssatz: Energie kann nicht neu entstehen oder verschwinden. Sie kann nur von einer Energieform in eine andere umgewandelt oder von einem Körper auf einen anderen übertragen werden.

n- und p-leitende Halbleiter:

n-leitend	p-leitend
	
<p>Das Silizium wird mit einem 5-wertigen Stoff dotiert, z. B. Phosphor. Dadurch steht ein zusätzliches Außenelektron als negativer Ladungsträger zur Verfügung. Beim Anlegen einer Spannung bewegen sich diese freibeweglichen Elektronen gerichtet zum Pluspol.</p>	<p>Das Silizium wird mit einem 3-wertigen Stoff dotiert, z. B. Aluminium. Dadurch fehlt ein Außenelektron und es entsteht ein zusätzlicher positiver Ladungsträger (Loch). Beim Anlegen einer Spannung werden diese Löcher von Elektronen besetzt und es kommt zu einer gerichteten Bewegung der Löcher zum Minuspol.</p>

Abbildungen: Doris Walkowiak

© RAABE 2023

Solarthermie und Photovoltaik – kurz und knapp

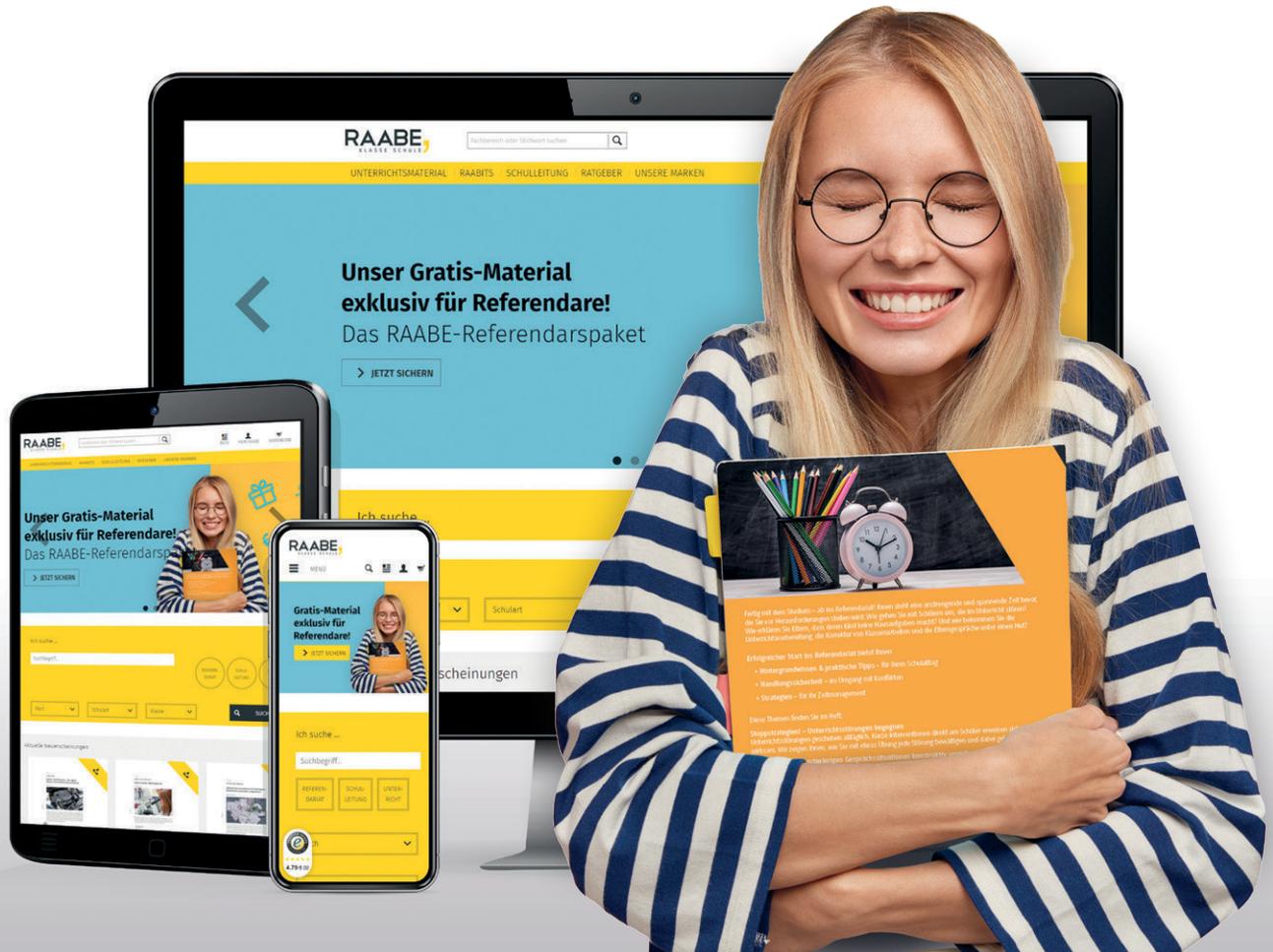
Bei einer **solarthermischen Anlage** wird in den Solarkollektoren die thermische Energie der Sonnenstrahlung auf die Wärmeträgerflüssigkeit übertragen. Im Wärmetauscher wird diese an den Brauchwasserspeicher übertragen und kann dann für die Warmwasserversorgung genutzt werden.

Bei einer **Photovoltaikanlage** wird in der Solarzelle die Lichtenergie der Sonne in elektrische Energie umgewandelt. Die dabei entstehende Gleichspannung wird im Wechselrichter in Wechselspannung umgewandelt und dann zur Deckung des Eigenbedarfs genutzt oder sie wird ins öffentliche Stromnetz eingespeist oder sie wird in Akkumulatoren gespeichert.

Beide Anlagen nutzen die Sonne als **regenerative Energiequelle**, welche unerschöpflich ist. Dies macht ihren wichtigsten Vorteil aus. Wesentlicher Nachteil ist, dass die Sonnenstrahlung nicht immer in ausreichendem Maße zur Verfügung steht und somit Solaranlagen nicht oder nur eingeschränkt zur kontinuierlichen Energieerzeugung geeignet sind.

Sie wollen mehr für Ihr Fach?

Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



Über 5.000 Unterrichtseinheiten
sofort zum Download verfügbar



Webinare und Videos
für Ihre fachliche und
persönliche Weiterbildung



Attraktive Vergünstigungen
für Referendar:innen
mit bis zu 15% Rabatt



Käuferschutz
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:
www.raabe.de