

Solarsupport Unterrichtskonzepte

„Wie funktioniert denn eigentlich eine
Solaranlage?“



56.327 kWh
35 kWp

Aufbau der Unterrichtseinheit

0 Vorbereitung: Grundlagen wiederholen

15 Minuten, vorrangig für Grundschulen

1 Wozu brauche ich elektrische Energie?

20 Minuten, Planungsphase

2 Wie kann man Licht nutzen, um elektrische Energie zu erzeugen?

30 Minuten, spielerische Wissensvermittlung

3 Wie kommt die Energie ins Gerät?

25 Minuten, experimentelle Wissensvermittlung



56.327 kWh
35 kWp

Lernziele und Logik

Lernziele:

- Die Sonne liefert uns tagtäglich Energie, die wir mit Solarzellen in **elektrische Energie** umwandeln können. Diese kann dazu genutzt werden, um elektrische Geräte zu betreiben.
- Die elektrische Energie wird in Wattsekunden oder Kilowattstunden (Ws, kWh) gemessen - sie ist das **Produkt aus Spannung (U), Stromstärke (I) und Zeit (t)**.
- Die elektrische Leistung wird in Watt (W) gemessen - sie ist das **Produkt aus Spannung (U) und Strom (I)**.
- Elektrische Geräte besitzen definierte Anforderungen an die Spannung und die Stromstärke der bereitgestellten Elektrizität (u.a. geringe Schwankungsbreiten)
- Die Nutzer der elektrischen Geräte erwarten eine ständige Verfügbarkeit der elektrischen Energie (Tag/Nacht, große Mengen/ kleine Mengen)
- Damit die durch die Solaranlagen gewonnene elektrische Energie den Erwartungen der Nutzer entspricht, müssen die Solarmodule richtig dimensioniert und verschaltet werden. Für die Einspeisung der elektrischen Energie in das Stromnetz muss die Gleichspannung in eine Wechselspannung überführt werden (Wechselrichter)

Logik:

Anwendungsbezogene statt theoriebasierte Herangehensweise: **Herleitung des Aufbaus einer Solaranlage** - was muss man alles beachten, wenn man Sonnenenergie in elektrische Energie umwandeln möchte?



56.327 kWh
35 kWp

„Wie funktioniert denn eigentlich eine Solaranlage?“

Vorbereitung und Wiederholung Ziele und Inhalte

In Vorbereitung zur Unterrichtseinheit „Solarenergie“ sollten insbesondere in der Grundschule, bei Bedarf auch in der SEK 1 die wichtigsten Begriffe wiederholt und gefestigt werden:

Elektrische Energie (auch Elektrizität genannt, in Wattsekunden gemessen)

Die elektrische Energie ist das Produkt aus Spannung, Stromstärke und Zeit.

Elektrische Leistung (in Watt gemessen)

Die elektrische Leistung ist das Produkt aus Spannung und Strom.

Stromstärke (I, in Ampère gemessen)

gibt an, wie viele Elektronen in einer bestimmten Zeit transportiert werden (Vergleich zum Wasserhahn: wie viel Wasser in einer bestimmten Zeit fließt)

Spannung (U, in Volt gemessen)

schubst die Elektronen an, dass sie sich in eine Richtung bewegen (Vergleich zum Wasserhahn: Mit welchem Druck das Wasser fließt)

Wechsel-/Gleichstrom (AC/DC)

bei Wechselstrom ändern die Elektronen ständig ihre Richtung, bei Gleichstrom fließen sie immer in dieselbe Richtung

Reihen- und Parallelschaltung

Die Art der Verschaltung mehrerer Strom-/Spannungsquellen bestimmt, ob die Spannung oder Stromstärke vergrößert wird. Eine Reihenschaltung führt bei gleicher Stromstärke zu einer höheren Spannung, die Parallelschaltung bei gleicher Spannung zu einer höheren Stromstärke.



56.327 kWh
35 kWp

**Vorbereitung und
Wiederholung**

„Wie funktioniert denn eigentlich eine Solaranlage?“

Experimente/ Beobachtungen zu Spannung und Stromstärke

Versuche mit Wasser - Wasserhahn unterschiedlich stark aufdrehen und Wasser in einem Behälter auffangen. Bei geringerem Druck (Spannung) verringert sich die Fließgeschwindigkeit (Strom) - um die gleiche Wassermenge (Energie) zu erhalten, muss länger (Zeit) gezapft werden.

Aufgabe zu Reihen- und Parallelschaltung

Schaltbilder oder *Beispiele aus dem Alltag* den Begriffen zuordnen (Glühlampen in der Wohnung = Parallelschaltung, Sicherungskasten = Reihenschaltung). Was würde passieren, wenn sie anders geschaltet wären?



56.327 kWh
35 kWp

Wozu brauche ich die elektrische Energie? Ziele und Inhalte

In diesem Abschnitt wird der Fokus der Schüler/-innen zunächst auf den **Endabnehmer** gelenkt, da die solare Energie nicht zum Selbstzweck in elektrische Energie umgewandelt wird. Die **Anforderungen**, die das elektrische Gerät an die Qualität der elektrischen Energie stellt, bestimmen die Auslegung der Komponenten einer Solaranlage.

Die Schüler/-innen erarbeiten Antworten zu folgenden Fragen:

- In welchen Größenordnungen liegen die Leistungsanforderungen typischer Geräte? - Hier soll ein Verständnis über die Einsatzgebiete von Geräten im mW, W, kW und evtl. MW-Bereich aufgebaut werden
- Welche Anforderungen an die el. Energie stellen Alltagsgeräte? – Hier soll ein Katalog von Anforderungen der ausgewählten elektrischen Geräte (MP3-Player, Toaster, ...) erstellt werden.



56.327 kWh
35 kWp

Wozu brauche ich die elektrische Energie?

„Wie funktioniert denn eigentlich eine Solaranlage?“

Wozu brauche ich die elektrische Energie? Leistungsbereiche typischer Verbraucher

Leistungsbereich	Typische Verbraucher	Beispiele
μW	Elektronische Geräte mit kleinster Leistung	Rechner, Speicher, Uhren
mW	Geräte mit sehr geringem Eigenverbrauch	LCD-Anzeigen, Kleinsender und -empfänger
	Geräte aus dem Watt-Bereich, die selten eingeschaltet werden	Alarmanrichtungen, Spielzeuge, tragbare Radios...
Watt	Geräte mit mittlerem Eigenverbrauch	Lampen, Haushaltsgeräte, Fernseher, Ventilatoren, Mikrowellenherde, Wasserpumpen, ...
kW	Größere Energieverbraucher, Inselnetze	Haushaltsgeräte, Wärmepumpen, Dorfnetze, Wasserpumpenanlagen

56.327 kWh
35 kWp

Wozu brauche ich die elektrische Energie?

„Wie funktioniert denn eigentlich eine Solaranlage?“

Wozu brauche ich die elektrische Energie? Aufgaben- und Methodenvorschläge I/II

In welchen Größenordnungen liegen die Leistungsanforderungen **typischer Geräte**? Ziel dieser Einführung ist es, den Schüler/-innen ein Gefühl für die Größenordnungen von Stromabnehmern zu vermitteln, um sie in einem zweiten Schritt mit den Leistungsmöglichkeiten von Solarzellen bzw. -anlagen zu vergleichen.

Bildcollage „Verbraucher“

Bilder von elektrischen Verbrauchern aus Zeitschriften o.ä. ausschneiden und der Größe (Leistung) nach sortieren. Dabei notieren, welche Spannung und Stromstärke die Geräte benötigen. Manche Geräte haben gleiche Leistungsanforderungen, aber unterschiedliche Anforderungen an die Stromstärke/Spannung. Woran liegt das?

Gruppenarbeit „Verbraucher“

Brainstorming von elektrischen Verbrauchern in vier Leistungsbereichen (μW , W, kW und MW), jede Gruppe sucht Verbraucher in einem der Leistungsbereiche. Ziel: Wer findet am meisten?



56.327 kWh
35 kWp

Wozu brauche ich die elektrische Energie?

„Wie funktioniert denn eigentlich eine Solaranlage?“

Wozu brauche ich die elektrische Energie? Aufgaben- und Methodenvorschläge II/II

Definition des solaren Outputs: Die Schüler/-innen wählen ein Gerät, das sie (theoretisch oder praktisch) mit solaren Strom betreiben wollen (z.B. MP3-Player, Toaster, Schulklingel)*. Das Ziel dieser Aufgabe ist es, für den Betrieb eines el. Gerätes mit einer Solaranlage die Anforderungen der ausgangsseitigen el. Größen (Strom, Spannung) kennenzulernen.

Dazu müssen sie in jedem Fall mindestens die folgenden Fragen beantworten:

- Wie viel elektrische Energie brauche ich (Spannung, Stromstärke, Zeit)?
- Brauche ich Wechsel- oder Gleichstrom?
- Wann brauche ich die elektrische Energie?
- Wie empfindlich reagiert mein Gerät auf Schwankungen?
- Was passiert bei Schwankungen in der Spannung oder Stromstärke mit dem Gerät?

Methoden: Recherche oder Gebrauchsanweisung der Geräte lesen, Brainstorming in Gruppen mit ähnlichen Geräten

*Alternativ kann für die SEK 1 das Thema Netzeinspeisung durchdacht werden.



56.327 kWh
35 kWp

Wozu brauche ich die elektrische Energie?

„Wie funktioniert denn eigentlich eine Solaranlage?“

Wie kann man Licht nutzen, um Strom zu erzeugen?

Ziele und Inhalte

Dieser Abschnitt führt in die **Grundprinzipien der photovoltaischen Stromerzeugung** ein. Da die Unterrichtseinheiten insgesamt eher praxisorientiert aufgebaut sind, ist das Ziel dieser theoretischen Abhandlung, die Funktion einer Solarzelle zu verstehen*.

Folgende Themen werden in diesem Abschnitt behandelt:

- Was ist Materie?
- Was ist Licht?
- Was ist elektrische Energie?

*Tiefergehende Informationen können gerade in der SEK 1 natürlich eingebaut werden.



56.327 kWh
35 kWp

Wie kann man Licht nutzen,
um Strom zu erzeugen?

„Wie funktioniert denn eigentlich eine Solaranlage?“

Was ist Materie? - SEK1

Ziele und Inhalte

Sekundarstufe 1:

Das Atommodell erklären mit Schwerpunkt auf unterschiedlich starker Bindungskraft zwischen Atomkern und Elektronen. **Hinweis, das sich bewegende Elektronen als elektrischer Strom verstanden werden.**

- **Elektrisches Feld:** Eine richtungsweisende Kraft wird auf die Ladung ausgeübt (jedes freie Elektron wandert in die bestimmte Richtung, dadurch entsteht ein Stromfluss).
Analogie: Zug, der die freien Elektronen abtransportiert.
- **Vergleich von Leitern, Halbleitern und Nichtleitern:** Elektronen sind unterschiedlich fest an die Atome gebunden. In Leitern existieren freie Elektronen, die im elektrischen Feld leicht abtransportiert werden können. Bei Halbleitern wird eine zusätzliche Kraft/Energie benötigt, um die äußeren Elektronen von den Atomen zu lösen. Bei Nichtleitern können die äußeren Elektronen nicht von den Atomen gelöst werden. Dadurch findet kein Stromfluss statt.
- **Analogie: Gänseblümchen, bei dem die Blütenblätter gerupft werden. Erst danach sind sie frei und können abtransportiert werden.**



56.327 kWh
35 kWp

Wie kann man Licht nutzen,
um Strom zu erzeugen?

„Wie funktioniert denn eigentlich eine Solaranlage?“

Grundschule

Ein Atom ist der Baustein, aus dem die Welt besteht. Zum Vergleich kann man die Größenordnungen der Durchmesser unterschiedlicher Dinge betrachten:

- Sonne: 1,4 Millionen Kilometer
- Erde: 12.756 km
- Mond: 3.477 km
- Fußball Gr. 5: 22 cm
- Tischtennisball: 4 cm
- Murmel: 1,5 cm
- Erbse: 5 mm
- Sandkorn: 0,1 mm
- Staubkorn: 0,01mm
- Atom: 0,000000001 m (für einen Meter man muss 10 Milliarden Atome nebeneinander legen)

Und dieses winzige Atom besteht aus einem Kern und einer Hülle. Die Hülle besteht aus so genannten Elektronen, die um den Kern herum kreisen. Lösen sich die Elektronen vom Atom und wandern herum, dann spricht man von einem elektrischen Strom. Dazu ist in der Regel eine Kraft notwendig.



56.327 kWh
35 kWp

Wie kann man Licht nutzen,
um Strom zu erzeugen?

„Wie funktioniert denn eigentlich eine Solaranlage?“

Methodenvorschläge

Atommodell und elektrische Leitung spielerisch erklären

Ein Kind ist der Atomkern, mehrere weitere Kinder sind die Elektronen, die sich am Atomkern mal mit einer Hand und mal mit beiden Händen festhalten.

- **Leiter:** Manche Elektronen sind frei und springen zwischen den Atomen herum (gehören zu allen und keinem/ leitende Materialien).
- **Halbleiter:** Wenn sich diese Elektronen vom Atomkern lösen, dann geschieht das nur durch eine Kraft. Ein Kind kann hier exemplarisch mal an den Elektronen ziehen und versuchen, sie zu lösen. Elektronen können z.B. von Photonen/Sonnenstrahlen herauskatapultiert werden (sie bekommen einen Schubs - Visualisierung auch durch ein Murmespiel möglich: wegschnipsen von Murmeln)
- **Nichtleiter:** Die Atome halten ihre Elektronen zu fest, als dass diese sich lösen können.
- **Elektrisches Feld:** Ein Kind läuft an den Atomen vorbei und sammelt alle freien Elektronen ein (Zug). Sich bewegende Elektronen nennt man Strom!



56.327 kWh
35 kWp

Wie kann man Licht nutzen,
um Strom zu erzeugen?

„Wie funktioniert denn eigentlich eine Solaranlage?“

Ziele und Inhalte

Ziele: Verständnis, dass Licht = Energie ist. Diese Energie ist in der Lage, Elektronen zu bewegen oder zu lösen (=Strom) oder die Atomverbindungen in Schwingungen zu versetzen (=Wärme)

Inhalt: Licht kann man sich als kleine **Energiepakete vorstellen, die Photonen** heißen und beim Auftreffen auf eine Oberfläche die Elektronen der Atome anstoßen. Gleichzeitig kann man sich Licht auch als **Welle** vorstellen, die die Atome oder Moleküle in Schwingungen versetzt.

Je dunkler eine Oberfläche ist, desto mehr Energie vom Licht wird dazu verwendet, die Atome/Moleküle in Schwingungen zu versetzen (Absorption). Helle Oberflächen reflektieren das Licht, so dass Teile der Energie in Form von Licht woanders hin gelangen und nicht „absorbiert“ werden.

Merke: Licht selbst ist nicht warm, es muss erst auf eine Oberfläche treffen, um in Wärme umgewandelt zu werden.



56.327 kWh
35 kWp

Wie kann man Licht nutzen,
um Strom zu erzeugen?

„Wie funktioniert denn eigentlich eine Solaranlage?“

Methodenvorschläge

Fußpappenexperiment: Aus weißer und schwarzer Pappe werden die Fußabdrücke der Kinder nachgezeichnet und anschließend gleich lang unter eine Lampe halten. Wenn sich die Kinder anschließend barfuß auf die Pappen stellen, so spüren sie den Unterschied in der Wärme der Pappen. **Fazit: In Licht steckt Energie!**

Erklärung: In einem späteren Schritt ist die Erkenntnis, dass helle oder spiegelnde Flächen Lichtenergie reflektieren wichtig, um zu verstehen, warum PV-Module meist dunkel sind. So wird sichergestellt, dass möglichst viele Lichtstrahlen die Halbleiteroberfläche erreichen und in elektrische Energie umgewandelt werden können.



56.327 kWh
35 kWp

Photonen werden zu Strom Ziele und Inhalte

Die PV-Zelle wandelt Photonen durch einen Trick in Strom um: sie besteht aus einem so genannten **Halbleiter-Material**, dessen Elektronen recht fest an den Atomkernen sitzen. Da die Zelle aus zwei verschiedenen Schichten besteht, zwischen denen eine Spannung (ein elektrisches Feld) liegt, werden die Elektronen, die von den Atomkernen durch die Photonen gelöst werden, auf die andere Seite katapultiert und können nicht mehr zurück. **Nur noch über einen Umweg gelangen sie wieder auf ihre Seite**, sie müssen durch die Leitung fließen, welche die beiden Seiten miteinander verbindet (Stromkreis).



56.327 kWh
35 kWp

Wie kann man Licht nutzen,
um Strom zu erzeugen?

„Wie funktioniert denn eigentlich eine Solaranlage?“

Photonen werden zu Strom

Methodenvorschläge



56.327 kWh
35 kWp

Wie kann man Licht nutzen,
um Strom zu erzeugen?

DVD „Sendung mit der Maus“: Die Bibliothek der Sachgeschichten „S6 Solarenergie“ erklären auf sehr bildliche Art und Weise die Herstellung von Solarzellen und ihre Funktionsweise. Die DVD ist sowohl für jüngere wie auch für ältere Schüler/-innen geeignet und kann beim UfU zum Zweck der Erprobung im Rahmen dieses Projekts ausgeliehen werden.

Schlammexperiment: In einem Gefäß mit Kieselsteinen und Sand wird ein Abfluss an der Bodenseite integriert, der mithilfe eines Schlauchs die Ober- und Unterseite des Gefäßes miteinander verbindet. Wird nun Wasser in das Gefäß gekippt, so wird der Sand ausgewaschen und mit dem Wasser auf die Oberseite der Kiesschicht befördert. Die Sandkörner können exemplarisch für die Elektronen stehen, die nicht entgegen der Wasserrichtung sondern nur über den Umweg „externer Stromkreis“ wieder zurück gelangen.

Geschichtenerzähler: Die Kinder erstellen anhand der technischen Erklärung der Vorgänge eine Geschichte aus Perspektive des Photons oder des Elektrons und setzen sich dadurch mit den genauen Abläufen in der Zelle auseinander.

„Wie funktioniert denn eigentlich eine Solaranlage?“

Wie kommt der Strom ins Gerät?

Ziele und Inhalte

Dieser Abschnitt führt die in den vorangegangenen Abschnitten gesammelten Informationen zusammen: die **Anforderungen**, welche die technischen Geräte an die Stromversorgung stellen werden den **Randbedingungen** der solaren Stromerzeugung gegenüber gestellt.

Somit wird verstanden

- warum eine PV-Zelle nicht direkt mit den technischen Verbrauchern gekoppelt werden kann und z.B. ein **Wechselrichter** (oder eine Speichereinheit) notwendig ist, um die elektrische Energie in Geräten nutzen oder ins Netz einspeisen zu können.
- Das Bewusstsein dafür geschärft, dass das solare Angebot (Sonnenstrahlung) **zeitlich** nicht unbedingt mit der Nachfrage nach elektrischer Energie übereinstimmt und somit eine direkte Kopplung von Geräten nicht immer sinnvoll ist (Argument für die Einspeisung)



56.327 kWh
35 kWp

Wie kommt der Strom ins
Gerät?

„Wie funktioniert denn eigentlich eine Solaranlage?“



Wie kommt der Strom ins
Gerät?

Wie kommt der Strom ins Gerät?

PV- Systemkomponenten

Wechselrichter

Photovoltaik-Module (PV-Module) erzeugen Gleichstrom aus Licht. Damit die elektrische Energie dem Stromnetz oder Wechselstromgeräten zur Verfügung stehen kann, sorgen Wechselrichter für die Umwandlung des Gleichstroms in Wechselstrom.

Transformator

Der Transformator wandelt die Wechselspannung vom Wechselrichter in eine höhere Wechselspannung, die das Stromnetz benötigt.

Akkumulator

Werden Inselanlagen betrieben, so ist die Speicherung der Energie in einem Akkumulator sinnvoll, um eine gleichmäßige Nutzung der Solarenergie zu gewährleisten.

Zähler

Ein Stromzähler wird zur Bestimmung der Vergütung des solaren Stroms im Fall der Netzeinspeisung eingesetzt.

„Wie funktioniert denn eigentlich eine Solaranlage?“

Wie kommt der Strom ins Gerät?

Methodenvorschläge

- 1) Rollenspiel:** Die Klasse teilt sich in zwei oder mehrere Gruppen, die **Befürworter der Solarenergie und den Gegnern**. Die Gegner argumentieren auf Basis der technischen Anforderungen der Geräte und der zeitlichen Variation der Sonneneinstrahlung und die Befürworter entkräften diese Argumente. Dazu haben sie die Möglichkeit der **Recherche bzw. Fragen an den „Experten“** (Lehrer) zu stellen. Ziel ist, dass die Schüler selbst heraus finden, welche Geräte notwendig sind, um Schwankungen in der Stromerzeugung zu auszugleichen bzw. den Strom an die Anforderungen der el. Geräte anzupassen.
- 2) Brainstorming:** die Schüler vergleichen die **in Phase 1 gewählten Geräteanforderungen** mit den Eigenschaften des Stroms, wie er aus dem PV-Modul kommt und diskutieren Möglichkeiten zur Lösung der Probleme.



56.327 kWh
35 kWp

Wie kommt der Strom ins
Gerät?

„Wie funktioniert denn eigentlich eine Solaranlage?“