

„Erneuerbare Energien – Überblick und Einstieg“

Bereich: Überblick und erste Kenntnisse zu den erneuerbaren Energieträgern Wind, Wasser und Sonne

Ziel: Sensibilisierung zur Notwendigkeit der Nutzung erneuerbarer Energien
Wissensvermittlung zu Vor- und Nachteilen sowie Funktionsweisen

Materialien: Bilder ausgedruckt oder digital als Powerpoint-Präsentation (dann wird geeignetes Abspielgerät benötigt wie digitale Tafel oder Beamer)

Karten für das Spiel „Erneuerbare Energien“

Solarbausets oder geeignete PV-Modelle zum Selbstbauen

Evtl. verschiedene Strahlungsquellen (Infrarotlampe, LED-Lampe)

Arbeitsblätter für Schüler

Evtl. Solarkocher

Evtl. Generatormodell (zum Selbstbauen für die Schüler)

Ergänzende Literatur:

Evtl. Schüler-Broschüren als Klassensatz „Was uns morgen antreibt“, kostenlos bestellbar bei der SAENA

Evtl. SAENA – Broschüre „Wanderausstellung Erneuerbare Energien zum Mitnehmen“, kostenlos bestellbar bei der SAENA

Ablauf – Überblick:

Das Modul kann in einem beliebigen Raum durchgeführt werden. Sollen die Bilder mittels Powerpoint-Präsentation angezeigt oder Videos abgespielt werden, wird ein entsprechendes Anzeigegerät benötigt.

Benötigtes Vorwissen: Allgemeinwissen, keine Detailkenntnisse nötig

Dauer: 90 min

Das Modul kann auch als Gruppen- bzw. Stationsarbeit durchgeführt werden. Es empfiehlt sich jedoch, zumindest den Einstieg und die thematischen Grundlagen (Definition Energieträger und Energieformen) im Klassenverband zu behandeln. Insbesondere die Themen 5 bis 7 (Wasser-, Wind- und Solarenergie) können gut im Stationsbetrieb durchgeführt werden. Damit sich die Schüler hierbei notwendiges Wissen selbst erschließen können, ist das Auslegen von Literatur oder das Bestellen der Schüler-Broschüren als Klassensatz im Vorfeld des Unterrichtsmoduls empfehlenswert.

Stehen mehr als zwei Unterrichtsstunden zur Verfügung können die Themen durch praktische und weiterführende Aktionen aus dem Modul „Erneuerbare Energie – Aufbauwissen“ ergänzt werden.

Tab. 1: Unterrichtseinheit á 90 min für die Oberschule: Grundlagenwissen zu erneuerbaren Energien (EE)

Aktion	Methodik	Zeit
1. Einführung ins Thema: Warum wir auf erneuerbare Energieträger umsteigen (wollen)	Wichtige Kernbegriffe (z.B. Klimawandel, Kohlendioxid, Treibhauseffekt, Endlichkeit fossiler Energieträger, Atommüll-Endlager) und Zusammenhänge zu klären <i>Alternative Methodik:</i> Video	10 min
2. Thematische Grundlagen: Energieformen	Bilderrätsel: Die Schüler sollen anhand von Piktogrammen die Energieformen wiederholen/erlernen (selbstständig oder gemeinsam anhand PowerPoint)	5 min
Erneuerbare Energieträger	Bilderrätsel: Die Schüler sollen anhand von Abbildungen die fünf erneuerbaren Energieträger wiederholen/erlernen (selbstständig oder gemeinsam anhand PowerPoint)	5 min
Generator	Grundfrage: Welche Geräte zur Energieumwandlung kennt ihr? Erklärung anhand von Modellen und Bildern (v.a. wichtigste Bauteile eines Generators). Hinweis auf Wichtigkeit des Generators für EE <i>Alternative Methodik:</i> schülerseitiger Zusammenbau eines Generators (! Höherer Zeitbedarf !)	5 min
3. Merkmale der erneuerbaren Energieträger	Energiespiel: Das bewährte Spiel wird in analoger und digitaler Version zur Verfügung gestellt. Das Energiespiel beleuchtet die Vor- und Nachteile, das theoretische Potenzial und die Verfügbarkeit der fünf erneuerbaren Energieträger. Die nachfolgenden Aktivitäten stellen die Auswertung des Energiespiels dar.	12 min
4. Definition der erneuerbaren Energieträger	Es wird nach der Gemeinsamkeit auf den Spielkarten gefragt. Ausgehend von der Verfügbarkeitskarte, auf der jeweils „unendlich lange“ steht, wird die Definition der EE erarbeitet.	3 min
5. Erneuerbare Energieträger: Wasser Vor- und Nachteile	<u>Auswertung Vorteil:</u> wetterunabhängig. Kurze Erläuterung. Bebilderte Erklärung des Grobaufbaus eines Wasserkraftwerkes. Hinweis auf Generator <u>Auswertung Nachteil:</u> „Hindernis für Fische“: Klärung Begriff „Fischtreppe“ Hinweis auf Meerwasser-Kraftwerke	10 min
6. Erneuerbare Energieträger: Wind Vor- und Nachteile Windkraftanlage	Unterscheidung Onshore/Offshore-Anlagen (anhand Bilder) Rate mal: Wie schnell drehen die WKA-Rotorspitzen? (bis 300 km/h) → ggf. Auswirkungen auf Vögel und Fledermäuse ansprechen	2 min 3 min
	<u>Auswertung Nachteil:</u> Was ist bei Windstille? → Klärung der Notwendigkeit für einen Energiemix	3 min
	Beschriften Aufbau WKA: Arbeitsblatt mit schülerseitiger Beschriftung einer WKA, Erklärung der Funktion der Bauteile	7 min
7. Erneuerbare Energieträger: Sonne Vor- und Nachteile	<u>Auswertung Vor- und Nachteile</u> Hinweis auf Unterschied zwischen Solarthermie und Photovoltaik (anhand von Bildern)	3 min
Solarthermie / Sonnenkollektoren	<u>Funktionsprinzip</u> erklären, Hinweis auf Begriffsherkunft Zusätzliche Aufgabe: Rate mal: Fließt durch die Sonnenkollektoren Wasser? → Hinweise auf Solarflüssigkeit, <i>Alternative Methode:</i> Erklärung am Modell eines Solarkochers	7 min
Photovoltaik / Solarzellen	Modellbau: <u>Funktionsprinzip</u> erklären mit Hilfe eines selbst gebauten Modells	15 min

1. Einführung ins Thema:

Warum wir auf erneuerbare Energieträger umsteigen (wollen)

Diskutieren Sie mit den Schülern, warum wir auf erneuerbare Energieträger umsteigen müssen. Als wichtigster Grund sollte dabei der Klimawandel herausgestellt werden, der durch den starken Einsatz fossiler Energieträger mitverursacht wird. Weitere Gründe, wie die Endlichkeit fossiler Energieträger, Sicherheits- und Lagerprobleme bei Kernkraft, Ölverschmutzung durch Lecks oder Unglücke oder potenziell problematische Abhängigkeiten von Energielieferanten können ebenfalls besprochen werden.

Bewährt hat sich folgender Einstieg:

Zeigen Sie ein Diagramm zum Primärenergieverbrauch von Deutschland aus dem Jahr 2022 (siehe Diagramm der AEGB unten). Aus diesem geht hervor, dass immer noch mehr als 75 % der Energie aus fossilen Energieträgern erzeugt werden und somit weiter viel CO₂ emittiert wird. Diskutieren Sie anschließend, welche Folgen sich daraus ergeben (Stichworte: Treibhauseffekt, Klimawandel). Zum Treibhauseffekt kann man auch ein einfaches Tafelbild anzeichnen oder entsprechende Pfeile (die die Sonnenstrahlung darstellen sollen) in das Bild zum Treibhauseffekt einzeichnen.

Wo finden Sie Hintergrundinformationen dazu?

SAENA-Broschüre „Was uns morgen antreibt. Energie im 21. Jahrhundert“, Seite 4/5

https://www.unterrichtsmodule-energie.de/wp-content/uploads/2020/10/SAENA_Schulheft_Oberstufe.pdf

SAENA – Broschüre „Wanderausstellung Erneuerbare Energien zum Mitnehmen“

https://www.saena.de/download/Erneuerbare%20Energien/BEE_Wanderausstellung_Erneuerbare_Energien_zum_Mitnehmen.pdf

Broschüren sind als Klassensatz bestellbar.

Empfohlene Methodik

Zeitbedarf: ca. 10 min

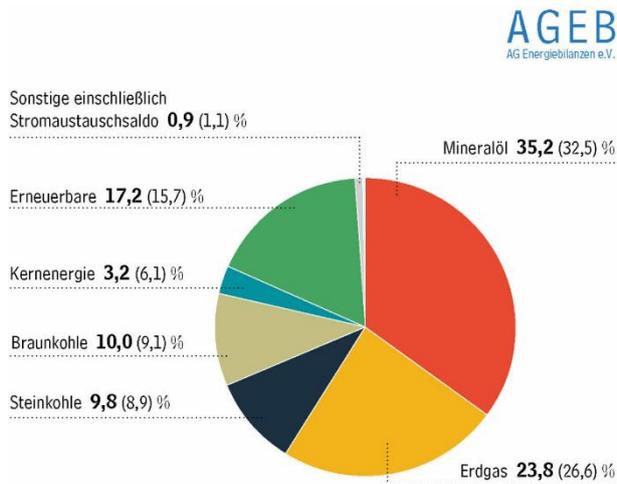
Lehrer-Schüler-Gespräch / Diskussion auf der Grundlage von inspirierenden Bildern

Alternative: Youtube-Video „Klimawandel - einfach erklärt“ von Geographie-simpleclub
<https://www.youtube.com/watch?v=ahmPEzHAD1s> (3:32 min)

Material

Bilder (ggf. in Powerpoint), siehe Bilderordner

Diagramm: Primärenergieverbrauch in Deutschland 2022 – gesamt 11.829 PJ oder 403,6 Mio. t SKE Anteile in Prozent (Vorjahreszeitraum in Klammern)



Bildquelle: AG Energiebilanzen e.V. (<https://ag-energiebilanzen.de/energieverbrauch-faellt-2022-auf-niedrigsten-stand-seit-der-wiedervereinigung/>)

Karikaturistische Darstellung der Auswirkungen bisheriger Energieerzeugung, die die Generationengerechtigkeit in den Blick nimmt. Mögliche Fragestellung: Wollt ihr in so einer Welt leben? / Freut ihr euch darüber, was die jetzigen Generationen euch vererben?



Bildquelle: Pixabay, ELG21 (verändert durch Liebal)

Karikaturistische Darstellung der Auswirkungen bisheriger Energieerzeugung, die den Klimawandel in den Blick nimmt. Mögliche Fragestellung: Was hat dieses Bild mit Energieerzeugung zu tun?



Bildquelle: Pixabay, HaryS

Sinn-Bilder für den Klimawandel



Bildquelle: Pixabay, Tumisu



Bildquelle: Pixabay, Geralt

Sinn-Bilder für Kohlendioxid und Treibhauseffekt



Bildquelle: Pixabay, Geralt



Bildquelle: Pixabay, Apollis

2. Thematische Grundlagen

2.a Thematische Grundlagen: Energieformen und erneuerbare Energieträger: Welche gibt es und welche Energieformen können bei den EE genutzt werden?

In unserem Alltag ist die elektrische Energie (Strom) eine der wichtigsten Energieformen. Viele Geräte, die wir täglich benutzen, funktionieren mit Strom. Da auch alle erneuerbaren Energieträger nicht in Form von elektrischer Energie vorliegen, müssen deren jeweilige Energieformen erst mit Hilfe von verschiedenen technischen Anlagen in Strom umgeformt werden. Es lohnt sich, diesen Fakt den Schülern noch einmal in Erinnerung zu rufen.

Zeigen Sie nacheinander die Bilder der Energieformen und erneuerbaren Energieträger. Die Schüler sollen jeweils „raten“, um welche E-Form oder welchen E-Träger es sich handelt und die Antworten ggf. auf dem Arbeitsblatt eintragen. Anschließend sollen die Schüler überlegen und einzeichnen, in welchen Energieformen die fünf erneuerbaren Energieträger vorliegen. Es zeigt sich: Strom muss immer erst erzeugt werden.

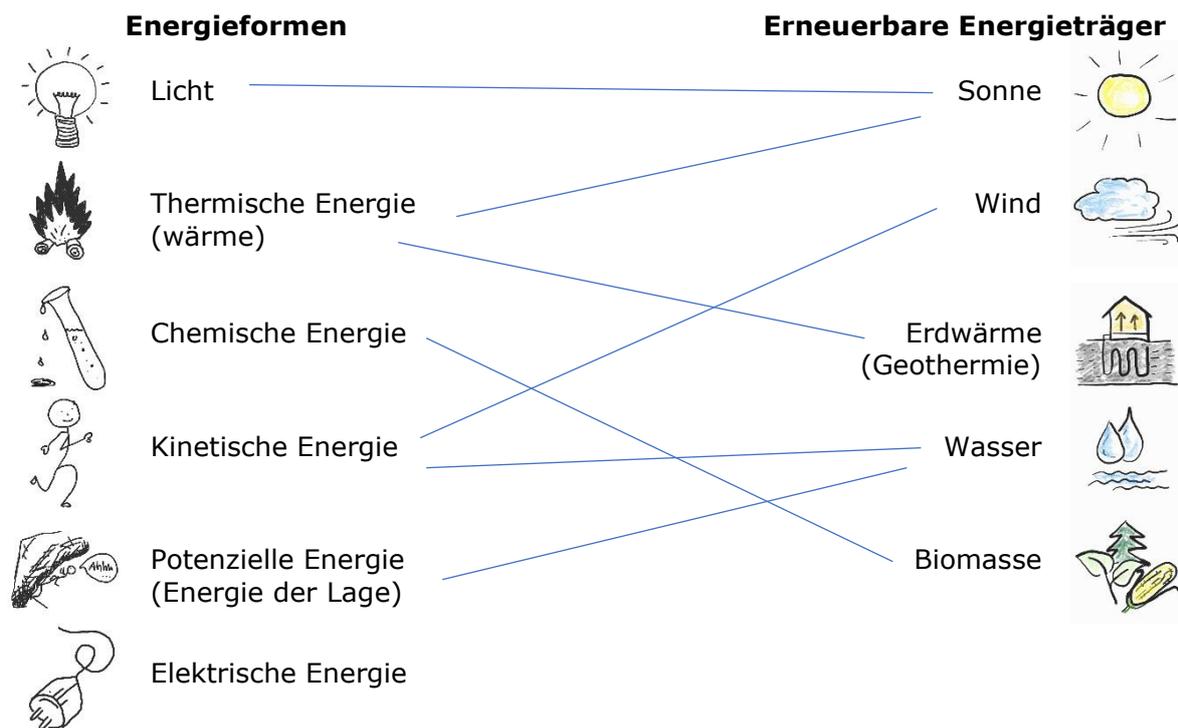
Empfohlene Methodik

Zeitbedarf: ca. 10 min

Bilderrätsel (Bild zeigen, Schüler sollen Energieform oder Energieträger richtig benennen)

Material

Bilder (ggf. in Powerpoint), siehe Bilderordner, Arbeitsblatt



2.b Thematische Grundlagen: Technische Geräte zur Energieumformung:

Welche gibt es und wie funktionieren sie?

Um Strom zu erzeugen, kommen bei vielen erneuerbaren Energieträgern Generatoren zum Einsatz, so z.B. in Windenergieanlagen, Wasserkraftwerken, Biomasseheizkraftwerken, Biogasanlagen sowie in einigen Solarthermiekraftwerken. Immer dann, wenn Bewegung in Strom umgewandelt werden muss, werden Generatoren gebraucht. Daher lohnt es sich,

zumindest die Generatoren noch einmal in Erinnerung zu rufen und gleichzeitig die Basis zum Verstehen der technischen Anlagen der EE zu schaffen.

Grundfrage: Welche Geräte zur Energieumwandlung kennt ihr?

Generator: $E_{\text{kin}} \rightarrow E_{\text{el}}$

Elektromotor: $E_{\text{el}} \rightarrow E_{\text{kin}}$

Ottomotor: $E_{\text{chem}} \rightarrow E_{\text{kin}}$

Wichtige Bauteile des Generators sind die Magneten und die Spulen.

Empfohlene Methodik

Zeitbedarf: ca. 5 min

Erklärung am Modell

Alternative: Youtube-Video „Generatoren: so funktionieren sie!“ von Physik / Duden Learnattack, <https://www.youtube.com/watch?v=WJ7SchVpXzg> (4:29 min). Dieses Video ist jedoch sehr detailliert und eignet sich nicht so gut für Schüler, die den Generator noch nicht im Unterricht behandelt haben.

Alternative 2: Die Schüler bauen selbst (ggf. in Kleingruppen) ein Generatormodell zusammen. Dauer dann mindestens 10 Minuten.

Material

Erklärung am Generatormodell (optimalerweise) aus dem Physikzimmer

3. Merkmale der erneuerbaren Energieträger:

Welche Vor- und Nachteile und theoretischen Potenziale haben sie und wie lange sind sie verfügbar?

Mit Hilfe des Erneuerbare-Energien-Spiels sollen ausgewählte Vor- und Nachteile, die theoretischen Potenziale sowie die Verfügbarkeitsdauer der fünf erneuerbaren Energieträger zusammengetragen werden.

Das EE-Spiel kann in verschiedenen Varianten gespielt werden, als Bewegungsspiel mit staffellaufartigem Ablauf oder als reines Zuordnungsspiel (jeder Schüler bekommt 1 Karte).

Die Karten für das EE-Spiel finden Sie in Anlage AA.

Im weiteren Verlauf des Moduls werden die Karten zu Wasser, Wind und Sonne ausgewertet. Die Biomasse und die Erdwärme werden im Aufbau-Modul behandelt. Auf das Potenzial wird dabei aus Zeitgründen nicht eingegangen. Soll dieses kurz mit behandelt werden, muss zunächst aufgezeigt werden, dass es sich um die theoretischen Potenziale handelt, also das gesamte physikalische Angebot eines erneuerbaren Energieträgers (z.B. die gesamte Biomasse der Erde). Diese theoretischen Potenziale können natürlich nicht vollständig genutzt werden. Genutzt werden kann nur, was trotz verschiedener Einschränkungen nutzbar ist (d.h. die technischen Potenziale). Mit den Schülern könnte diskutiert werden, welche Gründe es gibt, die eine vollständige Realisierung des theoretischen Potenzials verhindern (z.B. Naturschutz, Siedlungs- und Verkehrsflächen, mangelnde Wirtschaftlichkeit, geografische Abgelegenheit / Energietransportproblem).

Wo finden Sie Hintergrundinformationen dazu?

In der Anlage AB „Hintergrundinfos zum Erneuerbare-Energie-Spiel“

Weitere Informationen zu den erneuerbaren Energieträgern finden Sie in den verschiedenen Broschüren der SAENA, u.a. in

„Was uns morgen antreibt. Energie im 21. Jahrhundert“.

https://www.unterrichtsmodule-energie.de/wp-content/uploads/2020/10/SAENA_Schulheft_Oberstufe.pdf

„Wanderausstellung Erneuerbare Energien zum Mitnehmen“

https://www.saena.de/download/Erneuerbare%20Energien/BEE_Wanderausstellung_Erneuerbare_Energien_zum_Mitnehmen.pdf

Empfohlene Methodik

Zeitbedarf: ca. 12 min

Spiel, entweder als Bewegungs- oder Zuordnungsspiel (Karten und Hintergrundinfos siehe Anlage AA und AB)

Alternative: Digitale Spielversion auf learningapps.org:

<https://learningapps.org/watch?v=pface69p523>



QR-Code zum Spiel (siehe Bilderordner)

Hinweis: Für die Nutzung von LearningApps wird kein Benutzerkonto benötigt. Die Plattform ist werbefrei. Die auf LearningApps verfügbare digitale Spielversion wurde von der Autorin dieses Durchführungskonzepts erstellt.

Material

Spielkarten, ausgedruckt und ggf. einlaminiert

Für die digitale Version des EE-Spiels wird ein Tablet mit Internetzugang für jeden Schüler benötigt.

4. Definition der erneuerbaren Energieträger:

Was macht sie aus und warum heißen sie so?

EE sind im Unterschied zu fossilen Energieträgern unendlich lange verfügbar. Trotzdem heißen sie nicht „Unendliche Energien“, denn wie bei der Biomasse deutlich wird, ist der einzelne Baum oder die unterschiedlichen Pflanzen natürlich nicht unendlich lange verfügbar. Durch ihre Samen oder über vegetative Mechanismen wächst Biomasse immer wieder nach – sie erneuert sich also ständig.

Das Erneuerbare-Energien-Spiel bietet einen schönen Aufhänger für diese Thematik, da bei jedem Energieträger auf der Verfügbarkeitskarte „unendlich lange“ geschrieben steht. Eine gute Möglichkeit ist daher, die Schüler gezielt nach der Angabe zur Verfügbarkeit auf ihren Karten zu fragen und so auf deren Gemeinsamkeit aufmerksam zu machen.

Findige Schüler argumentieren gern, dass die Sonne nicht unendlich lange verfügbar sein wird, sondern nur noch für rund 5 Mrd. Jahre scheinen wird. Aber eine solch lange Zeitspanne darf sicher im Vergleich zur menschlichen Lebensdauer als „unendlich“ bezeichnet werden.

Wo finden Sie Hintergrundinformationen dazu?

In der Anlage AB „Hintergrundinfos zum Erneuerbare-Energie-Spiel“

Weitere Informationen zu den erneuerbaren Energieträgern finden Sie in den verschiedenen Broschüren der SAENA, u.a. in

„Was uns morgen antreibt. Energie im 21. Jahrhundert“.

https://www.unterrichtsmodule-energie.de/wp-content/uploads/2020/10/SAENA_Schulheft_Oberstufe.pdf

„Wanderausstellung Erneuerbare Energien zum Mitnehmen“

https://www.saena.de/download/Erneuerbare%20Energien/BEE_Wanderausstellung_Erneuerbare_Energien_zum_Mitnehmen.pdf

Empfohlene Methodik

Zeitbedarf: ca. 3 min

Lehrer-Schüler-Gespräch / Diskussion auf Basis der Spielkarten des EE-Spiels

Eintragung auf dem Arbeitsblatt (Lückentext füllen).

Definition: Erneuerbare Energieträger heißen so, weil sie entweder UNENDLICH lange verfügbar sind oder sich ständig wieder ERNEUERN.

Material

kein gesondertes Material nötig

5. Wasserkraft:

Vor- und Nachteile

Lassen Sie am besten die Schüler (derjenige, der alle Karten zum jeweiligen Energieträger an seinen Platz genommen hat) die Karten zum Vor- und Nachteil laut vorlesen.

Vorteil: Funktioniert am Tag und in der Nacht, am Fluss und im Meer, solange genug Wasser da ist.

Nachteil: Ist ein großes Hindernis für Fische.

Erklären Sie nun anhand von Bildern (siehe Bilderordner):

- den groben Aufbau eines Flusswasserkraftwerkes (Staudamm, Fallrohr, Turbine, Generator)
- dass der Staudamm ein Hindernis für Fische ist und deshalb meist eine Fischtreppe angelegt wird (die jedoch nicht von allen Fischen nutzbar ist, weil insbesondere kleine Fische die Fischtreppe nicht hinauf bewältigen können)
- dass es auch Wasserkraftwerke im und am Meer gibt, z.B. Wellenkraftwerke oder Gezeitenkraftwerke

Die Begriffe „Wasser“, „Turbine“ und „Generator“ werden auf dem Arbeitsblatt von den Schülern ergänzt.

Wo finden Sie Hintergrundinformationen dazu?

Broschüren der SAENA, u.a. in „Was uns morgen antreibt. Energie im 21. Jahrhundert“, Seite 14.

In der Zahl des Monats Februar 2021, welches das größte Wasserkraftwerk der Welt behandelt: <https://www.unterrichtsmodule-energie.de/zahl-februar-2021/>

Im Forscherauftrag des Monats Februar 2023 „Eine Fernbedienung aus Wasser!?“: <https://www.unterrichtsmodule-energie.de/forscherauftrag-februar-2023/>

Empfohlene Methodik

Zeitbedarf: ca. 10 min

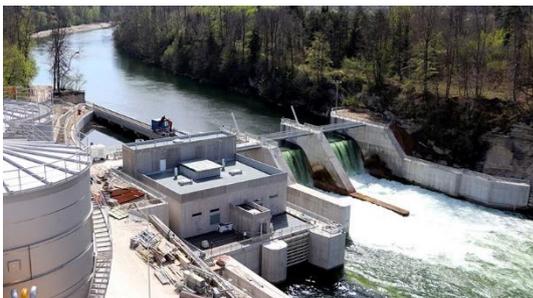
Erklärung und Lehrer-Schüler-Gespräch anhand von Bildern

Eintragung auf dem Arbeitsblatt (Lückentext füllen).

Material

Bilder (siehe Bilderordner)

Bilder zu Flusswasserkraftwerken: Außenansicht und Turbinen (vor Einbau)

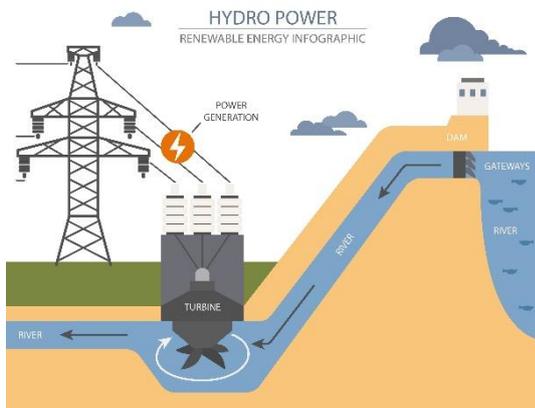


Bildquelle: Pixabay, WFranz



Bildquelle: Adobe Stock

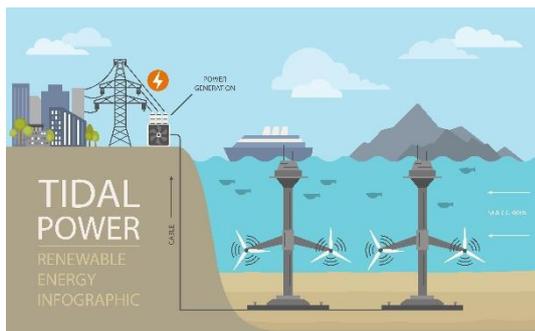
Schematischer Aufbau eines Flusswasserkraftwerkes und Fischtreppe



Bildquelle: Adobe Stock

Bildquelle: Pixabay, Tassilo111

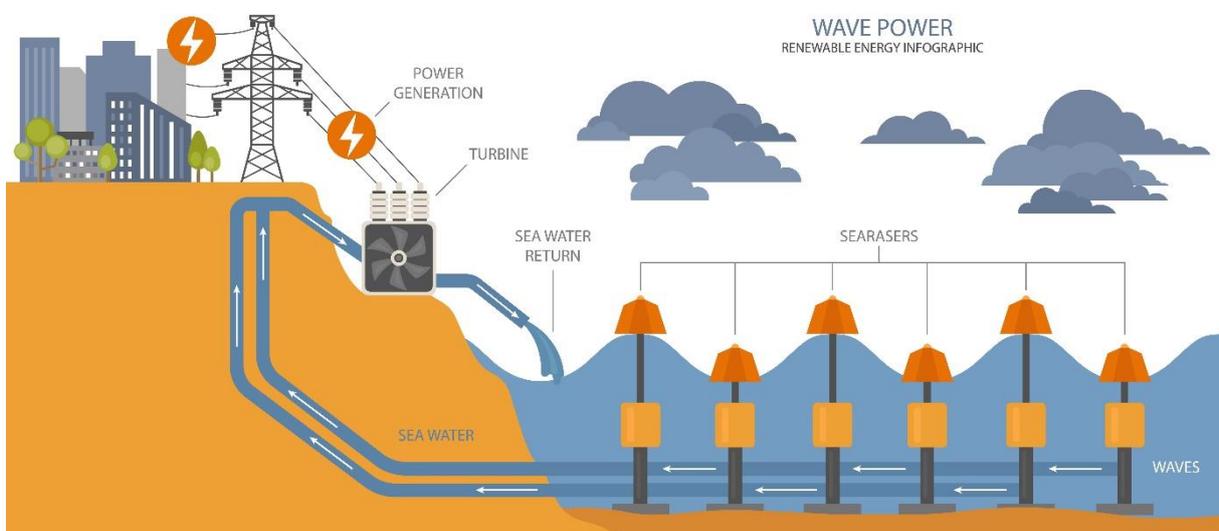
Schematische Darstellungen von Gezeitenkraftwerken



Bildquelle: Adobe Stock

Bildquelle: Adobe Stock

Schematische Darstellung eines Wellenkraftwerkes



Bildquelle: Adobe Stock

6. Windenergie:

Vor- und Nachteile

Lassen Sie am besten die Schüler (derjenige, der alle Karten zum jeweiligen Energieträger an seinen Platz genommen hat) die Karten zum Vor- und Nachteil laut vorlesen.

Vorteil: Mit einem Windrad kann man so viel Strom erzeugen, dass damit etwa 1000 Haushalte versorgt werden können.

Nachteil: Funktioniert nicht bei Windstille und sieht manchmal nicht so schön in der Landschaft aus.

Zu den Vor- und Nachteilen sei folgendes angemerkt:

- 1) Bei den Haushalten wird davon ausgegangen, dass durchschnittlich 2 Personen in einem Haushalt leben (Angaben gemäß statistischem Bundesamt).
- 2) Die Windkraftanlagen (WKA) bzw. Windenergieanlagen (WEA) – beides wird synonym verwendet – die etwa 1.000 Haushalte mit Strom versorgen können, sind üblicherweise 2 MW-Anlagen und somit die kleineren WKA. Heute werden zumeist größere WKA mit einer Nennleistung von 6 MW gebaut, die dann durchschnittlich 4.000 Haushalte mit Strom versorgen können.
- 3) Der Nachteil, dass WKA von manchen Menschen als störend in der Landschaft empfunden werden, ist vor allem bei den Generationen spürbar, die noch ohne WKA in der Landschaft aufgewachsen sind. Schüler kennen die Landschaft häufig schon gar nicht mehr ohne WKA und empfinden diese daher auch nicht als störend. Fragen Sie doch mal nach, ob Ihre Schüler WKA als störend empfinden.

Erklären Sie nun anhand von Bildern (siehe Bilderordner):

- den Unterschied zwischen on-shore und off-shore-WKA anhand der Bilder. Die Begriffe kommen aus dem Englischen (shore = Küste)

Diskutieren Sie entweder gleich jetzt oder nach dem Beschriften der WKA, welche Konsequenz sich aus dem Nachteil ergibt: Was passiert, wenn kein Wind weht?

WKA sind mittlerweile die wichtigsten Stromerzeuger bei den erneuerbaren Energien. Entsprechend viel Strom können sie liefern – aber eben nur, wenn Wind weht. Daher ist ein Strommix aus verschiedenen erneuerbaren Energiequellen nötig. Das heißt, es müssen ausreichend andere Anlagen wie Biogasanlagen, Photovoltaik oder (Pumpspeicher-) Wasserkraftwerke vorhanden sein, die Strom dann produzieren können, wenn die WKA es nicht tun. Das allein reicht jedoch nicht, da dann ein hohes Risiko für (zu) starke Stromschwankungen im Stromnetz entsteht. Zukünftig wird es daher immer wichtiger werden, nicht nur Anlagen zur Stromerzeugung, sondern auch zur Stromspeicherung zu bauen.

Rate Mal

Lassen Sie die Schüler schätzen, wie schnell sich die Rotorblattspitzen drehen!

Richtig ist: bis zu 300 km/h. Erklären oder Diskutieren Sie kurz, welche Auswirkungen das auf Vögel und Fledermäuse hat (Gefahr des Erschlagen-werdens, Gefahr durch Luftwirbelungen. Bei Fledermäusen besteht die Gefahr, dass deren Lungen durch die starken Druckunterschiede in Rotornähe platzen.) Ein anschaulicher Vergleich dieser Gefahren ist die Vorstellung, man selbst solle auf einer Formel1-Strecke zwischen den Rennautos die Straße überqueren. Die Sogwirkung lässt sich gut mit der Situation an Bahnhöfen erklären, die durch schnell durchfahrende Züge entsteht.

Welche Strategien setzt man bisher u.a. um, um die Gefahr der WKA für Vögel und Fledermäuse zu reduzieren?

- *Sorgfältige Planung: Keine WKA ohne Umweltprüfung (dabei wird genau auf Flug- oder Nistgebiete insb. von Greifvögeln und Fledermäusen geachtet. Dies sind dann Ausschlussgebiete für den Bau von WKA)*
- *Einbau von Sensoren: In WKA sind Sensoren verbaut, die die Rufe der Vögel und Fledermäuse erkennen und dann die Drehgeschwindigkeit des Rotors drosseln.*
- *Generelle Drosselung in der Hauptflugzeit von Vögeln und Fledermäusen, insb. in der morgendlichen und abendlichen Dämmerung*
- *Bau höherer Anlagen. Die Rotoren sind dann in einer Höhe, in der v.a. Fledermäuse kaum noch unterwegs sind.*

Wo finden Sie Hintergrundinformationen dazu?

Broschüren der SAENA, u.a. in „Was uns morgen antreibt. Energie im 21. Jahrhundert“, Seite 12.

Technische Grundlagen für Windkraftanlagen

<https://www.weltderphysik.de/gebiet/technik/energie/windenergie/technik-der-windkraft/>

Wie viel Strom produziert ein Windrad?

<https://stromrechner.com/wie-viel-strom-produziert-ein-windrad/>

Unterrichtseinheit Physik – Windenergie

<http://www.bastgen.de/schule/physik/09/Arbeitsmaterial/131200%20Physikbroschuere%20zum%20Thema%20Windenergie.pdf>

Fledermausschutz an Windenergieanlagen

https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Veroeffentlichungen/FA_Wind_Analyse_Abschaltungen_Fledermausschutz_09-2020.pdf

Empfohlene Methodik

Zeitbedarf: ca. 5 min

Erklärung und Lehrer-Schüler-Gespräch anhand von Bildern

Eintragung auf dem Arbeitsblatt (Lückentext füllen).

Material

Bilder (siehe Bilderordner)

Bilder zu WKA (on-shore und off-shore)



Bildquelle: Pixabay, Boke9a



Bildquelle: Pixabay, ELG21

6a. Windenergie:

Aufbau/Bauteile einer Windkraftanlage

WKA bestehen aus einem Turm, einem Rotor (mit den meist 3 Rotorblättern) und der Gondel, dem Maschinenhaus einer WKA. In der Gondel befinden sich u.a. der Generator, eine Bremse und ein Getriebe. Außerdem benötigt die WKA eine Stromleitung aus der Gondel zu einem Transformator, um den erzeugten Strom direkt ins Stromnetz einspeisen zu können.

Der Wind (bewegte Luft, kinetische Energie) bewegt die Rotorblätter durch das Auftriebsprinzip (Rotorblätter sind wie Flugzeugflügel geformt). Die Drehbewegung der Rotorblätter wird auf das Getriebe und anschließend auf den Generator übertragen. Dieser wandelt die kinetische in elektrische Energie um.

Benennen und beschriften Sie mit den Schülern die Abbildung zum Aufbau einer WKA.

Wo finden Sie Hintergrundinformationen dazu?

Broschüren der SAENA, u.a. in „Was uns morgen antreibt. Energie im 21. Jahrhundert“, Seite 12.

Thema Auftrieb → im Forscherauftrag: <https://www.unterrichtsmodule-energie.de/forscherauftrag-februar-2021/> und im Experiment <https://www.unterrichtsmodule-energie.de/experiment-februar-2022/>

Podcast Folge 2: Wie funktioniert ein Windrad, Andreas Reuter?

<https://open.spotify.com/show/0c3oJaTMLtRtPI3cQeydpF>

Empfohlene Methodik

Zeitbedarf: ca. 7 min

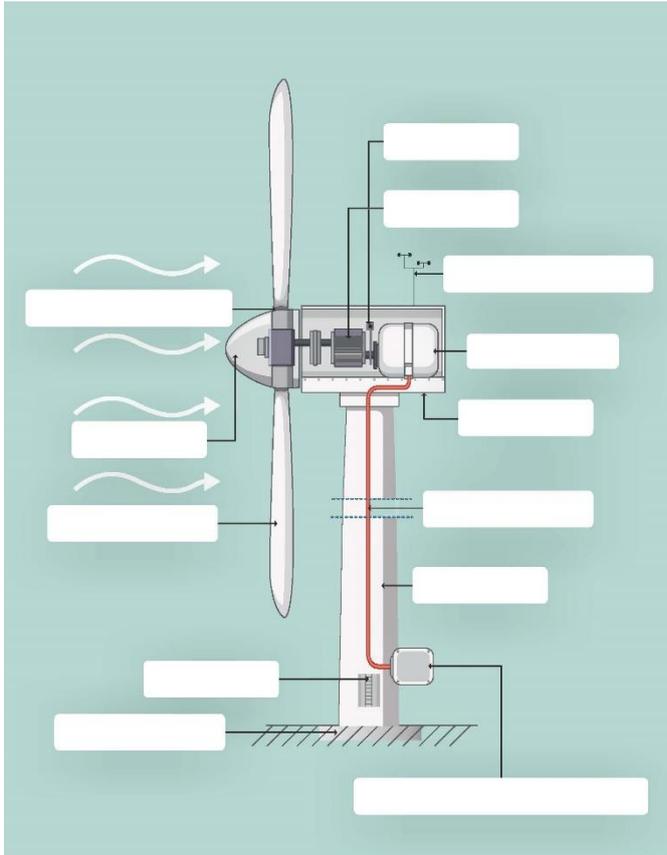
Erklärung und Lehrer-Schüler-Gespräch anhand von Bildern

Eintragung auf dem Arbeitsblatt (Schema der WKA beschriften).

Material

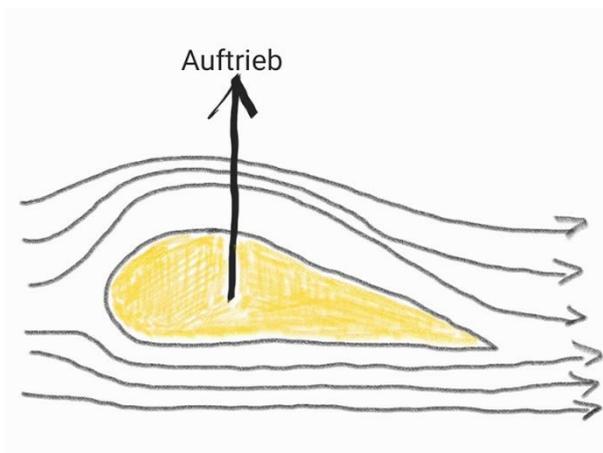
Bilder (siehe Bilderordner)

Bilder zum schematischen Aufbau einer WKA



Bildquelle: SAENA

Schematische Zeichnung zum Auftriebsprinzip



Bildquelle: Liebal

7. Solarenergie:

Vor- und Nachteile

Lassen Sie am besten die Schüler (derjenige, der alle Karten zum jeweiligen Energieträger an seinen Platz genommen hat) die Karten zum Vor- und Nachteil laut vorlesen.

Vorteil: Wenn es hell ist, kann man es überall leicht nutzen, sogar mitten in der Stadt (z.B. auf Dächern).

Nachteil: Funktioniert nicht in der Nacht oder bei dicken Wolken.

Besprechen Sie mit den Schülern kurz die Vor- und Nachteile.

Dass man Solarenergie überall nutzen kann, ist deshalb ein Vorteil, weil der Strom direkt dort erzeugt werden kann, wo er auch gebraucht wird. Lange (und damit potenziell auch immer verlustreiche) Transportwege und somit auch der Bau langer Stromkabel entfallen.

Ein Nachteil sind jedoch die wetter- und jahreszeitenabhängigen Erträge. Nachts und bei starker Bewölkung wird gar kein Strom erzeugt. Ist im Winter der Einstrahlungswinkel der Sonne sehr niedrig, wird trotz voller Sonneneinstrahlung deutlich weniger Strom erzeugt. Liegt Schnee auf den Solarzellen, wird ebenfalls kein Strom erzeugt. Im Winter, wenn eher viel Strom für Heizen und Warmwasseraufbereitung benötigt wird, kommt daher nur sehr wenig Strom aus Photovoltaikanlagen.

Wo finden Sie Hintergrundinformationen dazu?

Broschüren der SAENA, u.a. in „Was uns morgen antreibt. Energie im 21. Jahrhundert“, Seite 8/9.

Zu den Erträgen von Photovoltaik → Forscherauftrag <https://www.unterrichtsmodule-energie.de/forscherauftrag-april-2022/> und Überraschung <https://www.unterrichtsmodule-energie.de/ueberraschung-april-2021/>

Leitfaden Photovoltaik - Strom erzeugen und optimal nutzen
https://www.saena.de/download/broschueren/BEE_Leitfaden_Photovoltaik.pdf

Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland

<https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.pdf>

Empfohlene Methodik

Zeitbedarf: ca. 3 min

Erklärung und Lehrer-Schüler-Gespräch

7a. Solarenergie:

Unterschied Photovoltaik und Solarthermie

Erklären Sie nun anhand von Bildern (siehe Bilderordner):

- *den Unterschied zwischen Photovoltaik (Solarzellen) zur Stromerzeugung und Solarthermie (Sonnenkollektoren) zur Warmwasseraufbereitung (zumindest in Deutschland)*

Bewährt hat sich, anhand des Bildes eines Solardachs zu fragen, ob es unterschiedliche Anlagen/Panels gibt und welche Panels für welchen Zweck sind.

Übrigens lässt sich gut merken, welche Anlagen welchem Zweck dienen, wenn man sich die Wortherkunft genauer anschaut:

Photovoltaik klingt nach Photo, also Licht, und Volt, also Strom. Photovoltaik ist also Strom aus (Sonnen-)Licht.

Sonnenkollektoren nutzen oft Parabolspiegel, um das Sonnenlicht zu sammeln und bündeln. Da sammeln auf Englisch „collect“ heißt, sind Sonnenkollektoren nichts anderes als Sonnensammler. Bei kirchenaffinen Schülern kann man das auch mit der Kollekte (Spendensammlung) oder bei modeaffinen Schülern mit einer Kollektion (Kleider-Sammlung) gedanklich verbinden.

Empfohlene Methodik

Erklärung und Lehrer-Schüler-Gespräch anhand von Bildern

Eintragung auf dem Arbeitsblatt (Begriff Sonnenkollektoren einfügen)

Material

Bilder (siehe Bilderordner)

Bild eines Solardachs mit Photovoltaik (unten) und Solarthermie (oben)



Bildquelle: Adobe Stock

Schematische Darstellung der Nutzung eines Solardachs



Bildquelle: Adobe Stock

7b. Solarthermie (Sonnenkollektoren)

Solarthermie wird in Deutschland nur zur Warmwasseraufbereitung genutzt. In heißeren Regionen der Erde kann Solarthermie jedoch auch zur Stromerzeugung dienen, wenn die Solarflüssigkeit bis zum Verdampfen erhitzt wird. Der Dampf kann mittels Dampfturbine und daran gekoppeltem Generator in Strom umgeformt werden. Dieses Anwendungsbeispiel der Kraft-Wärme-Kopplung ist in Deutschland aber kaum praktikabel, da die Solarenergie an zu wenigen Tagen im Jahr ausreicht, um die Solarflüssigkeit zu verdampfen.

Solarthermie-Paneele auf Dächern erkennt man i.d.R. daran, dass sie entweder ein gleichmäßig dunkles Erscheinungsbild haben oder dass sich tatsächlich dickere Rohre in den Platten abzeichnen. Zum Teil liegen die Rohre auch frei.

Zur Erklärung der Solarthermie empfiehlt sich das Beispiel eines Solarkochers (siehe Abbildung Solarkocher). Dort wird ein Topf genau in den Brennpunkt eines Parabolspiegels platziert. Der Spiegel sammelt durch Reflektion die Sonnenstrahlung eines größeren Areals in einem Punkt (Brennpunkt). In diesem Brennpunkt befindet sich nun der Topf – oder im Falle unserer Sonnenkollektoren in einem Solarthermiekraftwerk: ein Rohr mit einer Solarflüssigkeit (siehe Abbildung Parabolspiegel in Solarthermiekraftwerk).

Beim Solarkocher wird der Topf bzw. dessen Inhalt warm. Bei unseren Sonnenkollektoren auf dem Dach (siehe Abbildung Sonnenkollektor) wird die erwärmte Solarflüssigkeit an einen Wärmetauscher geleitet, wo die Wärme auf unser Brauchwasser übertragen wird (siehe Abbildung Solarkreislauf).

Wo finden Sie Hintergrundinformationen dazu?

Broschüren der SAENA, u.a. in „Was uns morgen antreibt. Energie im 21. Jahrhundert“, Seite 09.

Thema Solarkocher → im Forscherauftrag: <https://www.unterrichtsmodule-energie.de/forscheraufgabe-september-2020/>

Thema Sonnenkollektor (für den Finger) → <https://www.unterrichtsmodule-energie.de/experiment-juni-2021/>

„Wanderausstellung Erneuerbare Energien zum Mitnehmen“

https://www.saena.de/download/Erneuerbare%20Energien/BEE_Wanderausstellung_Erneuerbare_Energien_zum_Mitnehmen.pdf

Empfohlene Methodik

Zeitbedarf: ca. 7 min

Erklärung und Lehrer-Schüler-Gespräch anhand von Bildern

Tafelzeichnung entwickeln, welches das Funktionsprinzip eines Solarkochers zeigt (Strahlungsgang/Spiegelungen bei Parabolspiegel einzeichnen)

Alternative Methode:

Erklärung am Modell eines Solarkochers, sofern Sie so etwas vorrätig haben oder selbst hergestellt haben (z.B. aus Alufolie)

Zusätzliche Aufgabe:

Sollten Sie noch etwas Zeit haben, lohnt es, die Schüler vor der Erklärung des Solarkreislaufs zu fragen, ob in Sonnenkollektoren in Deutschland Wasser durch die Sonnenkollektoren fließt. Die Antwort ist nein: Im Solarkreislauf wird eine glycolhaltige (also fetthaltige) Solarflüssigkeit verwendet. Diese friert im Winter nicht ein und erhitzt im Sommer nicht bis zum Verdampfen. Sie macht jedoch den Wärmetauscher erforderlich, sodass man sich nicht mit einer fetthaltigen Flüssigkeit die Hände waschen muss.

Material

Bilder (siehe Bilderordner)



Solarkocher Bildquelle: Adobe Stock

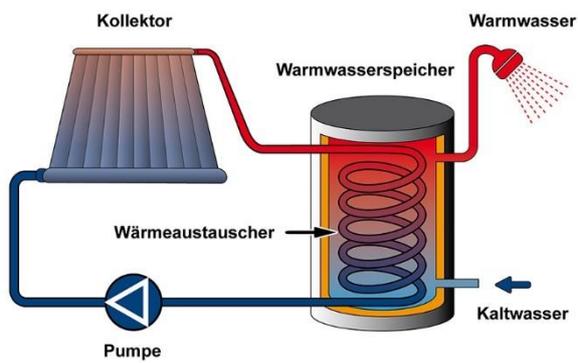


Parabolspiegel in Solarthermiekraftwerk Bildquelle: Adobe Stock



Sonnenkollektor Bildquelle: Adobe Stock

(Wenn man genau hinschaut, sieht man sogar die Parabolspiegel um jede einzelne Röhre)



Solarkreislauf Bildquelle: Adobe Stock

7c. Photovoltaik (Solarzellen)

Photovoltaik (PV) ist mittlerweile auf vielen Dächern von Häusern und Industrieanlagen installiert. Auch auf den freizuhaltenen Flächen entlang von Autobahnen werden sie häufig installiert. Werden sie als große PV-Anlage auf die grüne Wiese gebaut, wählt man mittlerweile meist eine höhere Bauweise, sodass darunter die Viehhaltung oder sogar Landwirtschaft möglich ist. Aktuell testet man, ob Solaranlagen über Anbauflächen aufgrund ihrer schattenspendenden Funktion sogar den Wasserverbrauch senkt und die Ernteerträge erhöht. Immer häufiger werden auch schwenkbare PV-Anlagen gebaut, die sich nach dem Stand der Sonne ausrichten können.

PV-Anlagen sind sehr gut daran erkennbar, dass sie immer mindestens Linien, meist aber Kästchen aufweisen (siehe Abbildung PV-Anlage). Oft schimmern sie auch in der Sonne. PV-Anlagen erzeugen direkt Strom, funktionieren also ohne Generator.

PV-Panels nutzen die Halbleitertechnologie (siehe Abbildung Schematische Darstellung eines PV-Panels). Sehr vereinfacht erklärt, bestehen sie aus zwei Schichten Silizium (4. Hauptgruppe im Periodensystem, also mit 4 Außenelektronen), welchem jeweils ein anderes Element beigemischt wird. Wird z.B. Phosphor (5. HG) beigemischt, bleibt bei der Elektronenpaarbildung ein freies Elektron übrig. In dieser Schicht herrscht also Elektronenüberschuss. Wird in der anderen Schicht z.B. Bor beigemischt (3. HG) fehlt ein Elektron für die Paarbildung.

Die Sonnenstrahlung liefert die Energie, damit sich die Elektronen überhaupt in der Gitterstruktur (also innerhalb der Schichten des PV-Panels) bewegen können. Wenn sie sich bewegen können, versuchen die überschüssigen Elektronen der einen Schicht durch "Wanderung" die Löcher in der anderen Schicht zu stopfen. Bewegte Elektronen erzeugen Strom. Der Ladungsausgleich findet jedoch nie vollständig statt, da sich eine Grenzschicht aufbaut (Schicht mit fortgeschrittenem Ladungsaustausch).

Je nachdem, welches Vorwissen Sie selbst und Ihre Schüler haben, können Sie den Aufbau und die Funktionsweise von PV-Anlagen mit den Schülern besprechen.

Bauen Sie vor- oder hinterher mit den Schülern ein Solarmodell. Je nach handwerklichen Fähigkeiten kann man dafür Bauteile zusammenlöten oder auf fertige Bausätze zurückgreifen. Anschließend lohnt es sich, die Schüler verschiedene Strahlungsquellen (Sonnenlicht, Handytaschenlampe, LED-Lampe, Infrarot-Lampe) bei ihrer PV-Anlage testen zu lassen.

Hinweis: Infrarotlampen funktionieren hervorragend als Ersatz für Sonnenstrahlung, da sie die von PV benötigten Wellenlängen aussenden. LED- und Handytaschenlampen funktionieren nicht. Deren Wellenlängen haben zu wenig Energie, um eine "Elektronenwanderung" zu ermöglichen.

Abschließend sollen die Schüler die richtigen Begriffe auf dem Arbeitsblatt eintragen.

Wo finden Sie Hintergrundinformationen dazu?

Broschüren der SAENA, u.a. in „Leitfaden Photovoltaik“:

https://www.saena.de/download/broschueren/BEE_Leitfaden_Photovoltaik.pdf

„Wanderausstellung Erneuerbare Energien zum Mitnehmen“

https://www.saena.de/download/Erneuerbare%20Energien/BEE_Wanderausstellung_Erneuerbare_Energien_zum_Mitnehmen.pdf

Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende

<https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/APV-Leitfaden.pdf>

Empfohlene Methodik

Zeitbedarf: ca. 15 min

Erklärung und Lehrer-Schüler-Gespräch anhand von Bildern

Bau eines PV-Solarmodells. Empfehlenswert sind hier die Klassensätze der Firma SolExpert, insbesondere die Solar Lüfter (20er Set). Bestellbar unter: <https://www.sol-expert-group.de/Produkte-fuer-Schulen/Klassensaetze/Solar-Luefter-Bausatz-20er-Set::1098.html>

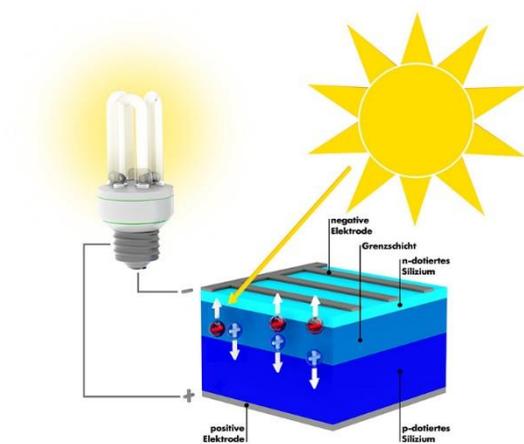
Eintragung auf dem Arbeitsblatt (Eintragen der Begriffe Solarzellen und Photovoltaik).

Material

Bilder (siehe Bilderordner)



PV-Anlage Bildquelle: AdobeStock



Schematische Darstellung eines PV-Panels

Bildquelle: AdobeStock

Anlagen

AA – Karten für das Erneuerbare-Energie-Spiel (siehe Kapitel 3)

AB – Hintergrundinfos für das Erneuerbare-Energie-Spiel (siehe Kapitel 3)

Haftungsausschluss

Der Inhalt dieser Broschüre ist sorgfältig geprüft und nach bestem Wissen erstellt worden, jedoch übernimmt die Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH keinerlei Haftung für eventuell falsche oder missverständliche Texte bzw. Darstellungen und für die Vollständigkeit des Inhaltes. Aufgezeigte

Abbildungen stellen keine Hersteller- und Qualitätsauswahl dar. Ebenso stellt diese Broschüre keine Planungs- und Rechtsgrundlage dar.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Wenn Sie der Redaktion Hinweise zu dieser Broschüre geben möchten, zögern Sie nicht, uns zu kontaktieren



Verfügbarkeit

Unendlich lange

Potenzial

Pustet so stark, dass man damit
200 Mal so viel Energie erzeugen
könnte, wie wir auf der gesamten
Welt brauchen.

Vorteil

Mit einem Windrad kann man so viel
Strom erzeugen, dass damit etwa
1000 Haushalte versorgt werden
können.

Nachteil

Funktioniert nicht bei Windstille
und sieht manchmal nicht so schön
in der Landschaft aus.



Verfügbarkeit

Unendlich lange

Potenzial

Strömt so stark, dass man damit 3
Mal so viel Energie erzeugen
könnte, wie wir auf der gesamten
Welt brauchen.

Vorteil

Funktioniert am Tag und in der Nacht, am Fluss und im Meer, solange genug Wasser da ist.

Nachteil

Ist ein großes Hindernis für Fische.



Verfügbarkeit

Unendlich lange

Potenzial

Scheint so stark, dass man damit
1750 Mal so viel Energie erzeugen
könnte, wie wir auf der gesamten
Welt brauchen.

Vorteil

Wenn es hell ist, kann man es über-
all leicht nutzen, sogar mitten in
der Stadt (z.B. auf Dächern).

Nachteil

Funktioniert nicht in der Nacht
oder bei dicken Wolken.



Verfügbarkeit

Unendlich lange

Potenzial

Wächst so schnell, dass man damit
20 Mal so viel Energie erzeugen
könnte, wie wir auf der gesamten
Welt brauchen.

Vorteil

Funktioniert am Tag und in der Nacht. Man kann viele Reste zum Erzeugen von Strom, Wärme und Biokraftstoffen verwenden, die sonst auf dem Müll gelandet wären.

Nachteil

Kann ziemlich stark stinken.
Wird zu viel davon genutzt, können wichtige Lebensräume zerstört werden.



Verfügbarkeit

Unendlich lange

Potenzial

Wärmt so stark, dass man damit 20 Mal so viel Energie erzeugen könnte, wie wir auf der gesamten Welt brauchen.

Vorteil

Funktioniert bei jedem Wetter, zu jeder Jahres- und Tageszeit. Die Anlagen sind geruchlos, lautlos und nahezu unverwüstlich. Lebensräume werden wenig gestört.

Nachteil

Die notwendigen Erdbohrungen können zu Schäden an Nachbargebäuden führen, wenn der Boden vorher nicht richtig geprüft wird.

Erneuerbare Energien – Ein Spiel

Bereich: Erneuerbare Energien: Vorteile, Nachteile, Potenziale, Verfügbarkeit

Materialien: Spielkarten und Lösung

Anknüpfungspunkte: Vor- und Nachteile der erneuerbaren Energieträger sowie ihrer Potenziale und Verfügbarkeit

Passende Materialien auf unterrichtsmodule-energie.de:

Forscherauftrag im September 2020: „Koche Dir Deine Kartoffel mit der Sonne“

Experiment im November 2020: „Pappe, Wasser, Blubberblasen“

Überraschung vom November 2020: „Herbst-Wind-Strom“

Experiment im Januar 2021: „Nichts als Luft“

Lernziel:

Kennenlernen wichtiger Vor- und Nachteile der erneuerbaren Energieträger sowie ihrer Potenziale und Verfügbarkeit (unendlich lange) auf spielerische Weise.

Das Spiel besteht aus 25 Spielkarten. Zu jedem der 5 erneuerbaren Energieträger (Sonne, Wind, Wasser, Biomasse, Erdwärme) gibt es 5 Karten:

- 1 Bildkarte
- 1x Verfügbarkeit (= immer „unendliche lange“ gemäß Definition der erneuerb. E.)
- 1x Vorteil
- 1x Nachteil
- 1x Potenzial

Spielablauf:

1. als Bewegungs-/Renn-Spiel

Für diese Variante benötigen Sie etwas Platz (z.B. Schulhof bei Windstille, größerer Gang im Schulgebäude, leerer Raum im Schulhaus). Dort sollte es eine Startlinie geben (oder irgendwas, was Sie zur Startlinie deklarieren). Etwa 3 Meter entfernt von dieser Linie sollten später die Spielkarten liegen. (Tipp: In den Gängen des Schulhauses hat es sich bewährt, wenn die Karten in der Mitte liegen und jeweils 2 bzw. 3 Gruppen sich gegenüber stehen – es also 2 Startlinien gibt.)

Teilen Sie die Klasse vorher in 5 Gruppen. Jede Gruppe darf sich dann einen erneuerbaren Energieträger raussuchen und bekommt die entsprechende Bildkarte. Erklären Sie nun die Spielregeln:

Wir gehen jetzt gleich leise raus in den Gang (oder wo auch immer Sie spielen wollen) und stellen uns dort in den Gruppen an der Startlinie auf. Wo die ist, zeige ich Euch gleich. Wie beim Staffellauf im Sportunterricht steht ihr in eurer Gruppe hintereinander. Der erste von euch hat die Bildkarte in der Hand, die anderen stehen dahinter.

Ich lege dann gleich alle Karten vermischt in die Mitte auf einen Haufen. Eure Aufgabe ist es, aus dem Haufen die richtigen Karten zu herauszusuchen. Richtig sind die Karten, die zu euerm Energieträger passen.

Jede Gruppe von euch braucht eine Vorteilskarte, eine Nachteilskarte, eine Verfügbarkeitskarte und eine Potenzialkarte (zeigen Sie das am besten anhand einiger Karten, wo die Worte stehen und erklären Sie ggf. deren Bedeutung).

Das Spiel funktioniert dabei so: Einer von eurer Gruppe rennt nach vorne zu den Karten und nimmt eine davon mit zurück zur Gruppe. Dort lest ihr die Karte gemeinsam durch und entscheidet gemeinsam, ob die Karte zu euch passt oder nicht. Wenn die Karte richtig ist, dann behaltet ihr sie. Wenn sie falsch ist, bringt der nächste aus der Gruppe die Karte wieder nach vorn auf den Haufen und holt gleich die nächste Karte. Achtung: Die Karten dürfen nicht vorn am Haufen gelesen werden. Achtet bitte auch darauf, dass ihr euch nicht gegenseitig schubst oder dass ihr nicht zusammenstößt.

Die Gruppe, die als erstes die 4 richtigen Karten gesammelt hat, hat gewonnen.

Gehen Sie nun mit der Gruppe raus zum Spielfeld. Erklären Sie, wo die Startlinie ist und dass diese unbedingt eingehalten werden muss. Wiederholen Sie ggf. noch mal kurz, welche 4 Karten gesammelt werden müssen und geben Sie dann das Startsignal.

Tipp 1: Es hat sich bewährt, während des Spiels immer wieder zu den Gruppen zu gehen und sich die gesammelten Karten zwischendurch anzuschauen. Weisen Sie die Kinder darauf hin, wenn Karten nicht richtig sind. Diese müssen wieder nach vorn gebracht werden, weil sie ja sonst einer anderen Gruppe fehlen.

Tipp 2: Lassen Sie die fertigen Gruppen einfach warten, bis die anderen Gruppen in Ruhe zu Ende gespielt haben. Merken Sie sich jedoch die Platzierungen.

Wenn die Klasse das Spiel zu Ende gespielt hat, gehen Sie mit den Kindern zurück in die Klasse und werten das Spiel aus. Dazu können die Karten zunächst in den Gruppen bleiben (bzw. einer aus der Gruppe sollte die Karten mitnehmen). Wenn Sie dann z.B. die Windenergie auswerten, können die Kinder die entsprechenden Karten vorlesen.

Zeitbedarf: Spielerklärung und -vorbereitung ca. 5 Minuten

Spieldurchführung ca. 12 Minuten

Spielauswertung ca. 15 bis 60 Minuten (je nach Umfang und Intensität)

2. als Zuordnungs-Spiel für max. 25 Schüler

Diese Variante ist etwas weniger bewegt und kürzer. Sie eignet sich daher vor allem für größere Schüler (z.B. ab Klasse 6). Sie können diese Variante problemlos im Raum durchführen. Die Schüler sollten sich lediglich im Raum bewegen können. Da dieses Spiel darauf beruht, dass jeder eine Karte bekommt, können jedoch maximal 25 Schüler teilnehmen. Sollten es weniger Schüler sein, können Sie entweder einen kompletten Energieträger weglassen oder nur bestimmte Karten weglassen (z.B. die Verfügbarkeitskarten).

Teilen Sie jedem Schüler eine Karte aus (vorher mischen!) und erklären Sie nun den Spielablauf:

Jeder von euch hat eine Karte bekommen, die zu einem der 5 erneuerbaren Energieträger gehört. Eure Aufgabe ist es, diejenigen in der Klasse zu finden, die ebenfalls eine Karte eures Energieträgers haben. Ihr sollt euch also zu Gruppen zusam-

menfinden. Dazu dürft ihr euch natürlich leise im Klassenzimmer bewegen und die anderen nach ihren Karten fragen.

Jede Gruppe von euch braucht eine Vorteilskarte, eine Nachteilskarte, eine Verfügbarkeitskarte und eine Potenzialkarte (zeigen Sie das am besten anhand einiger Karten, wo die Worte stehen und erklären Sie ggf. deren Bedeutung). Die Gruppe, die als erstes die 5 richtigen Karten zusammen hat, hat gewonnen.

Wenn die Klasse das Spiel zu Ende gespielt hat, sollte sich jeder seinen Energieträger merken und sich anschließend mit seiner eigenen Karte wieder auf den Platz setzen. Wenn Sie die Karten bzw. das Spiel auswerten, können die Schüler die entsprechenden Karten vorlesen. (Falls es ganz schnell gehen soll, sammeln Sie alle Karten ein und werten lesen die Karten selbst vor.)

Zeitbedarf: Spielerklärung und -vorbereitung ca. 3 Minuten

Spieldurchführung ca. 5 Minuten

Spielauswertung ca. 15 bis 60 Minuten (je nach Umfang und Intensität)

Hintergrundinfos/Lösung:

Informationen und Zahlen zu den erneuerbaren Energieträgern und deren Nutzung in Sachsen finden Sie in den Broschüren „Was uns morgen antreibt – Energie im 21. Jahrhundert“ und „Dein Tag voller Energie – Entdecke die Geheimnisse rund um Strom und Wärme“ der SAENA, die Sie kostenlos bestellen oder direkt downloaden können unter:

<https://www.unterrichtsmodule-energie.de/downloads/>

Die Angaben zu den Potenzialen wurden folgender Quelle entnommen:

https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dk041646.pdf

Tipp für die Auswertung (insb. ab Klasse 5):

Diskutieren Sie mit den Schülern den Unterschied zwischen dem *theoretischen Potenzial* (= physikalisches Energieangebot) und dem *technischen Potenzial* (= tatsächlich nutzbares Energieangebot) der erneuerbaren Energieträger. Tragen Sie einige Faktoren zusammen, die erklären, warum nicht das gesamte theoretische Potenzial eines Energieträgers genutzt werden kann und das technische Potenzial daher meist deutlich geringer ist als das theoretische Potenzial. Z.B.

- Beeinträchtigung von Ökosystemen / naturschutzfachliche Gründe;
- günstige Gebiete zu weit abgelegen / geografisch-räumliche Gründe;
- zu hohe Bau- und/oder Betriebskosten / wirtschaftliche Gründe)

Windenergie

Verfügbarkeit: unendlich lange

Potenzial: Pustet so stark, dass man damit 200 Mal so viel Energie erzeugen könnte, wie wir auf der gesamten Welt brauchen.

Vorteil: Mit einem Windrad kann man so viel Strom erzeugen, dass damit etwa 1000 Haushalte versorgt werden können.

Nachteil: Funktioniert nicht bei Windstille und sieht manchmal nicht so schön in der Landschaft aus.

Ideen für die Auswertung:

Rechnen Sie gemeinsam mit den Schülern aus, wie viele Windräder man in Ihrer Stadt/in Ihrem Dorf bauen müsste, um alle Haushalte mit Strom zu versorgen. Überlegen Sie dazu, wie viele Einwohner es gibt und lassen Sie die Schüler berechnen, wie viele Haushalte das sind (statistisch gesehen leben 2 Einwohner in 1 Haushalt). Mittgroße Windenergieanlagen können 1000 Haushalte, sehr große Windenergieanlagen sogar 3000 Haushalte mit Strom versorgen.

Weitere Ideen, Lernmaterialien und Projektbeispiele finden Sie auf der Seite:

<https://www.unterrichtsmodule-energie.de/unterrichtsmodule/windenergie/>

Wasserenergie

Verfügbarkeit: unendlich lange

Potenzial: Strömt so stark, dass man damit 3 Mal so viel Energie erzeugen könnte, wie wir auf der gesamten Welt brauchen.

Vorteil: Funktioniert am Tag und in der Nacht, am Fluss und im Meer, solange genug Wasser da ist.

Nachteil: Ist ein großes Hindernis für Fische.

Ideen für die Auswertung:

Bauen Sie mit den Schülern ein Wasserrad (z.B. aus leeren Verpackungsmaterialien), recherchieren Sie nach den größten Wasserkraftwerken der Erde, machen Sie eine virtuelle Führung durch ein Wasserkraftwerk (via Youtube) oder diskutieren Sie mit den Schülern, welche Möglichkeiten für Fische geschaffen werden, die Staudämme zu überwinden (Fischtreppen).

Solarenergie

Verfügbarkeit: unendlich lange

Potenzial: Scheint so stark, dass man damit 1750 Mal so viel Energie erzeugen könnte, wie wir auf der gesamten Welt brauchen.

Vorteil: Wenn es hell ist, kann man es überall leicht nutzen, sogar mitten in der Stadt (z.B. auf Dächern).

Nachteil: Funktioniert nicht in der Nacht oder bei dicken Wolken.

Ideen für die Auswertung:

Machen Sie einen Rundgang durch die Schulumgebung und inspizieren Sie, wo es überall Solaranlagen gibt. Ordnen Sie ein, welche der Anlagen Strom erzeugen (Solarzellen / Photovoltaik) und welche Warmwasser aufbereiten (Sonnenkollektoren). Prüfen Sie, in welche Himmelsrichtung die Anlagen ausgerichtet sind und ergründen Sie, warum (ggf. lassen sich dafür Online-Rechner nutzen).

Bauen Sie mit den Schülern Solarmodelle (z.B. von Sol-Expert) oder basteln Sie einfache Sonnenkollektoren.

Weitere Ideen, Lernmaterialien und Projektbeispiele finden Sie auf der Seite:

<https://www.unterrichtsmodule-energie.de/unterrichtsmodule/sonnenenergie/>

Bioenergie

Verfügbarkeit: unendlich lange

Potenzial: Wächst so schnell, dass man damit 20 Mal so viel Energie erzeugen könnte, wie wir auf der gesamten Welt brauchen.

Vorteil: Funktioniert am Tag und in der Nacht. Man kann viele Reste zum Erzeugen von Strom, Wärme und Biokraftstoffen verwenden, die sonst auf dem Müll gelandet wären.

Nachteil: Kann ziemlich stark stinken. Wird zu viel davon genutzt, können wichtige Lebensräume zerstört werden.

Ideen für die Auswertung:

Rechnen Sie gemeinsam mit den Schülern aus, wie viel Holz man braucht, um eine Wohnung mit 100 m² mit Warmwasser zu versorgen und zu heizen. Wäre dafür eine Scheitholz-, eine Hackschnitzel- oder eine Pelletheizung eher geeignet? Lassen Sie die Schüler bei einer Waldexkursion selbst die Bäume kennzeichnen, welche sie fürs Heizen fällen würden und diskutieren sie ihre Auswahl vor dem Hintergrund von Wirtschaftlichkeit, Naturschutz und Waldgestaltung.

Machen Sie via Youtube einen Rundgang durch eine Biogasanlage oder diskutieren Sie die bestmögliche Landschaftsgestaltung für den Anbau nachwachsender Rohstoffe? Würden Sie lieber große zusammenhängende, auf wirtschaftliche Effizienz getrimmte Felder anlegen oder doch kleinflächig und naturschutzgerecht wirtschaften?

Weitere Ideen, Lernmaterialien und Projektbeispiele finden Sie auf der Seite:

<https://www.unterrichtsmodule-energie.de/unterrichtsmodule/biomasse/>

Erdwärme / Geothermie

Verfügbarkeit: unendlich lange

Potenzial: Wärmt so stark, dass man damit 20 Mal so viel Energie erzeugen könnte, wie wir auf der gesamten Welt brauchen.

Vorteil: Funktioniert bei jedem Wetter, zu jeder Jahres- und Tageszeit. Die Anlagen sind geruchlos, lautlos und nahezu unverwüstlich. Lebensräume werden wenig gestört.

Nachteil: Die notwendigen Erdbohrungen können zu Schäden an Nachbargebäuden führen, wenn der Boden vorher nicht richtig geprüft wird.

Ideen für die Auswertung:

Recherchieren Sie mit den Schülern zur natürlichen Geothermie und wie man sie weltweit auf unterschiedliche Weise technisch nutzbar gemacht hat. Wie wird Erdwärme heute im Dorf bzw. in der Stadt genutzt? Wie tief muss man dazu bohren? Muss man überhaupt bohren (z.B. bei Flächenkollektoren)? Wird bei Flächenkollektoren auch der Wärmestrom aus dem Erdinneren (Erdwärme) genutzt, oder ist hier noch ein anderer Faktor ausschlaggebend (z.B. Wärmeeintrag durch Regenwasser und Solarstrahlung über die Oberfläche)? Lässt sich eine Erdwärmeanlage auch als Klimaanlage im Sommer nutzen?