

WAS UNS MORGEN ANTREIBT.

ENERGIE IM 21. JAHRHUNDERT

saena

Sächsische
Energieagentur GmbH



INHALT

Klimawandel	3
Erneuerbare Energien	6
Windenergie	7
Sonnenenergie	11
Nachwachsende Energie	17
Erdwärme	21
Wasserkraft	25
Netzstabilität und Stromspeicher	27
Neue Mobilität	29
Energieeffizienz	31
Impressum	35

Über die Sächsische Energieagentur

Die **Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH** ist das unabhängige Beratungs-, Informations- und Kompetenzzentrum zu den Themen erneuerbare Energien, zukunftsfähige Energieversorgung, Energieeffizienz und effiziente Mobilität. Gesellschafter sind der Freistaat Sachsen und die Sächsische Aufbaubank – Förderbank – (SAB). Sie dient als sachsenweite Anlaufstelle für alle handelnden Personen und Institutionen im Bereich Energie und Klimaschutz.

Mit spannenden
Aufgaben und
Experimenten
im Heft!

KLIMAWANDEL



Was ist das Klima?

Das Klima beschreibt den Zustand von Temperaturen, Niederschlägen und anderen Faktoren in einem bestimmten Gebiet über einen langen Zeitraum (mindestens 30 Jahre). Auch längere Zeiträume von Jahrhunderten und Jahrtausenden sind für die Beschreibung des Klimas üblich.¹

Was ist der Klimawandel?

Klimawandel bedeutet, dass sich das Klima der Erde verändert. Den natürlichen Klimawandel gibt es auf der Erde schon immer. Eis- und Warmzeiten wechseln sich ab.



Früher: Der natürliche Klimawandel sorgt für Eis- und Warmzeiten.



Heute: Durch den menschengemachten Klimawandel werden Überschwemmungen immer häufiger.



Der menschengemachte Klimawandel

In den letzten 150 Jahren haben wir einen schnelleren Anstieg der Temperaturen beobachtet. Die Temperaturen steigen vor allem deswegen, weil Menschen bestimmte Gase in die Luft abgeben, die als **Treibhausgase** bekannt sind. Diese Gase sind unter anderem **Kohlendioxid (CO₂)**, **Methan** und **Lachgas (N₂O)**. Für Menschen und Tiere ist der schnelle Temperaturanstieg ein Problem, weil sie sich kaum an die veränderten Bedingungen anpassen können.

Treibhausgase entstehen durch viele menschliche Aktivitäten, zum Beispiel durch die Verbrennung **fossiler Brennstoffe**: Wenn wir Öl, Kohle oder Gas verbrennen, um Energie zu erzeugen (z. B. in Autos, Kraftwerken oder Heizungen), wird CO₂ freigesetzt. Die Treibhausgase sammeln sich in der Atmosphäre und wirken wie eine Decke um die Erde. Dadurch bleibt die Wärme besser gespeichert, und die Temperaturen steigen.



Tipp:

Ist es überhaupt schlimm, wenn es immer wärmer wird? Antworten auf häufige Fragen zum Klimawandel findest du hier:



Der Klimawandel in Sachsen

Auch in **Sachsen** sind die Temperaturen gestiegen. Der menschengemachte Klimawandel und seine Folgen sind eine Herausforderung. In Sachsen sind wir dabei sowohl Verursacher als auch Betroffene.

Folgen des Klimawandels in Sachsen sind:

- 1 **Häufigere Hitzewellen:** In den Sommermonaten treten immer öfter extreme Temperaturen auf, was zu gesundheitlichen Problemen und Hitzeschäden in der Landwirtschaft führen kann.

	1961 – 1990	1991 – 2020
Anzahl Sommertage ³	30	42
Anzahl Frosttage ³	97	90

- 2 **Veränderte Niederschlagsmuster:** Es gibt stärkere Regenfälle in kürzeren Zeiträumen, die zu Überschwemmungen führen können, sowie längere Trockenperioden, die die Wasserversorgung beeinträchtigen.

Tipp:

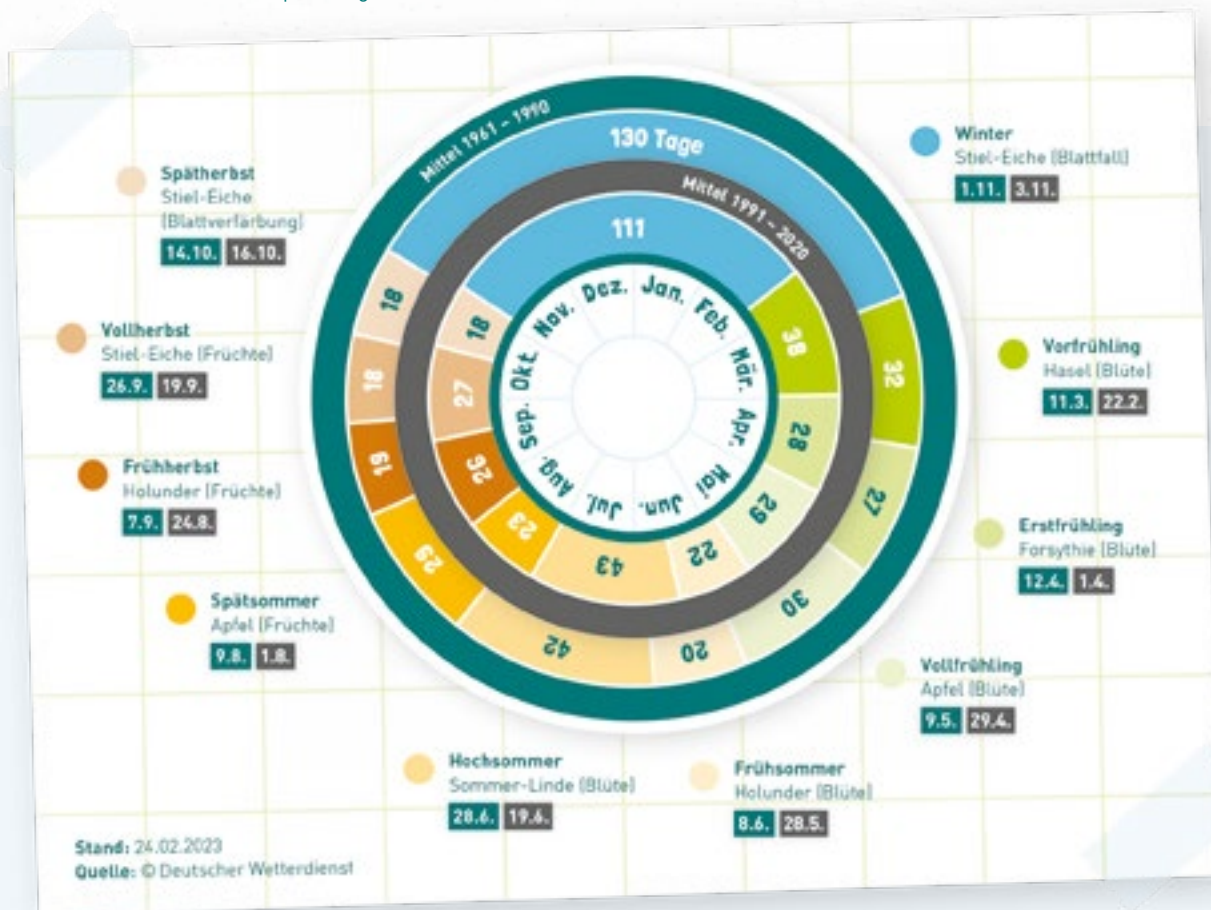
Weitere Folgen des Klimawandels in Sachsen findest du hier:



Phänologische Jahreszeiten

Auch die Jahreszeiten in Sachsen verschieben sich. Die Winter werden kürzer, und in den Sommern wechseln sich lange Hitzeperioden mit Starkregenfällen ab. Als **phänologische Jahreszeiten** werden Zeitabschnitte bezeichnet, die auf Ereignissen in der Natur basieren. Beispielsweise beginnt der Vorfrühling, wenn die Hasel anfängt zu blühen.

Hier siehst du die phänologischen Jahreszeiten für **Sachsen** dargestellt. Durch den Klimawandel verändern sich der Start und die Dauer der phänologischen Jahreszeiten.



Aufgabe

Wie lange dauern die Jahreszeiten?

Was zu tun ist

Vervollständige die Tabelle. Wie lange haben der Frühling, Sommer, Herbst und Winter in den Zeiträumen von 1961 – 1990 und 1991 – 2020 gedauert? An welchem Datum haben sie begonnen?

Vergleiche deine Ergebnisse.

	Dauer 1961–1990	Dauer 1991–2020	Beginn 1961–1990	Beginn 1991–2020
Frühling				
Sommer				
Herbst				
Winter				

ERNEUERBARE ENERGIE

Erneuerbare Energien

Mit Maßnahmen zum Klimaschutz können die Emissionen von Treibhausgasen reduziert werden. Ein Beispiel dafür ist die Umstellung der Energieversorgung von fossilen Energieträgern, wie Kohle oder Gas, auf **erneuerbare Energien**. Unter erneuerbaren Energien versteht man Energiequellen, die im Gegensatz zu Öl, Kohle und Gas unendlich vorhanden sind. Beispielsweise kann durch Photovoltaikanlagen die Energie der Sonne in Strom umgewandelt werden. Weitere erneuerbare Energien sind **Windenergie, Solarenergie, Bioenergie, Erdwärme** und **Wasser**.

Die weltweite Energienachfrage ist in den letzten Jahrzehnten stetig gestiegen und wird in den kommenden Jahren weiter zunehmen. Der Energiebedarf wird hauptsächlich durch fossile Energieträger wie Erdöl, Erdgas und Kohle gedeckt, was zu einer Verknappung von Ressourcen und einem hohen CO₂-Ausstoß führt. Erneuerbare Energien decken aktuell lediglich **16 Prozent⁴** des weltweiten Energiebedarfs ab (Stand 2023). In der Stromversorgung beträgt der Anteil erneuerbarer Energien weltweit **37 Prozent⁵** (Stand 2023). In Deutschland wurden 2023 **51,8 Prozent⁶** des Stroms aus erneuerbaren Quellen produziert. In Sachsen beträgt der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung **15,2 Prozent⁷** (Stand 2021).



Quelle: www.energie.sachsen.de/zahlen-und-fakten-3971.html
 (Datei: „Statistischer Bericht: Energie- und CO₂-Bilanzen im Freistaat Sachsen 2021“)

Aufgabe

Wie erneuerbar ist der Strom?

Was zu tun ist

Vergleiche die Daten der Stromversorgung aus erneuerbaren Energien in Sachsen, Deutschland und weltweit.

Benutze dafür die Tabelle:

	Sachsen	Deutschland	Weltweit
Anteil fossiler Energien an der Stromversorgung			
Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung	15,2%		

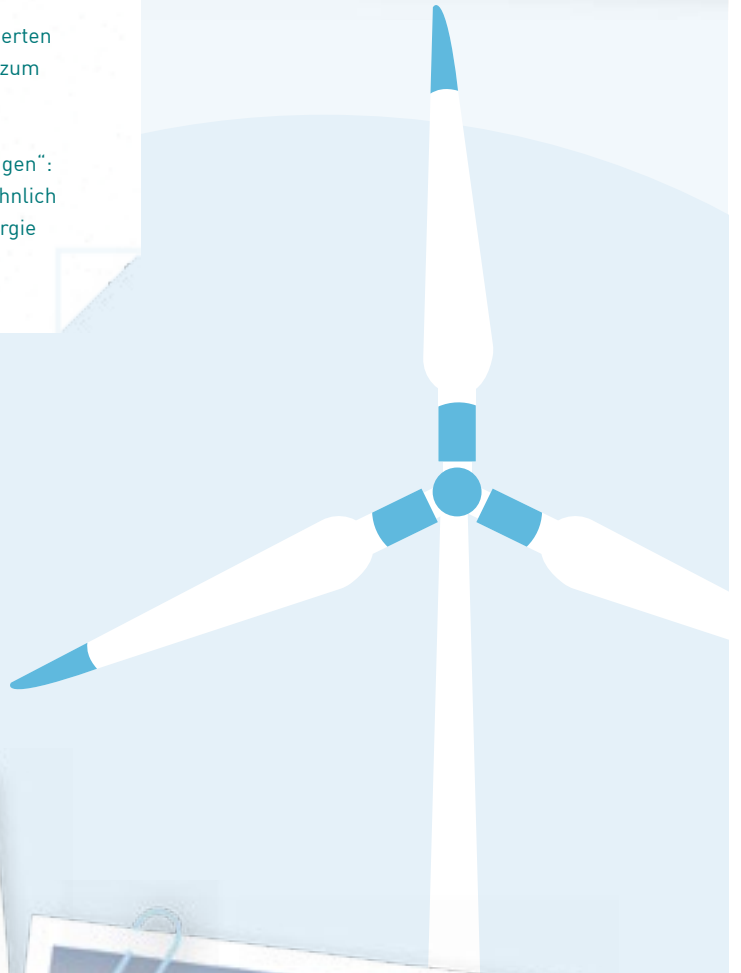
WINDENERGIE



Was ist Windenergie?

Der Wind wird von der Menschheit schon seit vielen Jahrhunderten als Energiequelle genutzt, beispielsweise durch Windmühlen zum Mahlen von Getreide.

Die Windenergie wird heute von großen Windrädern „eingefangen“: Der Wind setzt die Rotorblätter des Windrads in Bewegung. Ähnlich wie bei einem Dynamo am Fahrrad wird diese Bewegungsenergie im Windrad in Strom umgewandelt.



Früher: Windmühlen nutzten den Wind zum Mahlen von Getreide zu Mehl.



Heute: Windkraftanlagen nutzen den Wind zur Stromproduktion.



Wie funktioniert eine Windenergieanlage?

Eine Windenergieanlage, auch Windkraftanlage genannt, wandelt die **Bewegungsenergie** des Windes zuerst in **mechanische Energie** und dann in **elektrische Energie** um. Das Windrad dreht sich, weil die Flügel (auch **Rotorblätter** genannt) auf eine bestimmte Art und Weise geformt sind. Sie sehen so ähnlich aus wie die Flügel eines Flugzeuges. Es ist der durch Druck und Unterdruck verursachte Auftrieb, der die Flügel in Bewegung setzt, wenn sie von Luft umströmt werden.

Wie viel Strom eine Windkraftanlage produziert, hängt von mehreren Faktoren ab. Ein besonders wichtiger Faktor ist natürlich die **Windgeschwindigkeit**. Außerdem gilt: Je höher der Turm und je größer der Rotordurchmesser, desto mehr Energie liefert die Anlage. Das hängt damit zusammen, dass die Windgeschwindigkeit mit zunehmender Höhe steigt und die Strömung gleichmäßiger wird. Windkraftanlagen auf dem Meer (offshore) haben meistens eine höhere Leistung als Windkraftanlagen an Land (onshore).



Fakten zur Windkraft

Wie hoch ist eine Windkraftanlage?

Eine Windkraftanlage ist ca. **80 – 160 m hoch** (onshore).⁸ Neue Windkraftanlagen können sogar Höhen von **230 – 280 m** erreichen (offshore).

Wie lang sind die Flügel?

Bei großen Anlagen sind die Flügel über **70 m** lang.

Welche Leistung hat eine Windkraftanlage?

Die Leistung einer Windkraftanlage liegt in Deutschland bei **1,5 – 10 MW**. Moderne Anlagen erreichen Leistungen über **10 MW** (onshore).⁹

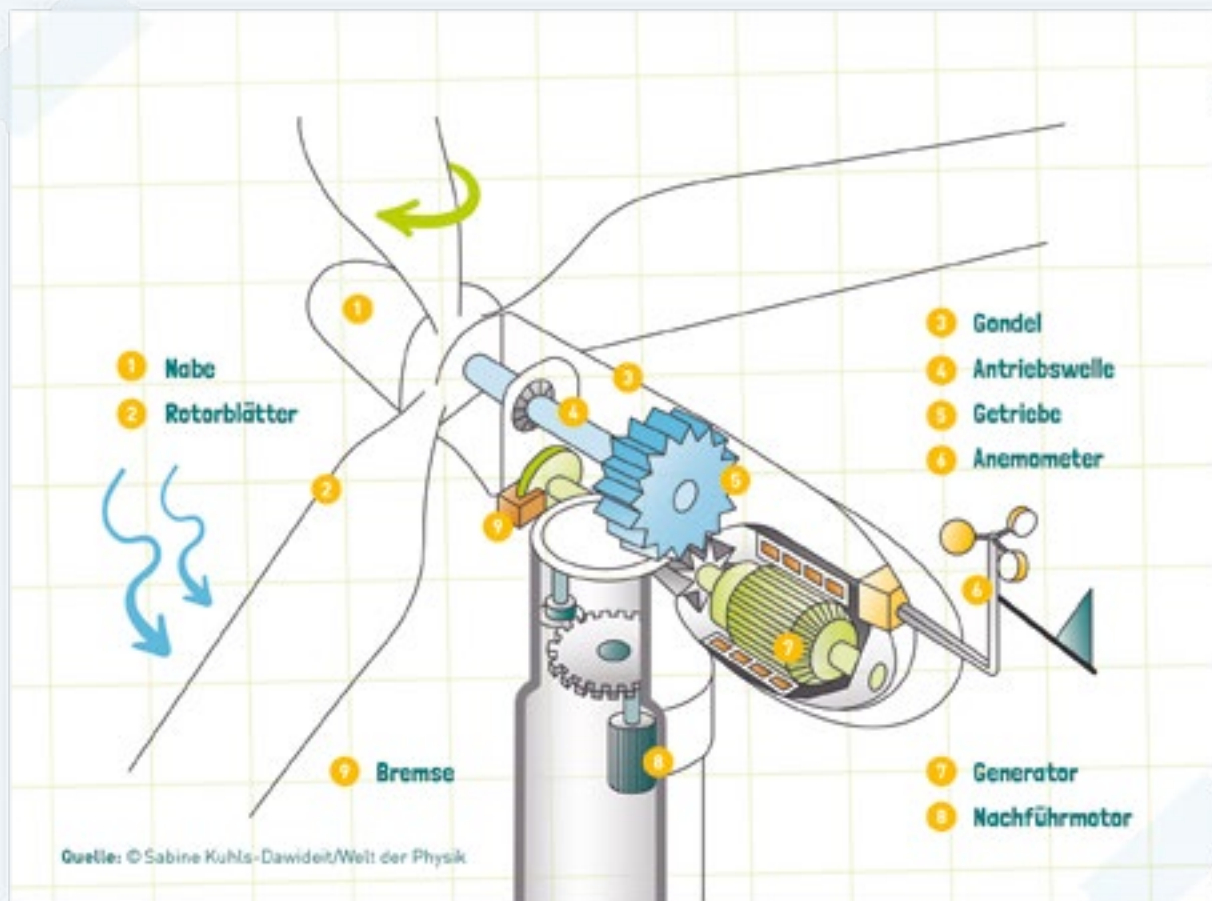
Wie viele Windkraftanlagen gibt es in Sachsen?

In Sachsen gibt es **930 Windkraftanlagen** (Stand Ende 2021).



Die Technik

Das technische Herzstück der Windkraftanlage befindet sich im Inneren der so genannten **Gondel**. Dort erfolgt die Umwandlung der mechanischen Rotationsenergie in Elektroenergie. Dafür sind in der Gondel ein **Getriebe** und ein **Generator** eingebaut. Der Strom kann dann über Kabel durch den Turm zum Erdboden transportiert werden. Über den **Netzanschluss** wird er in das Stromnetz eingespeist. Das **Fundament** sorgt dafür, dass die Windkraftanlage stabil steht.



Aufgabe

Pro und Contra

Was zu tun ist

Sammle mit deinem Sitznachbarn oder deiner Sitznachbarin **je zwei Vorteile und Nachteile** von Windkraftanlagen.

Welche fallen euch ein?

Vorteil

Nachteil

Raus aus dem Windschatten!

Setze ein **selbstgebautes Windrad** aus recycelten Materialien auf Stäbe unterschiedlicher Länge und entdecke den Unterschied der Drehgeschwindigkeiten in verschiedenen Höhen.

Zum Experiment:



Aufgabe

Beschrifte die Bauteile der Windkraftanlage!

Was zu tun ist

Ordne die Begriffe den freien Kästchen zu.

Kreise ein, welches Bauteil mit Hilfe des Auftriebsprinzips die kinetische Energie der Luft in eine Drehbewegung umwandelt.

Fundament

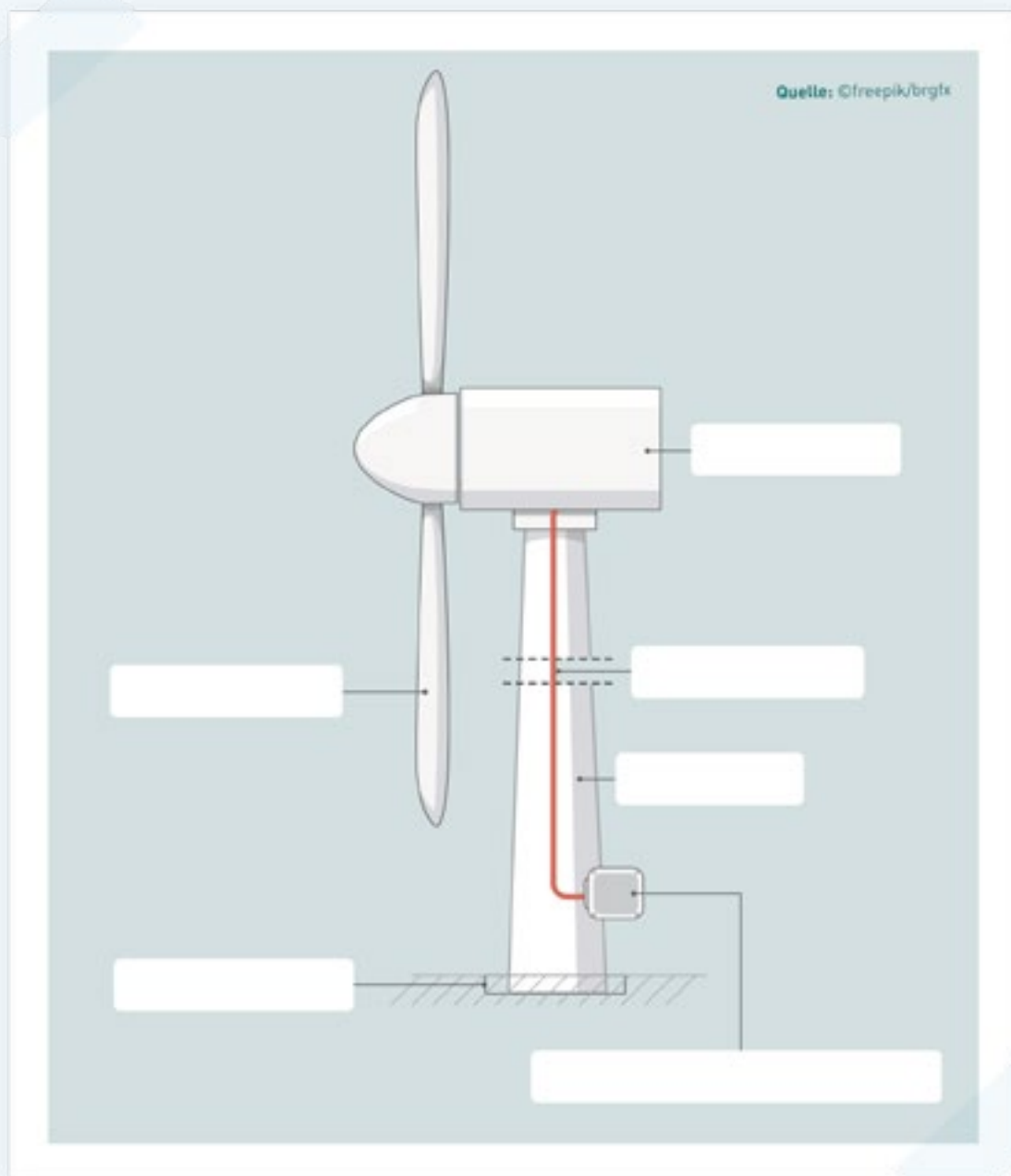
Rotorblatt

Gondel

Kabel

Turm

Netzanschluss



SONNENERGIE



Was ist Sonnenenergie?

Fast jede Energieform, die wir auf der Erde vorfinden, ist entweder umgewandelte Sonnen-, Gezeiten- oder Kernenergie. In der Sonne laufen Kernfusionen bei rund **15 Millionen Grad Celsius** ab. Die dabei freiwerdende Energie wird in Form von Strahlung in den Weltraum abgegeben. Davon erreicht uns auf der Erde nur ein Bruchteil.

Dennoch strahlt die Sonne **5.000-mal** mehr Energie auf die Erde ein, als alle Menschen insgesamt benötigen. Mit Solaranlagen können wir die Energie der Sonne nutzen.



Früher: Die Energie der Sonne trocknet die Wäsche.



Heute: Mit Photovoltaikanlagen wird Sonnenenergie in elektrische Energie umgewandelt.



Photovoltaikanlagen

Durch **Photovoltaikanlagen** (kurz PV-Anlagen) wird die Sonnenstrahlung in elektrische Energie umgewandelt. Photovoltaikanlagen gibt es in verschiedenen Größen und Farben. **Große Freiflächenanlagen** hast du bestimmt schon mal am Straßenrand gesehen. Weit verbreitet sind auch PV-Anlagen auf Dächern von Wohnhäusern oder Industriegebäuden. Auch denkmalgeschützte Gebäude bilden keine Ausnahme mehr für die Errichtung einer PV-Anlage.

Der auf den Dächern erzeugte Strom wird meistens direkt im Gebäude genutzt. Der nicht benötigte Strom wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Ein **Batteriespeicher** stellt hier eine sinnvolle Ergänzung der PV-Anlage dar. So kann die Sonnenenergie auch dann genutzt werden, wenn die Sonne nicht scheint. Die Praxis hat gezeigt, dass bei Wohngebäuden bis zu **30 Prozent** des jährlichen Stromverbrauchs über eine PV-Anlage gedeckt werden können. Mit einem guten Energiemanagement oder einem Stromspeicher können bis zu **80 Prozent** des erzeugten Stroms selbst genutzt werden.



Bauwerksintegrierte Photovoltaik

Bauwerksintegrierte Photovoltaik ist die Integration von Solarmodulen in die Gebäudehülle. Dabei steht nicht nur die klassische Energiegewinnung, sondern auch weitere Funktionen wie **Wärmedämmung**, **Sonnen-** und **Wetterschutz** oder **architektonische Funktionen** im Vordergrund.

Floating-Photovoltaik

Mit **schwimmenden Photovoltaikanlagen** (auch FloatingPV genannt) wird auf die energetische Nutzung von Wasseroberflächen, wie etwa in **stillgelegten Braunkohletagebauen** oder auf **Stauseen** abgezielt. Dieses Konzept bietet einen Ansatzpunkt zur Reduzierung der Konkurrenz zwischen der Flächennutzung zur Energieerzeugung und anderen Nutzungsarten. Bei schwimmenden PV-Anlagen handelt es sich um ein relativ neues Konzept, das weiter erforscht wird.



Agri-PV

PV-Freiflächenanlagen stehen aufgrund ihrer Dimension zunehmend in Konkurrenz mit der landwirtschaftlichen Bodennutzung. Für Nischenanwendungen kann unter bestimmten Voraussetzungen die **kombinierte Nutzung** von Photovoltaik und intensiver Landwirtschaft eine Option sein.



Weitere Einsatzgebiete

Mittlerweile gibt es **PV-Anlagen** in vielen verschiedenen Formen und für unterschiedliche Anwendungen.

Steckerfertige PV-Anlagen (auch Balkonkraftwerke genannt) kann man sogar im Baumarkt kaufen. Bei **Solarcarports** wird die Photovoltaikanlage gleichzeitig als Dach und Stromquelle für das Laden von E-Autos, E-Bikes und Ähnlichem genutzt. Sogar in der Raumfahrt gibt es Anwendungen für PV-Module, etwa für Satelliten oder Raumstationen. Kleinere PV-Zellen kommen in **stationären Anlagen** wie Parkuhren, noch kleinere in Taschenrechnern oder Armbanduhren zum Einsatz.

Tipp:

Ist dein Haus-/Schuldach geeignet für eine Solaranlage?
Überprüfe es mit dem Solarkataster:



Solarthermie

Die Sonne wärmt – das hat jeder schon einmal gespürt. Diese Wärme kann über **solarthermische Anlagen** im Haus als Heizenergie genutzt werden. Solarthermieanlagen sehen ganz ähnlich aus wie PV-Anlagen. Jedoch wandeln sie die Energie der Sonne nicht in elektrische Energie, sondern in **Wärmeenergie** um. Und das funktioniert so:

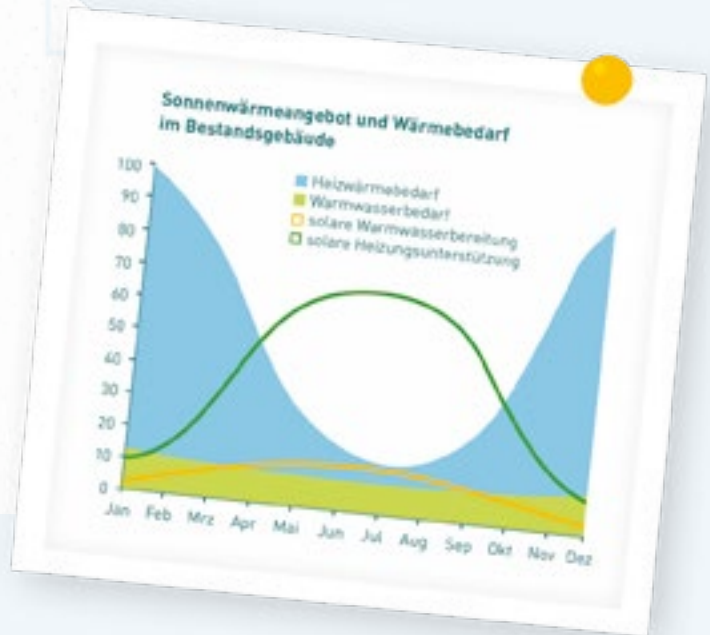
Solarthermieanlagen zur Wärmeerzeugung

Bei Solarthermieanlagen wird ein flüssiges Medium, meist ein **Wasser-Frostschutzgemisch** durch die Sonne erhitzt. Die so erzeugte Wärme wird in einem **Wärmetauscher** an normales Wasser abgegeben – das Wasser erwärmt sich also. Jetzt kann es für die **Beheizung** und **Warmwasserbereitung** in Gebäuden und Prozessen genutzt werden. Genau wie bei Photovoltaikanlagen ist ein Speicher sinnvoll, um die Wärme nutzen zu können, wenn die Sonne nicht scheint. Je nach Größe der Solarthermieanlage ist eine weitere Form der Wärmegewinnung notwendig.



Solarthermieranlagen zur Kühlung

Solarthermieranlagen für Wohngebäude haben den Nachteil, dass die große Menge bereitgestellter Wärme in den Sommermonaten nicht abgenommen bzw. genutzt werden kann. In Kombination mit **Kältemaschinen** lässt sich Solarwärme auch zur Kühlung nutzen. Da der Kühlbedarf im Sommer besonders hoch und gleichzeitig auch der Ertrag einer solarthermischen Anlage am höchsten ist, wird der Kollektor in Kombination mit einer Kältemaschine besonders gut ausgenutzt. Dies ermöglicht das **umweltfreundliche Betreiben** von Klimaanlage – Heizen im Winter, Kühlen im Sommer.



Aufgabe

Alles verstanden?

Was zu tun ist

Überprüfe dein neues Wissen zu PV- und Solarthermieranlagen mit den folgenden Fragen.

- 1 Warum ist eine **PV-Anlage** und eine **Solarthermieranlage** auf einem Einfamilienhaus sinnvoll? **Begründe deine Antwort.**

- 2 Wie wirkt sich **Verschattung**, z.B. durch hohe Bäume, auf die Strom- bzw. Wärmeerzeugung aus?

- 3 Warum fließt durch eine Solarthermieranlage ein **Wasser-Frostschutz-Gemisch** und kein reines Wasser?

Aufgabe

Das Haus der erneuerbaren Energien

Was zu tun ist

Betrachte das Bild genau.

Finde die PV-Anlagen und die Solarthermieanlage. Verfolge auch die Leitungen des Hauses.

Wofür stehen die Farben?

Schwarz

Blau

Rot

Gelb



Bau dir deinen eigenen Finger-Sonnenkollektor!

Erfahre am eigenen Finger, wie stark die Sonnenstrahlen wärmen können.

Zum Experiment:



Experiment



Bau dir eine Sonnenmühle!



Anspruch



Arbeitszeit



Spaß



Geduld

Materialien

- ☐ Zahnstocher oder Streichholz
- ☐ leeres Marmeladenglas
- ☐ Kartonpapier
- ☐ Alufolie
- ☐ Klebestift bzw. Leim
- ☐ Klebestreifen
- ☐ Schwarzen Filzstift
- ☐ Faden (Nähgarn)
- ☐ Bleistift, Holzspieß oder Aststückchen
- ☐ Lineal

Anleitung

- 1 Schneide aus dem Kartonpapier vier 4 x 4 cm große Quadrate aus.
- 2 Bemale zwei davon schwarz und klebe auf die anderen beiden jeweils Alufolie.
- 3 Klebe die Karton-Rechtecke abwechselnd (schwarz – silbern – schwarz – silbern) mit Leim an eines der Enden des Zahnstochers (jeweils die gleiche Farbe sollte gegenüber sein).
- 4 Lass es gut trocknen.
- 5 Befestige auf der anderen Seite des Zahnstochers den Faden mit Leim oder etwas Klebeband.
- 6 Binde das andere Ende des Fadens um den Bleistift oder um ein kleines Aststück.
- 7 Hänge die Mühle so in das Glas, dass sie sich frei bewegen kann. Sollte es nicht ganz in dein Glas passen, schneide die Flügel vorsichtig und gleichmäßig alle etwas kürzer oder schau nach, ob du ein größeres Glas findest.

! Stelle das Glas in die Sonne. Was beobachtest du?

Warum ist das so?

Vielleicht hast du es schon einmal selbst festgestellt. Eine dunkle oder schwarze Fläche wird durch die Sonne schneller und stärker erwärmt als eine hellere Fläche.

Bei deiner Mühle passiert genau das Gleiche. Trifft die Wärmestrahlung der Sonne auf die Flügel, dann erwärmen sich die schwarzen Teile stärker als die silbernen.

Dabei wird Wärmeenergie freigesetzt, die die Gasmoleküle der näheren Umgebung erwärmt. Durch ihre thermische Bewegung übertragen sie einen Teil ihres Impulses auf die Flügel (Gasdruck), wodurch ein Drehimpuls erzeugt wird. Die Sonnenmühle beginnt sich zu drehen.

In der Natur beeinflussen Wärmeströmungen unser Wetter und lassen Gewitter entstehen. Vielleicht hast du im Wetterbericht schon einmal etwas von Hoch- und Tiefdruckgebieten gehört.



www.unterrichtsmodule-energie.de

Weitere spannende Aufgaben und Experimente findest du auf der Seite **EnergieSchuleSachsen** der SAENA!

Weitere Infos:



NACHWACHSENDE ENERGIE



Was ist Bioenergie?

Bioenergie ist die Energie, die aus Biomasse gewonnen wird. Die Nutzung von Bioenergie ist schon **sehr alt**: Seit Jahrtausenden gewinnen die Menschen Wärme aus der Verbrennung von Holz.

In modernen Biogasanlagen wird Biomasse allerdings nicht mehr verbrannt. Sie nutzen das bei der **Vergärung von Pflanzen** entstehende Gas zur Stromgewinnung.



Früher: Das Lagerfeuer spendet Wärme und Energie zum Kochen.



Heute: In einer Biogasanlage werden Strom, Wärme und Gas aus Biomasse produziert.



Als Biomasse werden organische Stoffe bezeichnet, die als **Energieträger** verwendet werden und pflanzlichen oder tierischen Ursprungs sind. Diese können eine **gasförmige**, **flüssige** oder **feste** Form haben. Typische Beispiele sind etwa:



Energiepflanzen
(z. B. Raps, Mais
oder Zuckerrüben)



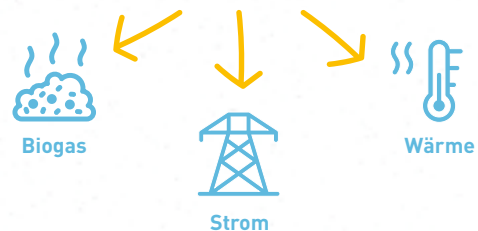
**Holz oder
Holzpellets**



**Biomüll
und Gülle**

Eigentlich ist Biomasse **keine unendliche Ressource**. Das liegt daran, dass die zur Verfügung stehenden Flächen für die Produktion von Biomasse begrenzt sind. Nicht nur durch den Platz auf der Erde an sich, sondern auch durch andere Nutzungsansprüche, beispielsweise zur **Nahrungsmittelproduktion**. Biomasse kann in der Regel gelagert werden und steht damit das ganze Jahr zur Verfügung.

Für die Nutzung von Biomasse gibt es unterschiedliche Konzepte. Sicher kennst du schon die einfachste Version der Verbrennung, nämlich ein Lagerfeuer als Wärmequelle zu nutzen. Auch Kaminöfen oder Pelletheizungen nutzen dieses Prinzip zur Heizung von Wohngebäuden. Zur Nutzung von Biomasse zählt auch die Herstellung von Biokraftstoffen für den Verkehr. In einer Biogasanlage können gleich **drei Produkte** gewonnen werden:



Wie entsteht aus Gülle Strom?

Funktionsweise der Biogasanlage

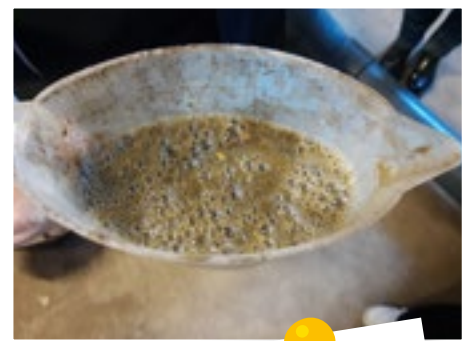
Bis aus einem Kuhfladen Strom entsteht, sind mehrere Schritte notwendig:

- A** Die gehäckselte Biomasse wird mit der Gülle in einen großen Behälter eingefüllt (**Fermenter**) und verrührt. Die Fermenter sind die runden Behälter mit den Kuppeln (siehe Bild), die du bestimmt schon einmal in Verbindung mit einem Bauernhof gesehen hast.





- B** Der **Fermenter** ist so aufgebaut: Im Fermenter wird die Biomasse unter Sauerstoffausschluss durch **Gär- und Fäulnisprozesse** mit Hilfe von Bakterien zersetzt. Dabei entsteht **Biogas**. Das Biogas ist nach diesem Schritt eine Mischung aus Methan, Kohlendioxid, Wasserdampf und anderen Gasen. Aber sind darunter nicht genau jene klimaschädlichen Treibhausgase, die wir eigentlich reduzieren wollen? Richtig, allerdings wird nur das CO_2 freigesetzt, das die Pflanze in ihrem Lebenszyklus gebunden hat.
- C** Damit das Biogas gut aus der Masse entweichen und sich in der Kuppel sammeln kann, wird **ständig gerührt**. So sieht die Biomasse beim Vergären im Behälter aus. Sogar das Biogas ist als **Bläschen** zu erkennen.
- D** Das gesammelte Gas wird abgeführt und steht dem nächsten Prozessschritt zur Verfügung. Der überbleibende Gärrest wird wieder in der Landwirtschaft als **Dünger** auf den Feldern verwendet.
- E** Das Biogas wird zum **Antrieb eines Verbrennungsmotors** verwendet. Dieser treibt wiederum einen Generator an, der **Strom** erzeugt und in das Stromnetz einspeist. Die bei der Verbrennung des Biogases im Motor entstehende Wärme kann mit Hilfe eines Abgaswärmetauschers zum Erwärmen von Wasser genutzt werden. Soll das Biogas ins Gasnetz eingespeist werden, muss es noch gereinigt werden.



Experiment



Biomasse auf dem Fensterbrett



Anspruch



Arbeitszeit



Spaß



Geduld

Materialien

- 2 Schälchen oder Untertassen oder Ähnliches
- 1 großes Glas
- Kressesamen
- Küchenkrepp/Küchenrolle
- Wasser



Anleitung

- 1 Schneide ein Blatt Küchenrolle in kleine Teile, die gut auf dein Schälchen bzw. deine Untertasse passen.
 - 2 Streue Kressesamen auf das Küchenkrepp und gieße in beide Schälchen so viel Wasser, dass sich das Küchenkrepp gut damit vollsaugen kann.
 - 3 Stülpe über eines deiner Schälchen ein großes Glas.
 - 4 Gieße etwas Wasser nach, wenn das Küchenkrepp trocken wird.
- ! **Beobachte, ob die Kresse in den beiden Schälchen gleich schnell oder unterschiedlich schnell wächst!**

Wo wird das angewendet?

Gewächs- bzw. Treibhäuser gibt es schon seit mehr als **300 Jahren**. Mittlerweile haben viele Hobbygärtner ein Gewächshaus in ihrem Garten stehen. Dort können im Frühjahr, wenn es draußen eigentlich noch zu kalt und windig für zarte Keimlinge ist, die Pflanzen schon wachsen und gedeihen.

Im Sommer wird es den Pflanzen aber auch schnell mal zu warm im Gewächshaus. Deshalb müssen die Gewächshäuser dann oft **beschattet** werden. Die riesigen Gewächshäuser in Südeuropa (v. a. in Spanien) werden dann teilweise sogar mit Jalousien abgedeckt.



www.unterrichtsmodule-energie.de

Weitere spannende Aufgaben und Experimente findest du auf der Seite **EnergieSchuleSachsen** der SAENA!

Weitere Infos:



ERDWÄRME



Was ist Erdwärme?

Das Erdinnere ist auch nach Jahrmilliarden immer noch glühend heiß: **etwa 5.000 Grad Celsius**. Die Erdwärme dringt überall von innen als permanenter Wärmestrom an die Oberfläche.

Diese Wärmeenergie kann genutzt werden. An besonders günstigen Standorten werden dafür Geothermieranlagen errichtet. Auch für Wohngebäude ist sie über Wärmepumpen nutzbar.



Früher: Makaken nutzen heiße Quellen zum Aufwärmen bei Minusgraden.



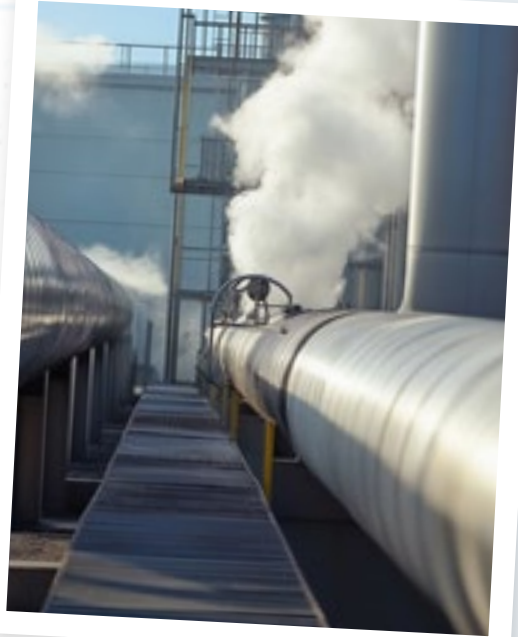
Heute: In Geothermieranlagen wird die Wärme der Erde in Strom umgewandelt.



Wie funktioniert eine Geothermieranlage?

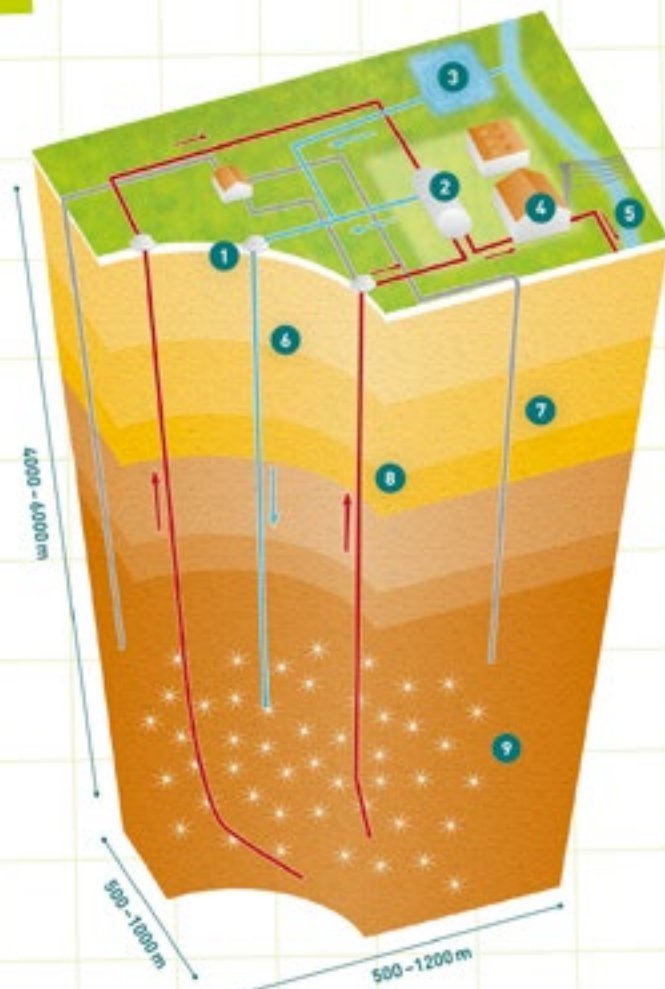
In **Tiefengeothermieranlagen** wird die Wärme aus tiefen Erdschichten nutzbar gemacht. Über die Bohrungen wird Wasser dafür in heiße Gesteinsschichten gepumpt und nimmt dort die Wärme aus dem Gestein auf. Das erhitzte Wasser wird dann wieder an die Oberfläche gefördert. Oben angekommen, ist das Wasser sehr heiß und hat meist eine Temperatur von über **100 Grad Celsius**. Diese Wärme wird dann über einen **Wärmetauscher** an ein anderes Medium abgegeben, welches eine **Turbine** antreibt. Über einen angeschlossenen Generator wird dann **Strom** erzeugt. Außerdem besteht die Möglichkeit, die Wärme aus der Erde an das **Wärmenetz** abzugeben.

Tiefengeothermie spielt in Deutschland für die Stromversorgung bisher eine geringe Rolle. Wegen der tiefen Bohrungen ist es aufwendig und teuer ein Geothermiekraftwerk zu bauen.



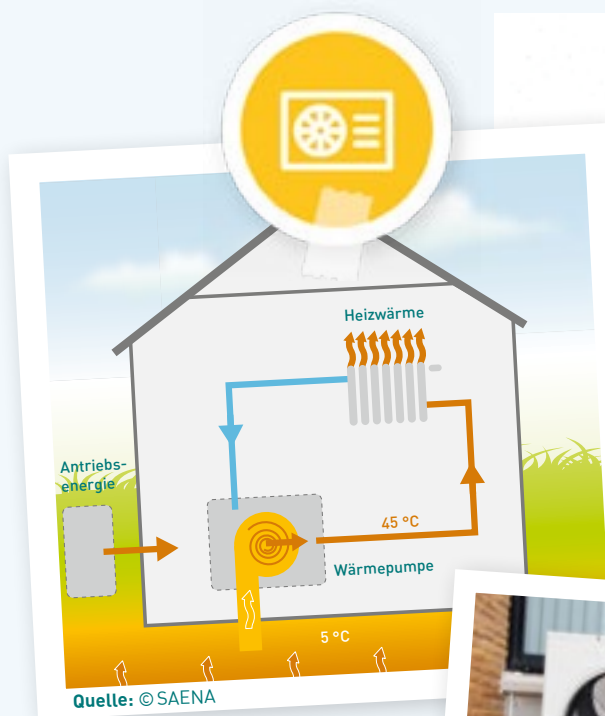
Tiefengeothermieranlage

- 1 Pumpe
- 2 Wärmetauscher
- 3 Wasserspeicher
- 4 Turbinenhaus und Strom
- 5 Fernwärme
- 6 Injektionsbohrung
- 7 Hochbohrung
- 8 Produktionsbohrung
- 9 kristallines Gestein

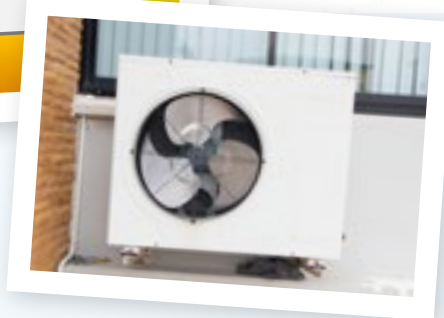


Quelle: © media project GmbH





Neben der Tiefengeothermie gibt es noch die Möglichkeit **oberflächennahe geothermische Wärme** zu nutzen. Damit sind Tiefen zwischen **1 m und 200 m** gemeint. Die kleineren Systeme sind auch für Haushalte finanzierbar. Die erzielbaren Temperaturen sind deutlich geringer und liegen ganzjährig im Bereich von **8 bis 12 Grad Celsius**. Um die Temperatur der Wärmequelle so zu erhöhen, dass sie für Heizzwecke oder zur Bereitstellung von Warmwasser geeignet ist, werden **Wärmepumpen** verwendet. Diese erhöhen die Temperatur, unter Einsatz von Strom, auf das für die Heizung nutzbare Niveau von bis zu 70 Grad Celsius. Als Wärmequellen kommen sowohl das Erdreich als auch die Umgebungsluft oder das Grundwasser infrage.



Die verschiedenen Arten von Wärmepumpen:

- 1 Die **Sole-Wasser-Wärmepumpe** entzieht dem Erdreich Wärmeenergie. Dafür nutzen sie entweder eine einzelne Tiefenbohrung (in Tiefen von 50 – 100 m) oder horizontal verlegte Erdkollektoren. Die Erdkollektoren werden nur in einer Tiefe von 1,2 bis 1,5 m verlegt, es muss aber deutlich mehr langfristig unbebaute Fläche zur Verfügung stehen.
- 2 Die **Luft-Wasser-Wärmepumpe** nutzt die Wärme der Umgebungsluft. Da Umgebungsluft überall verfügbar ist, ist diese Variante der Wärmepumpe universell einsetzbar. Im Gegensatz zu Sole-Wasser-Wärmepumpen muss aber die Temperaturschwankung der Luft in den Jahreszeiten berücksichtigt werden.
- 3 Die **Wasser-Wasser-Wärmepumpe** nutzt als Wärmequelle direkt das Grundwasser. Dieses fließt das ganze Jahr über in der Tiefe mit relativ konstanter Temperatur. Für eine Bohrung sollte ein Grundwasserleiter in 10 – 20 m Tiefe vorhanden sein. Für die Nutzung dieser Wärmequelle sind zwei Bohrungen erforderlich: Über die erste Bohrung wird das Grundwasser an die Erdoberfläche hochgepumpt, die Wärme wird dann mit der Wärmepumpe genutzt. Über die zweite Bohrung wird das Wasser wieder in den Boden zurückgelassen.



Experiment



Bau dir einen Vulkan



Anspruch



Arbeitszeit



Spaß



Geduld

Materialien

- ☐ 2 leere, kleine Marmeladengläser
- ☐ 1 Teller
- ☐ doppelseitiges Klebeband
- ☐ Alufolie (alternativ: Sand oder Steinchen)
- ☐ 2-3 Päckchen Backpulver
- ☐ etwas Spülmittel
- ☐ 1 halbes Glas Essig
- ☐ 1 halbes Glas Wasser
- ☐ rote Lebensmittelfarbe für einen tollen Effekt (kannst du auch weglassen)
- ☐ Tablett als Unterlage

Anleitung

- 1 Stelle das Glas mittig auf den Teller und klebe es mit Klebeband fest, damit nichts verrutscht.
 - 2 Umwickele den Teller und das Glas mit der Alufolie, damit es aussieht wie ein Vulkankegel. Du kannst dafür auch Steinchen oder Sand nehmen.
 - 3 Lass oben ein Loch und biege die Folie etwas nach innen, sodass ein Vulkankrater entsteht.
 - 4 Fülle das Backpulver in das Glas.
 - 5 Mische Wasser und Essig in dem zweiten Glas. Für einen Extra-Effekt mische vorsichtig rote Lebensmittelfarbe dazu.
 - 6 Gib einen Spritzer Spülmittel in das Wasser-Essig-Gemisch.
- ! **Fülle das Gemisch in das Glas mit dem Backpulver und beobachte, was passiert!**

Warum ist das so?

Das Experiment soll symbolisch zeigen, wie ein Vulkan ausbricht. Symbolisch deshalb, weil in deinem Experiment kein Gestein geschmolzen wird, sondern eine einfache **chemische Reaktion** abläuft.

Hat dein Experiment richtig funktioniert, dann hat dein Vulkan stark gesprudelt und gespritzt und ist höchstwahrscheinlich übergelaufen. Das Sprudeln entsteht, weil Backpulver mit Essig reagiert hat. Backpulver enthält **Natriumhydrogencarbonat**. Kommt dieses mit einer Säure wie der des Essigs zusammen, findet eine chemische Reaktion statt, bei der **Kohlenstoffdioxid (CO₂)** entsteht. Ähnlich wie in einer Flasche mit Sprudelwasser, die du vielleicht noch ordentlich geschüttelt hast, entweicht das Kohlenstoffdioxid sehr schnell. Dabei drückt es die umgebende Vulkanmischung mit aus dem Vulkan heraus.

Natürlich sind es im Erdinneren andere Vorgänge. Tief im Inneren der Erde ist es so heiß, dass das Gestein schmilzt. Das passiert bei etwa **1000 bis 1300 Grad Celsius**. Die Gesteinsschmelze nennt man **Magma**. In 2 bis 50 Kilometern Tiefe sammelt sich das Magma in großen Magmaherden. Wird der Druck zu groß, will das Magma dem Druck durch Spalten in der Erdkruste entweichen. Hat es die Erdoberfläche erreicht, wird das Magma oft mit hohem Druck herausgepresst. Oft explodiert so ein Vulkan regelrecht.



www.unterrichtsmodule-energie.de

Weitere spannende Aufgaben und Experimente findest du auf der Seite **EnergieSchuleSachsen** der SAENA!

Weitere Infos:



WASSERKRAFT



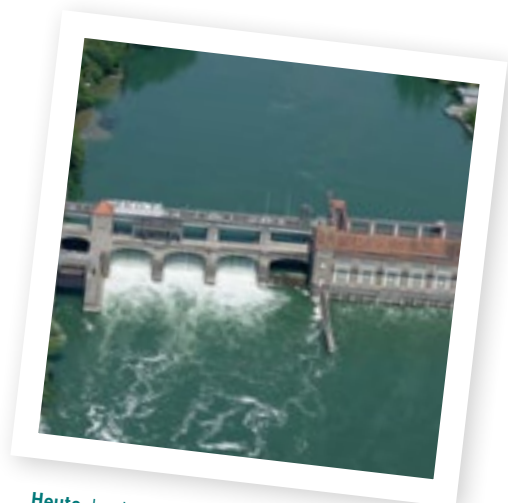
Was ist Wasserkraft?

In einem Wasserkraftwerk wird die Bewegung des Wassers in Strom umgewandelt. Dafür nutzt man entweder die **Strömung** von Flüssen oder das Wasser, das in **Stauseen** von oben nach unten fließt.

Es gibt viele verschiedene Arten von Wasserkraftwerken, aber das Grundprinzip ist immer ähnlich: Das Wasser fließt durch ein Kraftwerk und bringt dabei **Turbinen** in Bewegung. Diese Turbinen sind mit einem **Generator** verbunden. Dieser wandelt die **Bewegungsenergie** des Wassers in **elektrische Energie** um, die wir dann als Strom nutzen können.



Früher: Wassermühlen nutzen die Kraft des Wassers zum Mahlen von Getreide zu Mehl.



Heute: In einem Wasserkraftwerk wird die Energie des Wassers in Strom umgewandelt.

Drei Dinge braucht es immer, um Strom aus Wasserkraft zu gewinnen:

- 1 Fließendes Wasser in beträchtlichen Mengen
- 2 Eine Turbine, welche die Bewegungsenergie des Wassers in Rotationsenergie umwandelt (ähnlich wie in einer alten Wassermühle)
- 3 Einen Generator, der die Rotationsenergie in elektrische Energie umwandelt

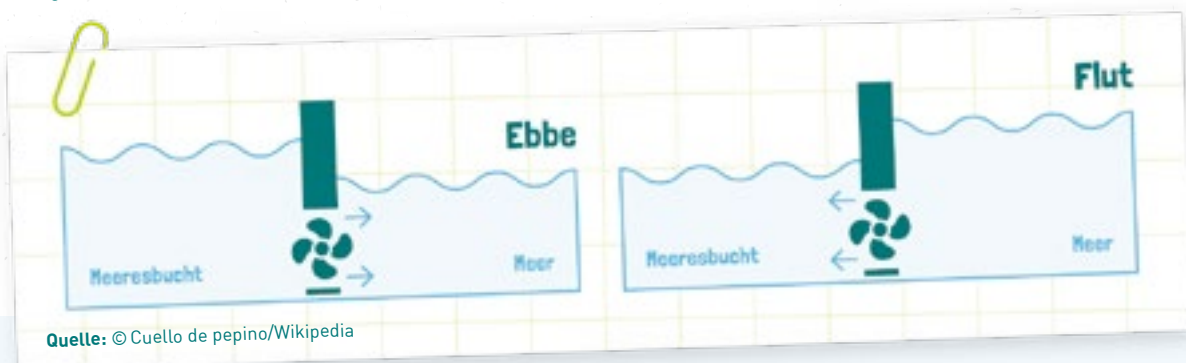
Aus diesen drei Komponenten ist ein Wasserkraftwerk grundsätzlich aufgebaut. Wasserkraftwerke sind sehr große Anlagen. Sie zeichnen sich durch einen hohen Wirkungsgrad und eine lange Lebensdauer von **100 Jahren** und mehr aus. Außerdem sind die Kosten für den Betrieb und die Wartung der Anlage gering.



Das Potential für die Nutzung von Wasserkraft wird von natürlichen Gegebenheiten begrenzt. Strom aus Wasserkraft stellt nur einen geringen Anteil an der Stromversorgung in Sachsen bereit (siehe Abschnitt „Erneuerbare Energien“). Das Potential ist in Sachsen und auch in Deutschland weitestgehend ausgeschöpft.

Strom aus Gezeitenenergie

In den Bewegungen des Wassers steckt eine große Energie. Diese kann jedoch nur selten wirtschaftlich genutzt werden. **Gezeitenkraftwerke** nutzen die Bewegung des Wassers, die durch Ebbe und Flut entsteht. Gezeiten entstehen durch die **Anziehungskräfte** von Mond und Sonne. Das Gezeitenkraftwerk wandelt dann die kinetische und potenzielle Energie des Wechsels der Gezeiten durch Turbinen in elektrische Energie um.



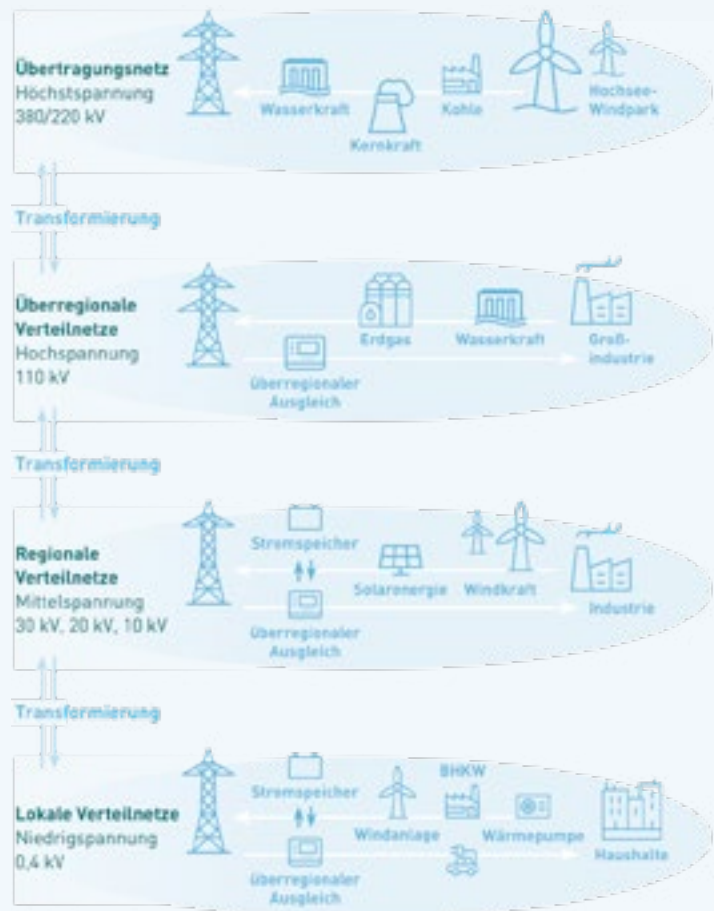
NETZSTABILITÄT UND STROMSPEICHER



Was ist das Stromnetz?

Das Stromnetz ist ein System zur Übertragung und Verteilung des Stroms vom **Produzenten** (z. B. eine Windkraftanlage oder eine PV-Anlage) zum Verbraucher. Um eine **stabile Stromversorgung** zu gewährleisten, muss immer genau so viel Strom produziert werden, wie verbraucht wird.

Bis der Strom in den Wohnhäusern aus der Steckdose kommt, legt er einen langen Weg über verschiedene Ebenen des Stromnetzes zurück. Große Stromverbraucher, wie **Industriebetriebe**, sind direkt an höhere Ebenen angeschlossen. Sie brauchen **stärkeren Strom**.



Früher: Kachelöfen speichern Wärme über mehrere Stunden.



Heute: Das Stromnetz ist für die Verteilung des Stroms zuständig.

Wie können erneuerbare Energien in die Stromversorgung eingebunden werden?

Netzstabilität

In Europa wird das Stromnetz mit einer Frequenz von **50 Hertz** und **Wechselstrom** betrieben. Diese Netzfrequenz darf nicht zu stark schwanken, damit das Netz immer stabil bleibt (Gefahr eines Blackouts). Es darf nie zu viel oder zu wenig Strom fließen. Eine Herausforderung für die Netzstabilität ist die Einbindung erneuerbarer Energien. Wind- und Solarenergie sind **wetterabhängig**. An sonnigen Tagen kann viel PV-Strom produziert werden, während es an bewölkten Tagen weniger ist. Um mit diesen Herausforderungen umgehen zu können, müssen Netzbetreiber sehr gut planen. Momentan ist es nicht möglich, eine **hundertprozentige Stromversorgung** aus erneuerbaren Quellen anzubieten. Konventionelle Kraftwerke sind besser steuerbar, mit ihnen können die Schwankungen der erneuerbaren Energien ausgeglichen werden.

Ausbau des Stromnetzes

Für die Einbindung der erneuerbaren Energien in die Stromversorgung müssen außerdem **neue Leitungen** gebaut werden. Der Bedarf für den Neubau von Stromleitungen liegt bei ca. **4800 km¹¹**.

Stromspeicher

Um die Herausforderungen der **Netzstabilität** zu bewältigen, sind auch Stromspeicher wichtig. Sie speichern **überschüssige Energie** und geben sie bei Bedarf wieder ab. Es gibt verschiedene Technologien zur Speicherung für Energie. Sicher kennst du bereits ein Beispiel für einen Stromspeicher – den **Akku im Handy**. Dieser speichert kurzfristig den Strom. Ein anderer Batteriespeicher ist häufig in Kombination mit einer **PV-Anlage** in Wohnhäusern zu finden. Ein sehr großen Speicher ist das **Pumpspeicherkraftwerk**: In diesem wird Wasser in ein höher gelegenes Becken gepumpt, wenn viel Strom produziert wird. Bei hohem Strombedarf wird das Wasser wieder abgelassen, um Turbinen anzutreiben und Strom zu erzeugen.



Kannst du das Stromnetz stabil halten?

Bei diesem Experiment kannst du selbst ein Stromnetz steuern. **Jetzt bist du gefragt:** Kannst du den Zusammenbruch des Stromnetzes (Blackout) verhindern, auch wenn mal kein Wind weht oder das Kohlekraftwerk kaputtgeht?

Zum Experiment



NEUE MOBILITÄT



Was ist die neue Mobilität?

Im Verkehrsbereich werden im Moment viele **Treibhausgasemissionen** verursacht. Die meisten Autos, LKW, Flugzeuge und Schiffe werden mit fossilen Kraftstoffen betrieben. Um weniger Treibhausgase auszustößen, braucht es daher den Umstieg auf eine umweltverträgliche Mobilität (Verkehrswende). Diese schließt einerseits den Ersatz von fossilen Treibstoffen durch klimaneutrale Antriebe ein. Andererseits gehören zur Verkehrswende auch der Ausbau des ÖPNV, die Förderung von Fuß- und Radverkehr und die Reduktion des Autoverkehrs. Denn je häufiger umweltfreundliche Verkehrsmittel anstatt Verkehrsmittel mit fossilen Treibstoffen genutzt werden, desto weniger Emissionen entstehen.



Früher: Die ersten Straßenbahnen wurden von Pferden gezogen.



Heute: Elektroautos ermöglichen einen umweltfreundlichen PKW-Verkehr.





Umweltfreundliche Kraftstoffe

- 1 **Biotreibstoffe:** Biotreibstoffe, wie Biodiesel oder Bioethanol, werden aus Biomasse (z. B. Raps, Mais, Zuckerrüben oder Soja) gewonnen. Biodiesel macht dabei den **größten Marktanteil** an Biokraftstoff in Deutschland aus. Ihre Verfügbarkeit ist begrenzt.
- 2 **Wasserstoff:** Wasserstoff ist ein weiterer, zur Diskussion stehender Treibstoff der Zukunft. Für die breite Anwendung sind noch **viele Entwicklungsschritte** notwendig. Wasserstoff muss gasförmig unter hohem Druck oder flüssig bei Temperaturen von -253 Grad Celsius gespeichert werden. Dazu sind spezielle Speicher und Betankungstechniken notwendig. Für den Betrieb von Fahrzeugen mit Wasserstoff sind entweder Wasserstoffverbrennungsmotoren oder Brennstoffzellen nötig.

E-Mobilität

Für die Verkehrswende spielt die **Elektromobilität** eine wichtige Rolle. Der Antrieb von Autos mit (erneuerbarem) Strom ist deutlich umweltfreundlicher als der Antrieb durch fossile Treibstoffe. Je höher der Anteil erneuerbarer Energie im Strommix ist, desto größer ist dieser Vorteil. Für den Übergang auf die Elektromobilität spielen **Hybridfahrzeuge** eine Rolle. Neben Elektroautos zählen auch E-Fahrräder oder E-Roller zur Elektromobilität.



Aufgabe

Pro und Contra

Vorteil

Nachteil

Was zu tun ist

Sammle je drei Vor- und Nachteile von Elektromobilität mit deinem Sitznachbar oder deiner Sitznachbarn.

Welche fallen euch ein?

Exkursionstipp:



Wie sieht die Mobilität der Zukunft aus?

Besuche das **OSTRA Labor** im Heinz-Steyer-Stadion in Dresden. Informiert euch im Labor darüber, wie die Mobilität zukünftig effizienter gestaltet werden kann und was dazu in der Stadt Dresden passiert.

Das Ostra-Labor ist **ab März 2025 mittwochs von 11–16 Uhr** geöffnet. Weitere Termine für Schulklassen können unter mobilities@dresden.de angefragt werden.

ENERGIEEFFIZIENZ

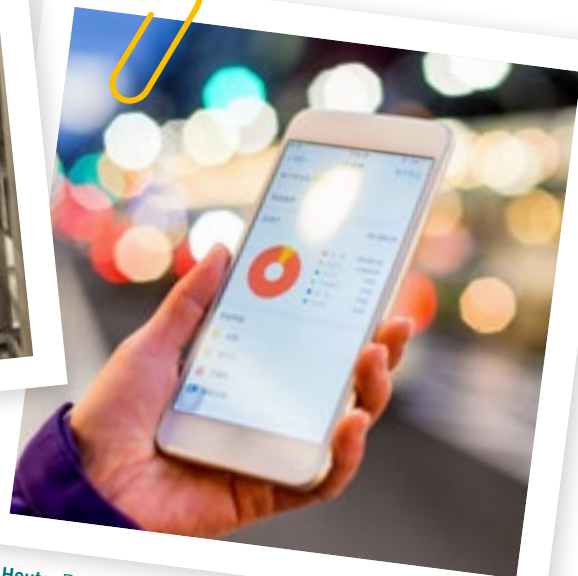


Was ist Energieeffizienz?

Energieeffizienz bedeutet, mit **weniger Energie** den gleichen Nutzen zu erzielen. Wir können unsere Geräte und Prozesse so gestalten, dass sie weniger Energie verbrauchen.



Früher: Die ersten Computer waren große Rechenmaschinen.



Heute: Ein heutiges Smartphone ist wesentlich kleiner und benötigt weniger Strom.



Warum ist Energieeffizienz wichtig?

- 1 **Ressourcenschonung:** Durch den geringeren Energieverbrauch werden natürliche Ressourcen gespart.
- 2 **Umweltschutz:** Durch einen geringeren Energieverbrauch werden die Treibhausgasemissionen reduziert.
- 3 **Kostensenkung:** Durch den geringeren Energieverbrauch werden die Kosten gesenkt.

Auch für Industrieanlagen, Transportmittel und andere Bereiche ist Energieeffizienz ein wichtiges Thema. Durch effizientere Prozesse können Unternehmen **Ressourcen** und **Geld** sparen. Beispiele für Energieeffizienz im Haushalt sind **LED-Lampen** oder **energieeffiziente Haushaltsgeräte**. Kühlschränke, Waschmaschinen und Geschirrspüler, die das Energielabel A tragen, nutzen deutlich weniger Strom. Du erkennst den Energieverbrauch der Geräte **an diesem Siegel:**



Was kannst du zu Hause tun?



- 1 **Lampen wechseln:** Benutze LED-Lampen, diese verbrauchen weniger Strom.
- 2 **Heizverhalten optimieren:** Stell die Heizkörper nicht zu warm. Lüfte mehrmals täglich kurz und stoßweise, anstatt das Fenster lange angekippt offen zu lassen. Heizkörper während des Lüftens zudrehen.
- 3 **Elektrogeräte abschalten:** Schalte Geräte wie Fernseher, Computer und Ladegeräte aus, wenn du sie nicht benutzt, anstatt sie im Standby-Modus zu lassen.
- 4 **Kühlschrank optimal nutzen:** Stelle den Kühlschrank nicht zu kalt ein und halte die Tür möglichst kurz offen.
- 5 **Wasser sparen:** Verwende wassersparende Duschköpfe und Drehhebelarmaturen, um weniger Wasser zu verbrauchen.



Aufgabe

Welches Haushaltsgerät verbraucht am meisten Strom?



Was zu tun ist

Ordne die folgenden Geräte nach Stromverbrauch:

☐

Kühlschrank

☐

Herd

☐

Spielkonsole

☐

Fernseher

☐

Waschmaschine

☐

Computer



Energieeffizienz im Alltag:

Energieeffizienz betrifft viel mehr Bereiche als nur den Haushalt. Beispielsweise reduziert es den Energieeinsatz, wenn du für den Weg zur Schule nicht das Auto, sondern das **Fahrrad** oder **öffentliche Verkehrsmittel** nutzt. Die energieeffizienteste Alternative ist es übrigens, wenn du den Weg **zu Fuß** zurücklegst.

Auch im **Speiseplan** lassen sich viele Möglichkeiten des Energiesparens entdecken. Besonders für die Herstellung von Fleisch wird **viel Energie** benötigt – zum Beispiel für den Anbau des Futters, für die Haltung der Tiere und für die Weiterverarbeitung des Fleisches. Wenn du **weniger Fleisch** isst, sparst du damit also Energie.



Aufgabe

Wahr oder falsch?

Was zu tun ist

Welche der Aussagen zur Energieeffizienz sind wahr oder falsch? **Diskutiere** mit deinem Sitznachbarn oder deiner Sitznachbarin.

Hinweis: Die richtigen Antworten ergeben ein Lösungswort!

These	Wahr	Falsch
Der Ersatz von Glühlampen und Halogenlampen durch gleich helle LED-Lampen spart bis zu 90 Prozent Strom ein.	E	A
Die Heizung erreicht schneller die gewünschte Temperatur, wenn man sie höher aufdreht.	F	N
Für die Herstellung, den Transport und Vertrieb von Mineralwasser aus der Flasche wird viel mehr Energie benötigt als für das Bereitstellen von Leitungswasser .	E	F
Spülmaschinen benötigen mehr Wasser und Energie als das Spülen von Hand.	G	R
Das Nutzen von Topfdeckeln beim Kochen spart Strom.	G	J
Große schwere Autos verbrauchen weniger Kraftstoff als kleine leichte.	N	I
Das Auto wird die meiste Zeit des Tages benutzt.	L	E

Lösungswort



Kannst du Wärme einschließen?

Probiere verschiedene Dämmstoffe aus und finde den Dämmmeister!
Ein ganzes Haus kannst du wahrscheinlich nicht zum Experimentieren nehmen. Teste die verschiedenen Dämmstoffe daher lieber mit Hilfe von kleinen Gläsern, z. B. ausgespülten Marmeladengläsern.

www.unterrichtsmodule-energie.de

Weitere spannende Aufgaben und Experimente findest du auf der Seite **EnergieSchuleSachsen** der SAENA!

Zum Experiment:



IMPRESSUM

Herausgeber

Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH

Pirnaische Str. 9 01069 Dresden

Telefon: 0351 4910-3152

Telefax: 0351 4910-3155

E-Mail: info@saena.de

Internet: www.saena.de

Redaktion

Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH

10. Auflage, November 2024

Layout und Grafik

Heimrich & Hannot GmbH

An der Frauenkirche 12, 01067 Dresden

Telefon: 0351 81609-0

dresden@heimrich-hannot.de

Internet: www.heimrich-hannot.de

Titel: SrdjanPav/iStock; **Seite 3:** Gabi/AdobeStock (links), bilanol/AdobeStock (rechts); storyset/Freeipik (Illustration); **Seite 4:** Torsten Becker/AdobeStock (oben), mbruxelle/AdobeStock (unten); **Seite 7:** dk-fotowelt/AdobeStock (links); Nick Brundle/AdobeStock (rechts); **Seite 8:** SAENA (oben), Thomas Scherr/AdobeStock (unten); **Seite 11:** aitoroserra/AdobeStock (links), Kampan/AdobeStock (rechts); storyset/Freeipik (Illustration) **Seite 12:** SAENA (oben, mittig), ungvar/AdobeStock (unten); **Seite 13:** SAENA (oben und unten), Robert Poorten/AdobeStock (mittig); **Seite 14:** media project GmbH; **Seite 15:** Marc_Osborne/iStock; **Seite 16:** SAENA; **Seite 17:** Iryna Yablonska/AdobeStock (links), Countrypixel/AdobeStock (rechts); macrovector/Freeipik (Illustration) **Seite 18:** Ton Photographer4289/AdobeStock (oben), exclusive-design/AdobeStock (mittig oben), Media Castle/AdobeStock (mittig unten), ShDrohnenFly/AdobeStock (unten); **Seite 19:** SAENA (oben), rdonar/AdobeStock (unten); **Seite 20:** SAENA (oben), es0lex/AdobeStock (unten); **Seite 21:** eyetronic/AdobeStock (links), alpegor/AdobeStock (rechts); sonulkaster/Freeipik (Illustration) **Seite 22:** Furkan/AdobeStock (oben), Marco/AdobeStock (unten); **Seite 23:** Thepporn/AdobeStock; **Seite 24:** SAENA; **Seite 25:** sebi_2569/AdobeStock (links), fototrm12/AdobeStock (rechts); inspiring/Freeipik (Illustration) **Seite 26:** Andrei Armiagov/AdobeStock (Bild 1), Satakorn/AdobeStock (Bild 2), romaset/AdobeStock (Bild 3), ewg3D/iStock (mittig oben), Francois/AdobeStock (mittig unten); **Seite 27:** photo 5000/AdobeStock (links), Thorsten Schier/AdobeStock (rechts); **Seite 28:** NaturePix/AdobeStock (oben), ABCDstock/AdobeStock (mittig oben), somemeans/Freeipik (mittig unten), thorstenstark/AdobeStock (unten); **Seite 29:** Archivist/AdobeStock (links), SAENA (rechts); pch.vector/Freeipik (Illustration); **Seite 30:** kegfire/AdobeStock; **Seite 31:** Real_life/AdobeStock (links), zhu difeng/AdobeStock (rechts); macrovector, rawpixel.com/Freeipik (Illustration); **Seite 32:** indoposter1/Freeipik (Bild oben), Maria Vitkovska/AdobeStock (Bild 1), Angelov/AdobeStock (Bild 2), vladim_ka/AdobeStock (Bild 3), reshoot/AdobeStock (Bild 4); yukinoshirokuma/AdobeStock (Bild 5); **Seite 33:** yawaraka/AdobeStock (mittig), jcalvera/AdobeStock (unten)

Quellen

Quelle 1 (Seite 3): <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel/haeufige-fragen-klimawandel>; **Quelle 2 (Seite 4):** <https://www.lpb-bw.de/klimawandel>; **Quelle 3 (Seite 4):** https://www.klima.sachsen.de/klimaentwicklung-23964.html?_cp=%7B%22accordion-content-27138%22%3A%7B%220%22%3Atrue%2C%221%22%3Atrue%7D%2C%22accordion-content-26999%22%3A%7B%220%22%3Atrue%7D%7D; **Quelle 4 (Seite 6):** <https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Energy-Transition/WETO-Energy-Supply>; **Quelle 5 (Seite 6):** <https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Energy-Transition/WETO-Power-Generation-and-Capacity>; **Quelle 6 (Seite 6):** <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#strom>; **Quelle 7 (Seite 6):** <https://www.energie.sachsen.de/zahlen-und-fakten-3971.html> (Datei: „Statistischer Bericht: Energie- und CO₂-Bilanzen im Freistaat Sachsen 2021“); **Quelle 8 (Seite 6):** <https://www.energie.sachsen.de/zahlen-und-fakten-3971.html> (Datei: „Statistischer Bericht: Energie- und CO₂-Bilanzen im Freistaat Sachsen 2021“); **Quelle 9 (Seite 8):** <https://www.wind-energie.de/themen/anlagentechnik/konstruktiver-aufbau/turm-und-mast/>; **Quelle 10 (Seite 8):** <https://energiefachwelt.de/energie/wie-viel-strom-produziert-ein-windrad/>; **Quelle 11 (Seite 28):** https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2024/20240531_Umweltbericht.html



