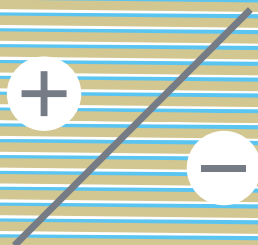




MIT WIND, SONNE UND WASSER ENERGIE GEWINNEN!



ENERGIA
ENERGIE

GOETHE
INSTITUT

Sprache: Kultur: Deutschland.

**MIT WIND,
SONNE UND
WASSER
ENERGIE
GEWINNEN!**

IMPRESSUM

Goethe-Institut Warschau

Sprachabteilung

Leitung der Spracharbeit:

Ulrike Würz

„Mit Wind, Sonne und Wasser Energie gewinnen!“

Didaktisches Material für Sprach- und Fachlehrer an Schulen

Konzeption und Koordination
des Projektes:

Iwona Kuczkowska

*Beauftragte für Bildungskooperation
Deutsch/Goethe-Institut Warschau*

Herausgeber:

Goethe-Institut Warschau

Grafische Gestaltung und Druck:

myworks studio

Autor:

Stefan Geller

freiberuflicher DaF-Lektor

Die Publikation wurde auf Papier

Munken Premium White gedruckt.

Korrektur:

Andrea Huterer

partnerzy



współpraca

patronat honorowy



INHALTSVERZEICHNIS

Ein paar Worte zu Beginn	6
--------------------------	---

TEIL 1	
DIDAKTISCHES MATERIAL ZUM EINSATZ IM SPRACH- UND FACHUNTERRICHT	9

TEIL 2	
LEHRERHANDBUCH: HINWEISE UND LÖSUNGEN	49

TEIL 3	
UNTERRICHTSENTWÜRFE – BEISPIELE FÜR TEAMTEACHING	71

Wortschatzliste zum Thema <i>Energie</i>	83
--	----

Bildnachweis	90
--------------	----

Ein paar Worte zu Beginn

In seiner täglichen Arbeit greift das Goethe-Institut immer wieder aktuelle Themen auf, die an die Interessen jugendlicher Lerner anknüpfen. Neue Themen bedeuten auch neue Lernanreize für die Schülerinnen und Schüler. Durch die Auswahl von Themen, die uns allen naheliegen, wie z.B. Umwelt und Ökologie, und deren Behandlung im schulischen Unterricht lassen sich auch das Bewusstsein der jungen Leute und die gemeinsame Verantwortung für unsere Umwelt stärken. Gerade durch die Beschäftigung mit solchen Themen in einer Fremdsprache erleben einerseits Schülerinnen und Schüler, deren Interessen und Stärken eher in den MINT-Fächern liegen, neue Möglichkeiten des Sprachenlernens. Andererseits befähigt die Aneignung grundlegenden naturwissenschaftlichen Wissens insbesondere im Bereich der erneuerbaren Energien die Schülerinnen und Schüler zur kompetenten Teilnahme an umweltpolitischen Diskussionen.

Das Thema „Erneuerbare Energien“ ist und bleibt auch jenseits der politischen Diskussion über die Sinnhaftigkeit einer beschleunigten Implementierung wichtig und aktuell. Zuletzt wurde auf der Klimakonferenz in Paris 2015 die Notwendigkeit einer CO₂-Reduktion angemahnt. Viele Länder setzen hierbei vor allem auf erneuerbare Energien wie Sonnen-, Wind- oder Wasserkraft. Längst prägen Windräder viele europäische Landschaften und sind sichtbares Zeichen eines tiefgreifenden Wandels. Es ist also zweifellos wichtig, dass sich Schülerinnen und Schüler mit dieser Realität auseinandersetzen.

Warum Teamteaching?

Entwickelt wurde das vorliegende Material im Hinblick auf einen Teamteaching-Ansatz. Teamteaching bedeutet zunächst nur, dass mehr als eine Lehrerin/ein Lehrer eine Unterrichtssequenz leitet. Für uns heißt das, dass zum einen eine Deutschlehrerin zusammen mit einer Fachlehrerin/einem Fachlehrer den Unterricht leitet und zum anderen der Unterricht sowohl auf Deutsch als auch auf Polnisch durchgeführt wird. Beispiele für mögliche Unterrichtssequenzen finden Sie in Teil 3: Unterrichtsentwürfe. Dieser Ansatz stellt eine Herausforderung für alle Beteiligten dar. Bei der Planung sollte darauf geachtet werden, dass den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben wird, neu erworbenes Wissen in der Muttersprache in den deutschsprachigen Unterrichtssequenzen wiederzuentdecken. Als Deutschlehrerin/Deutschlehrer werden Sie sicherlich zunächst das vermeintlich hohe Niveau der Texte bemerken. Dies ist durchaus gewollt, denn die Schülerinnen und Schüler sollen neues Wissen entdecken können. Trauen Sie Ihren Schülerinnen und Schülern ruhig ein wenig mehr zu.

Oftmals verlieren die Lerner durch die Einordnung eines Themas in einen vorgeschriebenen Fächerkanon und dessen starre Formen den Spaß am Lernen und die Freude am Entdecken von Neuem. Durch das Teamteaching und die entsprechende Methodik entsteht Raum für Kreativität und selbstentdeckendes Lernen. Die hier vorgeschlagene Methode verlangt zwar von den Lehrkräften den Mut, etwas Neues zu versuchen, und den Willen, Zeit und Energie zu investieren. Belohnt werden Sie aber mit neuen Perspektiven, die sich aus der Zusammenarbeit mit Kolleginnen und Kollegen eines anderen Fachs ergeben, und mit der Gewissheit, den Schülerinnen und Schülern inhaltliche und didaktische Abwechslung zu bieten. Nicht zu unterschätzen ist auch das positive Beispiel für kooperatives Verhalten, das den Schülerinnen und Schülern hierbei von den Lehrkräften vorgelebt wird. Gemeinsam lehren heißt auch gemeinsam lernen, voneinander lernen, sich ergänzen und gegenseitig inspirieren. Die Kommunikation verläuft nicht nur unter den Schülerinnen und Schülern, sie muss auch unter den Lehrenden sowie zwischen den Lehrenden und den Schülerinnen und Schülern stattfinden. Das fördert die Gemeinschaft, die soziale sowie die kommunikative Kompetenz.

Welche Modelle der Zusammenarbeit gibt es?

Die Verbindung von sachbezogenem Lernen und Sprachenlernen ermöglicht es, den Schülerinnen und Schülern gesellschaftlich relevanten und handlungsorientierten Unterricht anzubieten. Dabei geht es um verschiedene Modelle der Zusammenarbeit von Sprach- und Fachlehrern:

1. Der Sprachunterricht verläuft parallel zum Sachunterricht; die Inhalte ergänzen einander, sind komplementär. Die Deutschlehrerin/der Deutschlehrer kann also die Materialien alleine in ihrem/seinem Unterricht verwenden.
2. Der Sprachlehrer und der Fachlehrer gestalten den Unterricht in Vorbereitung und Durchführung gemeinsam. Der Unterricht kann im Wechsel zwischen Sprach- und Fachlehrer gestaltet werden (siehe den ersten Unterrichtsentwurf).
3. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten während des gesamten Unterrichts in kleinen Gruppen. Beide Lehrer begleiten den Arbeitsprozess der Schüler. Der Unterricht kann als Stationenlernen von beiden Lehrkräften gemeinsam umgesetzt werden (siehe den zweiten Unterrichtsentwurf).

Besonders interessant sind die unter Punkt 2 und 3 beschriebenen Modelle, da hierbei gemeinsame Unterrichtsentwürfe entstehen, die sowohl im Sprach- als auch im Fachunterricht eingesetzt werden können.

Für wen ist das Material bestimmt und wie kann ich es einsetzen?

Das vorliegende didaktische Paket für Deutschlehrende eignet sich besonders für den Einsatz im Sprach- und Fachunterricht an polnischen Gymnasien. Die breite Auswahl an ökologischen Themen mit dem Schwerpunkt Erneuerbare Energien erlaubt den Einsatz in verschiedenen Alters- und Klassenstufen. Das Paket ermöglicht die Arbeit auf den Sprachniveaus A1, A2 und B1. Eine Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz des Materials im Schulunterricht bildet die Kooperation von Sprach- und Fachlehrenden. Das Material bietet ihnen eine gemeinsame Plattform; die gemeinsame Arbeit daran ist eine Bereicherung sowohl des Sprachunterrichts als auch des naturwissenschaftlichen und technischen Unterrichts.

Der modulare Aufbau des Materials ermöglicht einen flexiblen Einsatz sowohl im schulischen Unterricht als auch außerhalb der Schule, zum Beispiel bei Bildungsprojekten.

Woraus besteht dieses Buch?

Damit die Lehrenden möglichst flexibel bleiben, besteht das Materialpaket aus mehreren Teilen:

- dem didaktischen Material zum Einsatz im Schulunterricht (das Material besteht aus fünf Kapiteln: einer Einführung in das Thema Erneuerbare Energien und Abschnitten zu den Themen Sonnenenergie, Windkraft, Wasserkraft und Biomasse);
- einem Lehrerhandbuch mit Hinweisen und Lösungen;
- Unterrichtsentwürfen (Beispiele für Teamteaching);
- einer Wortschatzliste zum Thema *Energie*.

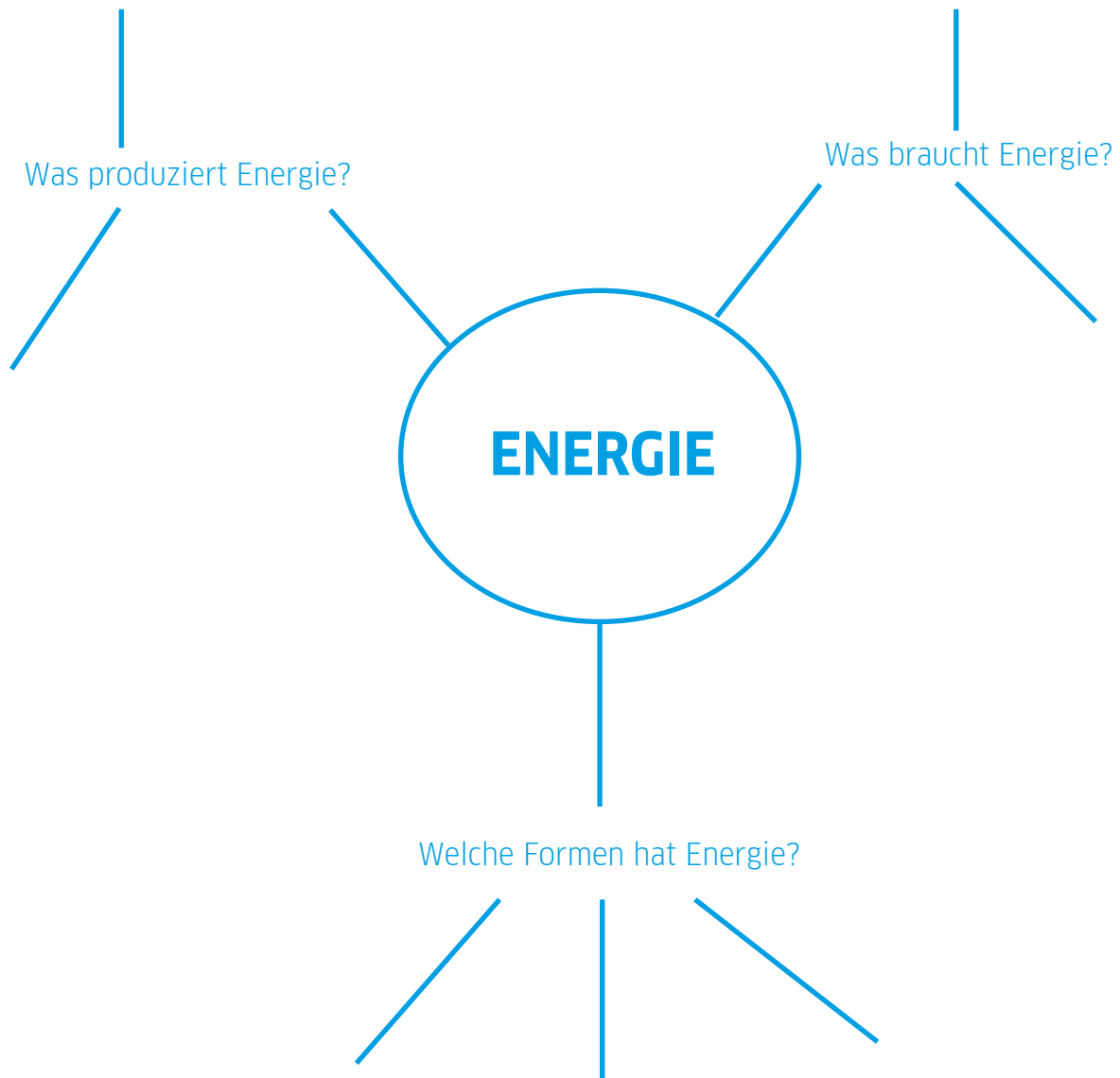
Wir wünschen Ihnen viel Spaß, Erfolg und Energie beim Einsatz unseres Materials im Sprach- und Fachunterricht sowie bei der Durchführung von Bildungsprojekten zum Themenbereich Umweltschutz und Ökologie. Außerdem freuen wir uns über Ihre Erfahrungen mit diesem Material!

Ulrike Würz/Iwona Kuczkowska

TEIL 1**DIDAKTISCHES
MATERIAL
ZUM EINSATZ
IM SPRACH- UND
FACHUNTERRICHT**

Energie

Sammelt Ideen

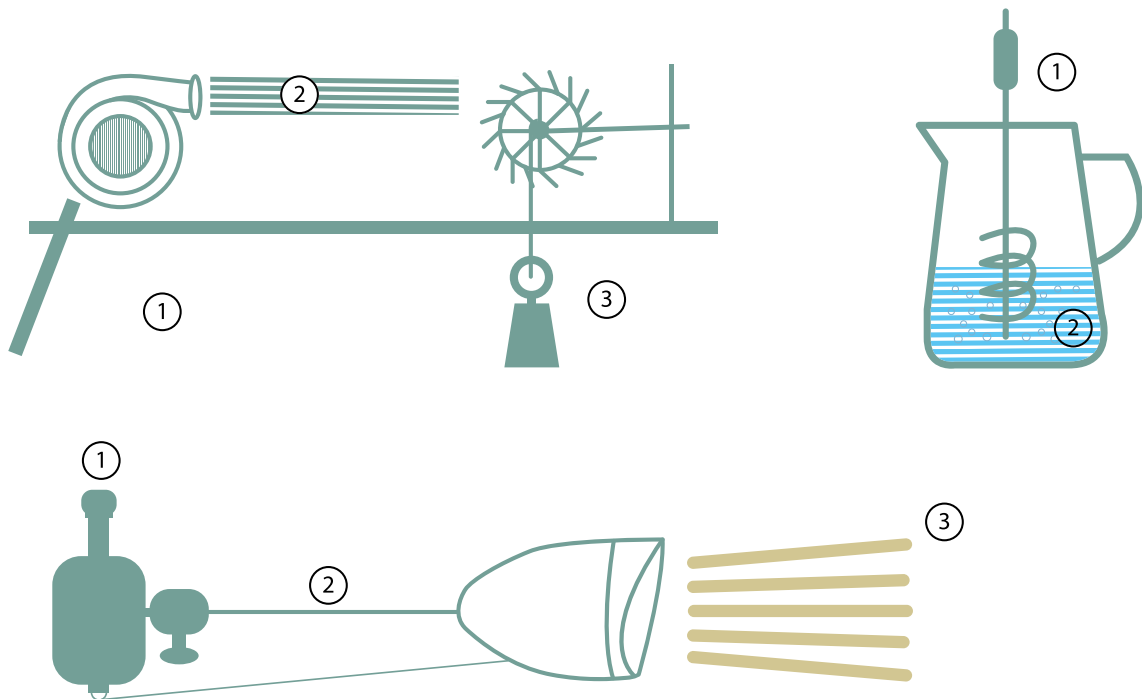


Was ist Energie?

Ihr habt Energie, ihr trinkt einen „Energy-Drink“, ihr versucht, Energie zu sparen. Energie ist überall. Aber was ist Energie? Was für Arten von Energie gibt es? Das ist eine wichtige Frage für Naturwissenschaften wie Physik, Chemie und Biologie. Es gibt verschiedene Energieformen:

Mechanische Energie Lageenergie hat zum Beispiel ein Körper, den man angehoben hat. Diese Lageenergie kann zu Bewegungsenergie werden. Eine Feder hat Spannenergie, die ebenfalls zu Bewegungsenergie werden kann.	 eine Feder
Thermische Energie Heißer Dampf kann die Umgebung erwärmen und hat thermische Energie.	 Wasserdampf
Elektrische Energie Generatoren produzieren elektrische Energie.	 ein Generator in einem Kernkraftwerk
Chemische Energie ist zum Beispiel in Kohle oder Erdöl enthalten.	 Kohle
Strahlungsenergie findet man zum Beispiel in Licht oder Röntgenstrahlung.	 Sonnenstrahlen
Kernenergie gewinnt man durch Spaltung von Atomkernen.	 Warnung vor radioaktiver Strahlung

1) Welche Energieformen erkennst du?



Energieumwandlungskette:



2) Am Beispiel eines Kohlekraftwerks kann man sehen, wie Energieträger in verschiedene Energieformen umgewandelt werden.

Ordne die folgenden Energieformen zu:

thermische Energie, Bewegungsenergie, elektrische Energie, chemische Energie

Kohle	⇒	Heizkessel	⇒	Turbine	⇒	Generator

3) Nenne jeweils einen Energiewandler:

- a) Mechanische Energie in mechanische Energie
- b) Mechanische Energie in thermische Energie
- c) Mechanische Energie in elektrische Energie
- d) Thermische Energie in mechanische Energie
- e) Elektrische Energie in thermische Energie
- f) Elektrische Energie in mechanische Energie
- g) Chemische Energie in mechanische Energie
- h) Strahlungsenergie in elektrische Energie

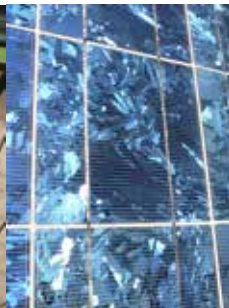


das Getriebe, -

der Muskel, -

der Elektroherd, -e

die Bremse, -n



der Fahrraddynamo, -s

die Solarzelle, -n

die Dampfturbine, -n

der Elektromotor, -en

Redemittel:

Ich denke, dass ...

Ich glaube, dass ...

... das Getriebe mechanische Energie in mechanische Energie umwandelt.

Was denkst du?

Das ist richtig.

Das ist falsch.

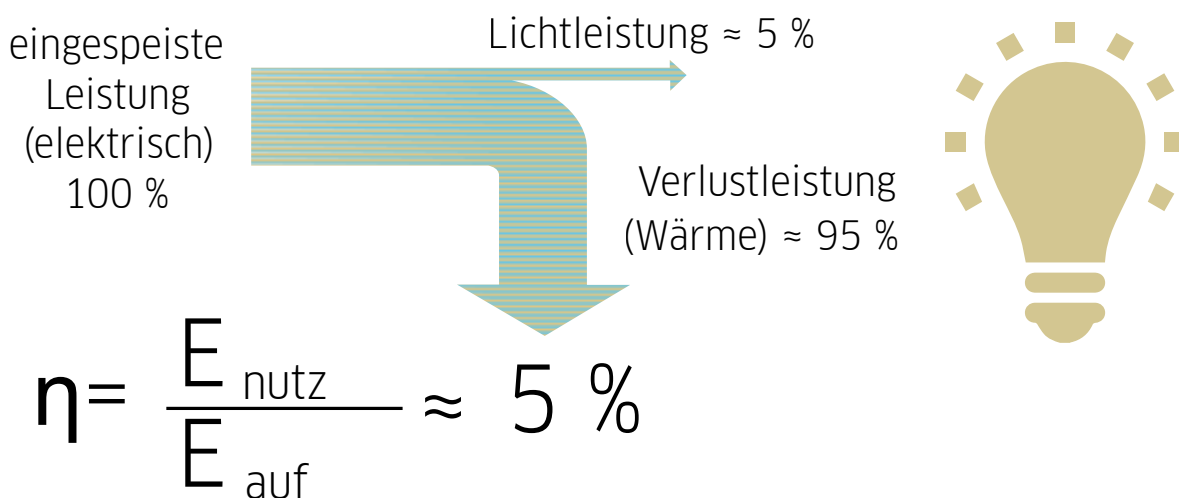
Du hast recht.

In der Physik gibt es den **Energieerhaltungssatz**: Die Gesamtenergie bleibt immer gleich. Es gibt nur Umwandlungen zwischen unterschiedlichen Energieformen. Das heißt, dass Energie nicht verschwindet. In unserem Alltag sieht es aber ein wenig anders aus. Wenn wir erzeugte Energie nicht nutzen können, geht sie für uns verloren. Zum Beispiel, wenn ein Gerät Wärme produziert.

Wenn wir Energie nutzen, ändert sich die Form der Energie. Wie gut wir Energie nutzen können, hängt vom **Wirkungsgrad** eines Geräts oder einer Anlage ab. Der Wirkungsgrad ist der Anteil der **Nutzenergie** an der aufgewandten Energie. Die Formel lautet:

$$\eta = \frac{E_{\text{nutz}}}{E_{\text{auf}}}$$

- 4) **Wie kann Energie verloren gehen? In was für Fällen können wir erzeugte Energie nicht nutzen?**
- 5) **Was glaubt ihr: Wie hoch ist der Wirkungsgrad einer Glühbirne? Seht euch danach das Schaubild an und erklärt es. Ist eine Glühbirne effizient? Ergänzt den Lückentext.**



Wirkungsgrad - Lichtleistung - Wärme - Verlustleistung

Von der aufgewandten Energie für eine Glühbirne gehen nur 5% in die
 95% sind in Form von Das heißt, eine
 Glühbirne hat einen von 5%.

6) Kennt ihr andere Geräte, die auch nicht effizient sind? Wie geht bei anderen Geräten Energie verloren?

Erneuerbare Energien

Ganz allgemein unterscheiden wir erneuerbare Energien (regenerative Energien) von fossiler Energie. In Europa wird viel Strom aus Kohle produziert. Kohle ist ein fossiler Energieträger.

7) Entscheidet, was erneuerbare Energien sind. Kreuzt an.

☐	Wasserkraft
☐	Solarenergie
☐	Geothermie
☐	Erdöl
☐	Windenergie
☐	Kohle
☐	Atomkraft
☐	Erdgas
☐	Bioenergie

8) Was sind die drei Eigenschaften erneuerbarer Energien?

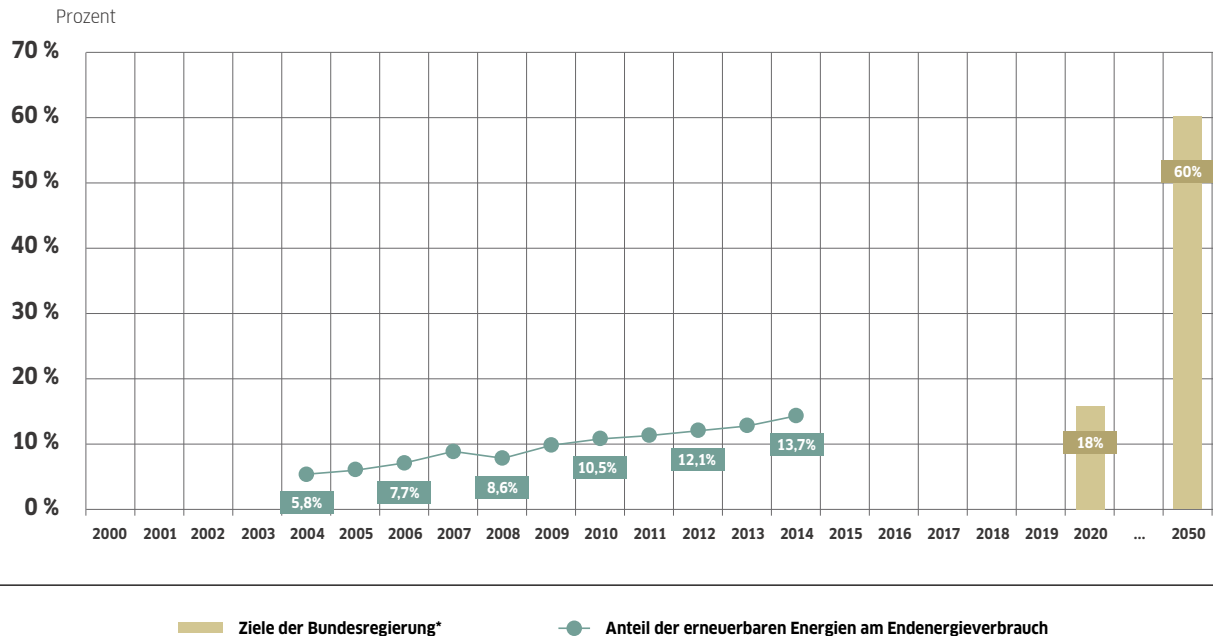
Verbindet die Adjektive mit den Definitionen.

1. erneuerbar/nachwachsend	a) Es gibt immer genug von dieser Energie.
2. klimaneutral	b) Wenn wir zum Beispiel Pflanzen für Bioenergie nutzen, wachsen neue Pflanzen nach.
3. unbegrenzt	c) Es wird kein CO ₂ produziert, das schlecht für das Klima ist.

9) Schaut euch das Diagramm an und beschreibt es. Warum will Deutschland mehr erneuerbare Energien?

Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch

Vergleich der Entwicklung der erneuerbaren Energien mit den Zielen der Bundesregierung



* Die Bundesregierung hat im Rahmen ihres Energiekonzeptes Zielwerte für die Jahre 2020, 2030, 2040 und 2050 festgelegt. Hier werden nur die Zielwerte der Jahre 2020 und 2050 abgebildet. Die Zielwerte für 2030 und 2040 betragen 30% und 45%.

Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie auf Basis AGEE-Stat, Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Stand: 08/2015

Redemittel: Vergangenheit:

Im Jahr 20_____ betrug
der Anteil der erneuerbaren
Energien am Energieverbrauch
_____ Prozent.

Zukunft:

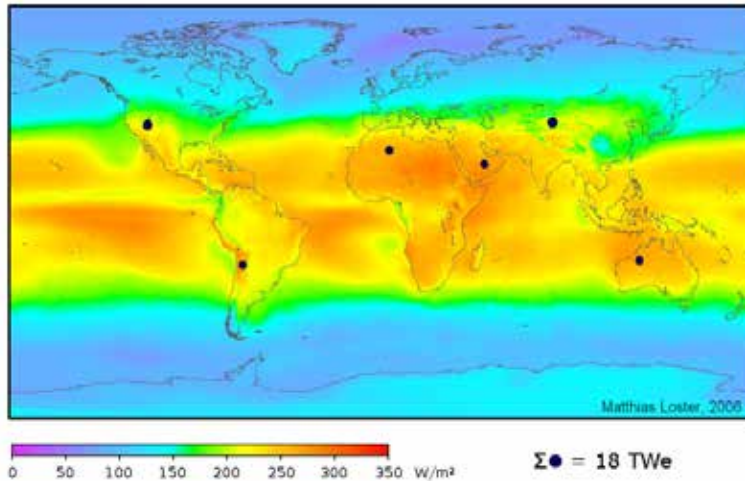
Im Jahr 20____ wird der Anteil
der erneuerbaren Energien am
Energieverbrauch (voraussichtlich)
_____ Prozent betragen.

SONNENENERGIE



Sonnenenergie

Die Sonne ist der größte Energielieferant. Ohne die Sonne gäbe es kein Leben auf der Erde. Sie schickt eine Energie von $1,5 \cdot 10^{18}$ kWh pro Jahr auf die Erde. Diese Energiemenge ist 10.000 Mal größer als der Weltenergiebedarf im Jahre 2010. Aber die Sonnenenergie ist nicht gleichmäßig über die ganze Welt verteilt, und auch in Europa scheint die Sonne nicht überall gleich oft und mit gleicher Intensität. Außer von den klimatischen Bedingungen hängt die Nutzung der Sonnenenergie auch von technologischen Bedingungen ab.



Sonneneinstrahlung auf der Erdoberfläche



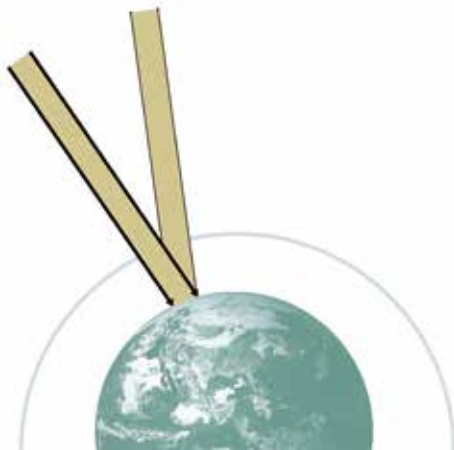
- 1) Erkläre die Grafiken. Wo ist die Sonneneinstrahlung hoch, wo niedrig?
- 2) Welchen Einfluss haben diese Informationen auf die praktische Nutzung von Sonnenenergie?

Sonnenenergie kann man mit zwei verschiedenen Methoden nutzen:

- A. **Solarthermie:** Umwandlung der Sonnenstrahlung in thermische Energie (Wärme).
- B. **Photovoltaik:** Umwandlung der Sonnenstrahlung in elektrische Energie.

Solarthermie

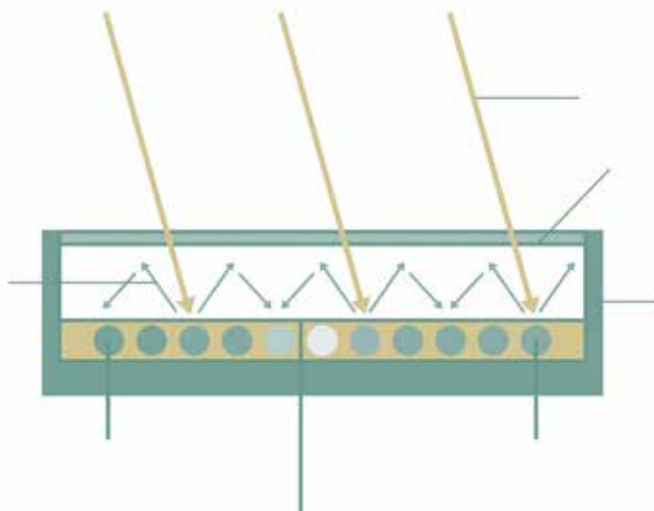
Das Prinzip der Solarthermie kennen wir auch auf der Erde in Form des sogenannten Treibhauseffekts. Die Strahlung der Sonne durchdringt die Lufthülle der Erde und erwärmt den Boden und das Wasser. Die Erdoberfläche absorbiert die Strahlung der Sonne. Es entsteht eine Wärmestrahlung von der Erdoberfläche in Richtung Weltraum. Diese Strahlung kann aber die Lufthülle nur zum Teil durchdringen. Gase in der Lufthülle absorbieren einen Teil der Wärme. Die Lufthülle wärmt sich auf.



3) Das ist eine sehr einfache Darstellung des Treibhauseffekts. Sieh die Grafik an und erkläre sie in deinen eigenen Worten. Der Text hilft dir dabei.

4) Frage: Wenn wir heute über den Treibhauseffekt sprechen, meinen wir das oft negativ. Aber ist der Treibhauseffekt wirklich nur negativ?

Solarthermische Anlagen funktionieren nach dem gleichen Prinzip. Ein solches System nennt man „Kollektor“, „Sonnenkollektor“ oder „Solarkollektor“. Sonnenkollektoren bestehen oft aus einer Glasscheibe ($\hat{=}$ Lufthülle) und einem Absorber ($\hat{=}$ Erdoberfläche). Der Absorber besteht aus einem schwarzen Material wie etwa Metall oder Kunststoff. Es kann sich zum Beispiel um einen Wasserschlauch handeln. In dem Schlauch ist Wasser, das erwärmt wird. Dieses warme Wasser kann man dann im Haus oder in Schwimmbädern nutzen.



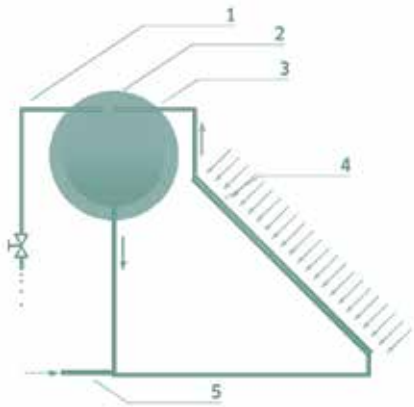
5) Dies ist eine schematische Darstellung eines Kollektors. Schreibe die folgenden Begriffe an die richtige Stelle:

der Absorber
die Glasabdeckung
die Sonnenstrahlung
der Kaltwassereinfluss
der Warmwasserabfluss
die Wärmestrahlung
die Isolation

Thermosiphon-Anlagen

In warmen Regionen wie zum Beispiel in Südeuropa sieht man auf Häusern oft Thermosiphon-Anlagen. Diese sind technisch sehr einfach und brauchen keine Pumpen oder Regeltechnik. Deshalb sind diese Anlagen auch sehr preiswert.

Schema und Foto einer Thermosiphon-Anlage

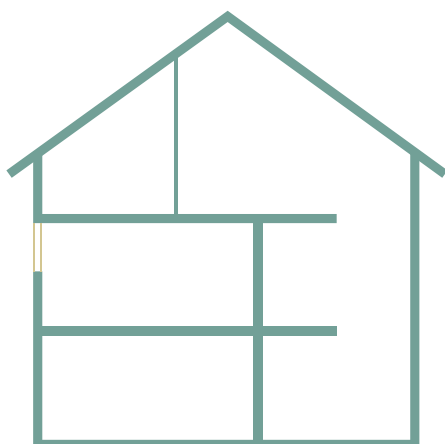


1. Warmwasserabfluss
2. Speicher
3. nach oben fließendes Warmwasser
4. Sonnenkollektor
5. Frischwasserzufluss

6) Erkläre mit den folgenden Worten die Funktionsweise einer Thermosiphon-Anlage:

kaltes Wasser – fließen – zum Kollektor
Wasser – erwärmen – im Kollektor
warmes Wasser – aufsteigen – zum Sammelbehälter
im Speicher – Wasser abkühlen / zurückfließen
warmes Wasser – man – können – nutzen

Warmwasseranlage in einem Wohnhaus



In kälteren Ländern reicht eine Thermosiphon-Anlage für Häuser nicht aus. Hier braucht man oft noch weitere Technik wie eine Pumpe, einen Temperaturfühler am Kollektor und einen Regler, der die Anlage steuert. Pumpe und Wärmespeicher befinden sich oft im Keller.

7) Wie kann eine Warmwasseranlage mit Kollektor, Wärmespeicher, Pumpe und Regler funktionieren? Zeichne diese Dinge in die Skizze ein.

Solarthermische Energieerzeugung

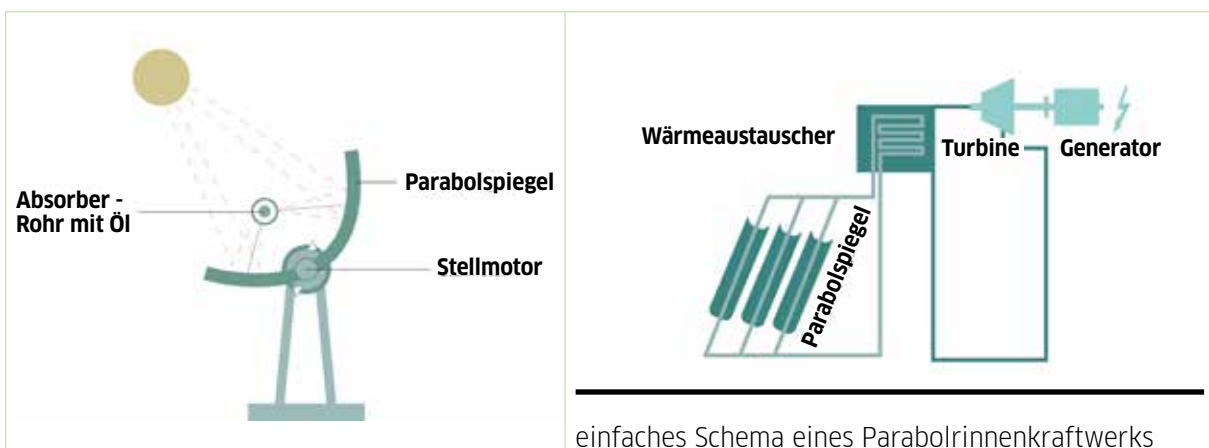
Man kann die thermische Energie, die man aus der Sonnenstrahlung gewonnen hat, auch in elektrische Energie umwandeln. Das ist aber nur in Ländern wirtschaftlich,



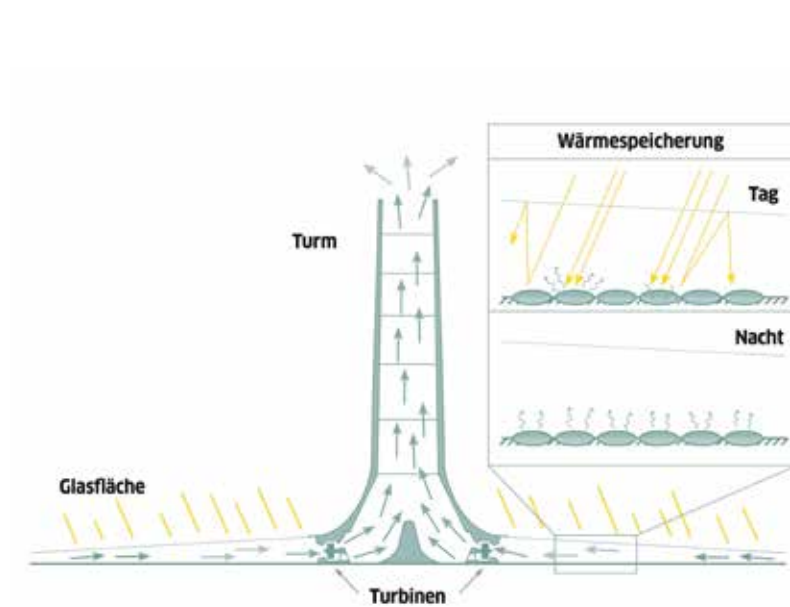
wo die Sonne mindestens 3000 Stunden pro Jahr scheint. Man findet solche Anlagen zum Beispiel in Spanien.

„Andasol“, ein Solarrinnenkraftwerk (**Parabolrinnenkraftwerk**) in der Provinz Granada, wurde 2009 fertiggestellt und versorgt jährlich 200.000 Menschen auf umweltschonende Weise mit Strom. Um hohe Temperaturen zu erzeugen (bis zu 1000 Grad Celsius), wird in solarthermischen Kraftwerken die Sonnenstrahlung mit Spiegeln konzentriert. Deshalb spricht man auch von „**konzentrierenden Kollektoren**“.

Bei Parabolrinnenkraftwerken sind die Spiegelsegmente parabolisch geformt und bilden bis zu 400 Meter lange Rinnen. Diese Spiegel bündeln das Sonnenlicht in ihrem Brennpunkt oder genauer gesagt in ihrer Brennpunktlinie. In dieser Linie befinden sich Absorber. Darin fließt ein Thermoöl, das sich auf bis zu 400 Grad Celsius aufheizt. Über einen Wärmetauscher erzeugt das heiße Öl Wasserdampf. Wie in einem konventionellen Kraftwerk gelangt dann der Dampf in eine Turbine, die den Generator antreibt. Das heiße Öl lässt sich speichern, um erst später Dampf zu erzeugen. Eine Stromproduktion ist so rund um die Uhr und das ganze Jahr hindurch möglich.



Aufwindkraftwerk



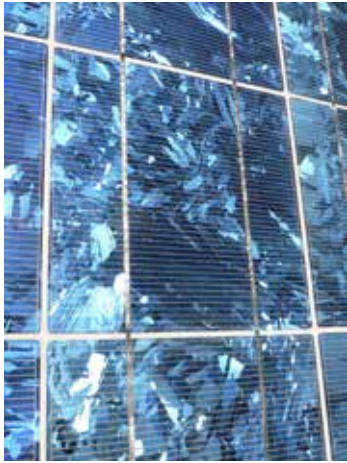
Nach einem anderen Prinzip funktioniert das Aufwindkraftwerk. Beim Aufwindkraftwerk wird die Luft unter einer großen Glasfläche durch die Sonne stark aufgeheizt. Die warme Luft strömt infolge einer speziellen Konstruktion der Anlage zu einem langen Kamin. Sie steigt darin auf und bringt eine Turbine zum Drehen, die dann einen Generator antreibt.

Bisher gibt es nur ein Aufwindkraftwerk, und zwar in Manzanares südlich von Madrid. Seine Glasfläche hat einen Durchmesser von 240 m. Der Kamin ist 195 m hoch.

- 8) Was sind die Unterschiede bei der Energieumwandlung zwischen einer Thermosiphon-Anlage, einem Parabolrinnenkraftwerk und einem Aufwindkraftwerk? Erkläre!
- 9) Warum spricht man bei Parabolrinnenkraftwerken von „konzentrierenden Kollektoren“?
- 10) Warum gibt es in Polen kaum Thermosiphon-Anlagen?

Photovoltaik

Solarzellen können Licht in elektrischen Strom umwandeln. Sie bestehen meistens aus Silizium, einem Halbleiter. Halbleiter sind Stoffe, die unter Zufuhr von Licht



oder Wärme elektrisch leitfähig werden.

Auf das Silizium wird noch eine dünne Schicht aufgetragen. Zwischen den beiden Schichten entsteht eine Spannung, also ein elektrisches Feld. In der Regel reicht die elektrische Leistung einer Solarzelle nicht aus. Man verbindet daher meistens mehrere Solarzellen. Man spricht dann von einem sogenannten Solarmodul. Solarzellen erzeugen Gleichstrom. Da man in der Praxis vor allem Wechselstrom benötigt, wandeln Wechselrichter den Gleichstrom in Wechselstrom um. Und man braucht einen Speicher, um die Energie auch dann nutzen zu können, wenn die Sonne nicht scheint.

11) Geht es in den folgenden Aussagen um Vorteile oder um Nachteile von Solarzellen?

	Vorteil	Nachteil
Photovoltaische Anlagen nutzen Sonnenenergie.	x	
Solarzellen sind im Betrieb emissionsfrei.		
Für die Anlagen braucht man große Flächen.		
Die Stromproduktion hängt von der Tageszeit und vom Wetter ab.		
Photovoltaik ist flexibel. Die Leistungen reichen von Milliwatt (z.B. bei Armbanduhren) bis zu Megawatt (bei Solarkraftwerken).		
Es wird Gleichstrom erzeugt.		
Bei der Produktion von Photovoltaikzellen wird sehr viel Energie verbraucht, und die Schadstoffemission ist sehr hoch.		
Photovoltaische Zellen nutzen auch diffuses Licht sowie Licht im Innern von Gebäuden.		

- 12)** Die Intensität der Sonnenstrahlung, die auf der Erde ankommt, beträgt an einem idealen Sonnentag zirka 1.000 W/m^2 . Ungefähr 10% der Strahlung können in elektrische Leistung umgewandelt werden. Die elektrische Leistung beträgt also im Durchschnitt 100 W/m^2 .

Ihr fahrt im Sommer mit dem Campingbus nach Italien. Weil ihr auf der Reise nicht auf elektrischen Strom verzichten möchtet, habt ihr ein kleines Solarmodul auf dem Busdach. Es hat eine Größe von $0,5 \times 1 \text{ m}^2$. An Bord habt ihr verschiedene elektrische Geräte, die auf Gleichstrom umgerüstet sind:

drei Energiesparlampen mit je 8 W
eine Glühlampe mit 40 W
ein Solarradio mit 5 W
einen MP3-Player mit 7 W
ein Handy mit 8 W
einen Laptop mit 48 W
eine elektrische Zahnbürste mit 2 W.

Fragen:

1. Wie viel Watt erzeugt das Solarmodul?
2. Welche elektrischen Geräte könnt ihr bei Sonnenschein gleichzeitig benutzen? Schreibe deine Vorschläge auf.
3. Könnt ihr bei leichter Bewölkung den Laptop benutzen? Begründe deine Antwort.
4. Um morgens nicht von der Sonne geweckt zu werden, parkt ihr unter dem Vordach eines verlassenen Hauses. Könnt ihr euch morgens die Zähne putzen?
5. Welche Möglichkeiten habt ihr, um auch in der Nacht elektrische Geräte benutzen zu können?

WINDENERGIE



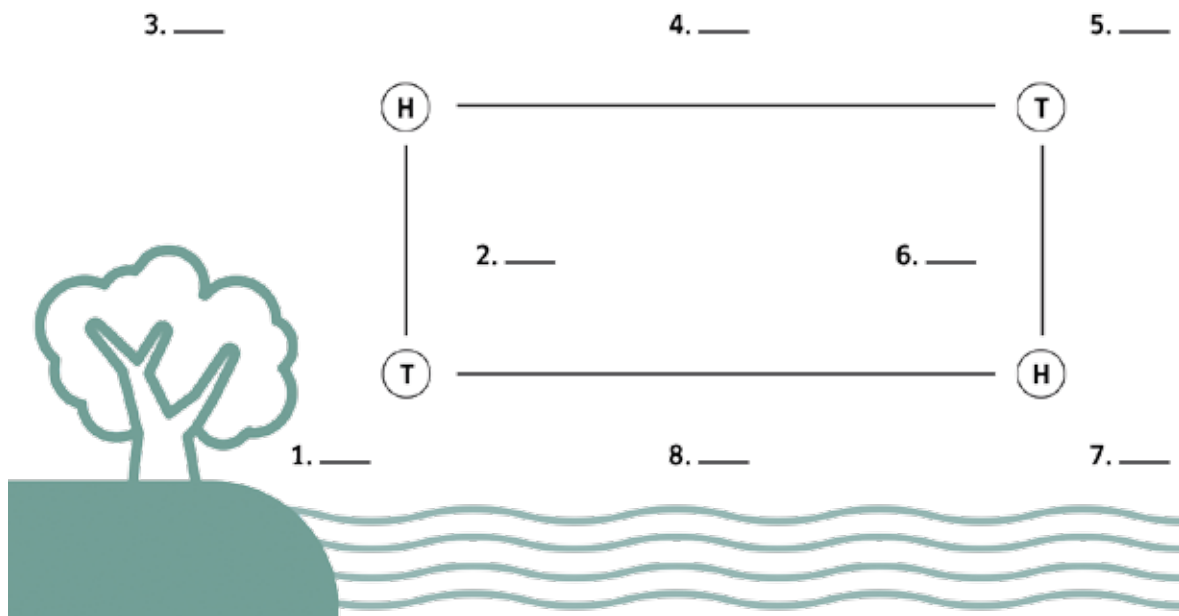
Windenergie

Der Mensch nutzt seit 4000 Jahren Windenergie. Von den ersten Segelschiffen über Windmühlen zu den Windkraftanlagen von heute war es ein langer Weg.

Wind ist das Ergebnis von Temperaturunterschieden auf der Erdoberfläche. Die Temperaturunterschiede bewirken Luftdruckunterschiede. Genau wie die Sonneneinstrahlung ist auch die Windeinwirkung von Region zu Region unterschiedlich. Besonders gut lässt sich Windenergie zum Beispiel an der Küste nutzen.

1) Wie Wind am Tag entsteht

Wie Wind genau entsteht, kannst du gut am Meer sehen. Am Strand weht nämlich fast immer Wind. Dort kommt der Wind tagsüber sehr oft vom Meer. Warum?



a) Tragt die richtigen Buchstaben A-D in das Bild ein (2, 4, 6, 8).

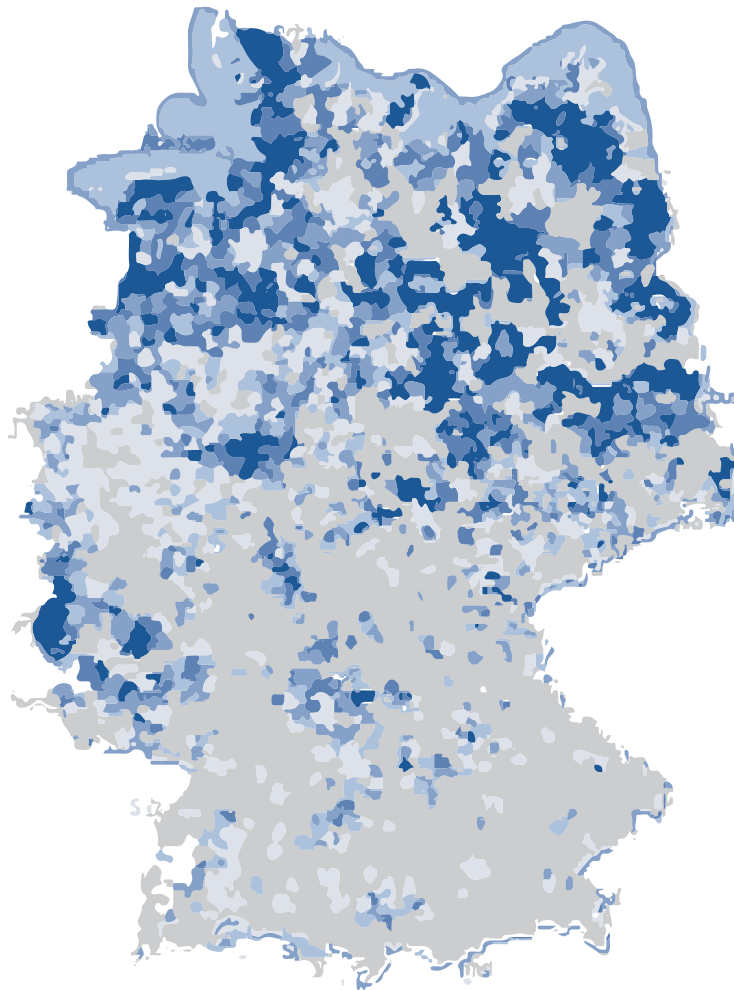
- A. Die Luft kühlt sich *in den höheren Luftschichten* ab.
- B. *Über dem Meer* wird die Luft schwerer und sinkt ab.
- C. Durch das Sonnenlicht erwärmt sich die Luft *über dem Land* und steigt nach oben.
- D. Es kommt kühle Luft *vom Meer*. Dies bezeichnet man als „Seebrise“.

b) Tragt nun die richtigen Buchstaben E-H in das Bild ein (1, 3, 5, 7).

- E. *Über dem Meer* bildet sich ein Hochdruckgebiet.
- F. *An der Küste* entsteht ein Hochdruckgebiet.
- G. Weil die Luft *an Land* dünner wird, entsteht dort ein Tiefdruckgebiet.
- H. *In der Atmosphäre über dem Meer* bildet sich ein Tiefdruckgebiet.

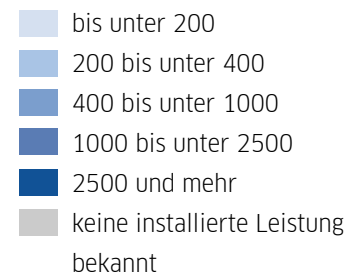
c) Zeichnet ein, in welche Richtung der Wind weht.

Windkraft in Deutschland



Hier seht ihr eine Karte von Deutschland. Sie zeigt, wie viel Windenergie in den einzelnen Gemeinden produziert wird. Je dunkler die Farbe, desto mehr Strom wird aus Windkraft produziert.

Windenergieleistung (Gemeinden)
Installierte Leistung von Windenergieanlagen in Watt je EW 2012



Quelle: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (über www.geoportal.de)

2) Fragen:

a. Wo wird am meisten Windenergie produziert? Warum ist das so?

b. Welches Problem ergibt sich aus dieser Verteilung?

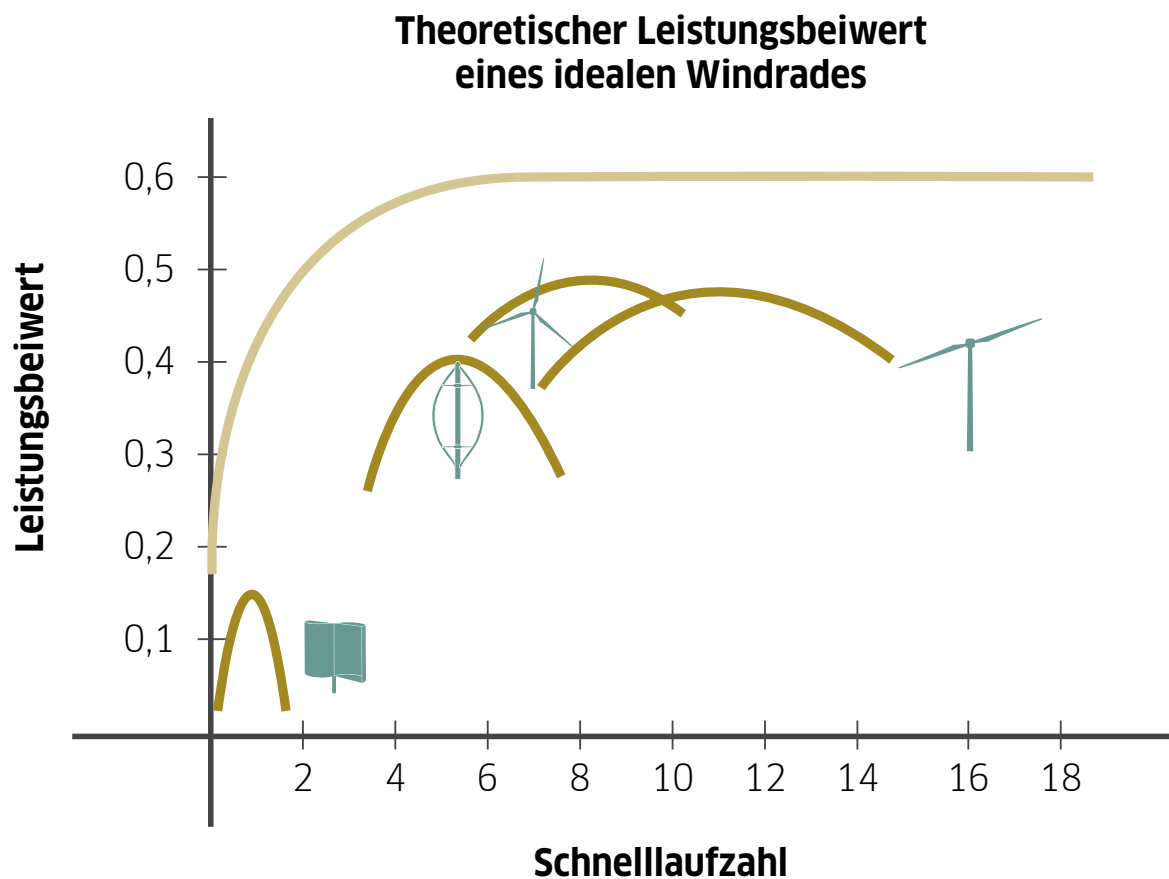
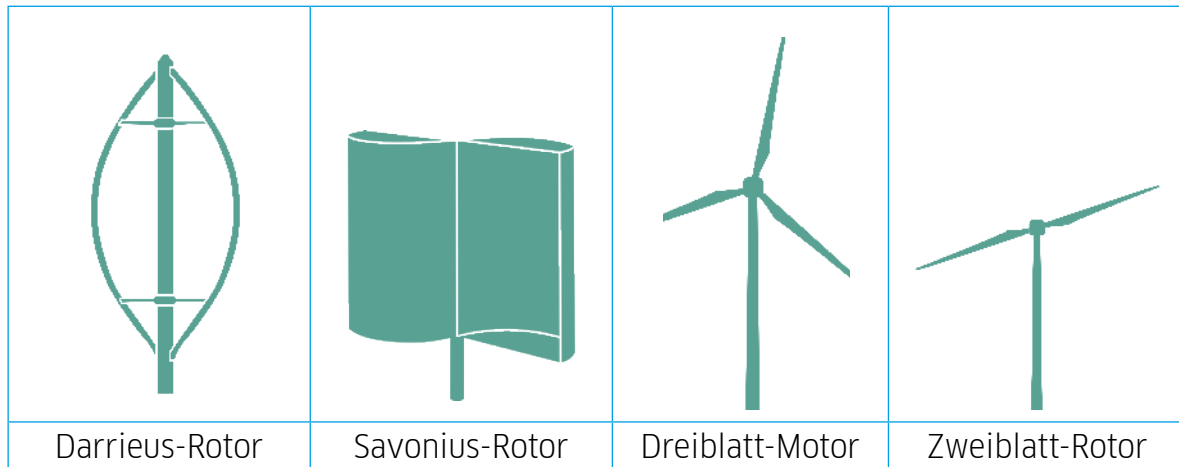
Die kinetische Energie des Windes hängt von der Luftdichte ab. Mit anderen Worten: Je „schwerer“ die Luft, umso mehr Energie kann ihr die Anlage entnehmen.

Wie viel Energie eine Windkraftanlage dem Wind entziehen („ernten“) kann, hängt von der Rotorfläche ab. Da die Rotorfläche proportional zum Quadrat des Rotordurchmessers zunimmt, kann eine doppelt so große Anlage $2^2 = 2 \times 2 =$ viermal so viel Energie ernten. Beispiel: Eine Windkraftanlage mit 1000 kW hat einen Rotordurchmesser von 54 m, das ergibt eine Rotorfläche von 2300 m².

Die Leistung einer Windkraftanlage hängt aber auch von der Art des Rotors ab. Dabei ist die Schnelllaufzahl sehr wichtig. Die Schnelllaufzahl ist das Verhältnis der Umlaufgeschwindigkeit der Rotorblattspitzen zur Windgeschwindigkeit. Die Formel lautet:

$$\lambda = \frac{v_{\text{Flügelspitze}}}{v_{\text{Wind}}}$$

Der **Rotorleistungsbeiwert** ist der Wirkungsgrad eines Windrades. Er ist physikalisch begrenzt und beträgt maximal 59%.



3) Fragen:

- a. Von welchen drei Faktoren hängt die Energiemenge ab, die der Wind auf den Rotor überträgt?
- b. Was ist der Leistungsbeiwert eines Windrades?
- c. Wovon hängt der Leistungsbeiwert eines Windrades ab?
- d. Stellt euch vor, ihr wollt ein Windrad bauen. Ihr habt die Wahl zwischen einem kleinen Windrad und einem großen Windrad, das 1,5-mal größer, aber auch doppelt so teuer ist. Lohnt sich das große Windrad?
- e. Schaut euch den Darrieus- und den Savonius-Rotor an. Was für Vor- und Nachteile könnten die beiden Rotorentypen haben?
- f. Was denkst du, warum gibt es relativ wenige Zweiblatt-Rotoren? Kreuze an und begründe.
 - ☐ Sie gehen relativ schnell kaputt.
 - ☐ Sie sind nicht effizient.
 - ☐ Sie sind zu laut.
 - ☐ Sie sind hässlich.
- g. Wieso gibt es vor allem Dreiblatt-Rotoren?

Windkraftanlagen unterteilt man in solche, die an Land (onshore), und solche, die auf See (offshore) gebaut werden. Viele Windkraftanlagen zusammen nennt man Windpark.

4) Ordnet den Bildern die richtigen Unterschriften zu!

im Binnenland: der Onshore-Windpark	auf See: der Offshore-Windpark	die Windkraftanlage
 _____	 _____	 _____

5) Ordnet die Vor- und Nachteile zu.

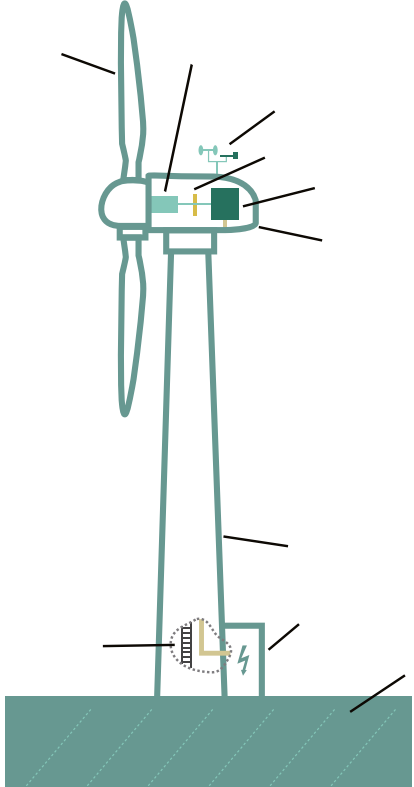
	Onshore-Windanlagen	Offshore-Windanlagen
Vorteile		
Nachteile		

komplizierter – teurer
 mehr Wind – produzieren mehr Strom
 sind weniger deutlich sichtbar – stoßen auf mehr Akzeptanz bei den Menschen
 lassen die Landschaft hässlich aussehen – stoßen auf weniger Akzeptanz bei den Menschen
 einfacher – billiger
 nicht gut für die Meeresumwelt – stören Vögel und Fische
 weniger Wind – produzieren weniger Strom
 unkomplizierter – Reparatur leichter

6) Bildet Sätze zu den Vor- und Nachteilen.

Beispiel: Onshore-Windanlagen sind teurer, weil sie komplizierter sind.

Aufbau einer Windkraftanlage

	Setze die Bezeichnungen an die richtigen Stellen! der Generator das Rotorblatt der Netzausschluss das Fundament der Turm Messinstrumente (das Instrument) das Getriebe die Bremse der Aufstiegsmechanismus die Gondel
---	---

7) Standortwahl

Was sind gute und was sind schlechte Standortbedingungen? Ordnet in die zwei Spalten ein:

Stadt oder Siedlungsgebiet (notwendiger Lärmschutz)

hohe und konstante Windgeschwindigkeit

bedeutende Kulturlandschaft

keine Turbulenzen, die schlecht für die Anlagen sind

in der Nähe eines Stromnetzes

Landschafts- oder Naturschutzgebiet

in Verbrauchernähe

Vogelschutzgebiet oder Zugvogelroute

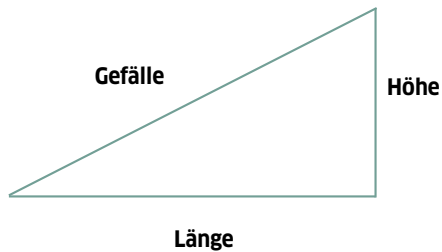
gut	schlecht

WASSERKRAFT



Wasserkraft

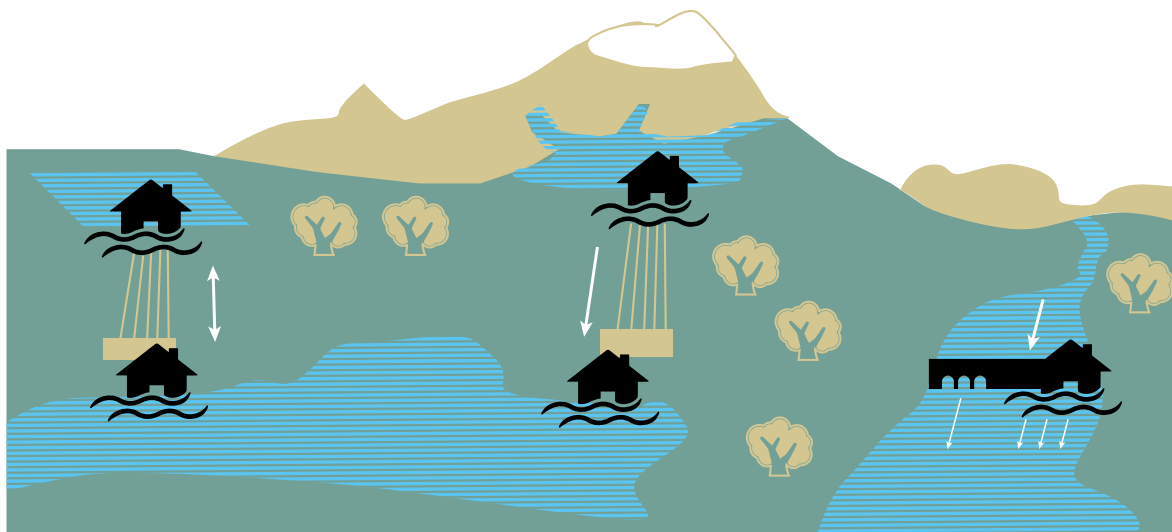
Seit Tausenden von Jahren nutzen Menschen Wasserkraft. Für die Nutzung von Wasserkraft braucht man ausreichend Niederschläge (Regen) und ein Gefälle. Die potenzielle Energie kann man mit Generatoren in elektrische Energie umwandeln.



Mittelalterliche Darstellung einer Wassermühle

In der Praxis gibt es zwei Typen von Wasserkraftwerken:

- Laufwasserkraftwerke: große Wassermassen + geringes Gefälle, z.B. an Flüssen
- Speicherkraftwerke: kleine Wassermassen + großes Gefälle

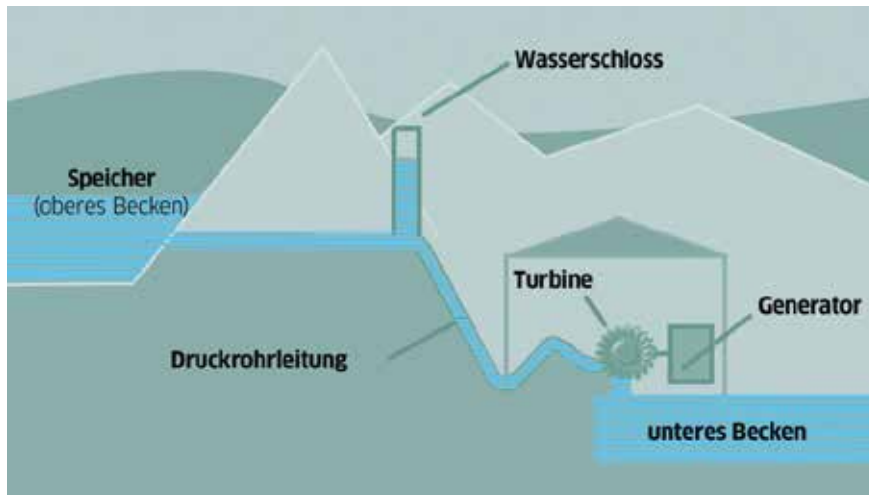


1) Aufgaben zum Bild:

- Welche Kraftwerke sind Laufwasserkraftwerke, welche Speicherkraftwerke?
- Bei den Speicherkraftwerken gibt es sogenannte Pumpspeicherkraftwerke. Welches der drei abgebildeten Kraftwerke ist ein Pumpspeicherkraftwerk?

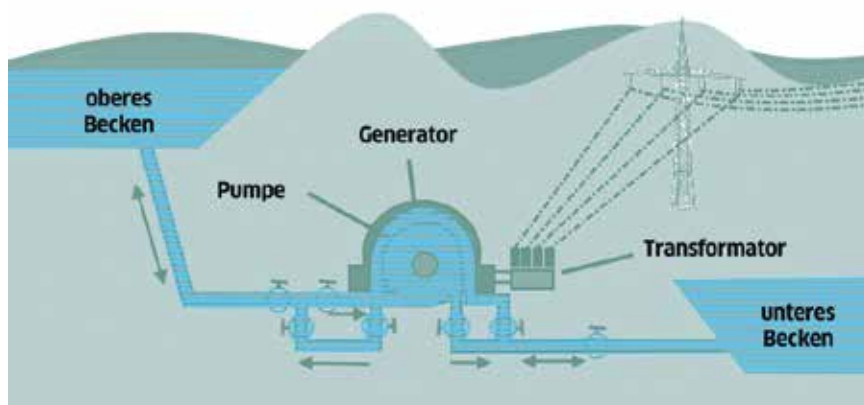
Speicherkraftwerke

Speicherkraftwerke nutzen den Höhenunterschied zwischen einem hoch gelegenen Speichersee mit natürlichem Zulauf (Fluss) und dem tiefer liegenden Wasserkraftwerk zur Stromerzeugung. Für diesen Kraftwerkstyp muss man **Talsperren, Staumauern** oder **Staudämme** bauen. Speicherkraftwerke kann man schnell anschalten und auch wieder ausschalten. Man nutzt sie deshalb hauptsächlich zur kurzfristigen Deckung von periodischem **Spitzenstrombedarf**.



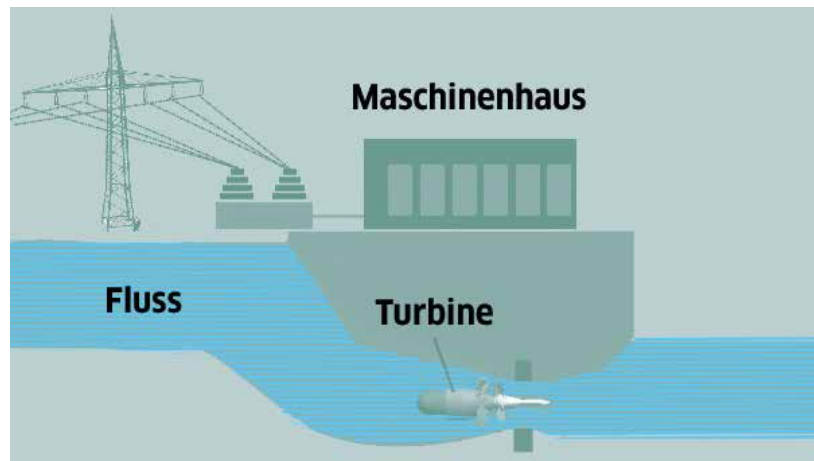
Pumpspeicherkraftwerke

Pumpspeicherkraftwerke erfüllen in der Stromproduktion eine **regulierende Funktion**, weil sie Strom liefern, aber auch **speichern** können. Ist zu viel Strom im Netz, pumpt ein Motorgenerator Wasser aus dem unteren Becken in das obere Becken. Braucht man dann wieder Strom, so nutzt man das Gefälle zwischen den Becken und lässt das Wasser aus dem Oberbecken ablaufen. Das treibt die Turbine und den Generator an, der durch Energieumwandlung den benötigten Strom erzeugt.



Laufwasserkraftwerke

Laufwasserkraftwerke nutzen den Höhenunterschied zwischen Oberwasser und Unterwasser, das Gefälle. Das Wasser wird durch Turbinen geleitet, die wiederum Generatoren antreiben, welche Strom erzeugen. Der Vorteil gegenüber dem Speicherkraftwerk und dem Pumpspeicherkraftwerk ist die **kontinuierliche Stromerzeugung**, auch wenn die produzierte Strommenge mit dem Wasserdurchfluss des Flusses schwankt.



2) Fasse die Informationen zu den einzelnen Kraftwerkstypen zusammen!

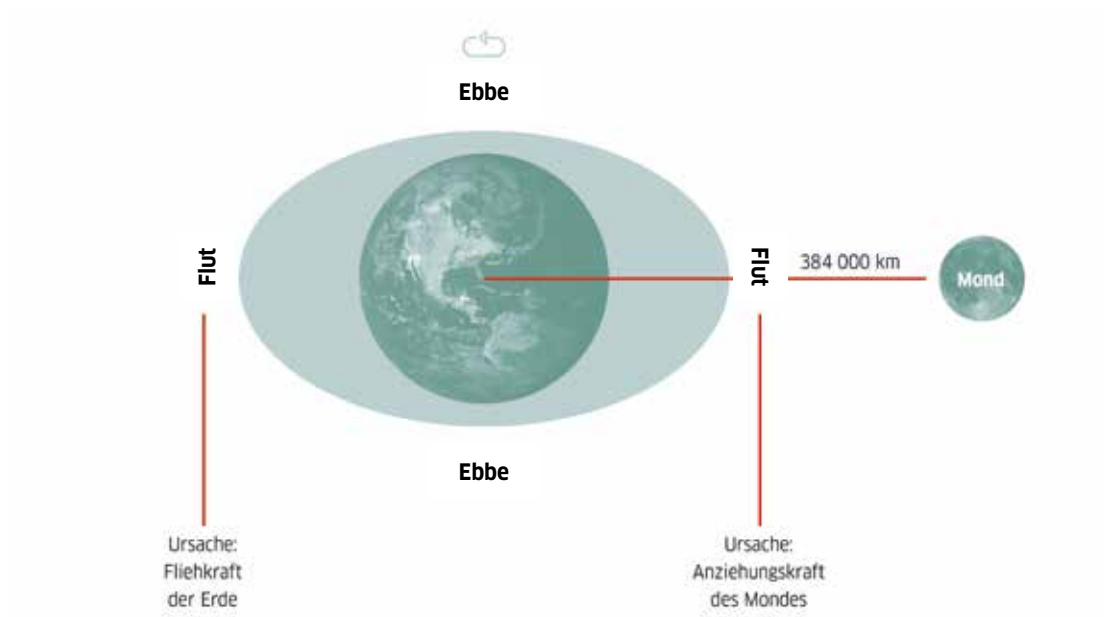
Typ:

Laufwasserkraftwerk	Gefälle: Wassermenge: Einsatzbereich/Vorteil:	
Speicherkraftwerk	Gefälle: Wassermenge: Einsatzbereich/Vorteil:	
Pumpspeicherkraftwerk	Gefälle: Wassermenge: Einsatzbereich/Vorteil:	

Gezeitenkraftwerk und Wellenkraftwerk

Gezeitenkraftwerke nutzen die Energie des Meeres. Gezeiten nennt man den Wechsel von Ebbe und Flut. Während der Ebbe sinkt der Wasserspiegel auf seinen niedrigsten Stand (Niedrigwasser). Das Watt steht nicht mehr unter Wasser. Bei Flut steigt das Wasser und überschwemmt das Watt. Während der Flut wird der höchste Wasserstand erreicht (Hochwasser).

Verantwortlich für Ebbe und Flut ist vor allem der Mond, weil er das Wasser auf der Erde anzieht. Als zweite physikalische Kraft wirkt die Fliehkraft. Diese Fliehkraft erzeugt auch einen „Wasserberg“.



3) Welches Bild symbolisiert...

- a) die Fliehkraft
- b) die Anziehungskraft?

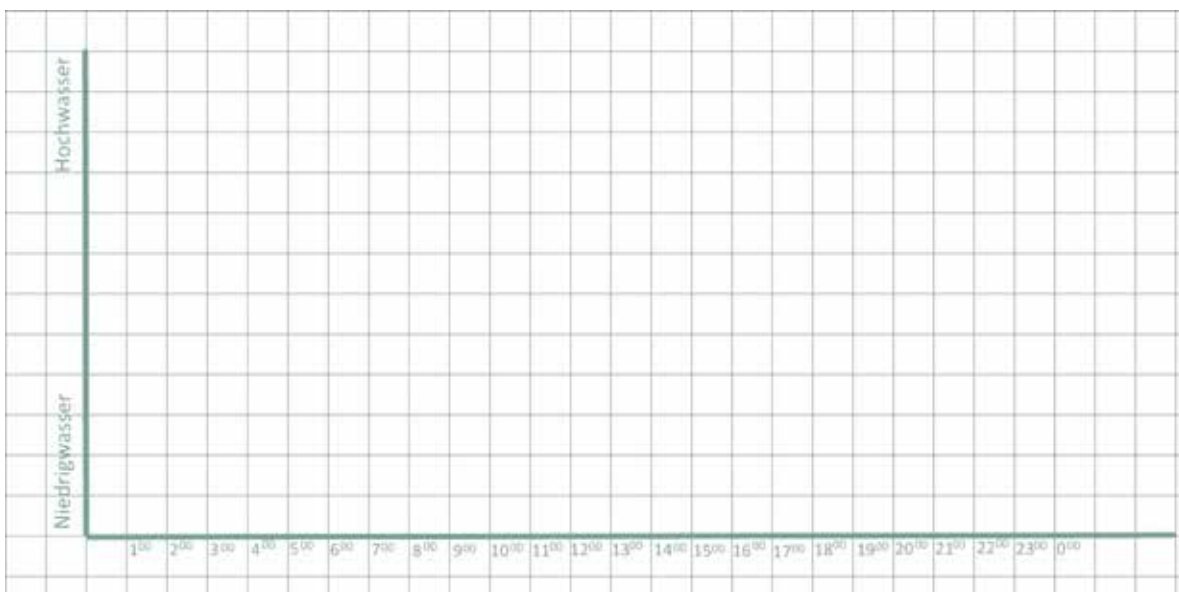


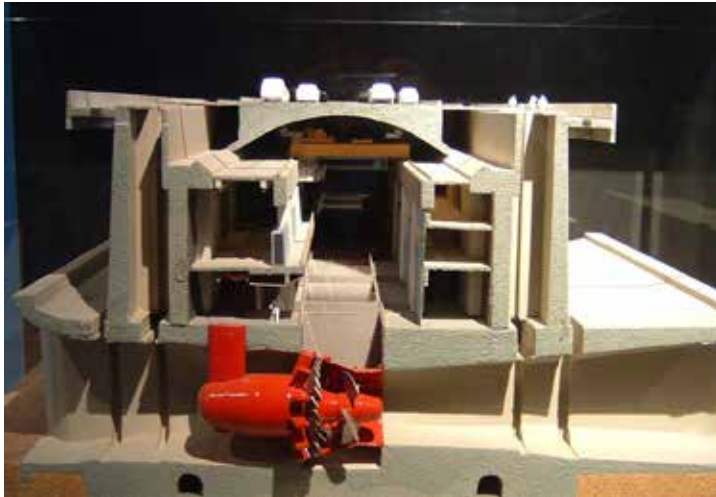
- 4) Der Mond braucht 24 Stunden und 50 Minuten für einen Erdumlauf.

Fragen:

- a. Wie oft wiederholen sich die Gezeiten?
- b. Wie viel Zeit liegt zwischen Hochwasser und Niedrigwasser?

- 5) Zeichne den Wechsel der Gezeiten als Kurve in das Diagramm ein. Beschreibe dein Diagramm. Benutze die folgenden Wörter: Ebbe, Flut, Hochwasser, Niedrigwasser, Gezeiten.





Gezeitenkraftwerke produzieren saubere Energie, doch sie brauchen auch enorm viel Platz, und es besteht die Gefahr, dass wertvolle Biotop zerstört werden. Der künstlich beeinflusste Wasserstand wirkt sich auf Lebewesen wie Vögel, Kleintiere und Pflanzen aus.

Schnitt durch das Maschinenhaus des Kraftwerks von Saint-Malo (Modell)

8) Ergänzt die Sätze:

Die Differenz zwischen Hochwasser und Niedrigwasser nennt man _____.

Für ein Gezeitenkraftwerk braucht man einen _____ von mindestens _____ Metern.

Gezeitenkraftwerke brauchen sehr viel _____.

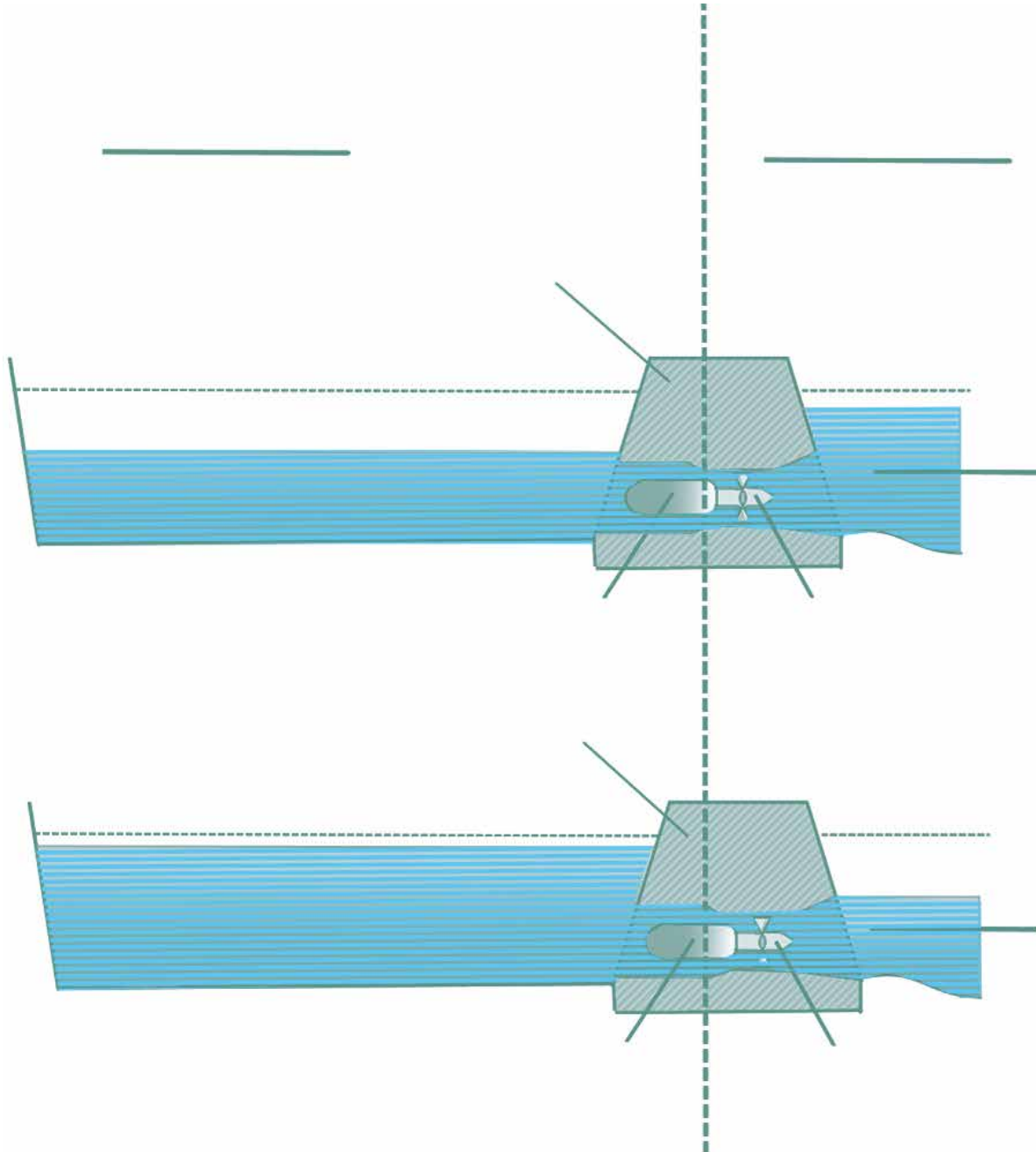
Gezeitenkraftwerke zerstören _____.

9) Beschreibt die Unterschiede zwischen den Gezeitenkraftwerken in Saint-Malo und Sihwa-ho.

10) Warum gibt es in Polen kein Gezeitenkraftwerk?

11) Seht euch das folgende Schaubild an.

- Tragt die folgenden Wörter ein: Meer, Staubecken, Generator, Turbine, Damm
- Macht mit Pfeilen ($\rightleftharpoons$ $\updownarrow$) deutlich, wo das Wasser steigt, wo es sinkt und in welche Richtung es fließt.
- Versucht zu erklären, wie ein Gezeitenkraftwerk funktioniert.

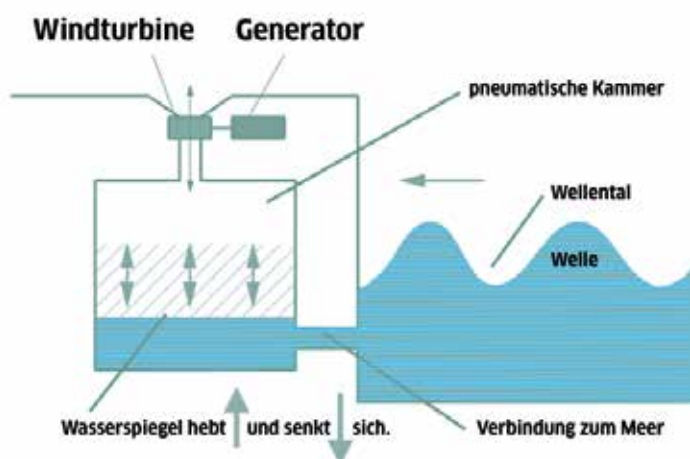


Wellenkraftwerke

Neben Gezeitenkraftwerken gibt es noch andere Arten von Anlagen, mit denen versucht wird, die Energie des Meeres bzw. seiner Wellen in elektrische Energie umzuwandeln. Doch die meisten dieser Anlagen existieren bisher nur als Prototypen.

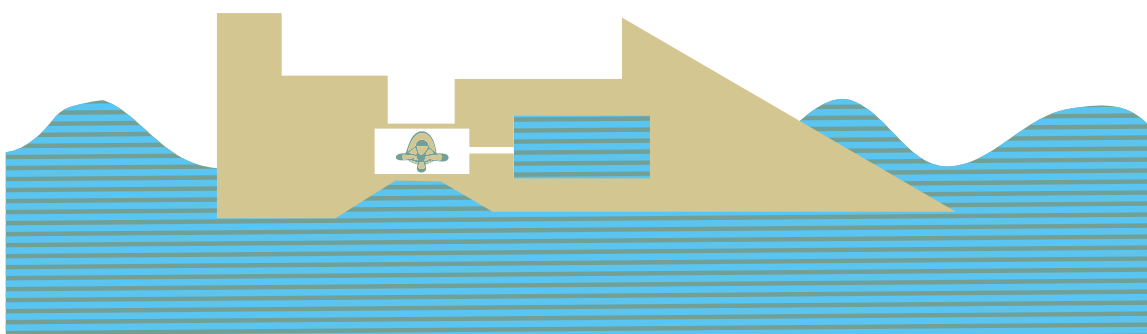
Ein Modell ist zum Beispiel das der „pneumatischen Kammer“. Das Prinzip ähnelt dem einer Luftpumpe. Die ein- und ausströmende Luft wird in einer Kammer durch einen Windgenerator genutzt. Wegen einer Verbindung zum Meer hebt und senkt sich in der Kammer der Wasserspiegel. Jede Welle drückt das Wasser in die Kammer und zieht es dann beim nächsten Wellental wieder hinaus. Am oberen Ende der Kammer befinden sich Turbinen. Durch die steigende und sinkende Wassersäule wird die Luft darin abwechselnd komprimiert und angesaugt. Ein Problem dieses Kraftwerkstyps besteht darin, dass die Energieproduktion nicht sehr gleichmäßig ist. Außerdem sind diese Kraftwerke momentan noch sehr teuer.

12) Fragen:



- a) Warum ist die Energieproduktion nicht gleichmäßig?
- b) Welcher Kraftwerkstyp, den ihr schon kennengelernt habt, funktioniert ähnlich? Erkläre, inwiefern!
- c) Welche Besonderheit muss die Turbine einer „pneumatischen Kammer“ aufweisen?

13) Hier seht ihr ein anderes Schema. Wie könnte dieses Wellenkraftwerk funktionieren?



BIOMASSE



Biomasse

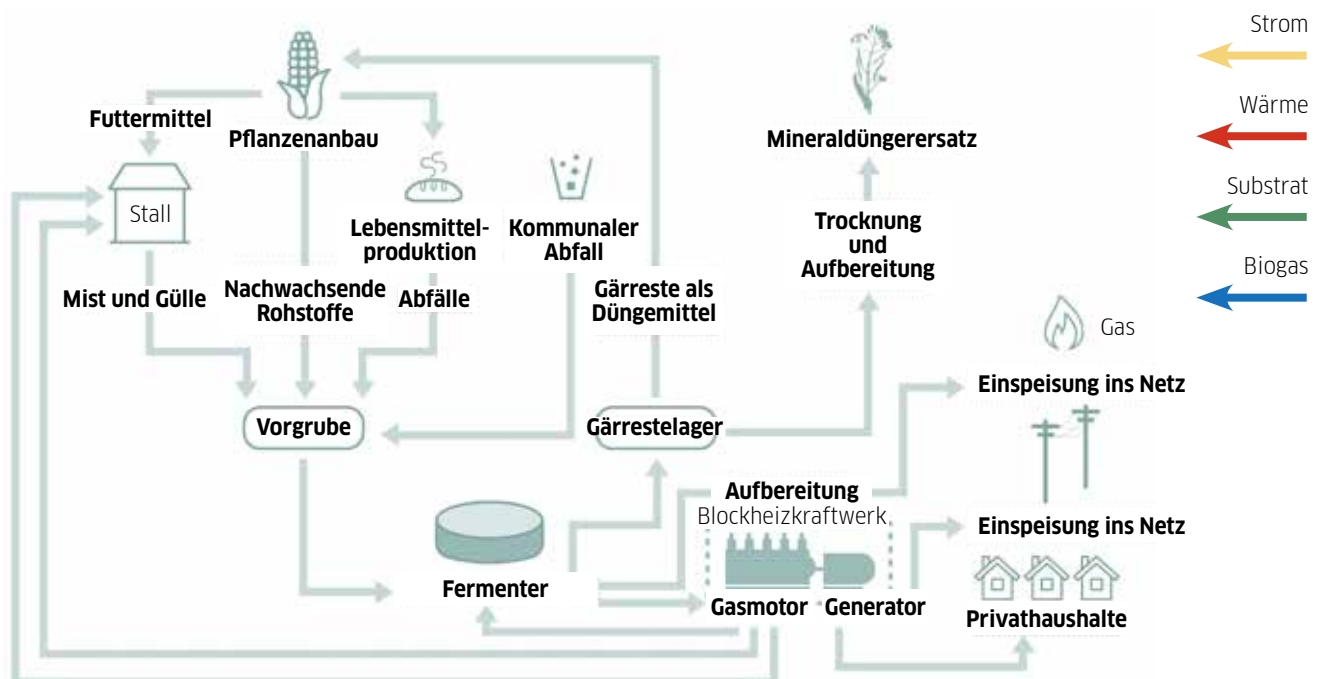
Biomasse ist die gesamte durch Pflanzen und Tiere produzierte organische Substanz. Ca. 90% der Biomasse auf der Erde werden von Pflanzen produziert. Pflanzen bieten viele Möglichkeiten, fossile Energieträger zu ersetzen.

Über die Fotosynthese speichern Pflanzen Energie in ihrer Biomasse: Aus Wasser und Kohlendioxid (CO_2) bilden sie unter der Einwirkung von Sonnenenergie und mithilfe des grünen Blattfarbstoffs Chlorophyll Sauerstoff und das energiereiche Kohlenhydrat Glucose.

Pflanzen binden die Sonnenenergie also als chemische Energie. Energie aus Biomasse kann durch Verbrennung, Vergasung oder Verflüssigung gewonnen und freigesetzt werden, wie z.B. beim Heizen mit Holz (Verbrennung). Um die Energie aus Pflanzen und anderem organischem Material zu nutzen, lässt man die Biomasse zuvor von Mikroorganismen in großen luftdichten Gärbehältern, den Fermentern, umwandeln. Dadurch gewinnt man einen gut brennbaren Rohstoff, der effizient und sauber verwendbar ist: das Biogas.

1) Fragen:

- Welche anderen Energieträger kann Biomasse ersetzen?
- Welcher Prozess ist dafür verantwortlich, dass Pflanzen Energie haben?
- Welche drei Möglichkeiten gibt es, Biomasse energetisch zu nutzen?
- Welche Eigenschaften hat Biogas?



2) Male die Pfeile gemäß der Legende in den verschiedenen Farben aus!

3) Was ist Biogas?

Setzt die Wörter in den Text ein.

Biomasse, Sauerstoff, Methananteil, Exkremente, Gärbehälter, Biogas, Bakterien, Biogasgemisch, Strom, Erdgas, Energiepflanzen, brennbares

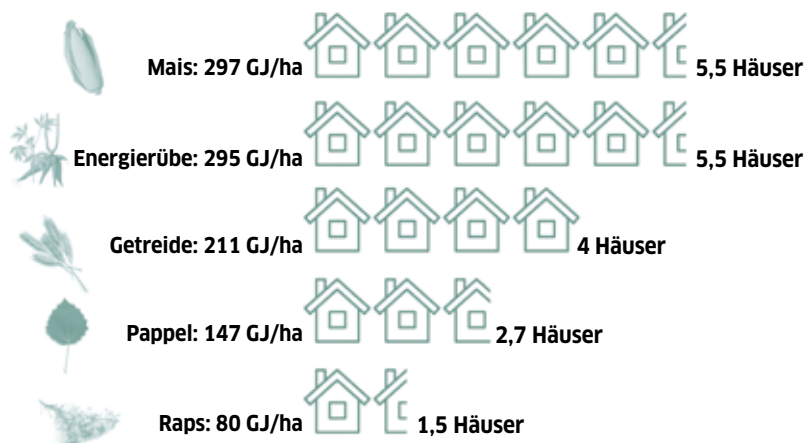
In Biogasanlagen kommen _____ wie Mais und andere Gräser, Erntereste und tierische _____ (Gülle, Mist) sowie Essensreste und organische Abfälle. Jedes organische Material gibt bei seinem Abbau ohne Luft energiereiches, also _____ Gas ab. Eine Biogasanlage nutzt diesen natürlichen Prozess, um Energie zu gewinnen.

Die Substrate werden im _____, dem Fermenter, ohne Licht und _____ von Mikroorganismen vergoren. Je nach Mischung der Biomasse und Verfahren arbeiten die _____ bei meist 32 bis 42 Grad Celsius. Dabei entstehen Methan und Kohlendioxid. Dieses _____ sammelt sich in der Haube des Fermenters und wird von dort abgeleitet. Der Methananteil liegt bei 55 bis 70 Prozent und ist damit geringer als bei fossilem _____ (bis zu 90 Prozent). Je nach Verwendungszweck wird der _____ in einer Gasaufbereitungsanlage angereichert, sonst geht das _____ direkt in das Blockheizkraftwerk. Aus der _____ von einem Hektar Mais entstehen auf diese Weise etwa 9.000 m³ Gas.

Bei dessen Verbrennung gewinnt man ein Drittel der Energie als _____ (16.000 kWh) und zugleich immer Wärme, mit der Betriebsgebäude oder Privathaushalte in der Nähe beheizt werden.

4) Frage: Woher kennt ihr den Prozess der Vergärung noch?

Verschiedene Pflanzen liefern unterschiedlich viel Energie. Die Grafik zeigt diese Unterschiede. Die Energiemenge wird mit dem Jahresbedarf an Heizenergie eines neugebauten Hauses mit ca. 150 m² Wohnfläche verglichen. Er beträgt rund 15.000 kWh oder 54 Gigajoule (GJ) und entspricht dem Energiegehalt von 1.500 Litern Heizöl.



5) Welche negativen Konsequenzen kann der hohe Energiewert von Pflanzen für die Lebensmittelproduktion haben?

6) Aufgabe: Lest den Text und setzt die Überschriften ein.

Woraus besteht Biogas?

Andere Beispiele anärober Vergärung

Unterschied zum Kompostieren

Wie entsteht Biogas?

Der Biogasprozess im Detail

Biogas entsteht durch Vergärung. Darunter versteht man den mikrobiologischen Abbau von organischen Stoffen in feuchter Umgebung und unter Luftabschluss (anärobes Milieu). Eine Biogasanlage wandelt die organische Biomasse hauptsächlich in die Bestandteile Wasser, Kohlendioxid und Methan um.

Endprodukt ist das brennbare Biogas, ein Gemisch, das hauptsächlich aus Methan (50–75%), Kohlendioxid (25–45%) sowie geringen Anteilen an Wasser und Spurengasen besteht.

Bei Temperaturen zwischen 0° C und 70° C vergären organische Stoffe unter Luftabschluss und unter dem Einfluss von Methanbakterien. Während der Vergärung wird der in den Substraten vorhandene Kohlenstoff in vier Phasen zu Biogas abgebaut. Diese vier Phasen sind die Hydrolyse (erste Phase), die Versäuerung (zweite Phase), die Essigsäurebildung (dritte Phase) und die Methanbildung (vierte Phase).

Im Gegensatz zur Kompostierung entsteht beim Vergären keine Wärme, dafür jedoch das brennbare Methangas. Daneben werden neutrales Kohlendioxid, Wasser und Spurengase, wie zum Beispiel Schwefelwasserstoff, Ammoniak, elementarer Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, erzeugt.

Das Prinzip der anäroben Vergärung ist eine weitverbreitete Erscheinung. Es kommt unter anderem auch im Schlamm der Meere, in Flüssen und Seen, in Sümpfen und Mooren, in nicht durchlüfteten Bodenschichten, Mülldeponien, Gülle- und Klärgruben und beim Reisanbau vor. Je nach Vorkommen spricht man von Sumpfgas, Faulgas, Klärgas, Grubengas, Deponiegas oder, im landwirtschaftlichen Bereich, von Biogas.

7) Lies, in welchen Schritten Biogas entsteht. Versuche dann das Schaubild zu vervollständigen.

Hydrolyse

Im ersten Schritt, der sogenannten Hydrolyse, zerlegen vor allem Bakterien komplexe Makromoleküle aus Kohlenhydraten (z.B. Stärke), Fetten und Proteinen. Dabei entstehen vor allem kürzere Spaltprodukte wie Zucker, Aminosäuren und Fettsäuren.

Acidogenese

In der Versäuerungsphase (Acidogenese) entstehen aus den Hydrolyseprodukten (vor allem aus den Zuckern, Fetten und Proteinen) Wasserstoff, Kohlendioxid, Alkohole und Fettsäuren.

Acetogenese

Bei der Essigsäurebildung (Acetogenese) werden die Produkte der Acidogenese weiter in kleinere Moleküle umgesetzt. Es entstehen vor allem Essigsäure (Acetat = Anion der Essigsäure), Wasserstoff und Kohlendioxid. Acetogene bzw. syntrophe Bakterien bauen die Fettsäuren, z.B. durch Oxidation oder komplexere Reaktionen, weiter ab.

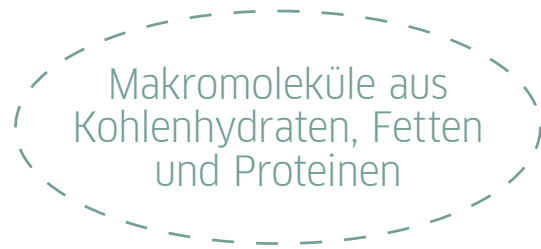
Methanogenese

Im letzten Schritt, der Methanbildung (Methanogenese), werden vor allem Essigsäure, Wasserstoff und Kohlendioxid von methanogenen Archaeen in Kohlendioxid, Wasser und Methan umgewandelt.



HYDROLYSE

Bakterien



ACIDOGENESE



ACETOGENESE



METHANOGENESE



TEIL 2

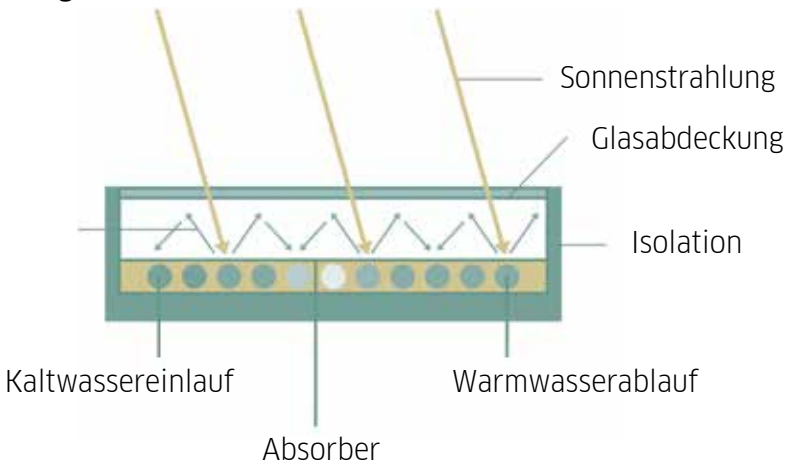
**LEHRERHANDBUCH:
HINWEISE
UND LÖSUNGEN**

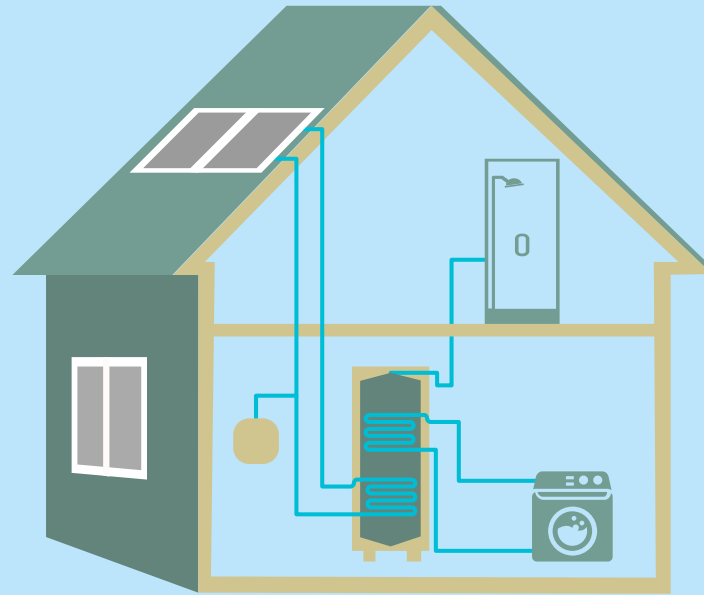
Einstieg: Energie allgemein		
	Sprachlehrer	Fachlehrer
		Berührungspunkte mit dem Lehrplan in naturwissenschaftlichen Fächern – ausgewählte Beispiele
Seite 11 Einstiegsseite	Die Schüler sammeln Begriffe zum Thema Energie. Es gibt drei Leitfragen: - Was produziert Energie? - Was braucht Energie? - Welche Formen hat Energie? Kommen Antworten auf Deutsch nur schleppend, so sollten die Schüler diese auch auf Polnisch geben können. Der/die Lehrende übersetzt diese Vorschläge. Lösung: offen	fizyka: rodzaje energii przemiany energii zasada zachowania energii sprawność urządzeń biologia: oddychanie komórkowe (ADP → ATP)
Seite 12	Die Schüler lesen den kurzen Einstiegstext. Der/die Lehrende fragt, was die wichtigste Aussage des Textes ist. Lösung: Energie hat verschiedene Formen! Die Schüler lesen die Erklärungen zu den verschiedenen Energieformen. Unbekannte Wörter werden erklärt oder mit der Wortschatzliste überprüft. Es ist nicht unbedingt notwendig, dass die Schüler die kurzen Texte zu den genannten Energieformen ganz verstehen. Sie sollten aber die Texte lesen und versuchen, den Sinn so weit wie möglich zu erfassen. Dies ist auch eine Vorbereitung auf die schwierigeren Texte, die noch folgen.	geografia: surowce mineralne geografia regionalna przyroda: jak powstaje prąd źródła energii jak powstały złoża węgla kamiennego
Seite 13	Der/die Lehrende erklärt die Aufgabe. Die Schüler sollen den drei Bildern jeweils zwei oder drei Energieformen zuordnen. Die Schüler verbalisieren die Lösungen in ganzen Sätzen. Lösung Aufgabe 1: Bild links oben: 1. elektrische Energie, 2. mechanische Energie, 3. mechanische Energie Bild rechts oben: 1. elektrische Energie, 2. thermische Energie Bild unten: 1. mechanische Energie, 2. elektrische Energie, 3. Strahlungsenergie	chemia: efekty energetyczne reakcji odnawialne i nieodnawialne źródła energii energia jądrowa

	Der/die Lehrende erarbeitet zusammen mit den Schülern die Bedeutung des Wortes „Energieumwandlungskette“. Der/die Lehrende erklärt zunächst das Wort „Kette“ und anschließend das Verb „umwandeln“ (Synonym: „ändern“). Die Schüler lesen den kurzen Text. Unbekannte Wörter werden geklärt. Anschließend ordnen die Schüler die Energieformen zu. Lösung A2: Kohle: chemische Energie, Heizkessel: thermische Energie, Turbine: mechanische Energie, Generator: elektrische Energie. Die Schüler verbalisieren die Lösung in zwei Schritten. Zuerst sagen sie, welcher/s der genannten Stoffe bzw. Objekte welche Energieform hat bzw. produziert. Beispiel: Kohle hat chemische Energie. Ein Heizkessel produziert thermische Energie. Anschließend bilden die Schüler Sätze mit dem Verb „umwandeln“. Beispiel: „Ein Heizkessel wandelt Kohle/die chemische Energie der Kohle in thermische Energie um.“	
Seite 14	Der/die Lehrende fragt, was ein Energiewandler ist. Er/Sie verweist auf die vorherige Aufgabe. Beispielantwort: „Ein Heizkessel ist ein Energiewandler. Er wandelt chemische in thermische Energie um.“ Die Schüler ordnen in Gruppenarbeit die Energieumwandlungsketten den Energiewandlern zu. Der/die Lehrende verweist auf die Redemittel, die während der Diskussion in der Gruppe verwendet werden sollen. Lösung A3: a) Getriebe b) Bremsen c) Fahrraddynamo d) Dampfturbine e) Elektroherd f) Elektromotor g) Muskel h) Solarzelle	

Seite 15	Die Schüler lesen den kurzen Text. Anschließend erklären sie den Energieerhaltungssatz mit eigenen Worten. Die Schüler beantworten die Frage zu A4. Lösung A4: Energie geht verloren, wenn eine Energieform sich nicht speichern lässt und in die Umgebung entweicht. Anschließend verbalisieren die Schüler das Schaubild zu A5. Wichtig ist, dass die Schüler erkennen, dass der Wirkungsgrad nur 5% beträgt und 95% als Wärme verloren gehen. Lösung Lückentext: Von der aufgewandten Energie für eine Glühbirne gehen nur 5% in die Lichtleistung. 95% sind Verlustleistung in Form von Wärme. Das heißt, eine Glühbirne hat einen Wirkungsgrad von 5%. A6: Die Schüler nennen andere Geräte, bei denen der Wirkungsgrad nicht sehr hoch ist, bzw. erklären, wie Energie bei diesen Geräten verloren geht. Der/die Lehrende kann eventuell darauf hinweisen, dass man hierbei korrekterweise von Energieentwertung spricht. Meistens handelt es sich um die Umwandlung einer Energieform in Wärme, die entweicht.	
Seite 16	Die Schüler lesen den Einleitungssatz. Sie entscheiden in A7, welche der genannten Energieträger erneuerbare Energien sind. Lösung A7: Wasserkraft, Solarenergie, Geothermie, Windenergie, Bioenergie Die Schüler versuchen zu erkennen, was die Eigenschaften von erneuerbaren Energien sind. Der/die Lehrende kann vor der Lösung von Aufgabe 8 abfragen, was die Schüler schon darüber wissen. Die Schüler lösen A8. Lösung: 1b, 2c, 3a Anschließend beschreiben die Schüler die Grafik. Der/die Lehrende weist auf die Redemittel hin. Er/Sie fragt, wieso man in Deutschland mehr erneuerbare Energien verwenden möchte. Lösung: offen.	
Mögliche Rechercheaufgaben: 1. Recherchiere dazu, wie in deinem Land Energie hauptsächlich hergestellt wird. Welchen Anteil haben erneuerbare Energien? 2. Suche Geräte bei dir zu Hause und beschreibe die jeweilige Energieumwandlungskette. 3. Recherchiere, ob es in deinem Land Pläne gibt, erneuerbare Energien zu fördern. 4. Woher kommt die Energie in deiner Schule? Gibt es Maßnahmen zum Energiesparen? 5. Erarbeitet ein Konzept dazu, wie eure Schule Energie sparen kann.		

Sonnenenergie		
	Sprachlehrer	Fachlehrer Berührungspunkte mit dem Lehrplan in naturwissenschaftlichen Fächern – ausgewählte Beispiele
Seite 17	Die Schüler beschreiben das Bild. Was passiert hier? Der/die Lehrende fragt, welche Energie hier genutzt wird. Der/die Lehrende kann fragen, ob die Schüler wissen, was das Bild genau darstellt. Lösung: In der griechischen Geschichte wird davon berichtet, dass der berühmte griechische Erfinder Archimedes von Syrakus (Sizilien) Spiegel in Form einer langen Reihe von blankpolierten Bronzeschilden verwenden ließ, um die feindliche römische Flotte, die seine Heimatstadt belagerte, in Brand zu stecken und zu vernichten.	fizyka: fale elektromagnetyczne biologia: fotosynteza geografia: źródła odnawialne i nieodnawialne energii pozyskiwania energii
Seite 18	Die Schüler lesen den kurzen Text. Der/die Lehrende fragt, was die wichtigsten Informationen sind. Er/sie kann auch fragen, warum wir nicht nur die Solarenergie nutzen, obwohl die Sonne so viel Energie liefert. Mögliche Antworten: technologisch nicht möglich, teuer, braucht viel Raum. Anschließend schauen sich die Schüler die Grafiken an und beschreiben diese (A1). Bei der Gelegenheit können Himmelsrichtungen und Namen von Ländern und Kontinenten wiederholt werden. Die Schüler beantworten die Frage 2. Lösung: Nicht in allen Gebieten lohnt sich die Nutzung von Sonnenenergie. In bestimmten Gebieten ist die Effizienz gering.	przyroda: zjawiska świetlne strefy oświetlenia Ziemi chemia: fotosynteza
Seite 19	Solarthermie: Die Schüler lesen den kurzen Text (ohne die Aufgaben 3 und 4). Der/die Lehrende fragt: Was ist der Unterschied zwischen Solarthermie und Photovoltaik? Lösung: Bei der Solarthermie wird Wärme produziert, bei der Photovoltaik elektrische Energie. Die Schüler schauen sich die Grafik an und versuchen sie zu beschreiben (A3). Die Beschreibung kann sehr einfach sein. Alternativ kann der/die Lehrende Wortschatz vorgeben: „reflektieren“, „Atmosphäre“, „absorbieren“. Die Schüler lesen Frage 4 und beantworten sie. Lösung: Nein. Der Treibhauseffekt ist nicht nur negativ. Der natürliche Treibhauseffekt sorgt dafür, dass wir auf der Erde leben können, weil ohne diesen Effekt die auf der Erde entstehende Wärme ungehindert in den Weltraum entweichen würde.	

	Anschließend lesen die Schüler die Fortsetzung des Textes. Der/die Lehrende weist auf die Parallelen zwischen der Abbildung zum Treibhauseffekt und der zum Kollektor hin. Dann lösen die Schüler A5. Der/die Lehrende weist auch auf die Ähnlichkeit vieler Fachbegriffe im Deutschen und Polnischen hin. Lösung: 	
Seite 20	Die Schüler lesen den kurzen Text. Der/die Lehrende fragt nach: Was ist der Vorteil von Thermosiphon-Anlagen? Die Schüler lösen A6. Beispiellösung: Das kalte Wasser fließt zum Kollektor. Im Kollektor wird das Wasser erwärmt. Das warme Wasser steigt zum Sammelbehälter auf. Das Wasser im Sammelbehälter kühlt ab und fließt zurück. Das warme Wasser kann man für verschiedene Zwecke nutzen. Die Schüler lesen den kurzen Text zur Warmwasseranlage in einem Wohnhaus. Unbekannte Wörter werden geklärt. Anschließend lösen die Schüler A7. Die Skizze liegt ihnen vergrößert als Kopiervorlage vor. Es sind verschiedene Lösungen möglich. Mögliche Lösung:	



Seite 21-22

Die Schüler lesen die Abschnitte „Solarthermische Energieerzeugung“, „Parabolrinnenkraftwerk“ und „Aufwindkraftwerk“. Anschließend werden A8-A10 bearbeitet. Der/die Lehrende weist die Schüler auf die Grafiken auf Seite 21-22 hin.

Lösung A8:

Thermosiphon-Anlagen: Strahlungsenergie – Wärmeenergie

Parabolrinnenkraftwerk: Umwandlungskette: Strahlungsenergie – Wärmeenergie – mechanische Energie – elektrische Energie.

Aufwindkraftwerk: Strahlungsenergie – Wärmeenergie – mechanische Energie (Wind) – mechanische Energie (Turbine) – elektrische Energie.

Lösung A9: Die Sonnenstrahlung wird in einem Punkt konzentriert.

Lösung A10: Das Klima ist in Polen nicht warm genug.

Seite 23

Die Schüler lesen den Text über Photovoltaik. Der/die Lehrende stellt Fragen zum Text: Wie sieht die Energieumwandlungskette aus? (Strahlungsenergie – elektrische Energie) Was ist ein Halbleiter? Was ist ein Solarmodul? Woraus besteht eine Solarzelle?

Anschließend lösen die Schüler A11.

Lösung A11:

	Vorteil	Nachteil
Photovoltaische Anlagen nutzen Sonnenenergie.	x	
Solarzellen sind im Betrieb emissionsfrei.	x	
Für die Anlagen braucht man große Flächen.		x
Die Stromproduktion hängt von der Tageszeit und vom Wetter ab.		x
Photovoltaik ist flexibel. Die Leistungen reichen von Milliwatt (z.B. bei Armbanduhren) bis zu Megawatt (bei Solarkraftwerken).	x	
Es wird Gleichstrom erzeugt.		x
Bei der Produktion von Photovoltaikzellen wird sehr viel Energie verbraucht, und die Schadstoffemission ist sehr hoch.		x
Photovoltaische Zellen nutzen auch diffuses Licht sowie Licht im Innern von Gebäuden.	x	

Seite 24

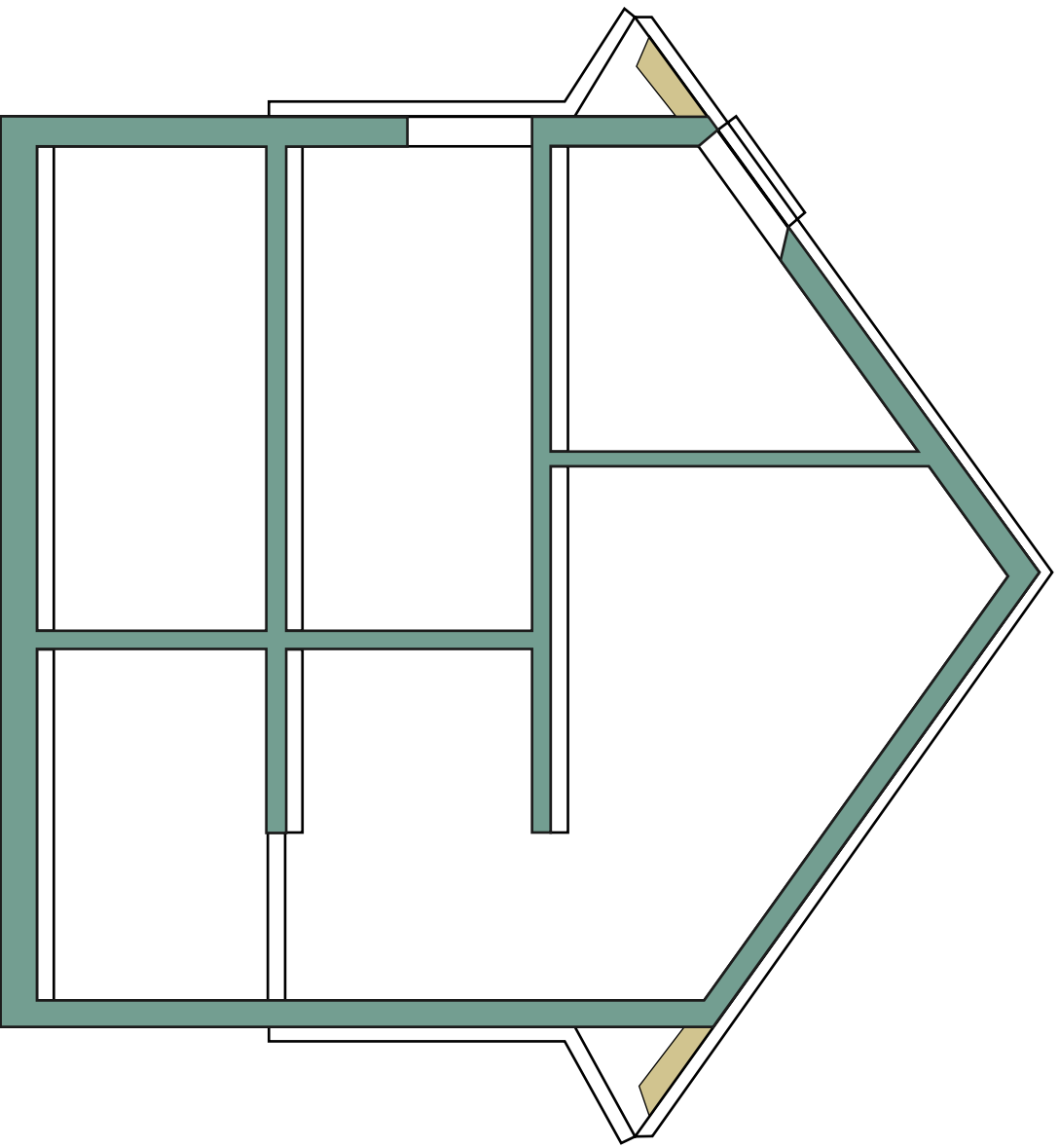
A12 können die Schüler selbstständig zum Beispiel in Partner- oder Gruppenarbeit lösen.

1. 50 W, 2. z.B. Solarradio, MP3-Player, Handy und elektrische Zahnbürste (22 W),
3. Nein, denn bei leichter Bewölkung sinkt die Leistung des Solarmoduls auf unter 48 W, 4. Das Solarmodul erzeugt keinen Strom, sie können sich also nicht die Zähne mit der elektrischen Zahnbürste putzen, 5. Sie können den Solarstrom in einer Batterie (z.B. Autobatterie) speichern.

Mögliche Rechercheaufgaben:

1. Finde ähnliche Informationen bezüglich der Sonneneinstrahlung für Polen und deine Stadt. Präsentiere diese Informationen deinen Mitschülern.
2. Wo gibt es Solarkraftwerke? Wie viel Energie produzieren sie?
3. Warum benutzt man für Solarzellen Silizium?
4. Ist eine großflächige Nutzung von Solarenergie in deinem Land möglich? Wie plant dein Land für den Ausbau der Photovoltaik?

Kopiervorlage:

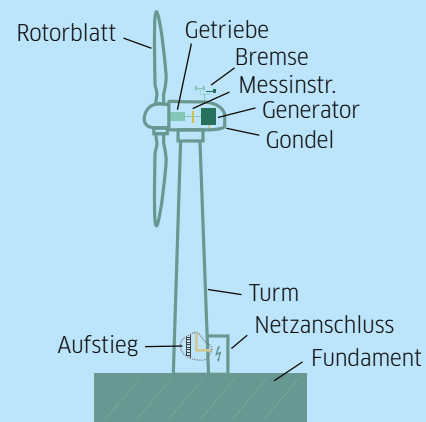


Windenergie		
	Sprachlehrer	Fachlehrer
		Berührungspunkte mit dem Lehrplan in naturwissenschaftlichen Fächern – ausgewählte Beispiele
Seite 25	Der/die Lehrende fragt, was die Schüler auf dem Bild sehen. Es kann auch gefragt werden, aus welcher Zeit die Windmühle stammt. Wozu wurde die Windmühle genutzt? Eventuell kann man auch wieder nach der Energieumwandlungskette fragen. Den Schülern sollte spätestens hier bewusst werden, dass die Nutzung erneuerbarer Energien keineswegs ein zeitgenössisches Phänomen ist, sondern dass erneuerbare Energien schon immer vom Menschen genutzt wurden.	fizyka: energia kinetyczna prąd elektryczny geografia: przemysł energetyczny w Polsce geografia regionalna Niemcy – Holandia przyroda: Jak powstaje wiatr? Jak wiatr wieje nad morzem?
Seite 26	Die Schüler lesen den kurzen Einführungstext zum Thema Wind. Unbekannte Wörter werden geklärt. Der/die Lehrende fragt nach: Wie entsteht Wind? Was ist die Ursache? (Temperaturunterschiede + Luftdruckunterschiede) Anschließend bearbeiten die Schüler A1, beginnend mit A1a. Der/die Lehrende weist auf die lokalen Angaben hin, die die Lösung erleichtern können. Die vollständige Beschreibung ergibt sich, wenn man die Punkte 1-8 nacheinander liest. Zum Schluss bearbeiten die Schüler A1c. Lösung:	

Seite 27	Die Schüler schauen sich die Karte an. Der/die Lehrende fragt: Welche Informationen gibt die Karte? Er/Sie weist gegebenenfalls auf die Legende hin. Die Schüler beantworten A2a. Lösung: Weil es in Küstennähe insgesamt gesehen mehr Wind gibt. Die Schüler beantworten A2b. Lösung: Wenn der produzierte Strom auch zu Verbrauchern in Süddeutschland transportiert werden soll, muss man neue Stromtrassen bauen. Eventuell gibt der/die Lehrende einen Hinweis: Der Strom wird im Norden produziert, aber es gibt auch Verbraucher im Süden. Was für eine Lösung gibt es?	
Seite 28-29	Die Schüler beschäftigen sich selbstständig mit dem Text und den Grafiken. Der/die Lehrende hilft bei Verständnisschwierigkeiten. Die Fragen 3a-3g können die Schüler zunächst in Partner- oder Gruppenarbeit beantworten. Anschließend werden die Aufgaben im Plenum besprochen. Lösungen: 3a: Luftdichte, Rotorfläche, Art des Rotors 3b: Wirkungsgrad 3c: Art des Rotors 3d: Ja. Das große Windrad produziert immer noch dreimal mehr Strom. 3e: Vorteil: Sie sind windrichtungsunabhängig. Nachteil: Niedriger Wirkungsgrad. 3f: Sie gehen relativ schnell kaputt (da sie sich schneller als Dreiblatt-Rotoren drehen, wird das Material stärker beansprucht), sind lauter (gleicher Grund: Sie drehen sich sehr schnell und sind dadurch lauter). 3g: Die Antwort ergibt sich aus 3e und 3f: Sie haben einen hohen Wirkungsgrad und sind nicht so laut wie Zweiblatt-Rotoren.	
Seite 30	Die Schüler lösen A4. Lösung: Bild 1: Windkraftanlage, Bild 2: Onshore-Windpark, Bild 3: Offshore-Windpark. Die Schüler lösen A5. Lösung: Onshore-Vorteile: unkomplizierter Onshore-Nachteile: Anlagen produzieren weniger Strom, weniger Akzeptanz Offshore-Vorteile: produzieren mehr Strom, mehr Akzeptanz Offshore-Nachteile: komplizierter – teurer A6: Anschließend verbalisieren die Schüler die Vor- und Nachteile.	

Seite 31

Die Schüler ordnen dem Bild die Bezeichnungen zu. Unbekannte Wörter können notfalls mit Hilfe der Wortschatzliste erschlossen werden.

Lösung:

Zum Schluss bearbeiten die Schüler A7.

Lösung:

gut	schlecht
hohe und konstante Windgeschwindigkeit keine Turbulenzen, die schlecht für die Anlagen sind in der Nähe eines Stromnetzes in Verbrauchernähe	Stadt oder Siedlungsgebiet (notwendiger Lärmschutz) bedeutende Kulturlandschaft Landschafts- oder Naturschutzgebiet Vogelschutzgebiet oder Zugvogelroute

Rechercheaufgaben:

1. Gibt es Onshore- oder Offshore-Anlagen in deinem Land? Wo? Wie viel Strom produzieren sie? Vergleiche mit Kohlekraftwerken in deinem Land.
2. Wo kann man in deinem Land noch Windmühlen sehen? Wann wurden sie genutzt?

Wasserkraft		
	Sprachlehrer	Fachlehrer Berührungspunkte mit dem Lehrplan in naturwissenschaftlichen Fächern – ausgewählte Beispiele
Seite 32	Die Schüler beschreiben das Bild. Der/die Lehrende hilft eventuell bei der Wörtersuche („Wassermühle“, „Wasserrad“ etc.), indem er auf die zuvor erläuterten Abbildungen der Windmühle und des Windrades hinweist.	fizyka: energia potencjalna (energia kinetyczna) prąd elektryczny
Seite 33	Die Schüler lesen den ersten Abschnitt. Der/die Lehrende fordert die Schüler dazu auf, sich die schematischen Darstellungen auf dieser Seite anzuschauen und sich mit ihrer Hilfe den Begriff „Gefälle“ zu erklären. Der/die Lehrende weist auf das Bild mit den zwei (bzw. drei) Typen von Wasserkraftwerken hin. Eventuell beschreiben die Schüler das Bild. Der/die Lehrende fragt, bei welchem der Wasserkraftwerke das Gefälle klein ist, bei welchem groß. (Lösung: Am Fluss kleines Gefälle, bei den beiden Kraftwerken links großes Gefälle.) Anschließend beantworten die Schüler die Fragen 1a und 1b. Lösung: 1a: Rechts sieht man ein Laufwasserkraftwerk, die beiden Kraftwerke links sind Speicherkraftwerke. (Der Hinweis auf das unterschiedliche Gefälle sollte hier helfen.) 1b: Links ist ein Pumpspeicherkraftwerk abgebildet. Der Pfeil zeigt in diesem Falle auch nach oben, was bedeutet, dass das Wasser in diesem Falle nach oben gepumpt wird.	geografia: przemysł energetyczny w Polsce chemia: elektrownie wodne jako alternatywne źródła energii

Seite 34-35

Die Schüler lesen die Texte zu den drei Wasserkraftwerkstypen und füllen anschließend die Tabelle aus.

Lösung A2:**Typ:**

Laufwasserkraftwerk	Gefälle: Wassermenge: Einsatzbereich/ Vorteil:	gering groß kontinuierliche Stromerzeugung
Speicherkraftwerk	Gefälle: Wassermenge: Einsatzbereich/ Vorteil:	groß klein kann man schnell anschalten und auch wieder ausschalten. Man nutzt diesen Typ deshalb hauptsächlich zur Deckung des unterschiedlichen Spitzenstrombedarfs.
Pumpenspeicher- kraftwerk	Gefälle: Wassermenge: Einsatzbereich/ Vorteil:	groß klein regulierende Funktion in der Stromproduktion

Seite 36

Die Schüler lesen den Text zu den Gezeiten. Die Begriffe Anziehungskraft und Fliehkraft werden geklärt, indem die Schüler A3 lösen.
Lösung A3: Links Fliehkraft (Bild: Fliehkraftregler), rechts Anziehungskraft (Bild: Magnet).
Anschließend beantworten die Schüler die Fragen unter A4.

Lösungen:

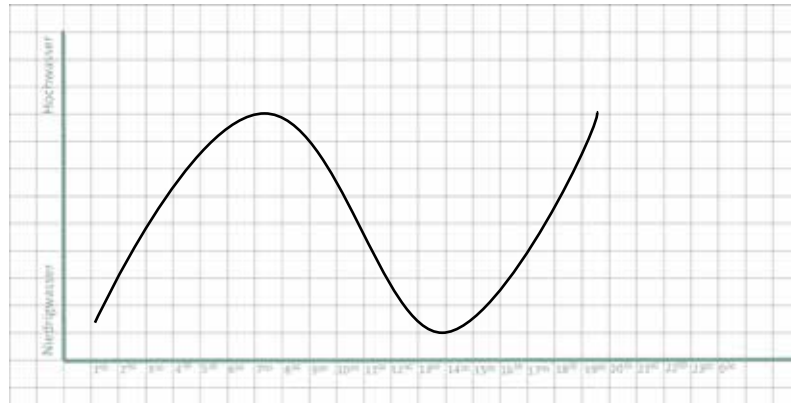
4a: alle 12 Stunden und 25 Minuten

4b: ca. 6 Stunden und 12 Minuten

Seite 37-38

Die Schüler zeichnen den Verlauf der Gezeiten in ein Diagramm ein.

Mögliche Lösung:

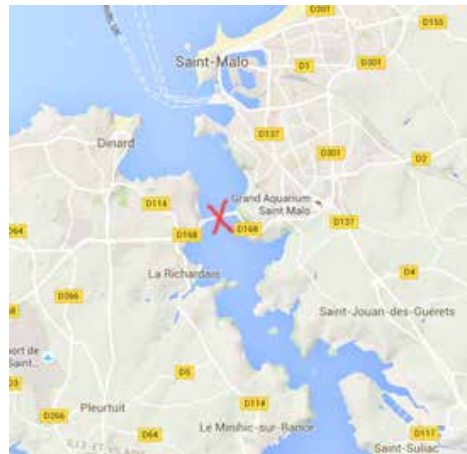


Anschließend beantworten die Schüler Frage 6:

Lösung: Nein, die Gezeiten verschieben sich jeden Tag um 50 Minuten, weil der Mond 24 Stunden und 50 Minuten für eine Erdumrundung braucht.

Die Schüler lesen den kurzen Text und versuchen anschließend A7 zu lösen.

Lösung:



Die Schüler lesen weiter bis S. 38. Unbekannte Wörter werden gemeinsam geklärt.
Zur Verständniskontrolle lösen die Schüler A8.

Lösung:

Die Differenz zwischen Hochwasser und Niedrigwasser nennt man Gezeitenhub.
Für ein Gezeitenkraftwerk braucht man einen Gezeitenhub von mindestens fünf Metern.

Gezeitenkraftwerke brauchen sehr viel Platz.

Gezeitenkraftwerke zerstören Biotope.

Anschließend lösen die Schüler A9 und A10.

Lösung A9:

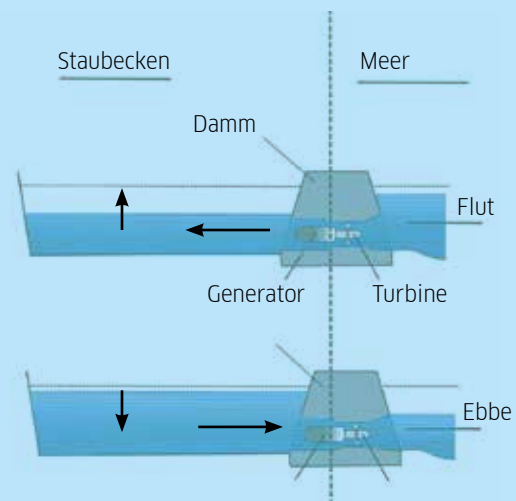
	Saint-Malo	Sihwa-ho
Gezeitenhub	12 m	7,5 m
Leistung	240 MW	254 MW
Turbinen	24	10

Lösung A10: Der Gezeitenhub an der Ostsee ist zu klein.

Seite 39

Damit sich die Schüler die Funktionsweise eines Gezeitenkraftwerks noch einmal genauer klarmachen, lösen sie A11. Zunächst sollte unbekannter Wortschatz geklärt werden.

Lösung A11:



Seite 40	Vor der Beschäftigung mit dem Thema „Wellenkraftwerke“ kann der/die Lehrende die Schüler eventuell fragen, wie das Meer noch auf eine andere Art Energie liefert. Antwort: Durch seine Wellen. Die Schüler lesen den Text und beantworten anschließend die Fragen unter A12. Lösung: a. Weil die Wellen nicht immer gleich stark bzw. unregelmäßig anströmen. b. Man könnte hiermit gut das Aufwindkraftwerk vergleichen. c. Diese Aufgabe erfordert ein tieferes Verständnis der Schüler für Turbinen. Bei diesem Kraftwerk muss wegen des ständigen Strömungswechsels die Turbine in beide Richtungen funktionieren. A13 ist fakultativ und setzt voraus, dass die Schüler schon ein tieferes Verständnis für solche Zusammenhänge haben.	
Rechercheaufgaben: 1. Recherchiere zu den Speicherkraftwerken in deinem Land. Vergleiche sie und stelle sie vor. 2. Suche nach weiteren Projekten, die die Wellenkraft des Meeres nutzen (z.B. Projekt Nemos/Wave Roller). Stelle sie vor. 3. Recherchiere, wie Wasserkraft in früheren Zeiten genutzt wurde.		

Biomasse		
	Sprachlehrer	Fachlehrer
		Berührungspunkte mit dem Lehrplan in naturwissenschaftlichen Fächern – ausgewählte Beispiele
Seite 41	Einstieg in das Thema. Die Schüler beschreiben das Bild. Der/die Lehrende fragt: Was hat das Bild mit dem Thema Energie zu tun? Die Schüler sollen erkennen, dass der Waldbrand zeigt, dass viel Energie in einer natürlichen Umgebung wie dem Wald steckt. Der/die Lehrende führt den Begriff Biomasse ein. Er/sie kann schon einmal darauf hinweisen, dass eine einfache Nutzung von Biomasse die Verbrennung von organischem Material ist. Eventuell nennen die Schüler Beispiele (zum Beispiel den Kamin zu Hause).	biologia: przepływ energii krążenie materii w ekosystemie fermentacja geografia: geografia regionalna chemia: procesy rozkładu fermentacja alkoholowa i octowa

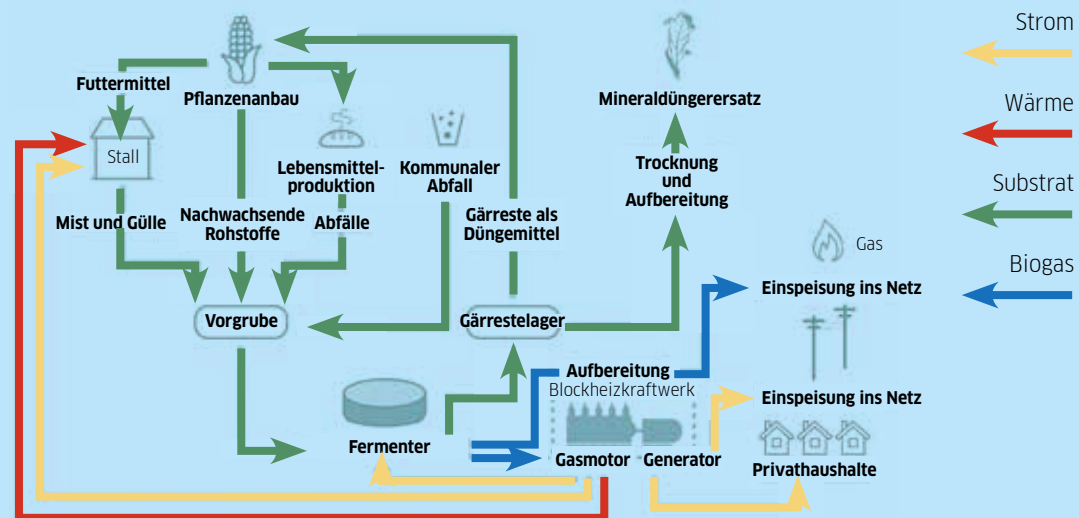
Die Schüler lesen den Text zum Thema Biomasse und beantworten anschließend die Fragen unter A1.

Lösung:

- a. Sie kann fossile Energieträger ersetzen.
- b. Fotosynthese
- c. Verbrennung, Vergasung, Verflüssigung
- d. brennbar, effizient, sauber

Die Schüler betrachten das Schaubild und lokalisieren zunächst den Fermenter. Anschließend wird die Bedeutung unbekannter Wörter im Schaubild und in der Legende geklärt. Danach lösen die Schüler A2.

Lösung:



Seite 43

Nach der Beschäftigung mit dem Schaubild sollten die Schüler schon etwas Verständnis für den Kreislauf in einer Biogasanlage haben. Nun können sie versuchen, die Lücken im Text unter A3 mit den richtigen Wörtern zu füllen.

Lösung:

In Biogasanlagen kommen **Energiepflanzen** wie Mais und andere Gräser, Erntereste und tierische **Exkrememente** (Gülle, Mist) sowie Essensreste und organische Abfälle. Jedes organische Material gibt bei seinem Abbau ohne Luft energiereiches, also **brennbares** Gas ab. Eine Biogasanlage nutzt diesen natürlichen Prozess, um Energie zu gewinnen.

Die Substrate werden im **Gärbehälter**, dem Fermenter, ohne Licht und **Sauerstoff** von Mikroorganismen vergoren. Je nach Mischung der Biomasse und Verfahren arbeiten die **Bakterien** bei meist 32 bis 42 Grad Celsius. Dabei entstehen Methan und Kohlenstoffdioxid. Dieses **Biogasgemisch** sammelt sich in der Haube des Fermenters und wird von dort abgeleitet. Der Methananteil liegt bei 55 bis 70 Prozent und ist damit geringer als bei fossilem **Erdgas** (bis zu 90 Prozent). Je nach Verwendungszweck wird der **Methananteil** in einer Gasaufbereitungsanlage angereichert, sonst geht das **Biogas** direkt in das Blockheizkraftwerk. Aus der **Biomasse** von einem Hektar Mais entstehen auf diese Weise etwa 9.000 m³ Gas. Bei dessen Verbrennung gewinnt man ein Drittel der Energie als **Strom** (16.000 kWh) und zugleich immer Wärme, mit der Betriebsgebäude oder Privathaushalte in der Nähe beheizt werden.

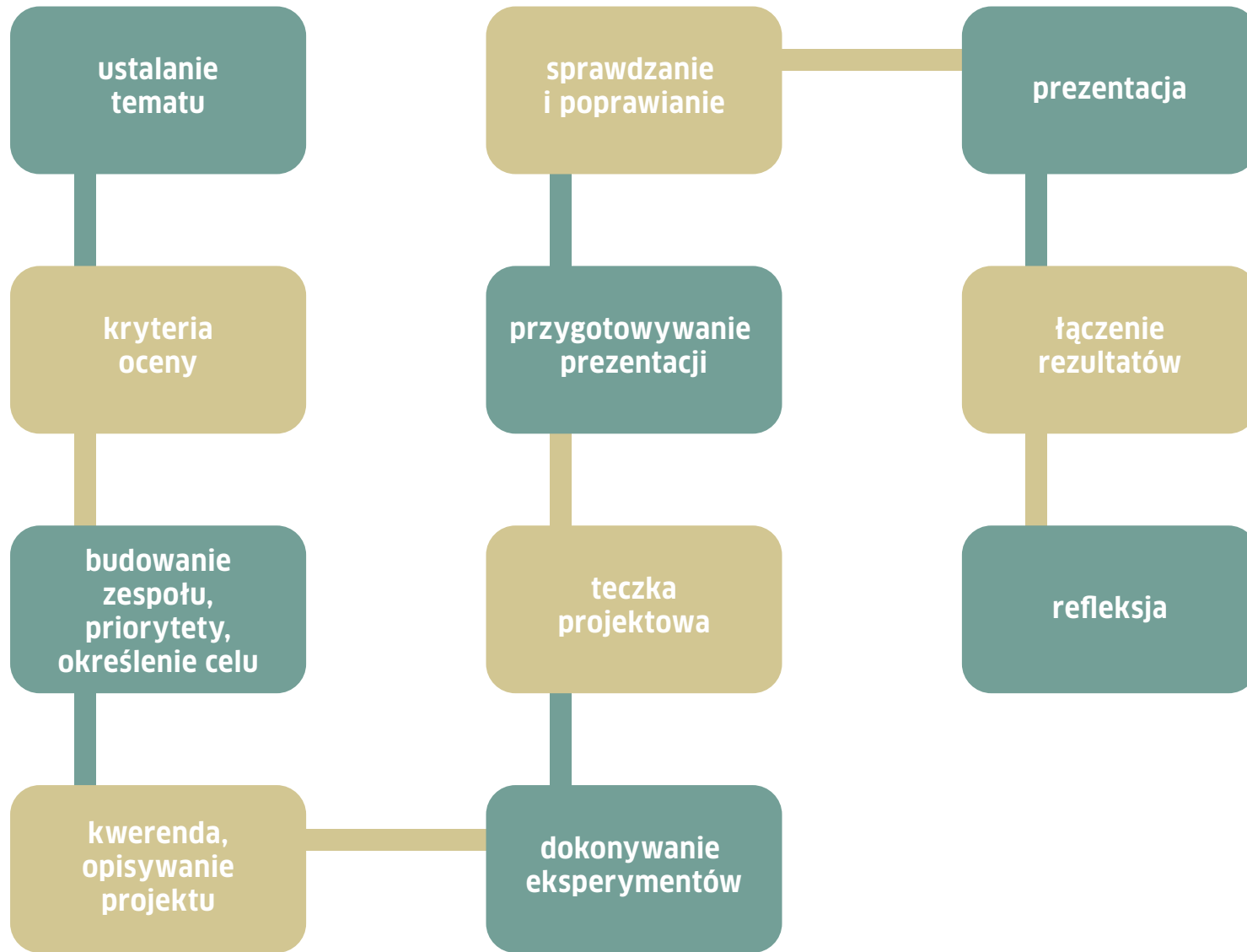
A4: Bevor er die Aufgabe stellt, fragt der/die Lehrende die Schüler, ob sie den Prozess der Fermentierung auch aus anderen Zusammenhängen kennen. Falls die Schüler keine Ideen haben, gibt der/die Lehrende den Hinweis, dass die Fermentierung auch bei der Produktion von Lebensmitteln eine Rolle spielt.

Lösung: Aus der Lebensmittelproduktion, z.B. Herstellung von Käse, Joghurt, Alkohol (Bier, Wein), Sauerkraut.

A5: Hier sollen die Schüler selbst darauf schließen, dass die Verwendung von Energiepflanzen insofern problematisch sein kann, als Anbaufläche für Pflanzen genutzt wird, die zur Biogasherstellung verwendet werden. Dadurch kann diese Fläche nicht mehr zum Anbau von Pflanzen genutzt werden, die als Lebensmittel dienen. Es kommt also zu einem Konkurrenzverhältnis.

Seite 44	A6: Die Schüler ordnen die Überschriften den einzelnen Abschnitten zu. Lösung: (in dieser Reihenfolge) Wie entsteht Biogas?/Woraus besteht Biogas?/Der Biogasprozess im Detail/Unterschied zum Kompostieren/Andere Beispiele anärober Vergärung	
Seite 45-46	Die Schüler lesen den Text. Anschließend vollziehen sie den Prozess der Biogasentstehung nach, indem sie das Schaubild vervollständigen.	
Rechercheaufgaben: 1. Wo gibt es in deiner Nähe eine Biogasanlage? Wie viel Strom produziert sie? 2. Würde sich in eurer Nähe eine Biogasanlage lohnen?		

Projektplan:

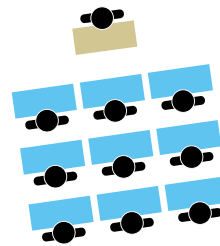


TEIL 3

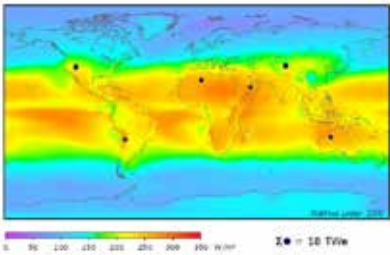
UNTERRICHTSENTWÜRFE – BEISPIELE FÜR TEAMTEACHING

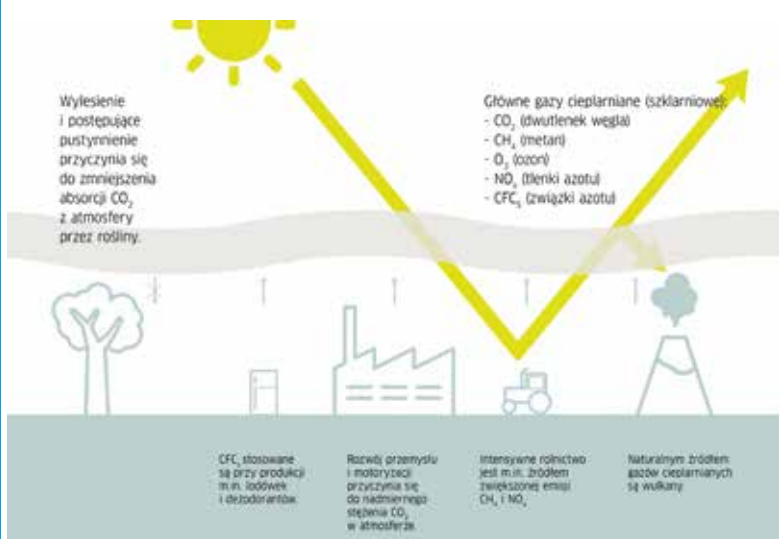
Unterrichtsentwurf 1 – 45 Min.

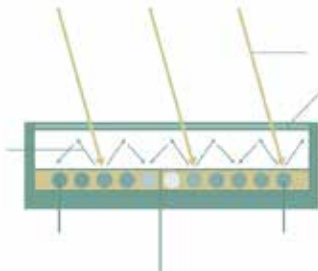
Scenariusz 1 – 45 min



- **Thema: Sonnenenergie und Treibhauseffekt**
- **Tematyka: Energia słoneczna i mechanizm powstawania efektu cieplarnianego**

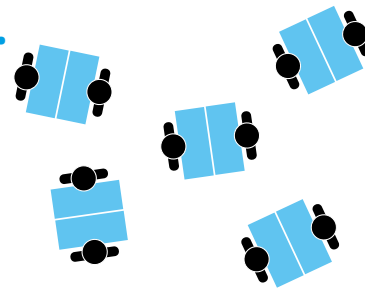
	język		czas
Einleitung	D	Die Lehrenden fragen: Was ist die wichtigste natürliche Energiequelle der Erde? Antwort: die Sonne	1'
Einleitung Sonnen- einstrahlung	D	Die Schüler lesen den Text. Der/die Lehrende fragt einzelne Sachen nach, zum Beispiel: Wie groß ist die Energie der Sonne? Ist die Sonnenenergie überall auf der Welt gleich groß? Fakultativ lösen die Schüler die Aufgaben 1 und 2. 18 Didaktisches Material zum Einsatz im Sprach- und Fachunterricht Sonnenenergie Die Sonne ist der größte Energielieferant. Ohne die Sonne gäbe es kein Leben auf der Erde. Sie schickt eine Energie von $1,5 \cdot 10^{18}$ kWh pro Jahr auf die Erde. Diese Energiemenge ist 10.000 Mal größer als der Weltenergiebedarf im Jahre 2010. Aber die Sonnenenergie ist nicht gleichmäßig über die ganze Welt verteilt, und auch in Europa scheint die Sonne nicht überall gleich oft und mit gleicher Intensität. Außer von den klimatischen Bedingungen hängt die Nutzung der Sonnenenergie auch von technologischen Bedingungen ab.  <i>Sonneneinstrahlung auf der Erdoberfläche</i>  1) Erkläre die Grafiken. Wo ist die Sonneneinstrahlung hoch, wo niedrig? 2) Welchen Einfluss haben diese Informationen auf die praktische Nutzung von Sonnenenergie?	5'

Treibhauseffekt	D	Die Schüler lesen den Text und beantworten die Fragen 3 und 4. Mit Wind, Sonne und Wasser Energie gewinnen! 19 Sonnenenergie kann man mit zwei verschiedenen Methoden nutzen: A. Solarthermie: Umwandlung der Sonnenstrahlung in thermische Energie (Wärme). B. Photovoltaik: Umwandlung der Sonnenstrahlung in elektrische Energie. Solarthermie Das Prinzip der Solarthermie kennen wir auch auf der Erde in Form des sogenannten Treibhauseffekts. Die Strahlung der Sonne durchdringt die Lufthülle der Erde und erwärmt den Boden und das Wasser. Die Erdoberfläche absorbiert die Strahlung der Sonne. Es entsteht eine Wärmestrahlung von der Erdoberfläche in Richtung Weltraum. Diese Strahlung kann aber die Lufthülle nur zum Teil durchdringen. Gase in der Lufthülle absorbieren einen Teil der Wärme. Die Lufthülle wärmt sich auf.  3) Das ist eine sehr einfache Darstellung des Treibhauseffekts. Sieh die Grafik an und erkläre sie in deinen eigenen Worten. Der Text hilft dir dabei. 4) Frage: Wenn wir heute über den Treibhauseffekt sprechen, meinen wir das oft negativ. Aber ist der Treibhauseffekt wirklich nur negativ? Solarthermische Anlagen funktionieren nach dem gleichen Prinzip. Ein solches System nennt man „Kollektor“, „Sonnenkollektor“ oder „Solarkollektor“. Sonnenkollektoren bestehen oft aus einer Glasscheibe (= Lufthülle) und einem Absorber (= Erdoberfläche). Der Absorber besteht aus einem schwarzen Material wie etwa Metall oder Kunststoff. Es kann sich zum Beispiel um einen Wasserschlauch handeln. In dem Schlauch ist Wasser, das erwärmt wird. Dieses warme Wasser kann man dann im Haus oder in Schwimmbädern nutzen.  5) Dies ist eine schematische Darstellung eines Kollektors. Schreibe die folgenden Begriffe an die richtige Stelle: der Absorber die Glasabdeckung die Sonnenstrahlung der Kaltwasseranlauf der Warmwasserablauf die Wärmestrahlung die Isolation	10'
Treibhauseffekt	PL	Nauczyciel przedmiotu zadaje ponownie pytanie. Nauczyciel przedmiotu ponownie wyjaśnia po polsku zjawisko efektu cieplarnianego przy pomocy diagramu.  Wylesienie i postępujące pustoszenie przyczynia się do zmniejszenia absorpcji CO₂ z atmosfery przez rośliny. Główne gazy cieplarniane (szklarniowe): - CO₂ (dwutlenek węgla) - CH₄ (metan) - O₃ (ozon) - NO_x (tlenki azotu) - CFC_x (związki azotu) CFC stosowane są przy produkcji m.in. lodówek i dezodorantów. Rozwój przemysłu i motoryzacji przyczynia się do nadmiernej emisji CO₂ w atmosferze. Intensywne rolnictwo jest m.in. źródłem zwiększonej emisji CH₄ i NO_x. Naturalnym źródłem gazów cieplarnianych są wulkany. Beispiel für eine schematische Darstellung des Treibhauseffekts	10'

Kontrollphase	D	Stellen Sie sicher, dass die Schüler den Treibhauseffekt verstanden haben. Falls nicht, gehen Sie mit ihnen das Schema ein zweites Mal durch.	5'
Wortschatz	D	Der/die Lehrende schreibt in willkürlicher Reihenfolge die chemischen Formeln der Treibhausgase und deren deutsche Bezeichnungen an die Tafel. Er/Sie lässt die Schüler die richtigen Paarungen finden und in ganzen Sätzen aussprechen: CH₄ ist Methan O₃ ist Ozon CO₂ ist Kohlendioxid NO_x sind Stickoxide Bei den ersten beiden Gasen weist der/die Lehrende auf die Ähnlichkeit der deutschen und der polnischen Bezeichnung hin. Keine chemische Formel, sondern eine Abkürzung ist CFC. Der/die Lehrende schreibt FCKW (Fluorchlorkohlenwasserstoffe) an die Tafel.	4'
Gruppenarbeit/ praca w grupie	D + PL	Die Klasse diskutiert in Kleingruppen, wie man Treibhausgase vermeiden kann. Die Ergebnisse können auf Polnisch präsentiert werden, sollten aber an der Tafel (auch) auf Deutsch festgehalten werden. Uczniowie dyskutują w małych grupach, w jaki sposób można unikać emisji gazów cieplarnianych. Wnioski mogą zostać przedstawione w języku polskim. Notatki prezentowane na tablicy powinny zostać przetłumaczone na język niemiecki.	10'
Hausaufgabe/ praca domowa	D	1. Die Schüler schreiben ein paar deutsche Sätze darüber auf, wie man Treibhausgase vermeiden kann. So lässt sich die letzte Aufgabe zu diesem Thema auch zum Deutschlernen nutzen. 2. Die Schüler lösen Aufgabe 5. Dies kann nach dem Unterricht mit Hilfe der Wortschatzliste geschehen. Mit Wind, Sonne und Wasser Energie gewinnen! 19 Solarthermische Anlagen funktionieren nach dem gleichen Prinzip. Ein solches System nennt man „Kollektor“, „Sonnenkollektor“ oder „Solarkollektor“. Sonnenkollektoren bestehen oft aus einer Glasscheibe (= Lufthülle) und einem Absorber (= Erdoberfläche). Der Absorber besteht aus einem schwarzen Material wie etwa Metall oder Kunststoff. Es kann sich zum Beispiel um einen Wasserschlauch handeln. In dem Schlauch ist Wasser, das erwärmt wird. Dieses warme Wasser kann man dann im Haus oder in Schwimmbädern nutzen.  5) Dies ist eine schematische Darstellung eines Kollektors. Schreibe die folgenden Begriffe an die richtige Stelle: der Absorber die Glasabdeckung die Sonnenstrahlung der Kaltwassereinlauf der Warmwasserablauf die Wärmestrahlung die Isolation	-

Unterrichtsentwurf 2 – 45 Min.

Scenariusz 2 – 45 min



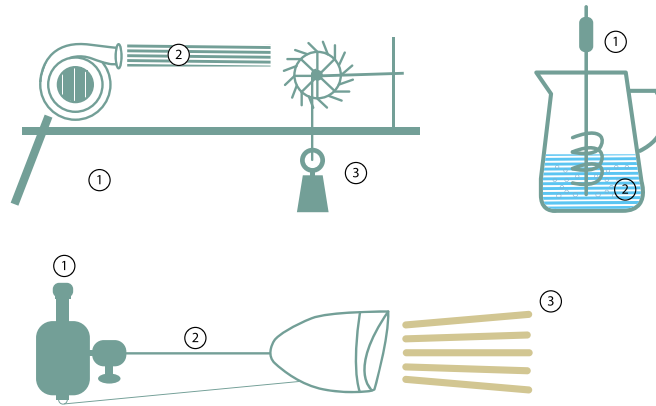
Stationenlernen

- **Thema: Energieformen + mechanische Energie + Energieerhaltungssatz**
- **Tematyka: Formy energii + energia mechaniczna + zasada zachowania energii**

	język		czas												
Einleitung	PL	Nauczyciele podają temat zajęć i formę, w jakiej uczniowie będą przyswajając nową wiedzę. Formułują cele i sposób pracy. Stacje Uczniowie pracują w małych grupach. Optymalna ilość osób w zespole to 2-3. Każda grupa otrzymuje formularz z protokołem. Na formularzu powinny być zapisane rozwiązania. Wskazówka: grupa powinna zaliczyć 2-3 stacje niemieckie i 2-3 stacje polskie. Nie wszystkie stacje muszą zostać wykonane przez grupę. Nauczyciele rozdają protokoły.	5'												
Station 1	D	Mit Wind, Sonne und Wasser Energie gewinnen! 11 Was ist Energie? Ihr habt Energie, ihr trinkt einen „Energy-Drink“, ihr versucht, Energie zu sparen. Energie ist überall. Aber was ist Energie? Was für Arten von Energie gibt es? Das ist eine wichtige Frage für Naturwissenschaften wie Physik, Chemie und Biologie. Es gibt verschiedene Energieformen: <table><tr><td>Mechanische Energie Lageenergie hat zum Beispiel ein Körper, den man angehoben hat. Diese Lageenergie kann zu Bewegungsenergie werden. Eine Feder hat Spannenergie, die ebenfalls zu Bewegungsenergie werden kann.</td><td> eine Feder</td></tr><tr><td>Thermische Energie Heißer Dampf kann die Umgebung erwärmen und hat thermische Energie.</td><td> Wasserdampf</td></tr><tr><td>Elektrische Energie Generatoren produzieren elektrische Energie.</td><td> ein Generator in einem Kernkraftwerk</td></tr><tr><td>Chemische Energie ist zum Beispiel in Kohle oder Erdöl enthalten.</td><td> Kohle</td></tr><tr><td>Strahlungsenergie findet man zum Beispiel in Licht oder Röntgenstrahlung.</td><td> Sonnenstrahlen</td></tr><tr><td>Kernenergie gewinnt man durch Spaltung von Atomkernen.</td><td> Warnung vor radioaktiver Strahlung</td></tr></table>	Mechanische Energie Lageenergie hat zum Beispiel ein Körper, den man angehoben hat. Diese Lageenergie kann zu Bewegungsenergie werden. Eine Feder hat Spannenergie, die ebenfalls zu Bewegungsenergie werden kann.	 eine Feder	Thermische Energie Heißer Dampf kann die Umgebung erwärmen und hat thermische Energie.	 Wasserdampf	Elektrische Energie Generatoren produzieren elektrische Energie.	 ein Generator in einem Kernkraftwerk	Chemische Energie ist zum Beispiel in Kohle oder Erdöl enthalten.	 Kohle	Strahlungsenergie findet man zum Beispiel in Licht oder Röntgenstrahlung.	 Sonnenstrahlen	Kernenergie gewinnt man durch Spaltung von Atomkernen.	 Warnung vor radioaktiver Strahlung	5-10'
Mechanische Energie Lageenergie hat zum Beispiel ein Körper, den man angehoben hat. Diese Lageenergie kann zu Bewegungsenergie werden. Eine Feder hat Spannenergie, die ebenfalls zu Bewegungsenergie werden kann.	 eine Feder														
Thermische Energie Heißer Dampf kann die Umgebung erwärmen und hat thermische Energie.	 Wasserdampf														
Elektrische Energie Generatoren produzieren elektrische Energie.	 ein Generator in einem Kernkraftwerk														
Chemische Energie ist zum Beispiel in Kohle oder Erdöl enthalten.	 Kohle														
Strahlungsenergie findet man zum Beispiel in Licht oder Röntgenstrahlung.	 Sonnenstrahlen														
Kernenergie gewinnt man durch Spaltung von Atomkernen.	 Warnung vor radioaktiver Strahlung														

12 Didaktisches Material zum Einsatz im Sprach- und Fachunterricht

1) Welche Energieformen erkennst du?



Energieumwandlungskette:



2) Am Beispiel eines Kohlekraftwerks kann man sehen, wie Energieträger in verschiedene Energieformen umgewandelt werden.

Ordne die folgenden Energieformen zu:

thermische Energie, Bewegungsenergie, elektrische Energie, chemische Energie

Kohle	⇒	Heizkessel	⇒	Turbine	⇒	Generator

Die Schüler beschäftigen sich hier allgemein mit verschiedenen Energieformen. Sie lösen Aufgabe 1 (Zuordnung verschiedener Energieformen zu Abbildungen)

Station 2

PL

5.5 Energia mechaniczna i jej rodzaje

Energia mechaniczna związana jest ze zmianą położenia ciała względem innych ciał. Rozróżniamy dwa rodzaje energii mechanicznej: energię kinetyczną i energię potencjalną. Pierwsza z nich jest związana z ruchem, druga z *potencjalną* możliwością wykonania pracy przez ciało (na przykład woda w wodospadzie może napędzać turbinę elektrowni).

Jeśli ciało porusza się, to posiada **energię kinetyczną**. Innymi słowy energia kinetyczna związana jest ze stanem ruchu ciała. Jeśli ciało spoczywa, wówczas jego energia kinetyczna jest równa zero. Jeśli prędkość ciała wzrasta, to równocześnie rośnie energia kinetyczna.

Przykład 5.11

Energię kinetyczną posiadają takie ciała jak np.: jadący samochód, lecący samolot, jadący rowerzysta, skaczący z samolotu spadochroniarz, spadające krople deszczu itd.

Energia kinetyczna zależy od masy ciała oraz od jego prędkości. Aby obliczyć energię kinetyczną trzeba skorzystać ze wzoru:

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (5.3)$$

Symbolicznie energię oznaczamy literą **E**, mały indeks „**kin**” oznacza kinetyczną. Wiesz z poprzednich rozdziałów, że „**m**” oznacza masę, a „**v**” prędkość. Przyjrzyjmy się powyższemu wzorowi, aby ustalić, jaka jest jednostka energii. Zgodnie z układem SI masę mierzymy w kilogramach – kg, zaś prędkość w m/s. Otrzymujemy więc zależność:

$$1\text{kg} \cdot \left(1\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 1\text{kg} \cdot 1\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \cdot 1\text{m} = 1\text{N} \cdot 1\text{m}$$

Z poprzedniego paragrafu wiesz, że $1\text{N} \cdot 1\text{m} = 1\text{J}$. Dochodzimy więc do wniosku, że jednostką energii, tak samo jak pracy, jest dżul.

Przykład 5.12

Piłkę o masie 260 g uderzył siatkarz tak, że uzyskała prędkość 20 m/s. Jaką energię kinetyczną miała piłka?

Rozwiązanie:

Rozwiązanie jest proste. Masę piłki 260 g w jednostkach międzynarodowych to 0,26 kg. Następnie wystarczy wstawić do wzoru na energię kinetyczną:

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot 0,26\text{kg} \cdot \left(20\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 0,13\text{kg} \cdot 400\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 52\text{J}$$

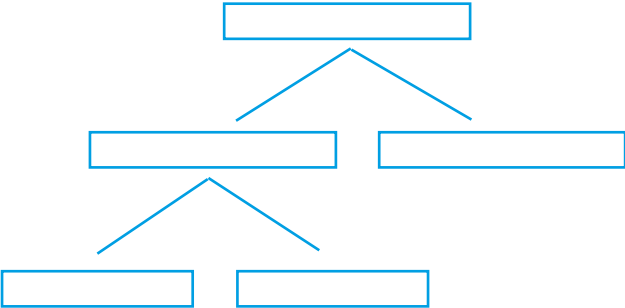
Drugi rodzaj energii mechanicznej, to energia potencjalna. Można ją podzielić na energię potencjalną sprężystości i energię potencjalną grawitacji.

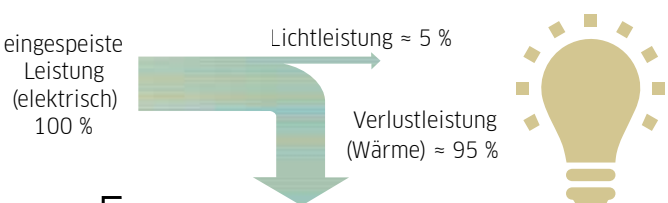
Energia potencjalna sprężystości dotyczy ciał, które wykonały pracę lub nad którymi wykonano pracę, a jej efektem jest zmiana kształtu tego ciała.

Przykład 5.13

Ciała posiadające energię potencjalną sprężystości: sprężynka w długopisie (gdy włączasz lub wyłączasz długopis), gumka recepturka (gdy ją rozciągasz).

10'

		Zadanie Uzupełnij energia sprężystości, energia kinetyczna, energia mechaniczna, energia potencjalna, energia grawitacji  Uczniowie czytają tekst na temat energii mechanicznej i uzupełniają diagram przedstawiający różne formy energii mechanicznej.	
Station 3	D + PL	Die Schüler lesen die polnische Definition des Energieerhaltungssatzes und finden die richtige deutsche Erklärung. Uczniowie czytają polską definicję zasady zachowania energii i wybierają właściwe wyjaśnienie w języku niemieckim. Zasada zachowania energii – empiryczne prawo fizyki, stwierdzające, że w układzie izolowanym suma wszystkich rodzajów energii układu jest stała w czasie. Oznacza to, że energia w układzie izolowanym nie może być ani utworzona ani zniszczona, mogą jedynie zachodzić przemiany jednych form energii w inne. Przykładem zmian energii z jednej formy w inną jest zamiana energii chemicznej w energię cieplną, co zachodzi np. podczas procesów spalania (np. spalanie wodoru w tlenie, spalanie paliw itp.). Was ist die richtige deutsche Erklärung? • Der Energieerhaltungssatz besagt, dass die Gesamtenergie eines isolierten Systems sich nicht mit der Zeit ändert. Energie kann man nicht zwischen verschiedenen Energieformen umwandeln. • Der Energieerhaltungssatz besagt, dass die Gesamtenergie eines isolierten Systems sich mit der Zeit ändert. Energie kann man nicht zwischen verschiedenen Energieformen umwandeln. • Der Energieerhaltungssatz besagt, dass die Gesamtenergie eines isolierten Systems sich mit der Zeit ändert. Energie kann man zwischen verschiedenen Energieformen umwandeln. • Der Energieerhaltungssatz besagt, dass die Gesamtenergie eines isolierten Systems sich nicht mit der Zeit ändert. Energie kann man zwischen verschiedenen Energieformen umwandeln.	5–10'

Station 4	D + PL	Die Schüler lesen den Text und beantworten Frage 4. Antworten dürfen auch auf Polnisch gegeben werden. Uczniowie czytają tekst i odpowiadają na pytanie nr 4. Odpowiedzi mogą zostać podane również w języku polskim. 14 Didaktisches Material zum Einsatz im Sprach- und Fachunterricht In der Physik gibt es den Energieerhaltungssatz: Die Gesamtenergie bleibt immer gleich. Es gibt nur Umwandlungen zwischen unterschiedlichen Energieformen. Das heißt, dass Energie nicht verschwindet. In unserem Alltag sieht es aber ein wenig anders aus. Wenn wir erzeugte Energie nicht nutzen können, geht sie für uns verloren. Zum Beispiel, wenn ein Gerät Wärme produziert. Wenn wir Energie nutzen, ändert sich die Form der Energie. Wie gut wir Energie nutzen können, hängt vom Wirkungsgrad eines Geräts oder einer Anlage ab. Der Wirkungsgrad ist der Anteil der Nutzenergie an der aufgewandten Energie. Die Formel lautet: $\eta = \frac{E_{\text{nutz}}}{E_{\text{auf}}}$ 4) Wie kann Energie verloren gehen? In was für Fällen können wir erzeugte Energie nicht nutzen? 5) Was glaubt ihr: Wie hoch ist der Wirkungsgrad einer Glühbirne? Seht euch danach das Schaubild an und erklärt es. Ist eine Glühbirne effizient? Ergänzt den Lückentext.  $\eta = \frac{E_{\text{nutz}}}{E_{\text{auf}}} \approx 5 \%$ Wirkungsgrad – Lichtleistung – Wärme – Verlustleistung Von der aufgewandten Energie für eine Glühbirne gehen nur 5% in die 95% sind in Form von Das heißt, eine Glühbirne hat einen von 5%.	5–10'
-----------	--------	--	-------

Station 5	D + PL	Die Schüler sehen sich die Grafik an und bearbeiten Aufgaben 5. Antworten dürfen auch auf Polnisch gegeben werden. Uczniowie oglądają grafikę i opracowują zadanie nr 5. Odpowiedzi mogą zostać podane również w języku polskim. 14 Didaktisches Material zum Einsatz im Sprach- und Fachunterricht In der Physik gibt es den Energieerhaltungssatz: Die Gesamtenergie bleibt immer gleich. Es gibt nur Umwandlungen zwischen unterschiedlichen Energieformen. Das heißt, dass Energie nicht verschwindet. In unserem Alltag sieht es aber ein wenig anders aus. Wenn wir erzeugte Energie nicht nutzen können, geht sie für uns verloren. Zum Beispiel, wenn ein Gerät Wärme produziert. Wenn wir Energie nutzen, ändert sich die Form der Energie. Wie gut wir Energie nutzen können, hängt vom Wirkungsgrad eines Geräts oder einer Anlage ab. Der Wirkungsgrad ist der Anteil der Nutzenergie an der aufgewandten Energie. Die Formel lautet: $\eta = \frac{E_{\text{nutz}}}{E_{\text{auf}}}$ 4) Wie kann Energie verloren gehen? In was für Fällen können wir erzeugte Energie nicht nutzen? 5) Was glaubt ihr: Wie hoch ist der Wirkungsgrad einer Glühbirne? Seht euch danach das Schaubild an und erklärt es. Ist eine Glühbirne effizient? Ergänzt den Lückentext. eingespeiste Leistung (elektrisch) 100 % Lichtleistung ≈ 5 % Verlustleistung (Wärme) ≈ 95 % $\eta = \frac{E_{\text{nutz}}}{E_{\text{auf}}} \approx 5 \%$ Wirkungsgrad - Lichtleistung - Wärme - Verlustleistung Von der aufgewandten Energie für eine Glühbirne gehen nur 5% in die 95% sind in Form von Das heißt, eine Glühbirne hat einen von 5%.	5-10'
Station 6	PL	Uczniowie czytają tekst dotyczący energii kinetycznej i rozwiązują zadanie matematyczne. Energia kinetyczna $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ Symbolisch Energie bezeichnen wir mit dem Buchstaben E, der kleine Index „kin“ steht für kinetisch. Wusstest du schon, dass m die Masse und v die Geschwindigkeit ist? Schauen wir uns die Formel an, um zu verstehen, wie die Einheit der Energie bestimmt wird. Gemäß dem SI-System messen wir Masse in Kilogramm (kg) und Geschwindigkeit in m/s. Wir erhalten also die Abhängigkeit: $1 \text{ kg} \cdot \left(1 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}$ Im vorherigen Absatz hast du gelernt, dass $1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ J}$. Wir kommen also zu dem Schluss, dass die Einheit der Energie, genau wie die der Arbeit, das Joule ist. Beispiel 5.12 Ein Fußball mit einer Masse von 260 g wird so geschossen, dass er eine Geschwindigkeit von 20 m/s erreicht. Wie groß ist die kinetische Energie des Fußballs? Lösung: Die Lösung ist einfach. Die Masse des Fußballs 260 g in SI-Einheiten ausgedrückt, ergibt 0,26 kg. Dann setzen wir einfach die Werte in die Formel für die kinetische Energie ein: $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot 0,26 \text{ kg} \cdot (20 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 0,13 \text{ kg} \cdot 400 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 52 \text{ J}$ Aufgabe: Berechne die kinetische Energie eines Projektils mit einer Masse von 10 g, das mit einer Geschwindigkeit von 400 m/s fliegt.	5-10'

Station 7	D	Die Schüler lösen die Aufgaben zum Thema Energieumwandlungsketten. Energieumwandlungskette:  2) Am Beispiel eines Kohlekraftwerks kann man sehen, wie Energieträger in verschiedene Energieformen umgewandelt werden. Ordne die folgenden Energieformen zu: thermische Energie, Bewegungsenergie, elektrische Energie, chemische Energie <table><tr><td>Kohle</td><td>⇒</td><td>Heizkessel</td><td>⇒</td><td>Turbine</td><td>⇒</td><td>Generator</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> 3) Nenne jeweils einen Energiewandler: a) Mechanische Energie in mechanische Energie b) Mechanische Energie in thermische Energie c) Mechanische Energie in elektrische Energie d) Thermische Energie in mechanische Energie e) Elektrische Energie in thermische Energie f) Elektrische Energie in mechanische Energie g) Chemische Energie in mechanische Energie h) Strahlungsenergie in elektrische Energie     das Getriebe, - der Muskel, - der Elektroherd, -e die Bremse, -n     der Fahrraddynamo, -s die Solarzelle, -n die Dampfturbine, -n der Elektromotor, -en <td>5–10‘</td>	Kohle	⇒	Heizkessel	⇒	Turbine	⇒	Generator								5–10‘
Kohle	⇒	Heizkessel	⇒	Turbine	⇒	Generator											
Station 8	PL	Uczniowie czytają tekst na temat obliczania energii potencjalnej grawitacji i rozwiązują proste zadanie. Energię potencjalną grawitacji można obliczyć ze wzoru zapisanego symbolicznie: $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$ (5.4) Literą E oznaczamy energię, a indeks pot oznacza potencjalną; m to masa, g to przyspieszenie ziemskie, h to wysokość. Jednostką energii potencjalnej jest tak samo, jak jednostką energii kinetycznej, dżul oznaczany J. Przykład 5.15 Zawodniczka o masie 60 kg wykonywała skok wwyż i przeskoczyła nad poprzeczką na wysokości 1,5 m. Pamiętając, że wartość przyspieszenia ziemskiego wynosi około 10 m/s², oblicz energię potencjalną, jaką miała zawodniczka nad poprzeczką. Rozwiązanie: Aby obliczyć energię potencjalną zawodniczki trzeba wstawić dane do wzoru na energię potencjalną, czyli: $E_{\text{pot}} = 60 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,5 \text{ m} = 900 \text{ J}$ Zadanie: Rzucona pionowo w górę piłka o masie 200 g wzniosła się na wysokość 4m. Oblicz jej energię potencjalną.	5–10‘														

Protokoll/Protokól															
Station 1 D	Bild links oben: 1. _____ 2. _____ 3. _____ Bild rechts oben: 1. _____ 2. _____ Bild unten: 1. _____ 2. _____ 3. _____														
Station 2 PL	<pre> graph TD A[] --- B[] A --- C[] B --- D[] B --- E[] </pre>														
Station 3 D + PL	Lösung: _____														
Station 4 D + PL	Lösung: _____														
Station 5 D + PL	Lösung 5: _____ Lösung 6: _____														
Station 6 PL	Lösung: _____														
Station 7 D	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Kohle</td> <td>⇒</td> <td>Heizkessel</td> <td>⇒</td> <td>Turbine</td> <td>⇒</td> <td>Generator</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> Lösung: a) _____ b) _____ c) _____ d) _____ e) _____ f) _____ g) _____ h) _____	Kohle	⇒	Heizkessel	⇒	Turbine	⇒	Generator							
Kohle	⇒	Heizkessel	⇒	Turbine	⇒	Generator									
Station 8 PL	Lösung: _____														

Wortschatzliste zum Thema *Energie*

Nomen	
Absorber, der	absorber
Acetogenese, die	acetogeneza
Acidogenese, die	acidogeneza/fermentacja
Alltag, der	codziennosc
Aminosäure, die	aminokwas
Anlage, die	urządzenie
Anteil, der	udział
Anziehungskraft, die	siła przyciągania
Archaeon, das (Plural: Archaeen)	pierwotny, bezjądrowy organizm komórkowy
Armbanduhr, die	zegarek na rękę
Atomkraft, die	energia atomowa
Aufbereitungsanlage, die	urządzenie, np. wirówka wzbogacająca
Aufstieg, der	tutaj: drabinka wejściowa
Aufwindkraftwerk, das	wieża słoneczna
Bakterie, die	bakteria
Becken, das	basen
Bedingung, die	warunek
Betrieb, der (in Betrieb sein)	praca (urządzenia)
Bewegungsenergie (= kinetische Energie)	energia kinetyczna
Bewölkung, die	zachmurzenie
Bioenergie, die	bioenergia
Biogas, das	biogaz
Biomasse, die	biomasa
Biotop, das	biotop
Blattverstellung, die	ustawienie łopatek wiatraka
Brennpunkt, der	ognisko
Bucht, die	zatoka
Bremse, die	hamulec
Chlorophyll, das	chlorofil
Damm, der	zapora
Dampf, der	para/opary
Dampfturbine, die	turbina parowa
Deckung von Bedarf	sprostanie potrzebom
Druck, der	ciśnienie
Durchmesser, der	średnica
Dynamo, der	ładowarka na dynamo/korbkę
Ebbe, die	odpływ

Elektroherd, der	kuchenka elektryczna
Elektromotor, der	silnik elektryczny
Energie, die	energia
Energiebedarf, der	zapotrzebowanie na energię
Energieerhaltungssatz, der	zasada zachowania energii
Energieform, die	postać energii
Energielieferant, der	dostawca energii
Energiemenge, die	ilość energii
Energiesparlampe, die	lampa energooszczędna
Energiewandler, der	konwerter energii/urządzenie do przetwarzania energii
Energieumwandlungskette, die	łańcuch konwersji energii
Erdgas, das	gaz ziemny
Erdoberfläche, die	powierzchnia Ziemi
Erdöl, das	ropa naftowa
Exkrement, das	ekskrementy
Feder, die	sprężyna
Fermenter, der	fermentor/fermentator/bioreaktor
Fettsäure, die	kwas tłuszczowy
Flächenbedarf, der	potrzebna przestrzeń
Fliehkraft, die	siła odśrodkowa
Flut, die	przyptyw
Form, die	forma
Formel, die	wzór
Fundament, das	fundament
Gärbehälter, der	zbiornik fermentacyjny
Gas, das	gaz
Gasgemisch, das	mieszanina gazów
Gefälle, das	nachylenie
Gemeinde, die	gmina
Generator, der	generator
Geothermie, die	geotermia
Gesamtenergie, die	energia całkowita
Getriebe, das	skrzynia biegów/przekładnia
Gezeiten, die (Plural)	ptywy/przyptyw i odpływ
Gezeitenhub, der	wysokość ptywu
Gezeitenkraftwerk, das	elektrownia pływowa
Glasabdeckung, die	pokrycie szklane
Glashülle, die	osłona szklana
Glasscheibe, die	szyba szklana
Gleichstrom, der	prąd stały
Gondel, die	gondola

Halbleiter, der	półprzewodnik
Halbleitermaterial, das	materiały półprzewodnikowe
Heizkessel, der	kocioł grzewczy
Hochdruckgebiet, das	antycyklon
Hochwasser, das	najwyższy poziom wody, wysoka woda
Hydrolyse, die	hydroliza
Isolation, die	izolacja
Kaltwasserzulauf, der	woda zasilająca
Kamin, der	komin
Kernenergie, die	energia jądrowa
Kohle, die	węgiel
Kohlenhydrat, das	węglowodan
Kohlekraftwerk, das	elektrownia węglowa
Kohlendioxid, das	dwutlenek węgla
Kulturlandschaft, die	krajobraz ukształtowany przez człowieka
Kunststoff, der	tworzywo sztuczne
Küste, die	wybrzeże
Lageenergie, die (= potenzielle Energie)	energia potencjalna
Laufwasserkraftwerk, das	elektrownia wodna przepływowa
Lichtleistung, die	skuteczność świetlna / wydajność świetlna
Luftdichte, die	gęstość powietrza
Luftdruck, der	ciśnienie atmosferyczne
Lufthülle, die (Atmosphäre, die)	atmosfera
Menschheit, die	ludzkość
Messinstrument, das	urządzenie pomiarowe
Methan, das	metan
Methanogenese, die	metanogeneza
Mikroorganismus, der	mikroorganizm
Mond, der	księżyc
Mündungsarm, der	delta ujścia rzeki
Muskel, der	mięsień
Naturwissenschaft(en), die	nauki przyrodnicze
Niedrigwasser, das	najniższy poziom wody/woda niska
Nutzenergie, die	energia wykorzystywana bezpośrednio przez odbiorcę
Nutzung, die	użycie
Oxidation, die	utlenianie
Photovoltaik, die	fotowoltaika
Protein, das	proteina
Pumpe, die	pompa
Pumpspeicherkraftwerk, das	elektrownia szczytowo-pompowa

Regeltechnik, die	układ regulacji (control technology)
Reparatur, die	naprawa
Rinne, die	rynna
Röntgenstrahlung, die	promieniowanie rentgenowskie
Rotor, der	wirnik
Rotorleistungsbeiwert, der	współczynnik mocy wirnika
Schadstoffemission, die	emisja zanieczyszczeń
Schicht, die	warstwa
Schnelllaufzahl, die	(tip speed ratio)/stosunek prędkości końca łopatkki wirnika do prędkości strumienia przepływającego powietrza
Seebrise, die	bryza nad morzem
Segelschiff, das	żaglowiec
Siedlungsgebiet, das	teren zabudowany
Solarenergie, die	energia słoneczna
Solarrinnenkraftwerk, das	elektrownia z liniową koncentracją promieni słonecznych
Solarthermie, die	energia słoneczno-termalna
Solarmodul, das	moduł słoneczny
Solarzelle, die	ogniwo słoneczne
Sonnenkollektor, der	kolektor słoneczny
Spaltprodukt, das	produkt rozszczepienia
Spannenergie, die	energia potencjalna sprężystości
Speicher, der	zbiornik
Speicherkraftwerk, das	elektrownia zbiornikowa
Spitzenstrombedarf, der	szczytowe zapotrzebowanie na prąd
Staumauer, die	zapora
Strahlungsenergie, die	energia promienista
Stromeinspeisung, die	zasilanie prądem
Stromnetz, das	sieć elektryczna
Tageszeit, die	pora dnia
Talsperre, die	zapora wodna
Temperaturfühler, der	czujnik temperatury
Thermosiphon-Anlage, die	system termosyfonowy
Tiefdruckgebiet, das	niż baryczny
Treibhauseffekt, der	efekt cieplarniany
Verlustleistung, die	straty mocy/rozproszenie mocy
Rotorblattspitze, die	koniec łopatkki wirnika
Turbine, die	turbina
Turm, der	wieża
Umgebung, die	otoczenie
Umlaufgeschwindigkeit, die	prędkość obrotu

Verbraucher, der	odbiorca energii elektrycznej/konsument
Verbrennung, die	palenie
Verflüssigung, die	skraplanie
Vergärung, die	przefermentowanie
Vergasung, die	zgazowanie
Verwendungszweck, der	przeznaczenie
Vordach, das	daszek
Vorteil, der	zaleta
Wärmespeicher, der	akumulator cieplny
Wärmestrahlung, die	promieniowanie cieplne
Wärmetauscher, der	wymiennik ciepła
Warmwasserablauf, der	odpływ ciepłej wody
Wasserdampf, der	para wodna
Wasserdurchfluss, der	przepływ wody
Wasserkraft, die	energia wodna
Wasserkraftwerk, das	elektrownia wodna
Wasserschlauch, der	wąż do wody
Wasserspiegel, der	poziom wody
Wechselrichter, der	inwerter
Wechselstrom, der	prąd zmienny
Weltraum, der	kosmos
Windenergie, die	energia wiatru
Windmühle, die	wiatrak
Wirkungsgrad, der	sprawność/stopień działania
Zelle, die (elektr.)	ogniwo
Zugvogel, der	ptak wędrowny
Verben	
abbauen	rozkładać
abhängen von + Dat.	zależać od kogoś/czegoś
abkühlen	oziębzać /ostudzać
ablaufen	sptywać
absinken	zapadać/zapadać się
absorbieren	absorbować
ändern, sich (refl.)	zmieniać się
aufheizen	nagrzewać
aufwenden (Energie)	wkładać (energię)
bestehen aus + Dat.	składać się z czegoś
betragen	wynosić
durchdringen	przedostawać/przedostawać się
entziehen	odbierać/zabierać
ernten	zbierać

erwärmen	podgrzewać
fertigstellen	zakończyć, finalizować
gelangen	docierać
herabfließen	spływać
nachwachsen	odrastać
nutzen	używać
produzieren	produkować
richten, sich nach + Dat.	dostosowywać się do czegoś / kierować się czymś
schicken	wysyłać
schwanken	wahać się
sparen	oszczędzać
steigen	rosnąć
steuern	sterować
stören	przeszkadzać
umrüsten	przerabiać / modyfikować (maszynę)
verbinden	łączyć
verloren gehen	ginać (gubić się)
verschwinden	znikać
versorgen	zaopatrywać, dostarczać
verzichten auf + Akk.	rezygnować (z czegoś)
wandeln	zmieniać/zmieniać się
wehen	wiać
zerlegen	rozkładać (na części)
zuführen	doprowadzać
Adjektive und Adverbien	
aufgewandt (aufgewandte Energie)	energia wydatkowana (użyta)
brennbar	palny
chemisch	chemiczny
diffus	rozproszony
elektrisch	elektryczny
energieaufwendig	energochłonny
energiereich	wysokoenergetyczny
erneuerbar	odnawialny
fossil	kopalny
gleichmäßig	równomierny
isoliert	izolowany
kinetisch	kinetyczny
klimatisch	klimatyczny
leitfähig	przewodzący, mający zdolność przewodzenia

mechanisch	mechaniczny
parabolisch	paraboliczny
tagsüber	w ciągu dnia
technologisch	technologiczny
thermisch	termiczny
trichterförmig	lejkowaty
unbegrenzt	nieograniczony
unerschöpflich	niewyczerpany
unterschiedlich	różny
vakuumdicht	próżnioszczelny

Bildnachweis:

Seite 11

- Feder:
„Kulifeder“, Fotografie von Ghinrael. Lizenziert unter CC BY-SA 2.0 de über Wikimedia Commons – <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kulifeder.JPG>
- Wasserdampf:
„2008-07-15 Steam rising at Duke“, Fotografie von Ildar Sagdejev (user Specious). Lizenziert unter COM:GFDL über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2008-07-15_Steam_rising_at_Duke.jpg
- Generator in einem Kernkraftwerk:
„Modern Steam Turbine Generator“, Fotografie von der U.S.NRC (United States Nuclear Regulatory Commission) – <http://www.nrc.gov/images/reading-rm/photo-gallery/20071115-058.jpg>. Gemeinfrei, abrufbar über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Modern_Steam_Turbine_Generator.jpg
- Kohle:
„Coal anthracite“, <http://naturalresources.house.gov/subcommittees/emr/usgsweb/photogallery/images/coal,%20anthracite.jpg/default.aspx>. Gemeinfrei, abrufbar über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coal_anthracite.jpg
- Sonnenstrahlen:
„2006-06-23 14-47-59 Seychelles - De Quincey Village“, Fotografie von Hansueli Krapf (user Simisa). Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2006-06-23_14-47-59_Seychelles_-_De_Quincey_Village.jpg

Seite 12

- Schematische Darstellungen: eigene Entwürfe
- Kohlekraftwerk:
„Coal-fired power station Werdohl Elverlingsen Germany“, Fotografie von Dr. G. Schmitz. Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coal-fired_power_station_Werdohl_Elverlingsen_Germany.jpg

Seite 13

- Getriebe:
„Gears large“ von Jared C. Benedict (user Redjar). Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gears_large.jpg#/media/File:Gears_large.jpg
- Muskel:
„Genga 19“, Zeichnung von Bernardino Genga (1620–1690) aus dessen Werk *Anatomia per Uso et Intelligenza del Disegno*. Gemeinfrei, abrufbar über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Genga_19.jpg
- Bremsen:
„Bremsanlage“. Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über Wikimedia Commons – <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bremsanlage.jpg>
- Fahrraddynamo:
„Dynamo-Cantihalter“, Fotografie von Tympanus. Lizenziert unter CC0 1.0 über Wikimedia Commons – <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dynamo-Cantihalter.jpg>
- Dampfturbine:
„Dampfturbine Montage01“, Siemens Pressebild – http://www.siemens.com/index.jsp?sdc_p=cfi1075924l0mno1130262ps5uz3&sdc_bcpaht=1327899.s_5%2C%3A1176453.s_5%2C&sdc_sid=31880989447&. Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dampfturbine_Montage01.jpg
- Elektromotor:
„Motors01CJC“, Fotografie von user C_J_Cowie; Quelle: <http://i188.photobucket.com/albums/z84/vihem/Dongco/Motors01CJC.jpg>. Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über Wikimedia Commons – <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Motors01CJC.jpg>
- Elektroherd:
„Electric stove“, Fotografie von user Kristofer2. Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electric_stove.jpg
- Solarzelle:
„Polycrystalline-silicon-wafer 20060626 568“, Fotografie von Georg Slickers. Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Polycrystalline-silicon-wafer_20060626_568.jpg

Seite 14

- Wirkungsgrad einer Glühbirne:
„Wirkungsgrad gluehlampe“. Gemeinfreie Grafik, abrufbar über Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wirkungsgrad_gluehlampe.svg (leicht bearbeitet)
- Glühbirne:
„Gluehlampe 01 KMJ“, eingestellt in Wikimedia Commons von user KMJ. Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gluehlampe_01_KMJ.jpg (leicht bearbeitet)

Seite 16

- Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie auf Basis AGEE-Stat, Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland, Stand 08/2015 (graphisch bearbeitet)

Seite 17

- Gemälde:
„Archimedes-Mirror by Giulio Parigi“. Fotografie eines Freskos von Giulio Parigi (1571–1635). Gemeinfrei, abrufbar über Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Archimedes-Mirror_by_Giulio_Parigi.jpg

Seite 18

- Sonne auf der Erde (Bild oben):
„Solar land area“, Grafik von Matthias Loster (2006) - http://www.ez2c.de/ml/solar_land_area/. Eingestellt unter Wikimedia Commons durch user Mlino76, lizenziert unter CC BY 2.5 - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_land_area.png
- Sonne in Deutschland (Bild unten):
„SolarGIS-Solar-map-Germany-de“, Karte von SolarGIS © 2011 GeoModel Solar s.r.o (<http://solargis.info/doc/free-solar-radiation-maps-GHI>). Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über Wikimedia Commons - <http://solargis.info/doc/free-solar-radiation-maps-GHI>

Seite 19

- Eigene Bilder

Seite 20

- Thermosiphon-Anlage (Schema):
„Thermosiphon2“. Eingestellt unter Wikimedia Commons von user Rainer Bielefeld. Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 - <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Thermosiphon2.png> (leicht bearbeitet)

- Thermosiphon-Anlage (Foto):
„Solar heater dsc00632“ von David Monniaux (?) (Urheberschaft unklar).
Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_heater_dsc00632.jpg
- Hausquerschnitt: eigene Zeichnung

Seite 21

- Solarkraftwerk Andasol:
„12-05-08 AS1“, Fotografie von user BSMPs. Lizenziert unter COM:GFDL über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:12-05-08_AS1.JPG
- Parabolrinnenkraftwerk in Kalifornien:
„Solar Plant kl“, Fotografie des U.S. BUREAU OF LAND MANAGEMENT – http://www.ca.blm.gov/cdd/alternative_energy.html. Gemeinfrei, abrufbar über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_Plant_kl.jpg
- Skizzen unten: eigene Bilder

Seite 22

- Aufwindkraftwerk:
„Solar updraft tower“, Grafik von user Kilohn limahn, leicht bearbeitet von user Cryonic07. Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_updraft_tower.svg
(Für diese Publikation wurde die Grafik von Stefan Geller nochmals bearbeitet.) (leicht bearbeitet)

Seite 23

- Solarzelle:
„Polycrystalline-silicon-wafer 20060626 568“ (siehe oben zu S. 13)

Seite 25

- Windmühle:
„Windmuehle-crop“. Gemeinfrei abrufbar über Wikimedia Commons – <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Windmuehle-crop.JPG>

Seite 26

- Eigenes Bild

Seite 27

- Quelle: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (über www.geoportal.de);
Karte und Kartenlegende leicht bearbeitet.

Seite 28

Abbildungen: eigene Entwürfe

Seite 29

- Abbildungen: eigene Entwürfe

Seite 30

- Aufbau einer Windkraftanlage:
„Windkraftanlage“, Grafik von Arne Nordmann (user norro). Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über Wikimedia Commons – <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Windkraftanlage.svg> (leicht bearbeitet)

Seite 32

- Wassermühle:
„Vodní kolo“, Fotografie von cs:ŠJů. Gemeinfrei, abrufbar über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vodn%C3%AD_kolo.jpg

Seite 33

- Mittelalterliche Buchillustration:
„Medieval mill with overshot wheel“ (anonym, ca. 1220 – ca. 1230),
abgebildet in: John Langdon: Mills in the Medieval Economy. England 1300–1540. Oxford 2004. Gemeinfrei, abrufbar über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Medieval_mill_with_overshot_wheel.png (leicht bearbeitet)
- Andere Abbildungen: eigene Herstellung

Seite 34

- Eigene Herstellung

Seite 35

- Eigene Herstellung

Seite 36

- Oben: Eigene Herstellung
- Unten: Eigene Grafik

Seite 37

- Karte oben: Google Maps
- Links unten:
„Sihwa Lake Tidal Power Station 01“, Fotografie von 핑크로즈 –

<http://blog.naver.com/pfmusic/10122410431>. Lizenziert unter CC BY 2.0 kr über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sihwa_Lake_Tidal_Power_Station_01.png

- Rechts unten:
„Sihwa Lake World Wind“, Satellitenaufnahme der NASA (NASA World Wind). Gemeinfrei, abrufbar über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sihwa_Lake_World_Wind.jpg

Seite 38

- Querschnitt durch das Gezeitenkraftwerk Saint-Malo:
„Coupebarrage Rance“, Fotografie (Urheberschaft unklar). Lizenziert unter CC BY 2.5 über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coupebarrage_Rance.jpg

Seite 39

- Eigene Herstellung

Seite 40

- „Wellenkraftwerk“, Grafik lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über Wikimedia Commons – <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wellenkraftwerk.JPG> (leicht bearbeitet)
- Unten: Eigene Grafik

Seite 41

- Waldbrand:
„Deerfire“, Fotografie von John McColgan (U.S. Forest Service). Gemeinfrei, abrufbar über Wikimedia Commons – <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Deerfire.jpg>

Seite 42

- Quelle: http://www.maiskomitee.de/web/upload/pdf/verwertung/Unterrichtsmaterialien_IMA_Bioenergie.pdf (leicht bearbeitet)

Seite 43

- Eigene Zeichnung unter Verwendung gemeinfreier Bilder

Seite 45

- „Biogasanlage bei Niederneuching - geo-en.hlipp.de - 12393“, Fotografie von Hubert Fröhlich – <http://geo-en.hlipp.de/photo/12393>. Lizenziert unter CC BY-SA 2.0 über Wikimedia Commons – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Biogasanlage_bei_Niederneuching_-_geo-en.hlipp.de_-_12393.jpg

Seite 46

- Eigene Grafik

