

Interaktives Tafelbild: Strom aus erneuerbaren Energien

In diesem Leitfaden erhalten Sie einen Überblick über den inhaltlichen und didaktischen Zusammenhang der Medien des Medienpakets „Strom aus erneuerbaren Energien“.

1 Didaktisch-pädagogische Hinführung

1.1 Motivation für das Thema

Das Thema regenerative bzw. erneuerbare Energien ist längst in der Schule angekommen. „Magnetismus und Elektrizität“ sowie „Verantwortungsbewusste Nutzung von Strom“ sind Lehrplaninhalte für den Heimat- und Sachunterricht der dritten Klasse und unter dem Leitthema „Umwelt“ eingeordnet.

Das Tafelbild „Strom aus erneuerbaren Energien“ kann zwar als eigenständiges Thema im Unterricht der dritten oder vierten Klasse behandelt werden, sinnvoll ist es jedoch, es in die oben genannten Lehrplanthemen einzubetten und diese in folgender Reihenfolge zu erarbeiten:

- Bedeutung des Stroms im Alltag erkennen (Elektrogeräte)
- Wirkungsweisen des Stroms untersuchen (Wärme, Bewegung, Licht)
- Weg des Stromes vom Kraftwerk nach Hause kennen
- Erneuerbare Energien
- Einen Stromkreis bauen
- Leiter und Nichtleiter unterscheiden
- Gefahren des Stroms kennen
- Möglichkeiten kennen, Strom zu sparen

1.2 Medienauswahl

Das interaktive Tafelbild „Strom aus erneuerbaren Energien“ enthält 28 Einzelmedien.

- 7 Fotos bzw. Fotocollagen von Energieträgern und Kraftwerkstypen
- 4 Schemagrafiken von verschiedenen Kraftwerkstypen, teils animiert
- Diagramme mit Daten zur Verfügbarkeit von Energieträgern, den Kohlendioxidemissionen bei der Stromerzeugung und dem Strommix im Jahr 2050
- Interaktiv beschriftbare Grafiken zum Aufbau eines Windkraftwerks
- 1 Simulation zur Solarzelle
- 1 Sachinformation, die einen Überblick über Energieträger und Kraftwerke gibt
- 2 interaktive Zuordnungsaufgaben, eine, bei der die Vor- und Nachteile der Energieträger zu bewerten sind, in der anderen können die wichtigsten Teile eines Windrads beschriftet werden.
- Experimentieranleitungen, dazu Hinweise für die Lehrkraft
- 1 Multiple-Choice-Test
- Leitfaden für die Lehrkraft, der Basiswissen zum Thema „Regenerative Energie“ bietet.

1.3 Hintergrundinformationen für die Lehrkraft

Die Medien des Interaktiven Tafelbilds „Strom aus erneuerbare Energien“ können einzeln und völlig unabhängig voneinander streng nach Fachbezug eingesetzt werden. Doch lebendiger wird der Unterricht sicher im Zusammenhang. Anhand der Bedeutung für das Leben der Schülerinnen und Schüler besteht so die Chance, das Interesse am fachlichen Detail zu wecken. Zu diesem Zweck empfiehlt sich die Erarbeitung des Themas in folgenden Schritten:

- Einstieg: Was sind erneuerbare Energien?
- Welche erneuerbaren Energieträger gibt es?
(Wasser, Wind, Sonne)
- Welche Vor- und Nachteile haben erneuerbare Energien?
(Reichweite, Schadstoffausstoß von Kraftwerken)

2 Einstieg: Was sind erneuerbare Energien?

Regeneration heißt wörtlich „Wiederherstellung“. Ein regenerativer Energieträger erneuert sich also sozusagen von selbst. Man spricht deshalb auch von erneuerbaren Energien. Das Grundprinzip der Nutzung regenerativer Energieträger besteht darin, dass aus Prozessen, die in der Umwelt ununterbrochen stattfinden (z. B. Sonneneinstrahlung), Energie abgezweigt und der technischen Verwendung (v. a. Stromerzeugung) zugeführt wird. Dabei werden die Ressourcen nicht stärker beansprucht, als Energie zu ihrer Regeneration nachfließt.

Der Begriff „regenerative Energieträger“ entstand deshalb im Gegensatz zu den fossilen und nuklearen Energieträgern, die in absehbarer Zeit durch den Menschen verbraucht sein werden. In diesem Medienpaket werden die regenerativen Energieträger Sonne, Wasser und Wind beleuchtet.

Nachfolgend sind die Medien aus dem Medienpaket genannt, die zur Erarbeitung dieses Kapitels und so zur Einführung in die darauf aufbauenden Kapitel eingesetzt werden können:

Ein Bild zeigt die drei erneuerbaren Energieträger Wasser, Wind, Sonne. Es soll als Impuls dienen, um die Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler zu aktivieren, und zum Thema hinführen:

Medium



„Erneuerbare Energieträger“

Diese Sachinformation ist eine erste Einführung in das Thema, die den Schülern die Arten von Energieträgern – erneuerbar, fossil und nuklear – erklären, und Beschreibungen der jeweiligen Kraftwerke, in denen aus den Energieträgern Strom erzeugt wird, liefern soll:

Medium



„Energieträger im Überblick“

Zur inhaltlichen Vorbereitung für die Lehrkraft dient der folgende Leitfaden:

Medium



„Regenerative Energien“

3 Welche erneuerbaren Energieträger gibt es?

Die Energieträger werden der Reihe nach gemäß ihrer kultur- und technikgeschichtlichen Bedeutung behandelt – Wasserkraft, Windkraft, Sonnenenergie.

Für den Unterricht eignet sich die Erarbeitung der drei Themen in Gruppenarbeit. Jede der drei (bzw. sechs) Gruppen wird zum Experten eines Energieträgers. Die Schülerinnen und Schüler beschäftigen sich dann anhand von (interaktiven) Grafiken mit der Funktionsweise des jeweiligen Kraftwerks zur Stromerzeugung und bauen ein Versuchsmodell, anhand dessen sie der Klasse in Referaten „ihren“ Energieträger vorstellen.

3.1 Wasserkraft

Mit Wasserkraft oder besser „Hydroenergie“ wird die Strömungsenergie von fließendem Wasser bezeichnet, welche über Turbinen und damit gekoppelte Generatoren in mechanische bzw. elektrische Energie umgesetzt wird.

Bereits vor über 4.300 Jahren nutzte der Mensch u. a. in Mesopotamien (heutiger Irak) die Wasserkraft in Form von Schöpfädern zur Bewässerung. Auch die Wasserkraft ist eine Form von in der Natur gespeicherter Sonnenenergie. Denn sie stammt letztlich aus dem von der Sonne bewirkten Kreislauf aus Verdunstung und Niederschlag. Hier betrachten wir nur die direkt genutzte mechanische „Wasserkraft“ als Energieträger.

Ein Schaubild stellt die Bedeutung des Wassers als Energieträger dar und dient als Einstieg:

Medium  „Energieträger Wasser“


Eine Grafik zeigt ein historisches Wasserrad sowie dessen hochtechnisierte Weiterentwicklungen – Francis-, Pelton-, und Kaplan-turbine:

Medium  „Vom Wasserrad zur Turbine“

Mehrere Grafiken (teils mit Animation) verdeutlichen die Funktionsprinzipien von Laufwasser-, Wellen-, Gezeiten- und Speicherkraftwerk:

Medien  „Gezeitenkraftwerk“
 „Laufwasserkraftwerk“
 „Speicherwerk“
 „Wellenkraftwerk“

In einem Experiment erfahren die Schülerinnen und Schüler, wie die Stromerzeugung mittels eines Wasserrades funktioniert:

Medium  „Experiment zur Wasserkraft“
(Schüleranleitung und Lehrerinfo)

3.2 Windkraft

In Form von Windmühlen nutzt die Menschheit die Windenergie bereits seit ca. 1.200 Jahren. Wenn die Erdoberfläche durch Strahlung erwärmt ist, werden die darüberstehenden Luftschichten erwärmt, bekommen Auftrieb und strömen nach oben. Gleichzeitig strömt seitlich aus weniger er-

wärmten Gebieten Luft nach, diese Querströmung bezeichnet man als Wind. Die kinetische Energie der Luftbewegung des Winds kann nun mittels Windräder in Rotationsbewegung umgesetzt werden. Allein Europas Windräder hatten 2016 eine Gesamtleistung von rund 155.350 MW (Quelle: Statista).

Ein Foto dient als Einstieg in die Thematik Windkraft:

Medium



„Offshorewindpark“

Mittels zweier interaktiv beschriftbarer Grafiken wird der Aufbau eines Windrads für die großtechnische Stromerzeugung beschrieben und veranschaulicht:

Medien



„Windkraftwerk (Gesamtansicht)“



„Windkraftwerk (Innenansicht)“

In einem Experiment können die Schülerinnen und Schüler selbst ein Windrad zur Veranschaulichung bauen.

Medium



„Experiment zur Windkraft“

(Schüleranleitung und Lehrerinfo)

Zur Vertiefung und zum Einüben der Fachbegriffe können die Schülerinnen und Schüler in einer Beschriftungsaufgabe die wichtigsten Teile einer Windkraftanlage benennen.

Medium



„Aufbau eines Windrads“

3.3 Sonnenenergie – Solarthermie und Photovoltaik

Da „Licht“ in Physik und Biophysik als der „sichtbare Anteil des elektromagnetischen Spektrums“ definiert ist, sollte man die Sonnenstrahlung in Sonnenwärme und Sonnenlicht unterscheiden. Dafür spricht auch, dass sich die Physik, Chemie und Technik der Energieumwandlung bei Wärme und Licht unterscheidet.

Bereits in der Steinzeit nutzte der Höhlenmensch, noch vor der Entdeckung des Feuers, die im Gestein gespeicherte Sonnenwärme zum Schutz vor Auskühlung in der Nacht bzw. in kalten Jahreszeiten. Das Potenzial der Solarthermie ist groß: Würde in allen Haushalten eines Landes der gemäßigten Zone wie beispielsweise in Deutschland die gesamte Heizung und Warmwasserbereitung auf Solarthermie umgestellt, könnte die Gesamtemission von Kohlenstoffdioxid dort um bis zu 20 % gesenkt werden und der Energieverbrauch eines einzelnen Haushalts um bis 70 %!

Wird das Sonnenlicht mit sog. Solarzellen direkt in elektrische Energie umgewandelt, spricht man von Photovoltaik. Eine auf den ersten Blick faszinierende Möglichkeit, da die Photovoltaik theoretisch fast 100 % Wirkungsgrad erreichen könnte. In Deutschland z. B. genügten beim heutigen Wirkungsgrad der Solarzellen ca. 1 % der Fläche des Landes, um den gesamten Bedarf an elektrischer Energie der Industrie und aller privater Haushalte abzudecken. 10 % der Fläche würden für den Gesamtenergiebedarf Deutschlands reichen. D. h., aus Photovoltaikstrom könnte dann auch der gesamte Bedarf an Wärmeenergie (Prozesswärme in der Industrie; Heizen, Kochen und Warmwasser in den Haushalten) sowie der gesamte Energiebedarf des Verkehrs (Elektroautos!)

gedeckt werden. Allerdings ist das nur eine theoretische Berechnung, die zeigen soll, welches riesige Potenzial in der Photovoltaik auch in Ländern des gemäßigten Klimas steckt. Doch so utopisch ist der Vorschlag nicht, wenn man bedenkt, welche riesigen Flächen allein in Form von Dächern, Hausfassaden und Fenstern zur Verfügung stehen. Technisch gesehen stehen jedenfalls für alle drei Anwendungsfälle schon heute sofort einsetzbare Lösungen zur Verfügung.

Zwei Fotos und eine Simulation zeigen die beiden Techniken zur Nutzung der Sonnenenergie – Solarthermie und Photovoltaik – und dienen zum Einstieg in die Thematik:

Medien



„Parabolrinnenkraftwerk“



„Solarstromanlage auf Freifläche („Solarfeld“, „Solarpark“)



„Solarzelle – Grundprinzip“

In zwei Experimenten lernen die Schülerinnen und Schüler die beiden Nutzungstechniken der Sonnenenergie kennen:

Medium



„Experimente zur Sonnenenergie“

(Schüleranleitung und Lehrerinfo)

4 Welche Vor- und Nachteile haben erneuerbare Energien?

Als Vorteil der regenerativen Energien wird neben ihrer Unbegrenztheit oft auch aufgeführt, dass sie homogen auf der Erde verteilt seien. Im Gegensatz zu den fossilen und nuklearen Energieträgern wie Kohle, Erdöl, Erdgas und Uran trifft das scheinbar zu. Doch bei genauer Betrachtung stehen z. B. auch Wasserkraft und Wind nicht in allen Regionen der Erde in gleichem Umfang zur Verfügung. Auch die Sonnenstrahlung ist in vielen Regionen als Solarthermie zumindest zur Stromgewinnung nicht wirtschaftlich nutzbar. Dieser Vorteil ist also bestenfalls ein relativer! Die Nutzung regenerativer Energien kann jedoch ein eindeutiger Vorteil für die jeweilige Volkswirtschaft sein, denn sie verringert die Abhängigkeit von Energieimporten. So lag 2005 z. B. die Importabhängigkeit für Rohöl in der Europäischen Union (EU) bei ca. 80 % und in den USA bei ca. 66 % (Quellen: EU-Grünbuch Energiesicherheit und Auswärtiges Amt der BRD).

Als Nachteil der regenerativen Energien wird oft ihre geringe „Leistungsdichte“ zitiert. In gewisser Hinsicht stimmt das, denn das Sonnenlicht vergangener Jahrtausende wird sozusagen in kumulierter konzentrierter Form als Erdöl, Erdgas oder Kohle genutzt. Um zum Beispiel 3,5 MWh elektrische Energie zu gewinnen, benötigt ein Kohlekraftwerk ca. 1 t Kohle, aber eine gut 1 ha große Photovoltaikanlage in Mitteleuropa einen durchschnittlichen Sonnentag. Doch andererseits erfordert die wirtschaftliche Nutzung z. B. des fossilen Energieträgers Kohle oder des nuklearen Energieträgers Uran sehr große zentrale Kraftwerke. Wind- und Photovoltaik können dagegen auch in relativ kleinen, dezentral verteilten Anlagen wirtschaftlich sein. Wenn man z. B. auch die Fassaden großer Bürogebäude und Fabrikationshallen nutzen würde, könnte fast der komplette Energiebedarf eines mitteleuropäischen Landes allein mit Photovoltaik abgedeckt werden. Mit einem nicht subventionierten Stromgestehungspreis von ab 7 Cent/kWh ist Photovoltaik inzwischen (2016) bereits kostengünstiger als Gasturbinenstrom. Onshore Windstrom aus neuen optimal platzierten Windrädern ist mit 4,5 Cent/kWh bereits zur günstigsten Stromquelle geworden. Die schwankende Verfügbarkeit regenerativer Energieträger wie Wasser, Wind und Sonne ist im Vergleich zu den herkömmlichen Energieträgern wie Kohle, Erdöl, Erdgas und Uran ebenfalls

nachteilig. Diese Unregelmäßigkeiten in der Stromerzeugung muss durch Ausbau der Stromnetze und Aufbau von Energiespeichern kompensiert werden.

4.1 Reichweite der Energieträger

Bei optimistischer Schätzung aus dem Jahr 2005 reichen nach Zahlen der IEA (International Energy Agency) die weltweiten Vorräte der nicht-regenerativen Energieträger bei Kohle ca. 190 Jahre, bei Erdöl ca. 40 Jahre, bei Erdgas ca. 60 Jahre und bei Uran ca. 100 Jahre. Nach neuesten Untersuchungen der IEA im Jahr 2007 wird der Weltenergieverbrauch bis 2030 aber nochmals um ca. 60 % zunehmen, was noch nicht berücksichtigt war. Deshalb gehen Skeptiker von wesentlich kürzeren Reichweiten aus, zumal nicht gesichert ist, ob die Wirtschaftlichkeit bei der Ausbeutung bislang ungenutzter Lagerstätten wirklich gegeben sein wird. Denn wenn der technische Aufwand bei der Gewinnung der fossilen Energieträger steigt, steigen auch die Kosten und damit die Preise. Ob aber Industrie und Endverbraucher die Preise zahlen können, ist fraglich. So kam es z. B. bereits 2007 wegen der gestiegenen Preise für Stahl und Kohle zu einer Wirtschaftskrise, die aber wegen der darauf folgenden Finanzkrise kaum wahrgenommen wurde. Ein Diagramm zeigt, wie lange fossile und nukleare Energieträger im Vergleich zu den erneuerbaren Energieträgern noch vorhanden sein werden:

Medium



„Wie lange reichen unsere Energieträger?“

Im Jahr 2014 wurden bereits 22 % des weltweiten Verbrauchs an Primärenergieträgern durch regenerative Quellen gedeckt. Davon ist der größte regenerative Anteil noch Biomasse. Allerdings lag 2005 bei der Erzeugung elektrischer Energie („Strom“) der Anteil der regenerativen Wasserkraft weltweit bei immerhin 16 %. Der Anteil des Verbrauchs fossiler und regenerativer Energieträger verteilt sich auch ganz unterschiedlich auf die Bereiche Industrie, Verkehr und private Haushalte. So lag der Anteil des Erdöls am gesamten Energieverbrauch im Jahr 2001 in den USA bei insgesamt 28 %, im Verkehr aber bei 70 %.

Ein Diagramm veranschaulicht, welche Energieträger in Zukunft zur Nutzung von Strom verwendet werden:

Medium



„Woher kommt der Strom im Jahr 2050?“

4.2 Schadstoffausstoß von Kraftwerken

Der Ausstoß von Treibhausgasen, wie z. B. Kohlendioxid aus der Verbrennung von fossilen Energieträgern, muss schnellstens abgesenkt werden. Denn jede Temperatursteigerung erhöht den Energiebedarf für Kühlung (Klimaanlagen und Lebensmittel). Hier kann der schnelle Ausbau regenerativer Energien und damit der Ersatz fossiler Energieträger eine entscheidende Rolle spielen. Anhand des Vergleichs der Kohlendioxidemission von Kraftwerken mit fossilen oder regenerativen Energieträgern wird der Vorteil der regenerativen Energien deutlich. Bei der Kernkraft ist allerdings das Entsorgungsproblem der radioaktiven Abfälle nicht berücksichtigt!

Medium



„Kohlendioxidemissionen von Kraftwerken“

4.3 Vor- und Nachteile der Energieträger im Überblick

In einer interaktiven Übung werden die Energieträger Uran, Wasser, Wind, Sonne und Kohle jeweils ihren Vor- und Nachteilen zugeordnet. Damit ergibt sich ein Überblick der verschiedenen Energieträger und es kann ein Vergleich gezogen werden:

Medium



„Vor- und Nachteile Energieträger“

5 Abschluss und Vertiefung

Mit dem interaktiven Multiple-Choice-Test, der 8 Fragen zum Thema erneuerbare Energien enthält, kann das Gelernte vertieft und das Gelernte spielerisch wiederholt werden.

Medium



„Erneuerbare Energien“