

Ich tu's
für unsere
Zukunft

ICH
WEISS,
ALSO TU
ICH'S!



15 Unterrichts-
einheiten zu den
Themen Energie
und Klimaschutz



Das Land
Steiermark

Inhaltsverzeichnis

Vorworte

Wie benutze ich diese Publikation

Unterrichtseinheiten

1. Unterrichtseinheit: Was ist Energie und woher kommt sie?	6 Seiten
2. Unterrichtseinheit: Energieverbrauch in Österreich	6 Seiten
3. Unterrichtseinheit: Jeder von uns kann Energie sparen!	6 Seiten
4. Unterrichtseinheit: Wärmedämmung – ein Gebot der Stunde	6 Seiten
5. Unterrichtseinheit: Die unterschiedlichen Arten der Heizung	5 Seiten
6. Unterrichtseinheit: Energie aus der Erde vs. Biomasse	6 Seiten
7. Unterrichtseinheit: Die Gefahren fossiler Energie	6 Seiten
8. Unterrichtseinheit: Atomenergie	7 Seiten
9. Unterrichtseinheit: Erneuerbare Energie I – Windkraft	7 Seiten
10. Unterrichtseinheit: Erneuerbare Energie II – Sonnenenergie	7 Seiten
11. Unterrichtseinheit: Erneuerbare Energie III – Wasserkraft, Erdwärme, Biomasse	9 Seiten
12. Unterrichtseinheit: Wohlfühlen beim Wohnen und Lernen – das Raumklima	8 Seiten
13. Unterrichtseinheit: „Fiebermessen“ am Haus – Thermografie	5 Seiten
14. Unterrichtseinheit: Stromverbrauch messen	7 Seiten
15. Unterrichtseinheit: Klimawandel geht uns alle an!	6 Seiten

Zu jeder Unterrichtseinheit gibt es zusätzliche Arbeitsblätter, Lückentexte, Bastelvorlagen, MemoCards, Bildkarten u.a. methodisch-didaktische Materialien in unterschiedlichem Umfang.

Rollenspiel „Haltet den Energie-Dieb!“

5 Seiten

Adressen und Links

Impressum



Vorwort

Liebe Lehrkräfte,

mit dem Lehrbuch „Ich weiß, also tu ich`s“ halten Sie ein Werk in Händen, das auf den fachlichen Fundamenten von erfahrenen PädagogInnen und Fachleuten aus den Bereichen erneuerbare Energie, Energieeffizienz und Klimaschutz erstellt wurde. Die Initiative und das bekundete Interesse an den Themen Energie und Klimaschutz sowie die Idee, entsprechendes Lehrmaterial aufzubereiten, ging dabei zunächst von engagierten Lehrkräften und Kindern aus.



Diese waren sich ihrer Mitverantwortung für eine intakte Umwelt besonders bewusst und wollten im Unterricht auch entsprechende Schwerpunkte setzen. Im Rahmen von zwei ganzjährigen Schulprojekten, die vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung initiiert und begleitet wurden, konnten die vorliegenden Lehrinhalte von und mit Kindern, Eltern und Lehrkräften unter der Betreuung fachkundiger ExpertInnen aus unterschiedlichen energie- und klimabezogenen Fachgebieten erarbeitet und an Hand praktischer Übungen erprobt und verfeinert werden.

Das Lehrbuch „Ich weiß, also tu ich`s“ ist schwerpunktmäßig für Kinder ab der 4. Schulstufe gedacht, und vermittelt nach modernsten pädagogischen Kriterien und an Hand zahlreicher Arbeitsblätter, Bastelanleitungen und Übungen fesselndes Fachwissen zu den Themen erneuerbare Energie, Energieeffizienz und Klimaschutz. Begleitend werden den Kindern die für jeden von uns vielerorts bestehenden Handlungsmöglichkeiten für eine nachhaltige Umweltgestaltung spielerisch näher gebracht.

Ich wünsche Ihnen bei der Verwendung dieses Unterrichtsbehelfes viel Freude und spannende Momente.

Siegfried Schrittwieser
Landeshauptmannstellvertreter





Vorwort

Liebe Lehrerinnen,
liebe Lehrer!



15 Unterrichtseinheiten zu den Themen Energie und Klimaschutz, sorgfältig aufbereitet und mit zahlreichen zusätzlichen methodisch-didaktischen Unterrichtsmaterialien wie Arbeitsblättern, Lückentexten, Bastelvorlagen etc. aufgewertet - mit der Publikation „Ich weiß, also tu ich´s“ liegt nun ein vollständiges und den aktuellen didaktischen Ansprüchen entsprechendes Lehrbuch zu einem der wichtigsten Themen unserer Zeit vor: Energie und Klimaschutz. Es ist für die Verwendung ab der 4. Schulstufe vorgesehen

Energieverbrauch, Gefahren und Begrenztheit fossiler Energiequellen, Bedeutung und Gefahren von Atomkraft, erneuerbarer Energiequellen, Energiesparen, Klimawandel und Klimaschutz sind nur einige der Themen, die hier umfassend und kompetent behandelt und aufbereitet werden. Besonders erfreulich ist, dass die Initiative dazu ursprünglich von SchülerInnen und LehrerInnen selbst ausging. Schließlich wurde die vorliegende Broschüre im Rahmen zweier Schulprojekte von SchülerInnen gemeinsam mit PädagogInnen, FachexpertInnen und Eltern erarbeitet und auch gleich in der Praxis erprobt.

Zugleich ist das Lehrbuch auch eine Nachwirkung des pädagogischen Jahresschwerpunktthemas, das der Landesschulrat in den beiden Schuljahren 2011/12 und 2012/13 festgelegt hatte. Dabei widmeten sich mit Unterstützung des Landes Steiermark so gut wie alle steirischen Schulen in unterschiedlichsten Projekten den Themen Klimaschutz, Energie und ökologische Energiegewinnung.

Von diesem Lehrbuch haben wirklich alle etwas: Junge Menschen können sich in der Schule mit einer der drängendsten Fragen unserer Zeit und ihrer persönlichen Zukunft auseinandersetzen – und das so informativ, spannend und unterhaltsam wie nur irgendwie möglich. LehrerInnen können auf ein zeitgemäßes und hochwertiges Unterrichtsmittel zurückgreifen. Die einzelnen Einheiten und Materialien können übrigens auch einzeln heruntergeladen und für die Verwendung im Unterricht ausgedruckt werden. Eltern und Öffentlichkeit schließlich dürfen sich über junge Menschen freuen, die den Herausforderungen der Zeit mündig und informiert auf Augenhöhe begegnen.

Wir danken allen, die an der Entstehung dieser Publikation mitgewirkt haben, ganz herzlich für ihr Engagement und wünschen allen LehrerInnen und SchülerInnen viel Spaß und gutes Gelingen beim Erarbeiten des Themengebietes.

Elisabeth Meixner

Amtsführende Präsidentin des Landesschulrat für Steiermark

Wolfgang Erlitz

Vizepräsident des Landesschulrat für Steiermark



Wie benutze ich diese Publikation?

Wenn Sie die Unterrichtshilfe „Ich weiß, also tu ich´s!“ durchblättern, werden Sie zu den Themen Energie und Klimaschutz viele neue (Sach)Informationen, Unterrichtsmaterialien und Praxistipps, aber auch Altbekanntes im neuen Gewand entdecken.

Wir haben uns bewusst dazu entschieden, mehrere Varianten der Unterrichtshilfe anzubieten – vom Gesamtpaket für ein ganzes Schuljahr bis zu einzelnen Unterrichtseinheiten für wenige Schulstunden. Grundsätzlich umfasst das Lehrbuch 15 Kapitel, die jeweils andere Schwerpunkte zum umfassenden Thema Energie beinhalten.

Jedes Kapitel gliedert sich in drei Teile:

- eine Sachinformation zum jeweiligen Schwerpunkt,
- Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht und
- ergänzend eine Reihe von dazu passenden Arbeitsblättern, Bastelvorlagen usw.

Somit kann individuell jede für den Unterricht gewünschte Unterrichtseinheit gesondert heruntergeladen und ausgedruckt werden. Dadurch ist eine inhaltliche und praktische Vorbereitung zu einzelnen Themen möglich und der Pool an Ideen und Anregungen sowie die beigefügten Arbeitsblätter ermöglichen zusätzlich eine schnelle praktische Umsetzung.



Ich tu's
für unsere
Zukunft

1. EINHEIT

Was ist Energie und woher kommt sie?

Im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit stehen folgende Themen:

- die Klärung der Frage, was Energie überhaupt ist
- die zur Verfügung stehenden Energiequellen und Energieträger und
- deren Einteilung in erneuerbare und nicht erneuerbare Energien
- grundlegende Begriffe zum Thema Energie
- Energieerzeugung in Österreich als Überleitung zu Einheit 2



Was ist Energie und woher kommt sie?

Begriffsbestimmung

Energie – jede/r kennt dieses Wort, jede/r hat es wahrscheinlich mehrmals am Tag im Mund. Das Wort stammt ursprünglich aus dem Altgriechischen, wo „energeia“ Wirksamkeit, Tätigkeit, Betätigung bedeutet. Das dazugehörige Zeitwort „energeo“ bedeutet wirksam sein, wirken.

Im Deutschen hat das Wort „Energie“ mehrere Bedeutungen, die von persönlicher Tatkraft **„Etwas mit großer Energie in die Tat umsetzen“ bis zur „Fähigkeit eines Stoffes, Körpers oder Systems, Arbeit zu verrichten“** (so die Definition im Duden) reichen. Was jetzt so abstrakt klingt, lässt sich einfach erklären: Wenn man die Erdölprodukte Benzin oder Diesel (Stoffe) in einem Motor verbrennt, dann kann man mit der dadurch gewonnenen Energie ein Auto bewegen. Wenn man Holz oder Kohle (Stoffe) verbrennt, entsteht Wärme (Energie), mit der man Wohnungen und Häuser heizen kann.



Energiequellen

Die Sonne ist die größte natürliche Energiequelle, die uns auf der Erde zur Verfügung steht. Ohne sie gäbe es kein Leben auf unserem Planeten. Neben der Solarstrahlung stehen uns zwei weitere Energiequellen zur Verfügung: die tiefe Erdwärme sowie die Planetengravitation und -bewegung.



Quelle: Kozina

Die Energie dieser drei Energiequellen kommt auf der Erde in verschiedenen Erscheinungsformen vor.

So wirkt die Sonne nicht nur als Sonnenenergie direkt, sondern sie wird teilweise auch in andere Energieformen umgewandelt. Sie kann direkt, zum Beispiel in der Photovoltaik und der Solarthermie, oder indirekt mit der Wind-/Wasserkraft und der Biomasse genutzt werden.

Die Gezeitenenergie resultiert aus der Planetengravitation. Sie wird bei Gezeitenwasserkraftwerken verwendet.

Die Geothermie, auch als Erdwärme bezeichnet, wird zum Heizen und zur Stromaufbringung genutzt.



Energieträger

Unter Energieträger versteht man also einen Stoff, der die Energie einer oder mehrerer Energiequellen in sich „trägt“. Aus ihm kann direkt oder indirekt durch ein oder mehrere Umwandlungsschritte Nutzenergie gewonnen werden.

So entsteht zum Beispiel die Windkraft aus der Luftbewegung, welche durch die Sonne bedingt und durch die Erdrotation beeinflusst wird.





Erneuerbare Energien

Als Erneuerbare Energien gelten jene Energien (Träger und Quellen) die in „**menschlichen Dimensionen**“ unerschöpflich sind. Zu ihnen zählen:

- **die Sonne** (Energiequelle)
Die Kraft der Sonne ist nahezu unerschöpflich. Seit mehr als 4,5 Milliarden Jahren sendet sie uns Licht und Wärme. Pro Jahr strahlt die Sonne eine Energiemenge auf die Erde ab, die 15.000 mal größer ist als der Energieverbrauch aller Menschen weltweit. Und sie wird uns noch viele Milliarden Jahre weiter versorgen.

- **die Windkraft** (Energieträger)
Bereits im Mittelalter wurden Windmühlen genutzt. Heute gibt es immer mehr moderne Windkraftwerke die durch die Windkraft Strom erzeugen. Auch Wind wird immer vorhanden bleiben.



- **die Wasserkraft** (Energieträger)
Früher wurden Kornmühlen mit der Kraft des Wassers betrieben. Heute nutzen Wasserkraftwerke (im Bild Donaukraftwerk Wilhering) dieselbe Energie. Mit Hilfe von modernen Turbinen und Generatoren wird Strom erzeugt, heute und in Zukunft.



- **die Biomasse** (Energieträger)
Holz, Stroh und Gräser werden als Biomasse bezeichnet. Sie wachsen laufend nach und können durch Verbrennung in Wärme und anschließend in elektrischen Strom umgewandelt werden.

- **die (tiefe) Geothermie** (Energiequelle)
bezeichnet die Nutzung der Wärme, die aus dem Erdinneren nach oben dringt. Um diese Wärme zu nutzen, wird erhitztes Wasser oder Dampf aus der Tiefe an die Erdoberfläche gefördert.



- **die (oberflächennahe) Geothermie** (Energieträger)
Bei den im Privatbereich üblichen Flächenkollektoren (Erdwärmepumpen etc.) spricht man von der Nutzung der oberflächennahen Erdwärme, welche hauptsächlich von der Sonne und nicht aus dem Erdinneren gespeist wird.





Nicht erneuerbare Energieträger

stehen uns nur begrenzt zur Verfügung. Der Hunger nach Energie und Konsum lässt die fossilen Rohstoffvorkommen zu einem absehbaren Ende kommen.

- Erdöl
- Erdgas
- Kohle
- Uran



Energieumwandlung

Energie kommt auf der Erde in unterschiedlichsten Formen vor (kinetische Energie, chemische Energie, elektrische Energie ...). Man kann sie für verschiedene Zwecke nutzen, z.B. zur Erzeugung von Wärme (Heizen), zur Erzeugung von Licht, zur Fortbewegung u.v.m. Dabei handelt es sich genau genommen nicht um eine Erzeugung neuer Energie, sondern um eine Umwandlung von einer Energieform in eine andere. Bei einer Umwandlung entstehen immer Verluste, wie zum Beispiel Abwärme durch Reibung.

Auch das lässt sich anhand einiger Beispiele einfach erklären:

Mit einem Automotor wird die chemische Energie (des Treibstoffs) durch Verbrennung in Bewegungsenergie (des Fahrzeugs) umgewandelt. Dabei geht viel Energie (rund 70%) ungenutzt als Wärme verloren. Nur ein sehr kleiner Teil dieser Abwärmeverluste wird als Heizung bei Bedarf genutzt.

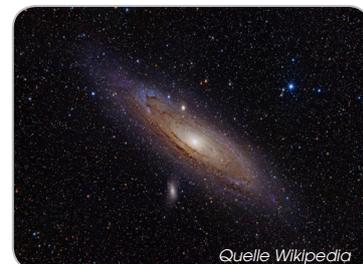
In einem Wasserkraftwerk wird Bewegungsenergie (des Wassers) in elektrische Energie (des Stroms) umgewandelt. Auch hier geht Energie bei der Umwandlung verloren. Aber im Vergleich zum Verbrennungsmotor nur 10%, statt den 70%.

Bei einem Windkraftwerk wird ebenfalls Bewegungsenergie (des Windes) in elektrische Energie umgewandelt. Dabei entstehen 40-50% Verluste an Energie die nicht in Strom umgewandelt werden.



Energieerhaltungsgesetz

Der Energieerhaltungssatz sagt aus, dass die Gesamtenergie eines abgeschlossenen Systems sich nicht mit der Zeit ändert. Zwar kann Energie zwischen verschiedenen Energieformen umgewandelt werden, beispielsweise von Bewegungsenergie in Wärme. Es ist jedoch nicht möglich, innerhalb eines abgeschlossenen Systems Energie zu erzeugen oder zu vernichten: Die Gesamtsumme an Energie bleibt immer gleich.



Grundbegriffe zum Thema

Energie

... ist die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten. Mit ihrer Hilfe kann ein Fahrzeug in Bewegung gesetzt, eine Glühbirne zum Leuchten gebracht oder auch Wasser erwärmt werden. Die Einheit für Energie ist Joule (J).

Watt

Die Leistung, die Energie hat, wird in Watt gemessen. Oft wird auch Kilowatt angegeben (kW), das sind 1000 Watt.

Kilowattstunde (kWh)

Eine kWh entspricht jener Energie, welche ein System (z.B. Maschine, Mensch, Stromverbraucher) mit einer Leistung von 1000 Watt in einer Stunde aufnimmt oder abgibt: „h“ steht für „hour“ (engl.) bzw. „hora“ (lateinisch).

Beispiel: Eine Glühbirne mit 40 Watt Leistung, die 25 Stunden brennt, verbraucht 1000 Wattstunden bzw. 1 Kilowattstunde (kWh).



Bis eine kWh verbraucht ist, kann man

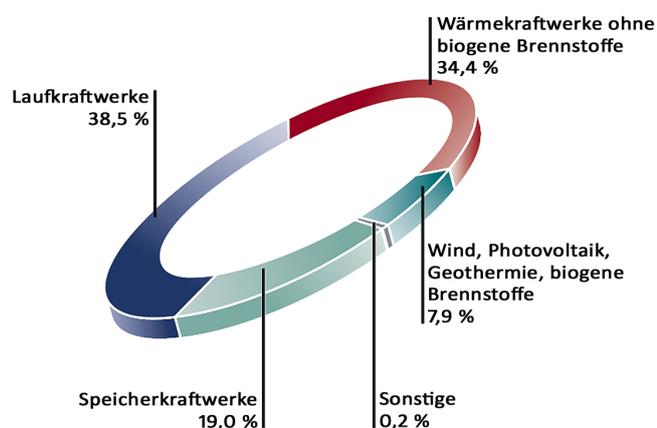
- eine 8 Watt Energiesparlampe 125 Stunden brennen lassen,
- ein Mittagessen für 4 Personen kochen,
- 3 kg Wäsche mit einem 60° C Normalwaschgang waschen,
- 7 Jahre lang 3x täglich die Zähne putzen,
- 3-4 Stunden Wäsche bügeln (je nach Temperaturwahl)
- bis zu 12 Stunden fernsehen (Röhrenbildschirm, je nach Gerät)

Energieerzeugung in Österreich

Die Wasserkraft ist mit rund 60 Prozent die bedeutendste Quelle für Strom aus Österreich. Rund 800 Wasserkraftwerke erzeugen 40.000 GWh umweltfreundlichen Strom. Das zweite Standbein der österreichischen Energieversorgung stellen die thermischen Kraftwerke mit einem Anteil von 34 Prozent dar. Aber auch neue erneuerbare Energieformen - wie Wind, Photovoltaik und Biomasse - leisten einen steigenden Beitrag zur heimischen Stromerzeugung.

Stromerzeugung in Österreich 2011

Inländige Erzeugung ca. 65.700 GWh



Quelle: Österreichs Energie, E-Control

Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

- Noch vor der Besprechung der 1. Unterrichtseinheit Einstieg mit Impulsfrage: Wo gibt es zu Hause Energie? (unter Verwendung des Arbeitsblatts „Wo gibt es zu Hause Energie?“)
- Sammlung von Antworten der Interviews und Erörterung der Frage, was alles zum Wort „Energie“ dazu gehört (Strom + Wärme)
- Besprechung der einzelnen Energiequellen und Energieträger (Kärtchen beschreiben und aufpinnen bzw. Fotokarten verwenden)
- Erklärung des Unterschieds zwischen „Erneuerbaren Energien“ und „Nicht erneuerbaren Energien“ (ohne ins Detail zu gehen)
- Erklärung der Energieumwandlung mit Beispielen (Einstieg mit dem Hinweis: Reibe deine Hände – aus der Bewegung wird Wärme)
- Erklärung des Energieverbrauchs mit der Frage, wozu man Energie überhaupt benötigt (Geräte + Heizung)
- Klärung der Frage nach dem Verbrauch von Elektrogeräten zu Hause: Aufgabe nachzuschauen, wie viel Watt auf diversen Typenschildern stehen (unter Verwendung des Info-Blatts „Mit einer Kilowattstunde kann man“)
- Überleiten zum Thema Stromerzeugung und Abschluss der Unterrichtseinheit mit einem kurzen Hinweis auf die gesamte Energieerzeugung in Österreich



Ich tu's
für unsere
Zukunft

2. EINHEIT

Der Energieverbrauch in Österreich

Im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit stehen folgende Themen:

- die Frage, wofür wir konkret Energie benötigen
- das Kennenlernen neuer Energiebegriffe
- die Auswertung der persönlichen Energietagebücher
- Unterschied zwischen direktem und indirektem Energieverbrauch
- Einführung ins Energiesparen als Überleitung zu Einheit 3



Energieverbrauch in Österreich

Wie bereits erörtert, wird der gesamte benötigte Energiebedarf eines Landes von den unterschiedlichsten Verbrauchern aufgezehrt (siehe dazu die Grafik „Energieverbrauch in Österreich“ in Unterrichtseinheit 1). Ein Teil des Verbrauchs, wie z. B. **Raumheizung, Beleuchtung** oder **Verkehr**, ist für jeden leicht erkennbar.

Neben diesem deutlich sichtbaren Verbrauch gibt es eine zweite Verbrauchsschiene, die sich auf den ersten Blick nicht offenbart. Man spricht in diesem Zusammenhang von „**grauer Energie**“. Der Begriff bezeichnet den indirekten Energieverbrauch, also jene Energie, die für die Herstellung von Produkten aufgewendet werden muss. Dabei wird anteilmäßig die gesamte Energie eingerechnet, die im Produktionsprozess benötigt wird, beginnend beim Energiebedarf für die Gewinnung der Rohstoffe über den Energiebedarf für den Transport dieser in die Fabriken bis hin zum Energiebedarf, der für die Erzeugung der Produktionsmaschinen selbst aufgewendet wurde. Da dies oft nicht hundertprozentig exakt für das einzelne Produkt aufgeschlüsselt werden kann, muss man sich bei der Ermittlung des „grauen“ bzw. indirekten Energieverbrauchs immer wieder einer Schätzung bedienen.



Generell lässt sich aber sagen, dass bei vielen Produkten der indirekte Energieverbrauch in der Produktionskette wesentlich größer ist als dessen direkter Energieverbrauch im Betrieb.

Einige Beispiele sollen das verdeutlichen:

Für die Erzeugung eines Kilogramms Schokolade werden 2,5 kWh aufgewendet, für ein Paar Schuhe 8 kWh, für eine Tageszeitung 7,5 kWh, für einen Computer 3000 kWh und für ein Auto 30000 kWh – das entspricht immerhin bereits dem Stromverbrauch eines Durchschnittshaushaltes für zehn Jahre (Quelle: Wikipedia).



Quelle: UBZ-Archiv

Bei Schokolade, Schuhen oder Zeitung steht dem genannten indirekten Energiebedarf kein direkter Energiebedarf gegenüber, sie benötigen für ihre tägliche Funktion keine Energie, nachdem sie einmal produziert wurden (im Falle der Schokolade ist es sogar umgekehrt – zu üppiger Genuss verleiht zu viel Energie, die sich in Form von Bauchspeck niederschlagen kann).



Anders beim Computer oder beim Auto. Beide benötigen auch im aktiven Betrieb Energie, in Form von Strom der eine, als Benzin oder Diesel das andere. Während der Bedarf an „grauer“ Energie im Herstellungsprozess unverändert bleibt, richtet sich der Bedarf an direkter Energie danach, wie lange der Computer eingeschaltet ist bzw. wie weit man mit dem Auto fährt. Der Verbrauch direkter Energie ist also einsatzabhängig.

Produkt	„Erzeugungsenergie“ (graue Energie)	„direkter Energie“ (Nutzung)
Schokolade	2,5kWh	0
Computer (ohne Bildschirm)	3.000kWh	bei Vollbetrieb ca. 300 Wh
PKW Kompaktklasse 80 bzw. 90 PS	30.000kWh	6,4l Benzin bzw. 4,5 Diesel/100 km

Energietagebuch

Wie man an obiger Tabelle sieht, lässt sich der indirekte Energieverbrauch für die Erzeugung der Produkte vom Endkonsumenten kaum beeinflussen. In den Bereichen Wohnen und Verkehr gehen rund 60 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs auf Kosten der indirekten oder „grauen“ Energie. Bleiben 40 Prozent für die direkte Energie. Diesen direkten Energieverbrauch kann jeder selbst steuern. Je nachdem, wie lange ein elektrisches Gerät in Betrieb genommen oder wie weit mit dem Auto gefahren wird, steigt oder sinkt die verbrauchte direkte Energie. Mit dem persönlichen Verhalten kann jede/r Einzelne also dazu beitragen, wie viel Energie ein Land in Summe verbraucht.

Ein geeignetes Mittel, um den Verbrauch direkter Energie im Haushalt bewusst zu machen, ist die Führung eines Energietagebuchs, in dem man über einen bestimmten Zeitraum notiert, wofür Energie verwendet wird. Oft ist es gar nicht so einfach, den Energieverbrauch eines elektrischen Geräts zu ermitteln. Meistens findet man auf den Geräten einen Aufkleber mit technischen Daten, auf dem auch der Energieverbrauch vermerkt ist. Auch den Gebrauchsanleitungen kann man den Stromverbrauch entnehmen.





Beispiele:

Auf dem Typenschild eines durchschnittlichen Haartrockners steht 2000W (= 2 kW). Wird dieser Fön eine Stunde lang betrieben, verbraucht er zwei Kilowattstunden kWh (2000 Wattstunden Wh), bei einer halben Stunde Betrieb 1 kWh, bei zehn Minuten Haartrocknen immer noch 333,33Wh. Im Vergleich dazu steht auf dem Typenschild eines durchschnittlichen Kofferradios 15W. Das heißt, bei einer Stunde Radiohören werden nur 15 Wattstunden verbraucht.

Wesentlich größeren Verbrauch weisen z.B. E-Herde und Elektroheizungen auf. Die Höhe des Energieverbrauchs von Elektrogeräten hängt also von deren Art ab. Es gibt aber auch innerhalb einer E-Geräte-Art Unterschiede im Verbrauch, die von der Qualität des Geräts abhängen.

Darüber geben die Energieklassen Auskunft, nach denen der Handel Geräte klassifiziert. Die Energieklassen erstrecken sich von A bis G, wobei A für verbrauchsarm steht, G für „Stromfresser“. Mittlerweile gibt es auch Geräte, die weniger verbrauchen als Geräte der Klasse A. Diese werden mit A+, A++ oder A+++ gekennzeichnet. Die höheren Anschaffungskosten solcher Haushaltsgeräte amortisieren sich bald durch den geringeren Verbrauch und dadurch bedingt geringere Stromkosten. Von den positiven Auswirkungen auf die Umwelt ganz zu schweigen.

Energieverbrauch im Haushalt:

50% Heizung
10% Warmwasseraufbewahrung
30% Mobilität
10% Strom, Elektrogeräte



Praktisch, aber in Bezug auf den Stromverbrauch nicht unproblematisch ist der sogenannte **Standby-Modus**, über den viele moderne Elektrogeräte verfügen. Stand-by bedeutet, dass die E-Geräte nicht wirklich ausgeschaltet sind, die Verbindung zum Stromnetz also nicht durch einen umgelegten Schalter unterbrochen ist. Es handelt sich lediglich um einen „Ruhezustand“, aus dem man das Gerät durch einen Druck auf den Fernbedienungsknopf jederzeit „wecken“ kann. Dieser Bedienkomfort hat einen entscheidenden Nachteil: Auch im Stand-by-Modus verbraucht das Gerät Strom, äußerlich häufig sichtbar an einem Licht, das im Stand-by-Modus leuchtet. Um Strom zu sparen, sollte man also das Gerät immer ganz ausschalten und den Netzstecker ziehen.

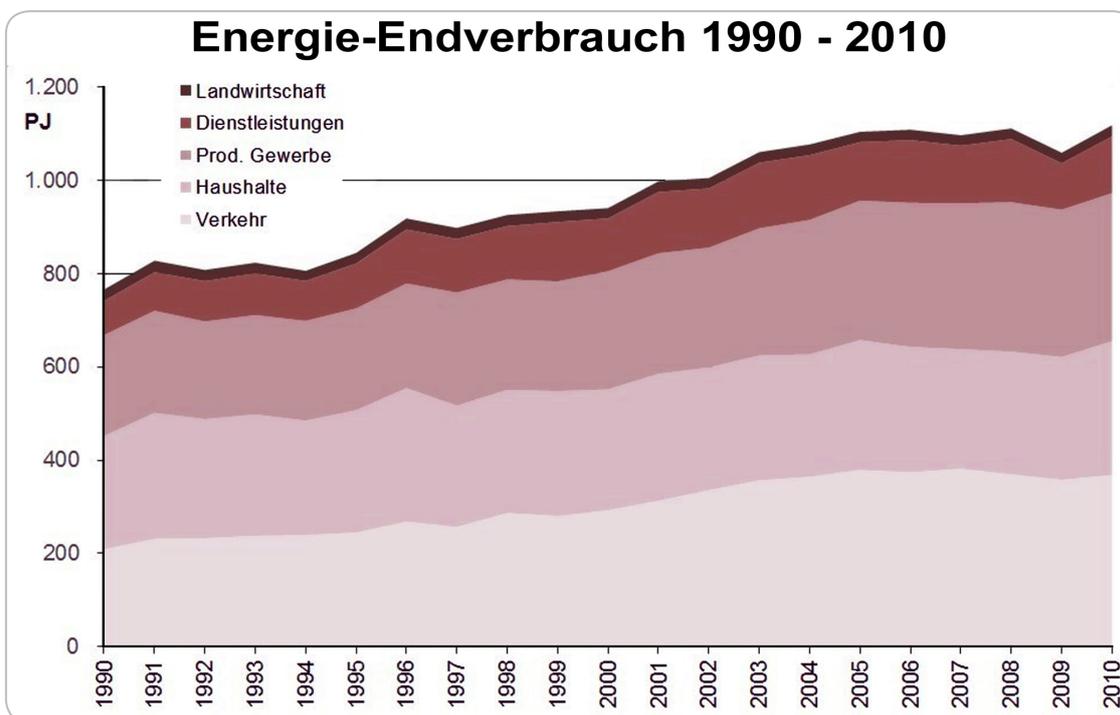


Gesamtenergieverbrauch in Österreich

Die Statistik Austria berechnet Jahr für Jahr den Energieverbrauch unseres Landes. Demnach ist der energetische Endverbrauch im Jahr 2010 gegenüber dem Jahr davor um 5,6 Prozent auf 1.119.154 Terajoule (TJ) gestiegen.

Im Jahr 2010 teilte sich der Energieverbrauch in Österreich wie folgt auf:

33,8%	Verkehr
30,9%	Raumheizung und Klimaanlage
13,7%	Industrieöfen (in der Eisen- und Stahl-, Glas-, Kunststoff-, Nahrungs- und Futtermittel-, Mineralöl-, Abfall- und Holzindustrie u.a.)
11,0%	Standmotoren (fix installierte Strom- und Treibstoffmotore in Gewerbe und Industrie)
7,8%	Dampferzeugung (für Prozesswärme und Stromerzeugung)
2,8%	Beleuchtung und EDV



(Quelle Statistik Austria, in Statistikbroschüre 2012, E-Control)

Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

- Besprechung der Begriffe „grauer Energie“ sowie „direkter Energie“ mit Beispielen
- Erklärung der Funktion eines Energie-Tagebuchs (unter Verwendung eines vorab ausgefüllten Arbeitsblatts „Energie-Tagebuch“) – Arbeitsauftrag für Zuhause (Querverweis auf die Übungseinheit 1 – Typenschilder von Elektrogeräten)
- Auswertung der Energie-Tagebücher und Besprechung der verschiedenen Strom- und anderen Energieverbraucher
- Erklärung des Fotos „Energieverbrauch im Haushalt“
- Abschluss der Unterrichtseinheit mit einem kurzen Hinweis auf den gesamten Energieverbrauch in Österreich



Ich tu's
für unsere
Zukunft

3. EINHEIT

Jeder von uns kann Energie sparen!

Im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit stehen folgende Themen:

- Warum überhaupt Energie sparen?
- Wo und wie kann im Haushalt durch Verhaltensveränderung Energie gespart werden?
- Wo und wie kann durch kleine Investitionen Energie gespart werden?
- Wo und wie kann es durch größere Maßnahmen zu einer Energieeinsparung kommen?



Jeder von uns kann Energie sparen!

Ein Blick zurück

Energiesparen, heutzutage ein Gebot der Stunde, stellt ein relativ junges Phänomen dar. Es liegt nämlich noch gar nicht so lange zurück, als der (im Nachhinein betrachtet übermäßige) Verbrauch von Energie als Zeichen für Wohlstand und Prosperität galt. Die Treibstoffpreise waren extrem niedrig, die Autos verbrauchten dementsprechend viel Benzin. Wärmedämmungen für Häuser gab es nicht, aber aufgrund der geringen Kosten für den Treibstoff oder für die Heizung störte das niemanden. Kurz gesagt: Das Bewusstsein für die Notwendigkeit, Energie zu sparen, war wegen deren vermeintlich grenzenloser Verfügbarkeit nicht gegeben.

Ein erstes Umdenken erfolgte in den 1970er Jahren. In den Jahren 1973 sowie 1979/1980 stieg der Preis für Erdöl durch die Drosselung der Förderungen seitens der OPEC enorm, im Zuge dessen schnellten natürlich auch die Preise für Treibstoff und Heizöl in die Höhe. Mit dem (positiven) Nebeneffekt, dass man sich erstmals ernsthaft Gedanken zu machen begann, wie man Energie einsparen könnte. Ein Beispiel damals war der sogenannte „autofreie Tag“ – jede/r Kfz-BesitzerIn konnte sich einen Tag der Woche aussuchen, an dem sie/er das Auto nicht in Betrieb nahm. Dieser Tag musste mit einer Plakette an der Windschutzscheibe des Autos sichtbar gemacht werden.



Quelle: Wirtschaftsverlag

„Autofreier Tag 1973“

Und auch die Semesterferien in den Schulen sind eine Folge der Ölkrise. Um Heizkosten zu sparen, wurden die Schulen im Februar 1974 eine Woche lang geschlossen. Ursprünglich Energieferien genannt, entwickelte sich daraus die heutige Semesterferienwoche. Davor gab es zu Semesterende zwar ein Zeugnis, aber keine Ferienwoche.

In der Zwischenzeit hat sich das Bild grundlegend gewandelt. Längst sind es nicht mehr nur die Kosten, die uns zum Energiesparen motivieren sollten. Es hat sich herausgestellt, dass einseitige Fokussierung auf Produktion und Mobilität mit einer Fülle an Umweltschäden einhergeht und dass das derzeitige Niveau längerfristig nicht zu halten sein wird, ohne den nachfolgenden Generationen ein schweres Erbe zu hinterlassen. Stichworte: Klimawandel, Rohstoffkonflikte.

Die Notwendigkeit, Energie zu sparen, scheint mittlerweile also weitgehend unumstritten. Das bezieht sich nicht mehr nur auf Erdöl und dessen Folgeprodukte, sondern auch auf elektrische Energie. Die Atomkatastrophe von Fukushima in Japan, die Widerstände gegen den weiteren Ausbau der Wasserkraft – all das sind Indizien, dass auch beim Stromverbrauch kein grenzenloses Wachstum möglich ist, zumal ja vor allem durch den Einzug der Computer in (beinahe) jeden Haushalt ein weiterer Verbraucher elektrischer Energie in den letzten Jahren dazugekommen ist. Energie zu sparen ist also keine alleinige Aufgabe der produzierenden Industrie und des Verkehrs, sondern eine Anforderung an jeden Einzelnen.



Vor allem Energiesparmaßnahmen in den Haushalten lassen sich leicht verständlich für die Kinder erklären bzw. gemeinsam erarbeiten, betreffen sie doch deren unmittelbares Lebensumfeld. Außerdem haben sie den Vorteil, dass die Kinder dadurch zu Multiplikatoren in den Haushalten werden und Geschwister, Eltern etc. von der Sinnhaftigkeit, Energie zu sparen, überzeugen könnten. Es folgen nun etliche Beispiele, die im Unterricht Verwendung finden können.

Energiesparmaßnahmen, die ohne Kosten, aber mit einer Verhaltensänderung zu erzielen sind:

Waschmaschine

- immer voll anfüllen
- bei kleinen Mengen besser Kurzwäscheprogramm
- Vorwäsche weglassen, das spart 15 Prozent Energie
- statt Wäsche zu kochen, reichen 60° C im Normalfall bei allen Wäschestücken aus; 95° C benötigt man nur bei infektiösen Krankheiten
- Waschpulver genau dosieren



Wäschetrockner

- Wäsche aufhängen statt im Trockner trocknen
- Wäsche vorher gut ausschleudern
- Flusensieb regelmäßig reinigen

Geschirrspüler

- immer voll beladen
- richtiges Programm verwenden und Spülmittel genau dosieren

Übrigens: Mit der Hand abwaschen verbraucht mehr Energie und Wasser als ein Geschirrspüler (2 bis 3 kWh Strom und 40 bis 60 l Wasser bei Handwäsche gegenüber 1,3 kWh Strom und 18 Liter mit Geschirrspüler)



Kühl- und Gefriergeräte

- 7° C sind für den Kühlschrank optimal, beim Gefrierschrank genügen -18° C, nicht kälter
- Speisen nicht warm in den Kühlschrank stellen
- Gerätetüren nur ganz kurz offen lassen
- Geräte immer an kühlen Orten aufstellen. Steigt die Raumtemperatur um einen Grad, steigt der Stromverbrauch des Gerätes um vier Prozent!
- Türdichtungen überprüfen
- regelmäßig abtauen
- ev. während des Urlaubs abschalten und dann unbedingt öffnen



Herd

- die Durchmesser von Topfboden und Herdplatte sollten genau übereinstimmen
- Dampfgareinsatz verwenden, das reduziert den Wasserbedarf beim Kochen und somit die Kochdauer
- immer Deckel auf den Topf
- Schnellkochtopf verwenden
- Eierkocher, Kaffeemaschine bzw. Wasserkocher verwenden

**Backofen**

- Nachwärme nutzen
- bei Betrieb nicht unnötig öffnen
- Toasten mit Toaster bzw. Minibackofen

Warmwasser

- Duschen statt Baden
- während des Einseifens bzw. beim Zähneputzen Wasser immer abdrehen
- für den Speicher reicht eine Temperatur von 65° C

**Stand-by-Geräte**

- Stand-by prinzipiell vermeiden
- Kontrollämpchen bzw. Zeitanzeigen dürfen nicht leuchten

Auto

- Dachboxen bzw. Skiträger nur bei Bedarf verwenden
- je schwerer das Auto beladen ist, desto mehr Energie wird verbraucht
- Klimaanlage nur einschalten, wenn sie wirklich benötigt wird
- Reifendruck richtig einstellen
- im optimalen Drehzahlbereich fahren (nicht mit dem ersten Gang 50 km/h fahren)

Raumheizung

- Raumtemperatur richtig einstellen (Wohn- und Essbereich 22° C, Schlafzimmer 18° C)
- in der Nacht und im Urlaub die Temperatur absenken, in der Schule auch an Wochenenden
- keine elektrischen Heizstrahler verwenden
- Raumtemperatur auf 15° C senken, wenn man länger nicht zu Hause ist (Urlaub)
- immer kurz quer- oder stoßlüften, keine Fenster kippen
- in der Nacht die Rollläden runterlassen oder die Balken schließen, so geht durchs Fenster weniger Energie verloren



Einkaufen

- regionale, saisonale Produkte bevorzugen
- Bio-Lebensmittel kaufen
- Frischware nach Bedarf einkaufen und nicht auf Vorrat
- zu Fuß bzw. mit dem Rad die Einkäufe erledigen

Energiesparmaßnahmen, die mit geringen Kosten zu erzielen sind

- LED-Lampen oder Energiesparlampen verbrauchen viel weniger Strom als herkömmliche Glühbirnen (deren Verkauf von der Europäischen Union ohnehin sukzessive verboten wird)
- Wassersparaufsätze an allen Wasserhähnen verwenden
- Einsatz von Bewegungsmeldern in Bereichen, in denen keine dauerhafte Beleuchtung erwünscht ist
- Einbau von Thermostatventilen bei Heizkörpern



Quelle: UBZ-Archiv

Energiesparmaßnahmen, deren Umsetzung Kosten nach sich ziehen

- Nutzung der Sonnenenergie (Sonnenkollektoren für Warmwasser bzw. Solarzellen zur Stromerzeugung)
- Neukauf von energiesparenden Elektrogeräten – EU-Energie-Label beachten
- Regenwassernutzungsanlage
- Fenstertausch (alte, einfach verglaste Fenster durch solche mit Doppelverglasung ersetzen)
- Erneuerung der Heizungsanlage
- Wärmedämmung (Wände, Dach und Boden isolieren)

Solche Investitionen rechnen sich zumeist bereits nach wenigen Jahren.

Wie man sieht, gibt es eine Fülle von Maßnahmen, die jede/r von uns im unmittelbaren Lebensumfeld ergreifen kann, um einen Beitrag zum sparsamen Umgang mit Energie zu leisten.

Während es bei den Haushalten vor allem deren Masse ist, die ihren Energieverbrauch zu einer respektablen Größe im Gesamtenergieverbrauch Österreichs macht, sind es in der Industrie einzelne Großunternehmen, aber auch sehr energieintensive produzierende Branchen, wie z. B. die Stahlproduktion der VOEST in Donawitz oder die Aluminiumerzeugung in Oberösterreich.



Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

- Einführung mit einem kurzen Brainstorming zum Thema Energiesparen, Plakat mit den gesammelten Begriffen und Ideen gestalten
- Besprechung der verschiedenen Möglichkeiten des Energiesparens und Ergänzung des Plakats
- Durchführung eines Schulhauschecks (unter der Verwendung des Arbeitsblatts „Das kannst du checken“), anschließend das Arbeitsblatt „Energieprotokoll“ ausfüllen
- Gestaltung einer Infowand zum Thema Energiesparen und Klimawandel (Anleitung dazu am Arbeitsblatt „Klimasünder Schulhaus? Eine Info-Wand gestalten“)
- Gestaltung von Erinnerungsschildern (Anregungen dazu im Arbeitsblatt „Klimasünder Schulhaus? Hinweisschilder gestalten“)
- Überleitung zum Thema Wärmedämmung – Hinweis als Möglichkeit zum Energiesparen



Ich tu's
für unsere
Zukunft

4. EINHEIT

Wärmedämmung – ein Gebot der Stunde!

Im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit stehen folgende Themen:

- Was ist Wärmedämmung und warum braucht man sie?
- Welche Dämmstoffe gibt es? – Praktische Erfahrung einzelner Dämmstoffe
- Vergleich von Baustoffen bezüglich Wärmedämmung
- Wie wird ein Haus wärmegeämmt?
- Was passiert bei ungenügender Wärmedämmung?
- Das Passivhaus: Paradebeispiel für Wärmedämmung
- Aufbauend auf der Erkenntnis, dass Passivhäuser im Prinzip keine Heizung benötigen, Überleitung zur nächsten Unterrichtseinheit zum Thema Heizen



Wärmedämmung – ein Gebot der Stunde!

Was ist Wärmedämmung und warum braucht man sie?

Zur Wärmedämmung macht man sich die Eigenschaft eines Stoffes/Materials zunutze: nämlich diejenige, Wärme sehr schlecht weiterzuleiten. Dadurch lässt sich erreichen, dass die Wärme im Haus bleibt. Ein einfacher Vergleich zeigt dies anschaulich: Der Kochtopf aus Gusseisen wird sehr schnell heiß, weil das Material die Wärme gut weiterleitet. Mit dem wattierten Küchenhandschuh kann man ihn dennoch anfassen, weil Letzterer die Wärme schlecht weiterleitet.



Quelle: UBZ-Archiv

Prinzipiell lässt sich sagen: Je mehr Luft in einem Material eingeschlossen ist, desto besser ist die Dämmwirkung. Das passt auch gut zu unserem Vergleich mit dem Topf: Eisen ist fest und schwer, hat keine Luft eingeschlossen, Watte hingegen ist luftig und leicht.

Genauso ein Stein: Er ist sehr dicht und schwer, verfügt dementsprechend über eine schlechte Wärmedämmung; Styropor, ein Dämmstoff, hingegen ist sehr leicht und verfügt im Inneren über viele luftgefüllte Poren – deshalb stellt es eine ausgezeichnete Wärmedämmung dar, die beispielsweise im Hausbau Verwendung findet. Wärmedämmung dient übrigens nicht nur dazu, Wärme in dem von Dämmstoffen umgebenen Inneren zu speichern. Sie kann umgekehrt auch dazu verwendet werden, dass die Kälte nicht verloren geht (z.B. im Kühlschrank). Wärmedämmung verhindert also, dass es im Haus im Winter zu kalt und im Sommer zu warm wird, denn nur bei der richtigen Temperatur fühlen wir uns wohl im Haus. Je besser sie ist, desto weniger müssen wir im Winter heizen und desto weniger Energie benötigen wir dafür.

Welche Dämmstoffe gibt es?

Styropor und Mineralwolle sind die bekanntesten Dämmstoffe (Styropor kennt man auch als Verpackungsmaterial). Aber auch Holz und Papier können gute Dämmstoffe darstellen, zumindest in verarbeiteten Formen (z.B. Weichfaserplatten, wie man sie von Pinnwänden kennt).



Quelle: UBZ-Archiv

Wenn wir an unsere Umwelt denken, gibt es „gute“ und „weniger gute“ Dämmstoffe. Bei dieser Kategorisierung geht es primär um die Umweltverträglichkeit der Materialien und nicht darum, wie gut sie dämmen können. „Gute“ Materialien sind Recycling- und Naturdämmstoffe (Zellulosefaser aus Altpapier, Holzweichfaser, Flachs, Hanf, Glasschaum, Mineralschaum etc.). „Weniger gute“ Materialien sind Styropor (aus Erdöl erzeugt) oder Mineralfaser (zwar aus Stein gewonnen, enthält aber viele chemische Zusatzstoffe). Allerdings gibt es Anwendungsbereiche, wo man Letztere benötigt. Zudem sind sie oft viel günstiger in der Anschaffung als die natürlichen Dämmstoffe.



Vergleich von Baustoffen bezüglich Wärmedämmung

Vergleicht man einzelne Materialien, erkennt man die Unterschiede in ihrer Dämmfähigkeit. Die Wärmedämmfähigkeit wird durch eine Zahl ausgedrückt (Wärmeleitfähigkeit λ), je kleiner diese ist, desto besser ist die Dämmfähigkeit:

Bei Dämmstoffen liegt dieser Wert bei 0,04 W/mK, bei Holz bei 0,12 W/mK, bei Ziegeln bei 0,36 W/mK.

Infolgedessen benötigt man unterschiedlich dicke Materialschichten, um dieselbe Wärmedämmung zu erzielen:

- 600 cm Beton
- 90 cm Hohlziegel
- 30 cm Holz
- 10 cm Dämmstoff (Holzweichfaser, Zellulosefaser, Styropor etc.)

„Wie unterschiedlich die Dämmfähigkeit von Baustoffen sein kann, zeigt folgender Vergleich. Um die gleiche Wärmedämmwirkung zu erzielen, die einer 17 cm dicken Mineralwolle-Dämmung entspricht, ist eine Vollziegelwand mit einer Stärke von 3,44 m erforderlich!“
(Quelle: www.heiztipp.de)

Wie wird ein Haus wärmegeädämmt?

Ein Haus wird rundherum gedämmt, denn die Wärme geht auch rundherum verloren. Deshalb müssen also die Kellerdecke, die Außenwände und der Dachboden wärmegeädämmt werden – möglichst ohne Lücken!

Für die einzelnen Bereiche eines Hauses kommen in der Regel unterschiedliche Dämmstoffe zum Einsatz, wobei diese auch auf unterschiedliche Art und Weise für den Einbau vorbereitet werden.

- Kellerdecke: Dämmplatten (Styropor, Mineralfaserplatten, Holzweichfaserplatten)
- Außenwand: Vollwärmeschutz (Styropor, Mineralfaserplatten, Holzweichfaserplatten)
- Dachboden: Zellulosefaser, Mineralfaser oder bei genug Platz auch begehbare Dämmplatten.

Nach Möglichkeit sollten Materialien gewählt werden, die selbst umweltschonend sind und nicht bei ihrer Herstellung oder aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung Schadstoffe enthalten bzw. freisetzen. Als umweltschonend gelten beispielsweise Zellulosefasern, Holzweichfaser oder Flachs. Diese Materialien können allerdings nicht überall eingesetzt werden, so z.B. nicht zur Dämmung von Kelleraußenwänden, da sie nicht feuchtebeständig sind.



Quelle: Gutex Holzfaserplattenwerk

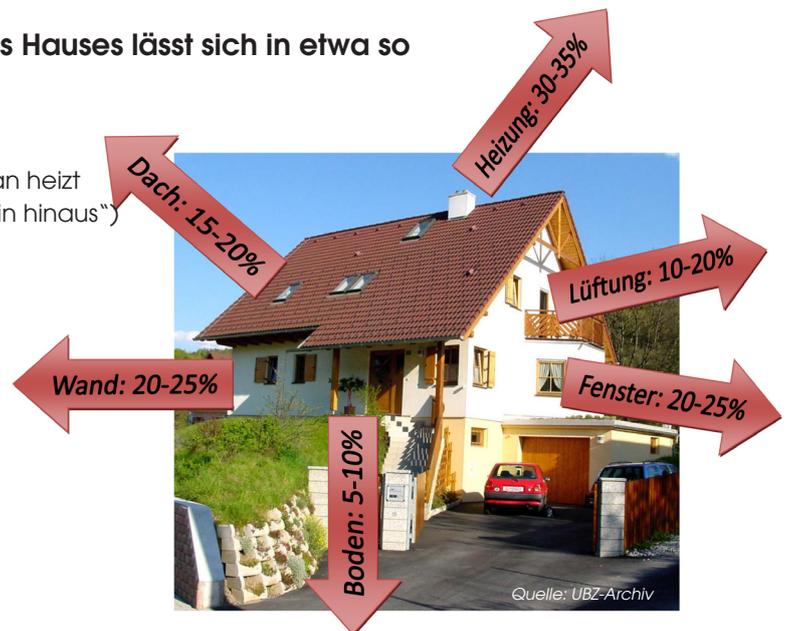
Was passiert bei ungenügender Wärmedämmung?

Man muss mehr heizen (was viel Geld kosten kann und unnötig Energie verbraucht); außerdem kann es zu Schäden am Bauteil kommen. Diese Schäden entstehen dadurch, dass es im jeweiligen Bauteil zu Wasserdampfkondensation kommt (d.h. die Wand wird feucht – und Feuchtigkeit richtet mit der Zeit Schaden an: Holz verfault, Ziegel zerbröckeln, es bildet sich Schimmel etc.). Ob ein Gebäude gut oder schlecht wärmegeädämmt ist, lässt sich mit einer so genannten Wärmebildkamera feststellen. Dieser und der damit durchgeführten Thermografie ist eine eigene Unterrichtseinheit gewidmet.



Der Wärmeverlust eines Hauses lässt sich in etwa so quantifizieren:

- Heizung: 30-35 % (d.h. man heizt buchstäblich „beim Kamin hinaus“)
- Fenster: 20-25 %
- Wand: 20-25 %
- Dach: 15-20 %
- Lüftung: 10-20 %
- Boden: 5-10 %



Das Passivhaus

Ein Paradebeispiel für Wärmedämmung stellt das sogenannte Passivhaus dar. Es folgt dem Grundsatz, dass der Wärmeverlust infolge exzellenter Dämmung praktisch gegen null gehen kann. Das bedeutet, dass bei optimaler Wärmedämmung zur Heizung des Hauses in der kalten Jahreszeit keine Wärme zugeführt werden muss. Im Idealfall genügen dafür die Sonneneinstrahlung, die Abwärme der im Haus befindlichen Elektrogeräte sowie die Körpertemperatur der Bewohner.

Das erste Passivhaus, das Ende der 1980er Jahre von einem schwedischen Ingenieur und einem deutschen Physiker entwickelt wurde, steht in Darmstadt (Deutschland). Laut der Homepage der IG Passivhaus wird es bis heute von vier Familien bewohnt und verbraucht weniger als ein Zehntel der Heizenergie eines konventionellen Gebäudes. Um dieses Ziel zu erreichen, bedarf es



„Erstes Passivhaus Darmstadt“

bei Planung und Bau eines Passivhauses einer raffinierten Kombination geeigneter Baumaterialien mit moderner Technik und äußeren Rahmenbedingungen.



So ist für den Erfolg bereits die Lage des Grundstückes ausschlaggebend. Ein schattiger Baugrund am Waldrand wird sich für ein Passivhaus nicht eignen, weil keine – auch im Winter wärmenden – Sonnenstrahlen durch die möglichst großen Fenster an der Südseite fallen können. Auch Beschattung durch Nachbarhäuser ist zu vermeiden. Weiters sollte ein Passivhaus so wenig Außenfläche wie möglich aufweisen – verspielte Erker und Anbauten für Nebenräume sind tabu. Letztere werden bei einem Passivhaus meistens extra gebaut, weil sie, wie beispielsweise ein Geräteschuppen, ohnehin nicht beheizt werden müssen.

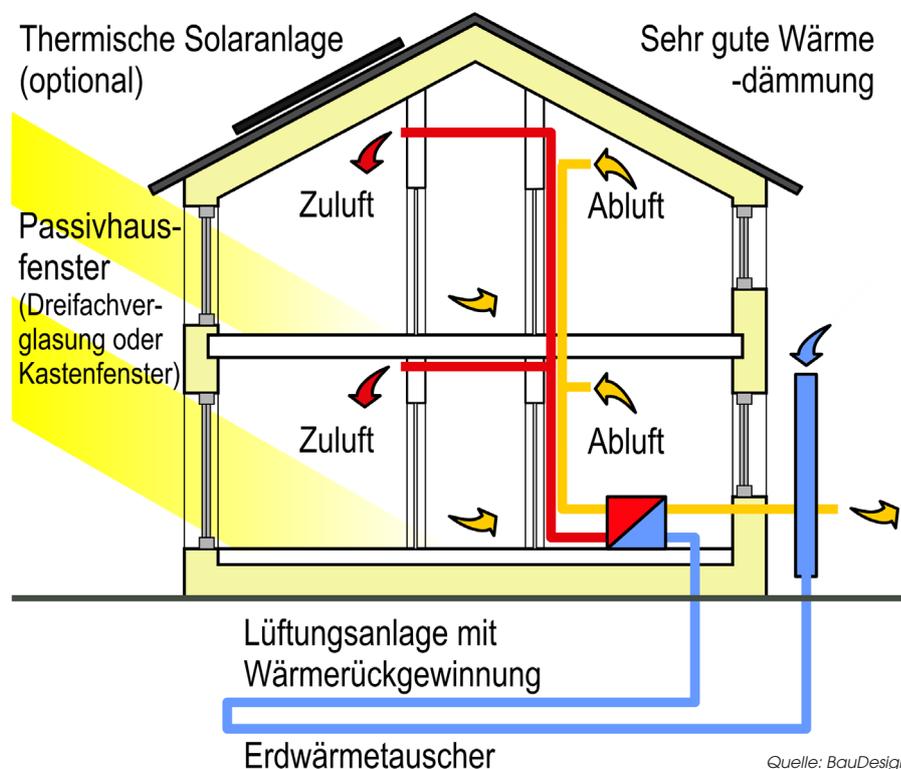


Nächster wichtiger Punkt eines Passivhauses ist die entsprechende Wärmedämmung, die vor allem an den Ecken und Kanten lückenlos ausgeführt sein muss, um Wärmebrücken zu vermeiden. Kernstück jedes Passivhauses ist die Lüftungsanlage mit Wärmeaustausch. Das bedeutet, dass nicht wie beim herkömmlichen Lüften über geöffnete Fenster die Raumwärme mit der Innenraumluft „hinausgelassen“, sondern dass der Abluft zuerst die Wärme entzogen und mit dieser Wärme die kalte Zuluft von draußen erwärmt wird, bevor sie ins Haus strömt. Mindestens 75 % der Wärme sollen beim Luftaustausch erhalten bleiben, wodurch die Raumtemperatur im Winter mit Unterstützung der genannten natürlichen Wärmequellen (Sonne, Körpertemperatur der Bewohner, Abwärme von Geräten) auf einem konstanten Niveau gehalten werden kann.

Konventionelles Lüften mittels Öffnen der Fenster entfällt beim Passivhaus – zumindest in der kalten Jahreszeit. (Abhängig von der tatsächlichen Lage des Hauses und der Strenge des Winters kann auch bei Passivhäusern die Notwendigkeit zu Heizen auftreten, allerdings in vernachlässigbarem Ausmaß.) In dieser modernen Lüftungsanlage liegt auch der (kleine) Pferdefuß eines Passivhauses: Es benötigt laufend elektrische Energie, um die Lüftungsanlage zu betreiben. Die höheren Errichtungskosten hingegen amortisieren sich im Laufe der Jahre, weil ja im laufenden Betrieb die Heizkosten weitestgehend oder gänzlich entfallen. Photovoltaikanlagen und Solaranlagen zur Warmwassergewinnung bzw. zur Heizungsunterstützung sind oftmals bei Passivhäusern zu finden.

Weiterführendes Material findet man auf der Homepage: www.igpassivhaus.at

Funktionsprinzip Passivhaus



Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

- Einführung in das Thema mit Hilfe von unterschiedlichen Dämmmaterialien (aus dem Baumarkt) oder mit den Bildkarten unterschiedlicher Dämmmaterialien (Fotos ev. aus dem Internet suchen lassen)
- Überprüfung der Funktion einer Dämmung mit Hilfe des Schachtelversuches. Arbeit in Kleingruppen, jede Gruppe untersucht einen anderen Dämmstoff (Anleitung im Arbeitsblatt „Wärmedämmung“)
- Erklärung der Wärmeverluste in einem Haus mittels Foto „Wärmeverluste im Haus“
- Arbeitsaufgabe für zu Hause - Arbeitsblatt „Heizen und Dämmen“
- Kurze Erklärung der Funktionsweise eines Passivhauses (unter Verwendung des Lückentextes „Passivhaus“)
- Überleitung zum Thema Heizen

LÖSUNG für Lückentext „Passivhaus“

Passivhäuser sind **Umwelthäuser**, die normalerweise nicht **beheizt** werden müssen. Sie müssen an einer **sonnigen** Stelle stehen, damit viel Sonnenlicht ins Haus eindringen kann. Die Fenster sind groß und haben meist drei **Glasscheiben**. Ein Passivhaus hat eine besondere **Wärmedämmung**, gedämmt sind Kellerboden, Dachboden und alle Außenwände. Eine sehr gute Lüftungsanlage versorgt die Bewohner mit **Frischluff** und verhindert den Verlust von **Wärme**. Auf dem Dach befinden sich eine **Solaranlage**, die warmes Wasser erzeugt sowie eine Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung.



Ich tu's
für unsere
Zukunft

5. EINHEIT

Die unterschiedlichen Arten der Heizung

Im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit stehen folgende Themen:

- Unterschied erneuerbare – nicht erneuerbare Energieträger
- Welche Heizungsarten gibt es?
- Welche Heizungen sind aus ökologischen Gründen zu bevorzugen?



Die unterschiedlichen Arten der Heizung

Erneuerbar und nicht erneuerbar

Auf den Unterschied zwischen erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energieträgern wurde in Unterrichtseinheit 1 bereits eingegangen. Einer der wichtigsten Bereiche, in denen dieser Unterschied eine Rolle spielt, ist die Heizung der Eigenheime. Sowohl erneuerbare als auch nicht erneuerbare Energieträger stehen zur Verfügung, um die Räume behaglich zu wärmen.



Wenn auch beinahe jeder Energieträger seine Vor- und Nachteile aufweist, können alle erneuerbaren Energieträger ein großes Plus verzeichnen: In Zeiten, in denen eigentlich alle Anstrengungen der Hintanhaltung der negativen Auswirkungen des Klimawandels gelten sollten, sind sie wegen ihrer weitgehenden CO₂-Neutralität eindeutig zu bevorzugen.

Was als Forderung relativ einfach klingt, hat in der praktischen Umsetzung natürlich seine Tücken: Neue Heizungen einzubauen wird oft zur ökonomischen Frage. Deshalb handelt es sich dabei um einen sensiblen Unterrichtsbereich, bei dem immer auch zu bedenken ist, dass manche Familien finanziell nicht in der Lage sind, für die Raumheizung auf erneuerbare Energieträger umzusteigen. Sie als „Umweltsünder“ zu diskriminieren, ist unbedingt zu vermeiden.

Womit kann man heizen?

Heizen kann man im Grunde mit vielen brennbaren Materialien. Allerdings sind die Öfen jeweils nur für spezifische Brennstoffe geeignet. Wichtig ist dabei allerdings, keine toxischen Abgase zu erzeugen und keine Umweltgifte freizusetzen, was beispielsweise bei der Verbrennung von lackiertem Holz geschehen würde.

Deshalb gibt es bei uns nur wenige, ganz genau definierte Brennstoffe, die auch nur mit genau dafür geeigneten Geräten verbrannt werden dürfen. Abfälle und Getränkepackerl gehören beispielsweise nicht in den Heizungskessel!

Warum sieht man oft über freiliegenden Heizungsrohren eine dunkelverfärbte Mauer?

Staub und andere kleine Luftpartikel (Aerosole) setzen sich auf den freiliegenden Heizungsrohren oder auch auf Heizkörpern ab. Wenn diese nun erhitzt werden, verändern sich auch der (Fein)Staub und die Partikel und werden von der warmen Luft nach oben getragen. Dann setzen sie sich wiederum an der Wand ab und bilden die bekannten dunklen Verfärbungen, die auch als „Fogging-Effekt“ bezeichnet werden. Diese haben aber nichts mit Abgasen zu tun.



Quelle: Kozina



Gängige Heizungen im Vergleich

Eine der wichtigsten Fragen, der man sich bei der Errichtung eines Hauses zu stellen hat, ist die der Beheizung. Versorgungssicherheit spielt hier genauso eine Rolle wie der Preis für die Heizungsanlage und die Brennstoffe.

Folgender Vergleich der Heizungsarten gibt einen ersten Überblick über die jeweiligen Stärken und Schwächen.

Öl

Vorteile: Sparsamkeit durch Brennwerttechnik; Bedienungsfreundlichkeit.

Nachteile: Abhängigkeit vom internationalen Rohölpreis; mindestens einmal pro Jahr muss eingelagert werden; Schadstoffemission; kein erneuerbarer Energieträger – aus Rohöl lässt sich außerdem Besseres machen, als es zu verbrennen, beispielsweise Arzneimittel; in Ballungsräumen kommt ein Anteil am Feinstaubausstoß als weiterer negativer Aspekt dazu.



Erdgas

Vorteile: Bedienungsfreundlichkeit; geringere Emissionen als Öl; keine Einlagerung weil leitungsgebunden.

Nachteile: Internationale Abhängigkeit bei Lieferung und Preis; Verfügbarkeit nicht überall gegeben; kein erneuerbarer Energieträger.

Kohle/Koks/Briketts

Vorteile: keine

Nachteile: Kein erneuerbarer Energieträger; Schmutz; Aufwand beim Heizen; in Ballungsräumen kommt ein beträchtlicher Anteil am Feinstaub als weiterer negativer Aspekt dazu.



Strom

Vorteile: Bedienungsfreundlichkeit; keine Einlagerung notwendig.

Nachteile: Relativ teuer (vor allem Tagstrom). Er ist nicht ökologisch, wenn die Stromwärme aus fossilen Energieträgern stammt.

Fernwärme/Nahwärme

Vorteile: Bedienungsfreundlichkeit; keine Einlagerung notwendig.

Nachteile: Abhängigkeit von der gesetzlich vorgeschriebenen Heizperiode (nicht bei allen Versorgern); nicht überall verfügbar. Sie ist nicht ökologisch, wenn die Wärme aus fossilen Energieträgern stammt!



Heizungstechnologien mit erneuerbaren Energieträgern

Verfehlten Kyoto-Zielen und gescheiterten Klimaschutzgipfeln zum Trotz hat die fortschreitende Klimaerwärmung auch bei der Frage der Beheizung von Privaträumlichkeiten zur Suche nach umweltfreundlichen Alternativen geführt. Vor allem die Nutzung von Sonnenenergie sowie von Erdwärme erlebt hier in den letzten Jahren einen regelrechten Boom.

Pellets

Vorteile: heimischer nachwachsender Energieträger; CO₂-neutral, Bedienungs-freundlichkeit

Nachteile: Immer wieder Preisanstieg bei Pellets wegen großer Nachfrage; Asche muss entfernt werden; regelmäßige Einlagerung und großer Lagerraum notwendig; in Ballungsräumen kommt der Feinstaubausstoß als weiterer negativer Aspekt dazu.

(Scheit)Holz

Vorteile: Heimischer Energieträger; CO₂-neutral; Gemütlichkeit durch „knisterndes Feuer“.

Nachteile: Einlagerung und großer Lagerraum notwendig; Aufwand beim Heizen; Schmutz; in Ballungsräumen kommt ein beträchtlicher Feinstaubausstoß als weiterer negativer Aspekt dazu.



Oberflächennahe Erdwärme = Wärmepumpe

Vorteile: Bedienungsfreundlichkeit; keine Einlagerung notwendig

Nachteile: Relativ teure Herstellung; laufende Stromkosten; Sie ist nicht ökologisch, wenn der Strom aus fossilen Energieträgern stammt.

Solarheizung

Vorteile: Bedienungsfreundlichkeit; keine Einlagerung notwendig

Nachteile: Abhängigkeit von der Sonnenscheindauer; meist nur als Zusatzheizung zu verwenden; Raumbedarf für Pufferspeicher - relativ teure Herstellung
Der Sonnenenergie ist in weiterer Folge eine eigene Unterrichtseinheit gewidmet



Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

- Einführung in das Thema mit der Frage, welche Heizungen die Kinder bei sich zu Hause haben.
- Besprechung der unterschiedlichen Heiztechnologien mit Hilfe der beiden Arbeitsblätter „Heizungsarten 1 und 2“
- Spielerische Auseinandersetzung und Wiederholung mit den Heizungsarten-Memo-Cards (dafür 2x ausdrucken, auf Karton kleben und ausschneiden)
- Kurze Erklärung bzw. Wiederholung des Begriffes „nicht erneuerbare = fossile Energieträger“ (aus Unterrichtseinheit 1) als Überleitung zum nächsten Thema



Ich tu's
für unsere
Zukunft

6. EINHEIT

Energie aus der Erde vs. Biomasse

Im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit stehen folgende Themen:

- Entstehung von Erdöl, Erdgas und Kohle sowie
- deren Verwendung
- Im Gegensatz zu den nicht erneuerbaren Energieträgern Erdöl, Erdgas und Kohle gibt es auch erneuerbare Energieträger; zum Beispiel Biomasse, sie wird anhand von Holz, das auch Ausgangsmaterial für die Kohle ist, vorgestellt

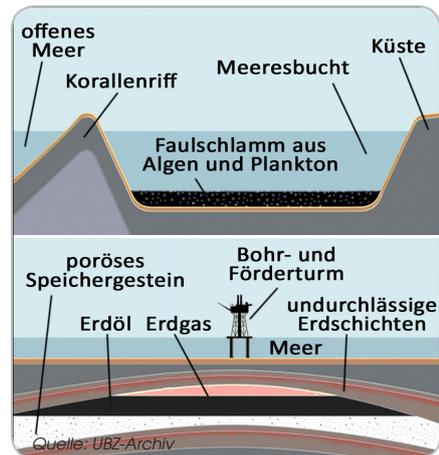


Energie aus der Erde vs. Biomasse

ERDÖL UND ERDGAS

Entstehung von Erdöl und Erdgas

Abgestorbene winzige Lebewesen (Meeresplankton, Algen) sinken in Meeresbuchten in großen Mengen auf den Meeresboden und werden in Hunderttausenden von Jahren von Sand und Schlamm bedeckt. Dort werden diese Lebewesen dann von Bakterien zersetzt, die ohne Luft leben können, und es entsteht dunkler Faulschlamm. Dieser Faulschlamm verhärtet sich nach und nach. Das darin enthaltene Erdöl und Erdgas wird verdrängt und in poröse Speichergesteine (Sand- oder Kalkstein) weitergeleitet. Danach „wandert“ das Erdöl und Erdgas so lange weiter, bis es zu einer undurchdringbaren Schicht kommt, wo es sich dann endgültig abgelagert. Dieser Vorgang dauert Millionen Jahre, sodass Erdöl und Erdgas als nicht erneuerbare Energieträger gelten.



Wo befinden sich die größten Erdölreserven?

Am meisten Erdöl (inkl. Ölsande) gibt es mit ca. 48 % der bekannten Reserven im Nahen Osten (Saudi Arabien, Iran, Irak, Golfstaaten), zu 17 % in Süd/Mittelamerika (Venezuela, Brasilien, Mexiko), zu 14,5 % in Nordamerika (USA, Kanada) und zu 8 % in der GUS (Gemeinschaft unabhängiger Staaten: Russland, Kasachstan, Aserbeidschan). 20 Staaten verfügen über rund 95 % der technisch nutzbaren Reserven von 217 Mrd. Tonnen (Jahr 2010). Die heimischen Erdölvorkommen sind sehr gering und befinden sich in Ober- und Niederösterreich; rund 10% des heimischen Bedarfs werden hier gewonnen.



Wo befinden sich die größten Erdgasreserven?

39 % der bekannten Reserven befinden sich im Nahen Osten, ca. 32% in der GUS und nur 7% in Nord/Mittel/Südamerika. Auch Österreich besitzt in Ober- und Niederösterreich Erdgaslagerstätten, rund 15% des heimischen Bedarfs können damit gedeckt werden.



Wie kommen Erdöl und Erdgas zu uns?

Erdöl kann auf vier Arten transportiert werden:

- durch Pipelines,
- mit Tankschiffen,
- mit Eisenbahn-Kesselwagen und
- mit Tanklastwagen.

Erdgas wird durch Leitungen (Pipelines) oft über Tausende Kilometer und durch viele Länder gepumpt und von zentralen Verteilerstationen weiterverteilt. Außerdem kann Erdgas in verflüssigter Form (entsteht durch Abkühlen auf weniger als minus 160° C) mittels Tankschiffen oder -zügen transportiert werden.



Verwendung von Erdöl und Erdgas

Erdöl ist ein echter Alleskönner, eigentlich viel zu schade, um es zu verbrennen. Trotzdem: Erdöl beziehungsweise die in einer Raffinerie daraus gewonnenen Produkte dienen zu einem großen Teil der Beheizung von Räumlichkeiten (Heizöl) sowie dem motorisierten Verkehr (Benzin, Diesel, Kerosin). Erdöl deckt rund 2/5 des weltweiten Primärenergieverbrauchs ab und ist damit die Nummer Eins unter den Energielieferanten.

Darüber hinaus stellt Erdöl einen unverzichtbaren Bestandteil der Kunststoffproduktion dar, wird aber auch zur Produktion von Farben, Medikamenten, Düngemitteln und Reinigungsmitteln benötigt. Erdöl birgt erhebliche Gefahren in sich, auf die in einer anderen Unterrichtseinheit näher eingegangen wird. Kommt Erdöl mit Ökosystemen in Berührung, hat das meist fatale Folgen.



Ein Liter Mineralöl reicht aus, um eine Million Liter Trinkwasser zu verunreinigen.

Erdgas dient vor allem zur Heizung und zur Stromerzeugung (beispielsweise das Gaskraftwerk in Mellach südlich von Graz). Erdgas kann auch zum Betrieb von Fahrzeugen eingesetzt werden, diese Treibstoffart hat sich aber (noch) nicht richtig durchgesetzt.



KOHLE

Entstehung von Kohle

Kohle entstand ursprünglich aus Pflanzenresten. Die heute abgebaute Steinkohle entstand bereits im Karbon (im Zeitraum vor rund 360 bis 300 Millionen Jahren). Kohle, lateinisch „carbo“, gab diesem Erdzeitalter sogar den Namen. Damals gab es ein sehr üppiges Pflanzenwachstum, weil das Klima sehr warm und feucht war. Abgestorbene Pflanzenreste versanken in Sümpfen, Moore bildeten mächtige Torfschichten. Durch Druck und erhöhte Temperaturen begann die „Inkohlung“, ein Prozess, bei dem Wasser und andere Substanzen aus den Pflanzenresten gepresst wurde und der Kohlenstoffanteil zunahm. Es entstand zunächst Braunkohle, nach und nach durch hohen Druck daraus dann die Steinkohle. Steinkohle verfügt über einen wesentlich höheren Heizwert als Braunkohle.

Kohlevorräte

Wie bei allen fossilen Energieträgern ist auch die Verfügbarkeit von Kohle begrenzt. Wann genau die Vorräte erschöpft sein werden, lässt sich nur schätzen, weil ja niemand weiß, wie sich der Verbrauch in Zukunft entwickelt oder ob neue Vorkommen entdeckt werden. Bei gleichbleibendem Verbrauch reichen die Vorräte noch mindestens 200 Jahre, also wesentlich länger, als die prognostizierte zeitliche Verfügbarkeit von Erdöl beträgt.

China, Russland, die USA, Australien, die Türkei, Deutschland und Polen fördern am meisten Kohle. Auch in Österreich (Niederösterreich) gibt es noch geringe Steinkohlevorkommen, aber der Abbau ist in Relation zum Preis für Steinkohle viel zu teuer und lohnt sich daher seit den 1960er-Jahren nicht mehr. Die größten Kohlelagerstätten Österreichs waren Braunkohlevorkommen (z.B. Köflach-Voitsberg, Hausruckviertel in Oberösterreich).



Verwendung von Kohle

Ihre Bedeutung als Brennstoff zur Beheizung von Gebäuden hat Kohle zumindest bei uns weitgehend verloren. Immer noch findet sie allerdings in der Stromerzeugung sowie in der Stahlproduktion zur Befuerung der Hochöfen Verwendung. Rund zehn Prozent des österreichischen Bruttoinlandsverbrauches an Energie werden durch Kohle gedeckt (Wirtschaftsministerium, 2013).

BIOMASSE – nachwachsende Alternative mit Zukunft

Kohle entstand aus Pflanzenresten, vor allem aus Holz. Kohle ist also Holz in Form eines nicht erneuerbaren (fossilen) Energieträgers. Holz steht uns in Form von Biomasse aber auch als erneuerbarer Energieträger zur Verfügung und wächst „vor unserer Haustüre“. Durch die kurzen Transportwege wird die Umwelt kaum belastet. Und moderne Heizanlagen stellen sicher, dass der Schadstoffausstoß bei der Verbrennung möglichst gering gehalten wird. Holz kann in unterschiedlichsten Varianten zur Energiegewinnung verwendet werden. So gibt es die bereits bekannte Pellesheizung oder das Scheitholz für Kachel- und Schwedenöfen. Aber auch Hackschnitzel werden verheizt. Letztere kommen vor allem in größeren Biomasseheizwerken zum Einsatz, die ganze Stadtteile oder dichtbesiedelte Regionen mit Fern- oder Nahwärme versorgen. Sie haben den Vorteil, dass die bei der Verbrennung entstehende Abluft mit moderner Technik ausgezeichnet gefiltert werden kann. Biomasse-Blockheizkraftwerke produzieren zusätzlich auch Strom.



Weil die Bäume während des Wachstums Kohlendioxid (CO_2) binden, gilt Biomasse auch als CO_2 -neutral und damit als umweltfreundlicher Energieträger, der nicht zur Belastung der Atmosphäre mit dem schädlichen Treibhausgas beiträgt. Ganz vereinfacht gesprochen: Dieselbe Menge Kohlendioxid, die bei der Verbrennung von Holz frei wird, haben die Bäume vorher schon mittels Fotosynthese in Biomasse und Sauerstoff umgewandelt.

Voraussetzung ist, dass nicht Amazonas-Urwälder gerodet oder Holz von weither transportiert wird, sondern nur jene Menge regionales Holz dem Wald entnommen wird, das wieder nachwächst. Holz wächst laufend nach, in Österreich sogar mehr, als verbraucht wird!



Holz ist zwar die für die Wärmegewinnung meistgenutzte Form von Biomasse, aber bei Weitem nicht die einzige. Neben Holz gelangen auch Stroh (als Abfallprodukt der Getreideernte) und sogenannte Energiepflanzen (das sind Pflanzen, die nicht für Ernährungszwecke, sondern speziell zur Energiegewinnung angepflanzt werden, zum Beispiel Getreide, Pappeln, Gräser) zum Einsatz. Flüssige Biomasse umfasst u.a. Pflanzenöle und Altspeiseöle und -fette, die zur Energiegewinnung genutzt werden können.



Quelle: LandesEnergieVerein
„Biomasseheizwerk Großklein“

Und auch gasförmige Biomasse gibt es – **Biogas** kann aus allen möglichen organischen Reststoffen gewonnen werden, beispielsweise aus Gülle, Küchenabfällen, Rasenschnitt, Ernteresten etc.

Die positiven Eigenschaften von Biomasse in der Energiegewinnung sind unumstritten. Vermehrt zu Diskussionen kommt es allerdings in Regionen, wo landwirtschaftliche Fläche zur Erzeugung von Biosprit statt Lebensmitteln genutzt wird. Und auch die Rodung großer Flächen, um auf ihnen Biomasse zur Energiegewinnung anzubauen, ist sehr umstritten. Auch die Erzeugung von Biogas hat ihre Schwachpunkte, da kleinere Anlagen nicht rentabel betrieben werden können.



Quelle: Biogas Technik BGA



Gemäß ÖNORM M7101 wird in Österreich „Biomasse“ folgendermaßen definiert: „Unter dem Begriff Biomasse versteht man alle organischen Stoffe biogener, nicht fossiler Art und umfasst also in der Natur lebende und wachsende Materie und daraus resultierende Abfallstoffe, sowohl von der lebenden als auch schon abgestorbener organischer Masse.“

(Quelle: www.biomasseverband.at)



Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

- Einführung in das Thema durch die Wiederholung verschiedener Brennstoffe – es werden die Begriffe Kohle, Erdöl, Erdgas und Holz aufgeschrieben
- Herausarbeiten des Begriffs „Fossile Energieträger“ durch die Lehrperson – als Anschauungsmaterial können ein Stück Kohle sowie eine Flasche mit Heizöl bzw. Motoröl gezeigt werden
- Besprechung der Herkunft, der Gewinnung, des Transports sowie der Verwendung von Erdöl, Erdgas und Kohle
- Wiederholung mittels des Arbeitsblatts „Energiequiz 1 - Nicht erneuerbare (fossile) Energieträger“
- Genaueres Erarbeiten des Begriffs „Biomasse“ – als Anschauungsmaterial können verschiedene Holzstücke, Stroh, Hackschnitzel, Pellets oder auch eine Flasche altes Speiseöl gezeigt werden
- Anfertigen einer Collage mit Bildern zu den Bereichen „Fossile Energieträger“ und „Biomasse“



Ich tu's
für unsere
Zukunft

7. EINHEIT

Die Gefahren fossiler Energie

Im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit stehen folgende Themen:

- Gefahren durch Erdöl, Erdgas und Kohle
- Mögliche Maßnahmen dagegen



Die Gefahren fossiler Energie

Probleme und Gefahren durch Erdöl

Das größte Risiko beim Erdöl stellen die Förderung im Meer sowie der Transport in Tankschiffen dar. Immer wieder laufen Öltanker auf Riffe auf. Diesbezügliche Schutzmaßnahmen wie Doppelwände des Schiffsrumpfes werden erst sukzessive zum weltweiten Standard (ab 2015 internationale Pflicht).

Ein nach einem Tankerunglück auslaufender Ölteppich hat schlimme Folgen für die betroffene Tier- und Pflanzenwelt. Beispielsweise versuchen Vögel, selbst vom Öl der verklebten Federn zu säubern und ersticken dabei, Sand und Felsen an Stränden werden von angespültem Öl verschmiert, was nicht nur schlimm aussieht, sondern sich natürlich auch sehr negativ auf die Tiere und Pflanzen auswirkt. Der Urheber derartiger ökologischer Katastrophen, der Mensch, zählt ebenfalls oft zu den Leidtragenden eines Tankerunglücks – ölverschmutzte Strände werden von Touristen gemieden, die Einnahmen für die Bevölkerung vor Ort entfallen.



Probleme kann es aber auch beim Öltransport über Land geben. Pipelines dienen dazu, Öl über große Landstrecken zu transportieren, und sind oft mehrere Tausend Kilometer lang. Ein kleines Leck genügt, dass das Öl in die freie Natur gelangt, in den Boden sickert und eventuell bis zum Grundwasser durchdringen kann. Dieses ist dann vergiftet und kann nicht mehr getrunken oder anderweitig genutzt werden. Darüber hinaus ist ein derart verseuchter Boden auch für die Landwirtschaft unbrauchbar. Trinken Tiere ölverseuchtes Wasser oder baden darin, gelangt das Öl in deren Körper und sie werden vergiftet. Die ölverseuchte Erde müsste abgegraben und als Sondermüll entsorgt werden, was vor allem in ärmeren Ländern nicht geschieht.

Die größten Öl-Katastrophen

Etwa 100.000 Tonnen Öl gelangen jährlich bei Tankerunfällen bzw. bei Unfällen auf Bohrseln ins Meer – meist mit katastrophalen Folgen für die Umwelt.

Noch heute bekannt ist der Unfall des Öltankers Exxon Valdez vor Alaska im Jahr 1989 – er führte unter anderem dazu, dass die Doppelhüllentanker, wie oben erwähnt, verpflichtender Standard in der internationalen Seefahrt werden. Das Schiff lief damals auf ein Riff auf und verlor 37.000 Tonnen Rohöl.

Da das Öl nicht direkt nach dem Unfall am Ausbreiten gehindert und abgesaugt wurde, vergrößerte sich der Ölteppich und verschmutzte über 2000 Kilometer der Küste, das entspricht einer Strecke von Graz bis Rom und wieder zurück. Die danach durchgeführten Reinigungsmaßnahmen erwiesen sich als unwirksam; es gab katastrophale ökologische Folgen, zehntausende Tiere starben.



Im Jahr 2010 ereignete sich ein dramatisches Unglück auf einer Bohrinsel im Golf von Mexiko.

Nach einer Explosion und einem Brand auf der Bohrplattform „Deepwater Horizon“ sowie dem anschließenden Untergang der Bohrinsel ergossen sich bis zu einer Million Liter Rohöl ins Meer, wobei in diesem Fall ein am Meeresgrund gelegenes Bohrloch viele Monate hindurch nicht abgedichtet werden konnte und das Öl sozusagen direkt aus der Quelle ins Meer sickerte. Die langfristigen Folgen dieser Katastrophe, die durch den Einsatz von Chemikalien zur Bindung des Öls vermutlich noch verschlimmert wurden, lassen sich bis dato nicht absehen. Zudem verloren elf Arbeiter bei dem Unglück ihr Leben.



Quelle: Imgur.com

Umweltprobleme durch Erdöl betreffen aber nicht nur das Meer. Auch an Land kann es infolge von Ölförderung und -transport zu Verschmutzungen kommen.

Bekanntes Beispiel dafür ist das Niger-Delta, also der Mündungsbereich des drittlängsten afrikanischen Stroms. Dort sollen in den letzten fünfzig Jahren rund zwei Millionen Liter Rohöl ausgelaufen sein. Wer auch immer die Hauptverantwortung trägt – Politik, Sabotage, Ölkonzerne –, die Situation in dieser an und für sich wunderschönen Landschaft gleicht einem ökologischen Desaster, das von der „restlichen“ Welt aber mehr oder weniger ignoriert wird.



Quelle: Badische Zeitung

Das sind nur drei herausragende Beispiele für Ölkatastrophen, eine Liste großer Unglücke ohne Anspruch auf Vollständigkeit mit mehr als achtzig „Ereignissen“ in den letzten Jahrzehnten findet man im Internet.

Probleme und Gefahren durch Erdgas

Aufgrund langjähriger Erfahrung und Routine im Umgang mit dem leicht entzündlichen und in Verbindung mit Luft explosiven Erdgas handelt es sich dabei prinzipiell um einen sicheren Energieträger. Unfälle sind aber nicht ausgeschlossen, wenn Gas durch ein Leck austritt. So kommt es immer wieder zu Explosionen in Häusern, die mit Erdgas beheizt werden. Um den möglichen Austritt von Erdgas bemerkbar zu machen, wird das an und für sich geruchlose Gas mit einem künstlichen Geruch ausgestattet (diese Sicherheitsmaßnahme nennt man „Odorierung“) – man kann also riechen, wenn Gas austritt. In diesem Fall sollte man kein elektrisches Licht einschalten und alles verhindern, was einen Funken erzeugen könnte (auch kein Sperren mit dem Schlüssel), weil das Gas entzündet werden könnte.

Wie beim Erdöl sorgen auch beim Erdgas allmählich zur Neige gehende Vorräte dafür, dass laufend neue Technologien entwickelt werden, um bisher als unerreichbar geltende Vorkommen ausbeuten zu können. So versucht man gegen den Widerstand diverser Naturschutzorganisationen Gasvorkommen (und auch Erdöl) in der Arktis zu erschließen.

Beim Erdgas gilt Schiefergas als neuer Trumpf gegen die Abhängigkeit von den bisherigen Produzenten. Mit dem „Fracking“ (kurz für Hydraulic Fracturing; auch bekannt als unkonventionelle Erdgasförderung) wurde eine neue Technologie entwickelt, um Erdgas auch aus schwer zugänglichen Gesteinsschichten (Schiefer) fördern zu können.



Dazu wird mit Chemikalien und Sand vermischtes Wasser in die Gesteinsschicht gepresst, um diese aufzureißen und aus diesen Rissen das im festen Gestein eingeschlossene Gas fördern zu können. Diese in den USA bereits flächendeckend angewandte Technologie kommt nun auch in Europa verstärkt zum Einsatz, allerdings gibt es massive Bedenken dagegen.

Die möglichen Gefahren dieser relativ neuen Förder-technik machen das verständlich: Die verwendeten Chemikalien verbleiben großteils im Erdreich, außerdem kann das Erdgas ins Grundwasser gelangen. Auf spektakuläre Weise ist das in Filmmaterial aus den USA zu sehen, in dem aus dem Wasserhahn fließendes Wasser mit einem Feuerzeug entzündet wird und brennt! Diesbezügliche Videos waren zum Zeitpunkt der Verfassung dieses Unterrichtsmaterials im Internet vorhanden und können durchaus auch im Unterricht eingesetzt werden.



Breiter Widerstand gegen diese Fördermethode regt sich in Deutschland. Auch in Österreich wurde im Wiener Becken Schiefergas entdeckt – die Förderung ist ebenfalls umstritten, aber angeblich arbeitet die Montanuniversität Leoben an einer „umweltfreundlicheren“ Methode, dieses Gas fördern zu können.

Gefahren in Österreich

Gefahr besteht auch, wenn Öl bzw. Gas durch Pipelines transportiert wird. Durch Österreich verlaufen fünf große Erdgaspipelines und zwei für Öl: die Transalpine Ölleitung, die im Hafen von Triest beginnt und nach Deutschland führt, sowie die Adria-Wien-Pipeline, die von der Transalpinen Ölleitung bei der italienisch-österreichischen Grenze abzweigt und bis zur größten Binnenraffinerie in Schwechat führt. Die Gesamtlänge der in Betrieb befindlichen Erdölpipelines in Österreich beträgt 663 Kilometer. Größere Ölkatastrophen sind bisher zum Glück ausgeblieben. Aber in Alaska sind 2006 beispielsweise etwa 220.000 Liter Öl aus einer Pipeline in die Tundra ausgelaufen.



„Erdgaspipeline in Oberösterreich“

Der Transport von Erdöl oder Erdölprodukten birgt noch andere Gefahren: Wird Öl mit einem Tanklastwagen befördert, besteht die Gefahr eines Unfalls. Dann kann Öl austreten und ebenfalls ins Grundwasser gelangen, außerdem besteht die Gefahr einer Brandkatastrophe.



Probleme und Gefahren von Kohle

Bei der Verbrennung von Kohle wird eine große Menge des Treibhausgases CO₂ (Kohlendioxid) freigesetzt. Bei der Verbrennung von Braunkohle entsteht darüber hinaus viel Schwefeldioxid, das in den 70er- und 80er-Jahren des letzten Jahrhunderts zum sog. „Sauren Regen“ beigetragen hat. Probleme bereiten in großen Kohleabbaugebieten auch stillgelegte Bergbaue, da große Flächen wieder begrünt werden müssen und fallweise Förderschächte einstürzen. Generell ist zu sagen, dass zur Verminderung des Klimawandels große Anstrengungen nötig sind und die Verbrennung aller fossilen Energieträger weitestgehend einzuschränken ist. Erdgas präsentiert sich in diesem Zusammenhang zwar besser (mehr als 25 Prozent klimafreundlicher als Erdöl), CO₂-neutral ist es aber auch nicht.



Was kann jeder Einzelne dagegen tun?

Ein sofortiger Verzicht auf fossile Energieträger ist unmöglich. Zu sehr hängt die Menschheit am Erdöl- und Erdgastropf. Die Entwicklung bei der Kohle, die in der Zeit der Industrialisierung noch bei Weitem wichtigster Energieträger war, zeigt aber, dass langfristige Veränderungen möglich sind – auch unter Beibehaltung oder sogar Weiterentwicklung des Lebensstandards.

Trotzdem können wir alle einen Beitrag dazu leisten, den Verbrauch an fossilen Energieträgern einzuschränken. Das beginnt beim Verzicht auf unnötige Autofahrten, reicht über die Drosselung der Raumtemperatur während der Heizperiode bis hin zu einem Verzicht auf das obligatorische Plastiksackerl und andere Erdölprodukte.



Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

- Einführung in das Thema durch die Lehrperson
- Erarbeitung der Gefahren mittels des Lückentextes „Gefahren durch fossile Energieträger“
- Besprechung der Herkunft, der Gewinnung, des Transports sowie der Verwendung von Erdöl, Erdgas und Kohle
- Verwendung des Lesetexts „Deepwater Horizon“
- Gemeinsames Sammeln von Ideen und Lösungsvorschlägen und Diskussion – Gestaltung von Plakaten oder Collagen zum Thema Gefahren
- Überleitung zum Thema Erneuerbare Energien mit dem Hinweis, dass diese ein wesentlicher Lösungsweg sind

LÖSUNG für Lückentext „Gefahren durch fossile Energieträger“

ERDÖL: wird entweder an Land oder mit Hilfe von Ölplattformen im **Meer** gefördert. Transportiert wird es anschließend vor allem in **Pipelines** und mit Tankschiffen. Dabei kommt es jedoch immer wieder zu **Unfällen**, bei denen viel Öl in die Umwelt gelangt und große Schäden anrichtet.

Um Erdöl verwenden zu können, muss es in einer Raffinerie zu Heizöl und **Benzin** umgewandelt werden. Auch das benötigt wieder Energie und belastet die Umwelt. Trotzdem wird immer mehr Erdöl für den Autoverkehr, fürs **Heizen** oder zur Kunststoffherstellung verbraucht.

ERDGAS wird ebenfalls an **Land** oder auf See gefördert. Seit kurzem wird dazu eine neue Fördertechnik, das „Fracking“, angewandt. Dabei wird das gashaltige **Gestein** mit hohem Druck gesprengt, um das **Erdgas** heraufholen zu können. Die Umweltauswirkungen dieser Methode sind jedoch noch nicht erforscht.

Transportieren kann man das Erdgas mit **Tankwaggons** oder in Pipelines. Es wird in Österreich hauptsächlich zur **Stromerzeugung** und zum Heizen verwendet.

KOHLE wird in **Bergwerken** gewonnen. Ein Tagbau (= Bergbau an der Erdoberfläche) nimmt große Teile der **Landschaft** in Besitz. Dort gibt es dann kaum noch Tiere und Pflanzen. Untertag-Bergbaue brauchen nicht so viel Platz, manche Kohlegruben sind aber nach einigen Jahren **eingestürzt**. Nach dem Abbau wird die Kohle mit **Zügen** oder mit **LKWs** zu den Abnehmern transportiert.

Bei uns heizen nur mehr sehr wenige Haushalte mit Kohle, dafür benötigen **Industrie** und Stromerzeuger umso mehr davon.



Ich tu's
für unsere
Zukunft

8. EINHEIT

Atomenergie

Im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit stehen folgende Themen:

- Die Entwicklung der Atomenergie
- Die Bedeutung der Atomenergie für die weltweite Energiegewinnung
- Die Gefahren der Atomenergie – radioaktive Abfälle
- Österreich und die Atomenergie



Atomenergie

Umstrittene Energieform

Keine Art der Erzeugung von elektrischer Energie ist derart umstritten wie die Atomenergie. Während die einen durch die Nutzung der Atomenergie die weltweite Stromversorgung für die Zukunft gesichert sehen, glauben andere vor allem wegen der Gefahren, die von Kernkraftwerken ausgehen, nicht an die Zukunft dieser Form der Energiegewinnung. Katastrophen wie Tschernobyl 1986 oder die Zerstörung des japanischen Atomkraftwerks in Fukushima im Jahr 2011 durch einen Tsunami scheinen den Skeptikern Recht zu geben.

Trotzdem ist der Kampf zwischen Kernkraftbefürwortern und -gegnern noch lange nicht entschieden.

Die Gründe dafür sind vielfältig:

- Erstens gibt es eine sehr mächtige Atomlobby,
- zweitens lässt sich mit der Nutzung der Atomenergie viel Geld verdienen,
- drittens gibt es Länder, die – im Gegensatz zu Österreich, wo sehr viel Wasserkraft genutzt wird – weniger Alternativen zur Stromerzeugung haben, und
- viertens wird das Risiko, das von Kernkraftwerken ausgeht, unterschiedlich interpretiert.

Eines haben Katastrophen wie Fukushima oder

Tschernobyl aber gezeigt: Wenn in einem Kernkraftwerk etwas passiert, dann sind die Konsequenzen schrecklich und unabsehbar.



Quelle: Kozina

Entwicklung der Kernenergie

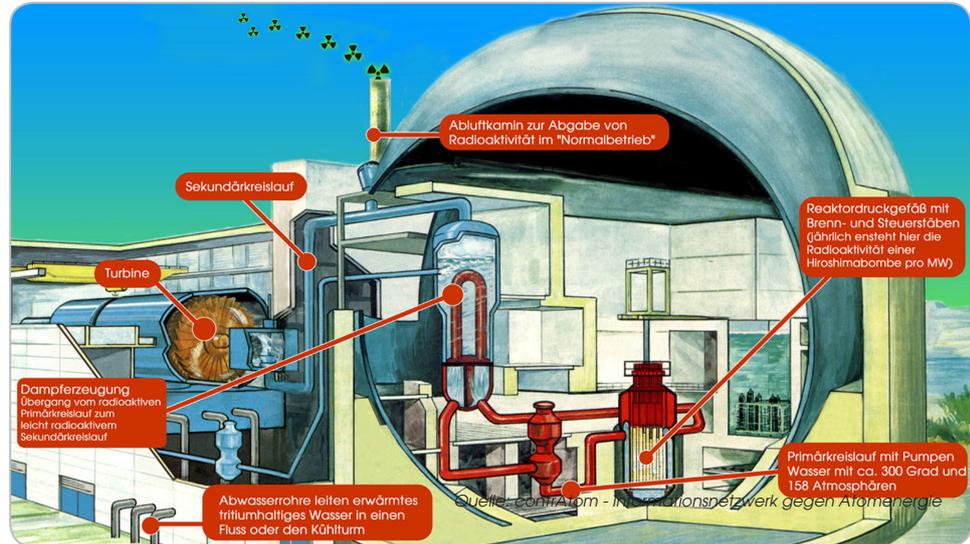
Prinzipiell gibt es zwei Arten, mit Kernreaktionen Energie zu gewinnen: Kernfusion und Kernspaltung. Mit der Kernfusion, also der Verschmelzung von Atomkernen, wie sie in der Sonne stattfindet, ließen sich gewaltige Energiemengen auf relativ ungefährliche Weise und ohne die Gefahr einer Kettenreaktion, die außer Kontrolle gerät, gewinnen. Allerdings ist die **Kernfusion** mit dem heutigen Stand der Technik nach wie vor nur in Versuchsreaktoren durchführbar. Das Hauptproblem ist die enorme Temperatur von 150 Millionen Grad Celsius, die benötigt wird, um die Verschmelzung der Atomkerne anzuregen. Bei den bisherigen Kernfusionsversuchsreaktoren wurde deshalb immer mehr Energie benötigt, als sie geliefert haben. In herkömmlichen Atomkraftwerken (AKW) gelangt deshalb die **Kernspaltung** zum Einsatz.

Die Radioaktivität wurde bereits Ende des 19. Jahrhunderts von Marie Curie entdeckt. Das für die heutige Nutzung der Atomenergie entscheidende Experiment erfolgte im Jahr 1938 unter der Federführung von Otto Hahn und Fritz Straßmann in Berlin, bei dem man die Kernspaltung von Uran durch die Bestrahlung mit Neutronen entdeckte.

Bei der Kernspaltung entstehen Spaltprodukte und sehr viel Wärme, mit der man Wasserdampf zum Betrieb von Turbinen erzeugen kann. Bei Kern- bzw. Atomkraftwerken (AKW) unterscheidet man zwischen Siedewasser- und Druckwasserreaktoren.



Beim **Druckwasserreaktor** wird mit dem im Reaktorkern erhitzten Wasser (Primärkreislauf) gesondert Dampf für den Sekundärkreislauf zum Betrieb der Turbinen erzeugt, das radioaktive Wasser bleibt also auf einen kleineren Raum, den Primärkreislauf, beschränkt.

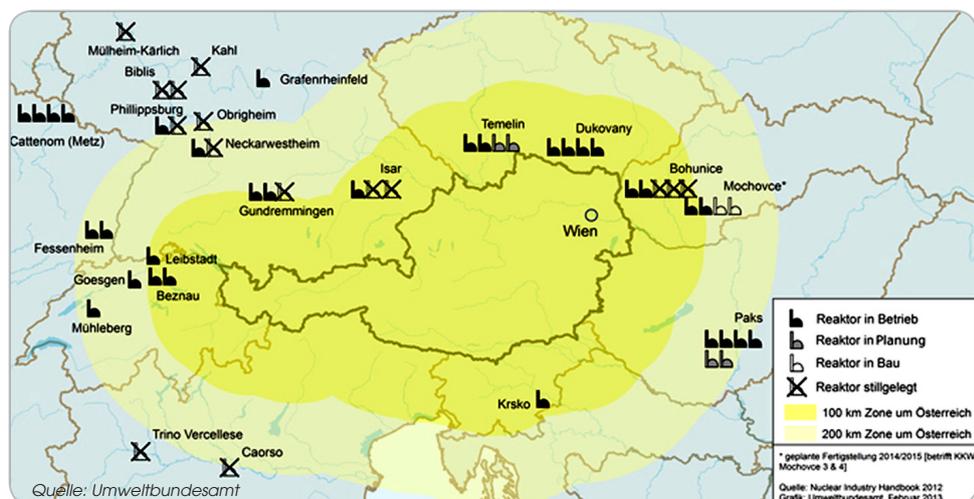


„Schema eines Druckwasserreaktors“



Das erste zivile Kernkraftwerk der Welt wurde 1954 im russischen Obninsk erfolgreich in Betrieb genommen, bald darauf folgten Kernkraftwerke auf der ganzen Welt. Weltweit befinden sich rund 210 Kernkraftwerke mit etwa 430 Reaktorblöcken im Einsatz. Diese verteilen sich auf etwa 30 Länder. Zur Zeit werden ca. 16% des weltweiten Strombedarfs aus Atomenergie gewonnen. Diese Zahl wird weiter steigen, da sich etliche weitere Anlagen in der Bauphase befinden.

Rund um Österreich finden sich ebenfalls etliche Atomkraftwerke, wie man an Hand der nachfolgenden Karte gut erkennen kann.



Die Gefahren der Kernenergie

Atomkraftwerkbetreiber werden nicht müde zu betonen, Kernenergie sei sicher. Spätestens seit der Katastrophe im japanischen **Fukushima**, das im Frühjahr 2011 durch ein schweres Erdbeben erschüttert wurde, klingt die Betonung wenig glaubwürdig. Denn auch Fukushima galt als absolut erdbebensicher. Das Erdbeben hat das AKW einigermaßen unbeschadet überstanden. Was aber niemand bedachte: Nach dem Erdbeben entstand ein Tsunami, der die Küste Japans überschwemmte.

Und dieser gewaltigen Kraft der Wellen hatte das am Meer gelegene Atomkraftwerk nur wenig entgegenzusetzen. Strom- und Notstromversorgung wurden zerstört, die Brennstäbe konnten nicht mehr gekühlt werden. In der Folge kam es in drei der sechs Reaktoren zu einer sogenannten Kernschmelze, der Prozess der Kernspaltung war damit außer Kontrolle geraten. Radioaktivität wurde freigesetzt, eine Zone von dreißig Kilometern rund um das Kraftwerk musste evakuiert werden,

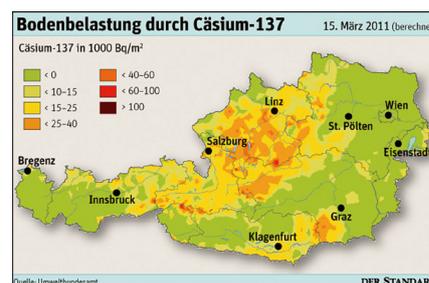
Radioaktivität gelangt im Zuge der Kühlmaßnahmen für die beschädigten Reaktoren auch ins Meer. Die Schutzzone rund um das Kraftwerk ist auch im Jahr 2014 aufrecht und wird dies auch weiterhin bleiben. Die freigesetzte Strahlung kontaminiert alle Pflanzen und Tiere der Region, wodurch diese ungenießbar werden. Die ehemaligen Bewohner des Landstrichs werden voraussichtlich nie mehr in ihre Dörfer zurückkehren können. Zivile Opfer sind durch die großzügige Schutzzone wenige zu beklagen. Jedoch waren die Arbeiter des Kraftwerks teilweise sehr starker Strahlung ausgesetzt. Die Wahrscheinlichkeit für diese Menschen, an Krebs als zu erkranken ist extrem erhöht worden. Ein häufigeres Auftreten von Krebs wird als Langzeitfolge für die ganze Provinz Fukushima gelten.



Noch mehr Radioaktivität als in Fukushima ist beim Reaktorunglück von **Tschernobyl** in der Ukraine im Jahr 1986 ausgetreten. Damals kam es im Zuge einer „Übung“ zum Unglück. Es sollte nachgewiesen werden, dass das AKW auch bei einem vollständigen Stromausfall den Zeitraum bis zum Anlaufen der Notstromaggregate sicher überdauern kann. Das Gegenteil war der Fall. Das Experiment geriet infolge von menschlichem Versagen außer Kontrolle, Block 4 des AKW explodierte. Durch diese Explosion wurde das radioaktive Material weit in die Atmosphäre verfrachtet und auf diese Weise durch Wind auch über große Teile Europas verteilt. Über Block 4 des Kraftwerks von Tschernobyl wurde ein Betonkäfig errichtet („Sarkophag“), damit die Strahlung nicht mehr nach außen dringen kann. Aufgrund der enormen Belastung des Betons durch das strahlende Material im Inneren ist dieser Sarkophag mittlerweile wieder brüchig und muss in den nächsten Jahren erneuert werden. Laut IAEA (International Atomic Energy Agency) sind 50 Menschen direkt an der Strahlenkrankheit und weitere 4.000 an den Spätfolgen von Tschernobyl gestorben, die Zahl der zusätzlichen Krebserkrankungen durch die Strahlung wird mit rund 40.000 angegeben.



Im tausend Kilometer entfernten Österreich ging die Strahlung mit Regen („rain-out“) in einigen Bundesländern nieder und war nach der Ukraine selbst, die höchste gemessene Belastung Europas! Insbesondere die Radionuklide Jod, Cäsium und Strontium verseuchten die Böden. Kinder durften nicht im Freien spielen, Salat und anderes Feldgemüse mussten in den betroffenen Gebieten vernichtet werden, Pilze waren über Jahre ungenießbar. 1.700 Menschen, so schätzt man, seien aufgrund der Katastrophe von Tschernobyl in Österreich im Laufe der Folgejahre gestorben. Auch mehr als 25 Jahre danach ist die Strahlung wesentlich höher als vor dem Unglück.



Die Unfälle von Fukushima und Tschernobyl waren so genannte Super-GAUs (GAU = größter anzunehmender Unfall) – bereits zwei innerhalb von 25 Jahren. Die Liste weniger schwerer Unfälle in AKW ist aber wesentlich länger und es stellt sich die Frage, wie oft uns nur Glück von einem weiteren Super-GAU getrennt hat ...

Österreich und die Atomenergie

Österreich ist also, wie wir gerade gesehen haben, indirekt Opfer der Atomkatastrophe von Tschernobyl geworden. Wie geht unser Land nun direkt mit der Frage der Kernenergie um? Weltweit wohl einzigartig, könnte man sagen. Denn Österreich verfügt über ein Atomkraftwerk, das allerdings keinen einzigen Tag in Betrieb war. Im Zuge der allgemeinen Technikgläubigkeit der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde ab 1972 im niederösterreichischen **Zwentendorf** ein AKW nach dem Siedewasserreakortyp errichtet. Zwei weitere AKW waren geplant. Nach der Fertigstellung des Baus im Jahr 1978 entschloss sich die österreichische Bundesregierung wegen in der Zwischenzeit stark zunehmenden Widerstandes der Bevölkerung gegen die friedliche Nutzung der Atomkraft in unserem Land zu einer Volksabstimmung, ob das AKW Zwentendorf in Betrieb genommen werden sollte oder nicht.

Obwohl sich der damalige Bundeskanzler Bruno Kreisky für die Inbetriebnahme des Kraftwerks stark machte, stimmte eine knappe Mehrheit (nur etwas mehr als 50 Prozent!) gegen das AKW. Das Ergebnis der Volksabstimmung führte zum so genannten Atomsperrgesetz, einem Verfassungsgesetz, das es verbietet, Kernkraft in Österreich zur Energiegewinnung einzusetzen. Und so verfügt Österreich über ein AKW, das nie in Betrieb gegangen ist. Nach den zwei genannten schweren Unglücken bei ausländischen Atomkraftwerken ist die Nutzung von Kernenergie abgesehen vom gesetzlichen Verbot in Österreich ohnehin kein Thema mehr. Im Gegenteil, der Druck auf heimische Stromkonzerne, aus dem Ausland keinen mit Kernenergie erzeugten Strom mehr zuzukaufen, wird immer stärker.

Das AKW Zwentendorf dient nun zu Schulungszwecken für Bedienstete in AKW anderer Länder (Deutschland) sowie als „Ersatzteillager“ für baugleiche AKW im Ausland. Die Technische Universität Wien verfügt allerdings über einen kleinen Versuchs- und Forschungsreaktor. Diesen kann man in Rahmen einer Führung besichtigen.



Radioaktive Abfälle

In jeder Hinsicht ungeklärt ist die Frage, wie man radioaktive Abfälle lagern soll, ohne dass nachfolgende Generationen gefährdet werden, da eine Entsorgung bzw. Wiederverwertung wie bei anderen Abfallarten nicht möglich ist. „Atommüll“, wie radioaktive Abfälle genannt werden, sind verschieden stark strahlende Reste aus der Nutzung der Kernenergie, aus Kraftwerken, der Forschung, der Medizin bzw. der Kriegstechnik. Anfallende strahlende Abfälle werden in Europa derzeit in sogenannten Zwischenlagern verwahrt, denn die Endlagerung (vor allem hoch)radioaktiver Abfälle ist noch ungelöst.

Aufgrund der langen Zeit, in der diese Abfälle gefährliche Strahlung abgeben, ist eine Lagerung nur tief im Gestein (in Gebirgen) denkbar. Als Endlagerstätten gelten z.B. sog. Salzstöcke, die Millionen Jahre alt und geologisch sehr stabil sind. Es gibt kein Endlager und es ist auch keines in Bau, sodass leider überall die Zwischenlager immer voller werden und teilweise auch illegal radioaktive Abfälle im Meer versenkt werden (z.B. in der Ostsee, im Mittelmeer und im Atlantik).



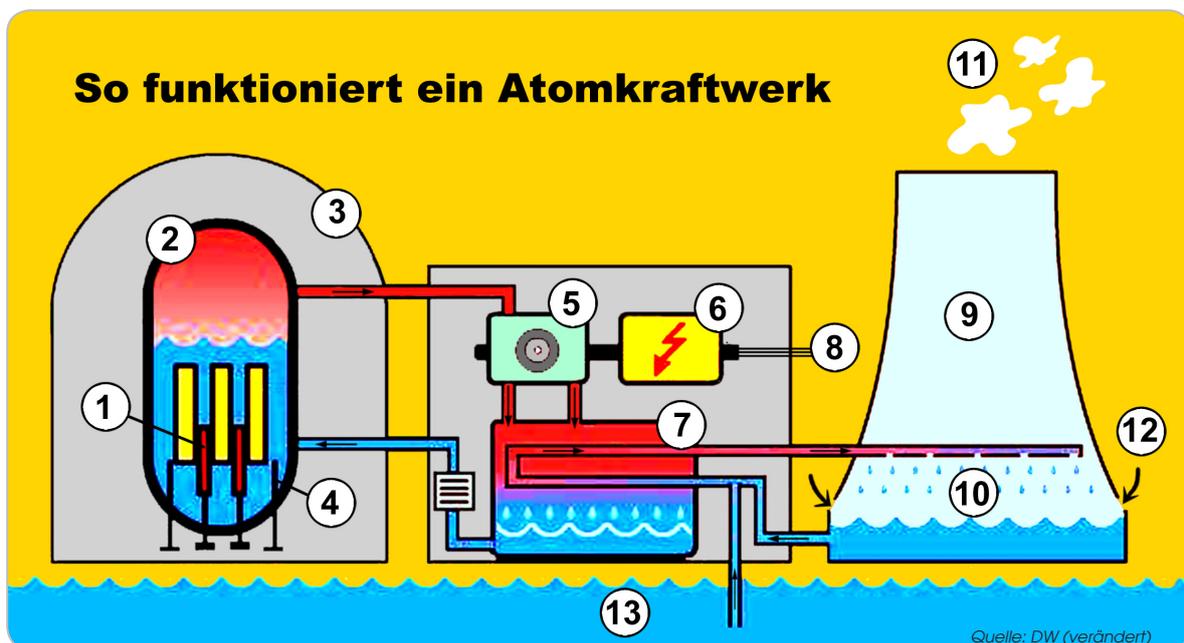
Quelle: Keystone-Laif-Jürgen Schrader



Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

- Einführung in das Thema mit der Frage, ob die Schülerinnen wissen, ob und wo es in Österreich ein Atomkraftwerk gibt
- Erarbeitung der Funktion und Aufbaues eines Atomkraftwerks (unter Verwendung des Arbeitsblatts „So funktioniert ein Atomkraftwerk“)
- Auseinandersetzung mit den Gefahren der Atomkraft unter Verwendung des Arbeitsblatts „Tschernobyl und Fukushima“
- Gestaltung von Anti-Atomkraft-Zeichnungen unter Verwendung des Arbeitsblatts „Atomkraft - Nein Danke!“
- Hinweis auf die Atomkraftwerke rund um Österreich unter Verwendung der Karte „Atomkraftwerke in Europa“
- Erarbeitung von Lösungsideen für den Ausstieg aus der Atomkraft unter Verwendung des Arbeitsblatts „Zukunft ohne Atomstrom“

LÖSUNG zum Arbeitsblatt „So funktioniert ein Atomkraftwerk“



Ich tu's
für unsere
Zukunft

9. EINHEIT

Erneuerbare Energie I - Windkraft

Im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit stehen folgende Themen:

- Wiederholung und Zusammenfassung des bisherigen Stoffs zum Thema erneuerbare Energien
- Vor und Nachteile der erneuerbaren und der nicht erneuerbaren Energien
- Wie entsteht Wind?
- Welche Rolle spielt Windenergie in Österreich?
- Historischer Rückblick auf die Windenergie
- Woraus besteht ein Windrad und wie funktioniert es?



Erneuerbare Energie I - Windkraft

Erneuerbare Energien, auch regenerative Energien genannt, sind Energien aus Quellen, die sich entweder kurzfristig von selbst erneuern oder deren Nutzung nicht zum langfristigen Aus der Quelle beiträgt. Erneuerbare Energieformen schließen alles ein, was „nachwächst“ (z.B. Biomasse) oder von unserer Umwelt „geliefert“ wird (z.B. Wind, Wasser, Erdwärme) und grundsätzlich zur Verfügung steht, ohne sich zu erschöpfen (in menschlichen Zeitdimensionen).

Das ist auch der wichtigste Unterschied zu den fossilen Energieträgern (Öl, Erdgas, Kohle), die vor sehr langer Zeit entstanden sind und die heute nur mehr in begrenzten Mengen zur Verfügung stehen.

Die wichtigsten erneuerbaren Energiequellen und -träger im Überblick

Sonnenenergie

Solaranlagen kann man auf vielfältige Art und Weise zur Energiegewinnung einsetzen, die wesentlichen Bereiche sind die Erzeugung von Warmwasser und Strom. Die thermische Solarenergienutzung nützt die Kraft der Sonne zur Erwärmung von Brauchwasser oder zu Beheizung. Unter Photovoltaik versteht man hingegen die Stromerzeugung mit Solarmodulen.

Wind

Dessen Kraft nutzt man mit teilweise riesigen Rotoren, die durch den Wind in Bewegung gesetzt werden und die in der Folge Generatoren antreiben. Windkraftwerke sind an geeigneten Orten sehr effizient.

Wasserkraft

In Wasserkraftwerken werden durch das Fließwasser Turbinen und damit Generatoren betrieben, in denen elektrische Energie erzeugt wird. Wasserkraft zählt zu den wirtschaftlichsten Formen der Stromerzeugung, vor allem in Ländern mit großen Fließgewässern wie Österreich. Man unterscheidet Lauf- und Speicherkraftwerke.

Biomasse

Holz, Stroh und Gräser werden als Biomasse bezeichnet. Sie wachsen laufend nach und können durch Verbrennung in Wärme und anschließend in elektrischen Strom umgewandelt werden.

Erdwärme (oberflächennahe Geothermie)

Immer mehr Häuser werden mit Wärme aus der Erde (Wärmepumpen) geheizt. Diese funktionieren im Prinzip wie ein Kühlschrank, nur genau umgekehrt. Sie stellen uns die im Boden gespeicherte Wärme zum Heizen zur Verfügung.

Die (tiefe) Geothermie (Energiequelle)

bezeichnet die Nutzung der Wärme, die aus dem Erdinneren nach oben dringt. Um diese Wärme zu nutzen, wird erhitztes Wasser oder Dampf aus der Tiefe an die Erdoberfläche befördert.



Vor und Nachteile der erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energien

Vorteile der erneuerbaren Energien:

- Klimaschutz – weniger CO₂- und Schadstoffemissionen
- Großteils Brennstoffkostenunabhängigkeit (außer Biomasse)
- Nahezu unbegrenzte Verfügbarkeit (im menschlichen Dimensionen)
- Regionale Erzeugung
- Importunabhängigkeit und Krisensicherheit

Nachteile der erneuerbaren Energien:

- Schwankungen in der Energieerzeugung sind groß
- Teilweise sind große Eingriffe ins Ökosystem notwendig (Wasserkraft - Staubebereiche; Windkraft - Landschaftsbild)
- Nur schwer im bestehenden Netz integrierbar → Netzausbau notwendig

Vorteile nicht erneuerbarer Energieträger:

- Stromerzeugung ist gut nach dem Bedarf regelbar
- Leicht ins bestehende Stromnetz zu integrieren

Nachteile nicht erneuerbarer Energieträger:

- In absehbarer Zeit werden Erdöl, Erdgas und Uran zur Neige gehen.
- Außerdem gibt es erhebliche Gefahren beim Transport von Erdöl und Erdgas und bei der Nutzung der Atomenergie (Fukushima, Tschernobyl). Der vielleicht größte Nachteil liegt aber darin, dass bei der Verbrennung von Erdöl, Erdgas und Kohle Luftschadstoffe entstehen und das Klima belasten.

Die Windenergie

Die Sonne ist für den Wind verantwortlich. Verschiedene Temperaturen und unterschiedlicher Luftdruck führen zu Luftbewegungen – zum Wind! Das Prinzip ist einfach: Die Sonne scheint auf die Erde und erwärmt sie dabei. Durch den warmen Erdboden wird die darüber liegende Luft erwärmt. Je wärmer die Luft ist, desto leichter wird sie. Und je leichter die Luft ist, desto schneller steigt sie auf – dasselbe Prinzip wie bei einem Heißluftballon, der sich ebenfalls mithilfe erwärmter (heißer) Luft erhebt. Diese aufsteigende warme Luft zieht nun kältere Luft von der Seite nach, wie man mit einem Strohhalm die Flüssigkeit anziehen kann.

Und schon ist Wind entstanden. Den Wind kann man zur Energiegewinnung nutzen. Bei der Windenergie handelt es sich um eine erneuerbare Energieform, weil der Wind dadurch, dass er Windräder betreibt, ja nicht „verbraucht“ wird. Überall, wo viel Wind weht, können Windräder aufgestellt werden, sogar mitten im Wasser. So stehen an manchen Orten 30 Kilometer vor der Küste so genannte Offshore-Windkraftwerke im Meer. „Offshore“ (engl.) bedeutet so viel wie „abseits des Strandes, im Wasser“.



Windenergie in Österreich

Die Nutzung von Wind durch den Menschen hat eine lange Tradition. Segelboote beispielsweise bewegen sich seit Jahrtausenden mithilfe von Wind. Auch Windmühlen zum Mahlen von Getreide kennt man seit Jahrhunderten.

Die Nutzung von Wind zur Erzeugung von Energie, indem mit dem Wind ein Rotor angetrieben wird, der wiederum einen Generator betreibt, ist hingegen jung. So auch in Österreich.

Wie überall stehen bei uns die Windräder vor allem dort, wo viel und oft Wind weht, beispielsweise auf den weiten Ebenen im niederösterreichischen Weinviertel und im Burgenland. Wie überall stehen bei uns die Windräder vor allem dort, wo viel und oft Wind weht, beispielsweise auf den weiten Ebenen im niederösterreichischen Weinviertel und im Burgenland.

Aber auch in der Steiermark gibt es Windräder, meist auf den Bergen, weil dort ebenfalls häufig starker Wind weht – auf dem Präbichl oder am Lachtal, wo mit dem Tauernwindpark Europas zweithöchstgelegener Windpark auf 1900 Metern Seehöhe liegt und derzeit 13 Windkraftwerke („Windräder“) umfasst.

An einigen Standorten in Österreich weht so viel Wind wie an Meeresküsten. Im Schnitt erweist sich die Windsituation in Österreich sogar besser als in Deutschland. Dort stehen derzeit die meisten Windräder der Welt. Wie bei allem im Leben gibt es auch bei der Windenergie Nachteile: Oft wird in Österreich beklagt, dass Windräder die Landschaft verschandeln würden. Natürlich sind Windräder sehr hohe Bauwerke, die unweigerlich das Bild einer Landschaft verändern.



Quelle: Kozina

„Windkraftanlage Präbichl“

Die Menschen haben aber schon immer die Landschaft gestaltet. Die Hochspannungsleitungen, die das Land durchziehen, die Staumauern in Alpentälern oder die Ölpumpen des Marchfeldes sind Beispiele aus der jüngeren Vergangenheit, die ebenfalls von der Energiegewinnung verschuldet und weithin sichtbar sind. Bei den Ölpumpen kommt zum Argument der „Landschaftverschandelung“ freilich erschwerend dazu, dass es sich – wie schon mehrfach ausgeführt – bei Öl um einen sehr problematischen, nicht erneuerbaren Energieträger handelt, während Windräder „saubere“ Energie produzieren. Da unsere Gesellschaft nicht auf Energie verzichten kann, stellt sich also die Frage, ob man für eine saubere Alternative der Energiegewinnung nicht in Kauf nehmen sollte, dass das Landschaftsbild durch die Windräder fallweise negativ beeinflusst wird.

Große Gefahr wie bei Atomkraftwerken oder in gewissen Fällen auch bei der Nutzung von Erdöl oder Erdgas geht von den Windkraftwerken auf jeden Fall nicht aus. Die Betreiber sind deshalb verpflichtet, jedes Jahr die Anlagen auf Herz und Nieren prüfen zu lassen. Weil Windkraftanlagen beim Betrieb Geräusche und einen periodisch auftretenden Schattenwurf verursachen, gibt es Regelungen, wie weit ein Windrad vom nächsten Gebäude entfernt sein muss, damit es nicht als störend wahrgenommen wird. Darüber hinaus können auch Fledermäuse bei ihrer Orientierung gestört werden. Das kann sich bei der Jagd auf Insekten ungünstig auswirken. Auch größere Vögel können durch die Rotorbewegung verunglücken.

Geschichte der Windenergie

Die ersten Konzepte zur Nutzung der Kraft des Windes wurden bereits vor mehreren tausend Jahren entwickelt und benutzt. Es gibt Aufzeichnungen aus dem alten Ägypten, aus China, von Griechen und Römern, welche allesamt die Nutzung des Windes belegen. Die Windkraftanlage wurde also seit jeher zur Verrichtung mechanischer Arbeit verwendet.



Es wurde mit ihrer Hilfe Getreide gemahlen, Wasser geschöpft und Grundwasser hochgepumpt oder auch Schmiedehämmer betrieben. Diese Form der Windenergienutzung war jedoch hauptsächlich in Küstengebieten (Niederlande, Norddeutschland) zu finden. Nicht umsonst gelten die Dänen bis heute als die Pioniere der modernen Windkraftnutzung. Im Landesinneren, wie bei uns in Österreich, wurde zur Verrichtung der vorher genannten Aufgaben hauptsächlich die Wasserkraft verwendet. Die meisten größeren Städte liegen an Flussläufen und die Transportwege zu den Mühlen waren dementsprechend kurz, bzw. war das Umleiten von Wasser in die Triebkanäle der Mühlen leicht zu bewerkstelligen.



„Windrad-Wasserpumpe“

Erst als man die Orte der Erzeugung und des Verbrauchs der Energie durch die Elektrizität trennen konnte, begann das Windrad auch in Österreich interessant zu werden. Den richtigen Durchbruch schaffte die Windkrafttechnik zur Stromerzeugung im Zuge der Energiekrise der 1970er Jahre. Seither stieg die Leistungsfähigkeit einer einzelnen durchschnittlichen Windkraftanlage von rund 50kW im Jahre 1985 auf 3600kW im Jahre 2010.



Im Dezember 2012 waren in Österreich ca. 770 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von rund 1400 MW installiert. Damit können rund 800.000 Haushalte mit Elektrizität aus Windenergie versorgt werden.

Im Herbst 2013 gab es in der Steiermark 45 Windkraftwerke mit einer Gesamtleistung von rund 77 MW in folgenden Gebieten: Plankogel Sommeralm, Präbichl, Salzstiegl, Gaberl, Oberzeiring (Tauernwind), Freiländeralm, Moschkogel (Ganz), Hochpürschling (Stanglalm), Steinriegel (Ratteneralm).



Die Bauteile und Funktionsweise eines Windkraftwerks

Rotor

Mit dem Rotor wird die in der Bewegung des Windes enthaltene Energie in eine Drehbewegung umgewandelt. Er besteht aus einem oder mehreren Rotorblättern, welche mit der Rotornabe verbunden sind. Heute hat sich der Dreiblattrotor jedoch als Standard durchgesetzt, da er die für diese Anwendung die besten Eigenschaften aufweist. Umso besser der Rotor die Bewegungsenergie des Windes umwandeln kann, umso höher ist der Energieertrag der Anlage. Je nach Windgeschwindigkeit dreht sich der Rotor unterschiedlich schnell, um immer im optimalen Wirkungsbereich arbeiten zu können.

Gondel

Die Gondel befindet sich an der Spitze des Turmes. Sie ist vollständig drehbar und kann so den Rotor mit Hilfe von Motoren immer optimal in den Wind drehen.

In der Gondel befindet sich die Rotorwelle, ggf. ein Getriebe, der Generator und die Steuer- und Regeleinheit der Anlage.

Getriebe und Bremse

Das Getriebe sorgt dafür, dass die Rotordrehzahl mit der Generatordrehzahl zusammenpasst. Dreht sich nämlich der Generator zu schnell, oder zu langsam, kann der Strom nicht ins Netz eingespeist werden. Um die Geschwindigkeit nicht zu groß werden zu lassen, gibt es eine Bremsenrichtung. Die Verwendung eines Getriebes ist natürlich mit einem Wartungsaufwand verbunden. Einige Anlagenhersteller verzichten komplett auf ein Getriebe und bauen stattdessen einen anderen Generator-Typ ein.

Generator

Der Generator ist das eigentliche Herzstück jedes Kraftwerks. Mit dessen Hilfe wird die Bewegungsenergie der Rotorwelle in elektrische Energie umgewandelt. Dies funktioniert ganz ähnlich wie bei einem Fahrraddynamo, nur um einiges größer.

Turm

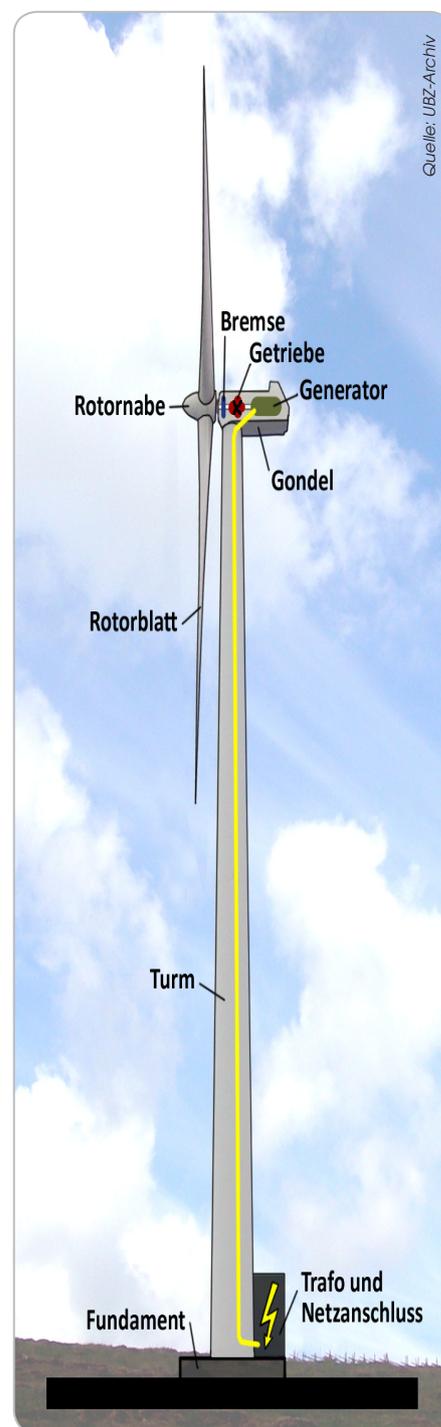
Der Turm sorgt dafür, dass die Windenergienutzung in ausreichendem Abstand zum Boden stattfindet. Umso näher man dem Erdboden nämlich ist, umso kleiner sind die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten. Außerdem hat der Turm die Aufgabe die mechanischen Belastungen des Rotors und der Gondel aufzunehmen und in das Fundament abzuleiten.

Fundament

Das Fundament muss stets an die Anlage, welche darauf errichtet werden soll und an die zu erwartenden Betriebsverhältnisse und an die Bodengegebenheiten spezifisch angepasst werden. Dementsprechend groß ist die Schwankungsbreite der Größe und Tiefe der Fundamentbauten. Das Fundament besteht im Regelfall aus einem Betonsockel mit starker Stahlarmierung.

Trafo und Netzanschluss

Der im Generator erzeugte Strom wird entweder bereits in der Gondel oder aber am Boden mittels eines Transformators (kurz: Trafo) auf die Spannung des Übertragungsnetzes hochtransformiert. Bei einzelnen Anlagen wird zumeist in das Mittelspannungsnetz (10,20 oder 30kV) eingespeist. Bei Windparks erfolgt der Anschluss jedoch an das 220 oder 380kV-Netz.



Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

- Einführung in das Thema mit den großen Bildkarten der erneuerbaren Energien. Die erneuerbaren Energieträger und Quellen werden wiederholt.
- Erarbeitung der unterschiedlichen Nutzungsformen (unter Verwendung des Arbeitsblatts „Erneuerbare Energie“ und „Nicht erneuerbare Energie“)
- Besprechung der Vor- und Nachteile der erneuerbaren/nicht erneuerbaren Energieträgern – Festigung des Wissens mit Hilfe der Gestaltung von Plakaten
- Überleitung zum Thema Wind – kurze Erklärung wie Wind entsteht
- Besprechung der Technik einer Windkraftanlage (unter Verwendung des Arbeitsblatts „Windkraftanlage“)
- Bau einer kleinen Windkraftanlage (unter Verwendung der Anleitung „Ein Windrad basteln“ bzw. der Anleitung „Papierschlange“)
- Erarbeitung der Vor und Nachteile Windkraftnutzung und deren Einsatz in der Steiermark (unter Verwendung der Karte „Windkraftanlagen in der Steiermark“)
- Überleitung zum Thema Sonnenenergie mit dem Hinweis, dass es ohne Sonnenenergie keine Windkraft gibt



Ich tu's
für unsere
Zukunft

10. EINHEIT

Erneuerbare Energie II - Sonnenenergie

Im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit stehen folgende Themen:

- Wie funktioniert eine thermische Solaranlage?
- Was ist Photovoltaik und wie funktioniert sie?
- Solarzellen erobern die Welt!
- Die unterschiedlichen Solarzellen-Arten
- Aufbau und Ergiebigkeit einer Photovoltaikanlage



Erneuerbare Energie II

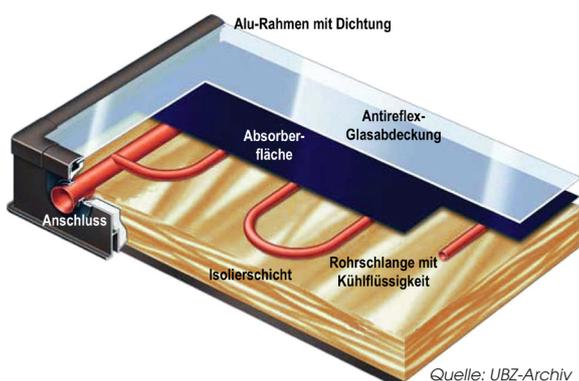
Sonnenenergie

Dass die Sonne nicht nur Grundlage allen Lebens auf dem Planeten Erde ist, sondern auch eine wertvolle Energiequelle, wurde bereits besprochen. Weil sich die Kraft der Sonne bei ihrer Nutzung nicht erschöpft, sondern weiterhin uneingeschränkt zur Verfügung steht, zählt die Sonnenenergie zu den erneuerbaren Energiequellen. Dazu kommt der große Vorteil, dass bei der Nutzung der Sonnenenergie – im Gegensatz etwa zu Erdöl oder Kohle – keine schädlichen Treibhausgase in die Atmosphäre gelangen. Mit einem Wort: Sonnenenergie ist eine ideale Energiequelle, in unseren Breiten allerdings mit zwei entscheidenden Schönheitsfehlern: Scheint die Sonne nicht, reduziert sich naturgemäß auch die „Ausbeute“ aus dieser Energiequelle; und gerade dann, wenn man fürs Heizen am meisten Energie benötigt, also im Winter, liefert die Sonne am wenigsten Energie.

Das Stichwort Heizen erinnert uns an die ebenfalls bereits erwähnten zwei grundsätzlichen Möglichkeiten, Sonnenenergie zu nutzen: die thermische Solarenergienutzung, also das Heizen bzw. Erwärmen von Brauchwasser mit der Kraft der Sonne, und die Erzeugung von elektrischer Energie durch die Sonne.

Wie funktioniert eine thermische Solaranlage (ein Solarkollektor)?

Eine Solaranlage nutzt den Effekt, dass sich dunkle Flächen in der Sonne schneller und stärker erwärmen als helle. Man kann dieses Phänomen leicht daheim im Garten nachvollziehen: In einem ausgerollten Gartenschlauch wird im Sommer das Wasser sehr bald warm (das nutzen manche Leute bei ihren Gartenduschen). Würde man einen schwarzen Schlauch nehmen, so würde das Wasser noch wärmer und die Erwärmung ginge schneller vor sich. Die einfachste Solaranlage ist also ein schwarz angemalter Wasserspeicher, wie er ebenfalls oft als Gartendusche verwendet wird!



Wenn man die Kraft der Sonne effizienter nutzen und eine professionelle Solaranlage errichten will, benötigt man einen Solarkollektor. Dieser Begriff setzt sich aus zwei Worten zusammen, beide aus dem Lateinischen: sol = Sonne; colligere = sammeln. Ein Solarkollektor ist also nichts anderes als ein „Sammler von Sonnenstrahlen“. Er besteht aus einem schwarz lackierten Kupferblech (Absorberfläche), auf dem mäanderförmig Kupferleitungen aufgelötet sind, durch die Kühlflüssigkeit fließt. Wenn die Sonne auf die Kollektoroberfläche scheint, erwärmt sich das Kühlmittel und gibt die Wärme an einen Speicher weiter.

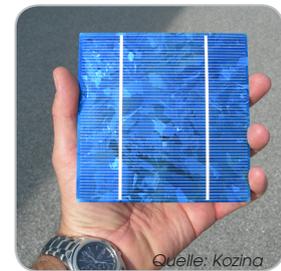


Von dort kann man das warme Wasser dann je nach Bedarf entnehmen und damit indirekt die Kraft der Sonne nutzen, die das Wasser ja erwärmt hat. Je mehr warmes Wasser man benötigt, desto größer muss die Anlage sein. Das hat aus Kostensicht und Platzgründen natürlich seine Grenzen.

Am wirtschaftlichsten und häufigsten in Verwendung sind kleinere Solaranlagen für die Brauchwasseraufbereitung. Bei Solaranlagen zum Heizen benötigt man viel Kollektorfläche und vor allem größere Wasserspeicher, was die Anlagen deutlich teurer macht. Außerdem heizt man vor allem im Winter, wo die Sonneneinstrahlung relativ schwach ist. Deshalb werden Solaranlagen, wenn überhaupt, in Österreich meistens nur zur Heizungsunterstützung eingesetzt. Eine Ausnahme können Passivhäuser darstellen, bei denen der zusätzliche Wärmebedarf zur Raumheizung äußerst gering ist.

Was ist Photovoltaik?

Das Wort setzt sich aus dem altgriechischen Wort „phaos“ bzw. „phos“ (Licht) und der Einheit für die elektrische Spannung („Volt“) zusammen. Mit Photovoltaik bezeichnet man die direkte Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie mittels Solarzellen. Mehrere solcher Solarzellen, die zur Stromerzeugung genutzt werden, nennt man in der Fachsprache Photovoltaik-Modul (abgekürzt: PV-Modul).



Quelle: Kozina

Der photoelektrische Effekt

Obwohl die intensivere Nutzung der Sonnenenergie zur Stromerzeugung relativ jung ist, kennt man den photoelektrischen Effekt schon lange: Im Jahr 1839 wurde er vom französischen Physiker Alexandre Edmond Becquerel entdeckt, übrigens der Vater von Antoine Henri Becquerel (Letzterer erhielt gemeinsam mit Marie Curie und ihrem Ehemann im Jahr 1903 für die „Entdeckung der spontanen Radioaktivität“ den Nobelpreis). Auch Albert Einstein machte sich um den photoelektrischen Effekt verdient, indem es ihm gelang, diesen zu erklären. Dafür erhielt Einstein im Jahr 1921 den Nobelpreis für Physik.

Welche Erklärung hat Einstein nun für Becquerels Entdeckung geliefert? Der photoelektrische Effekt besagt nichts anderes, als dass Lichtteilchen beim Auftreffen auf eine metallische Oberfläche in elektrische Energie umgewandelt werden. Bemerkte wurde dies dadurch, dass der Stromfluss zwischen einem Plus- und Minuspol bei Licht größer war als im Dunkeln. Und erklärt wird es so: Bei Licht gibt die Metalloberfläche Elektronen ab, weil diese Elektronen von der Energie der auftreffenden Lichtteilchen aus der Oberfläche herausgelöst werden (= äußerer Photoeffekt).



Solarzellen erobern die Welt!

Wer nun glaubt, Solarzellen seien ausschließlich eine „große Sache“, der irrt. Die Sonne lässt sich zur Energieerzeugung auch auf kleinstem Raum nutzen. So findet man Solarzellen auf Taschenrechnern, Armbanduhren und Taschenlampen. Mit dem daraus gewonnenen Strom werden laufend die Akkus der Geräte aufgeladen, sodass diese – im Gegensatz zu den früheren, nicht aufladbaren Batterien – nicht mehr getauscht werden müssen, sondern während der gesamten Lebensdauer des Geräts zur Verfügung stehen. Da für die Funktion von Batterien zum Teil hochgiftige Chemikalien nötig sind, kann durch die Verwendung von Solarzellen in Kleingeräten eine große Umweltbelastung durch die vielen leeren Batterien vermieden werden. Der Einsatzbereich von Solarzellen ist beinahe grenzenlos, so kommen sie in Städten beispielsweise auch für den Betrieb von Parkscheinautomaten oder Parkplatzbeleuchtungen zum Einsatz und überall dort, wo vor Ort eine geringe Menge Strom benötigt wird, um E-Geräte zu versorgen. Sogar Weltraumfahrzeuge und Satelliten werden mittels Solarzellen mit Strom versorgt. Erreichen die PV-Module eine gewisse Größe mit der entsprechenden Stromausbeute – beispielsweise auf Hallendächern – spricht man auch von Photovoltaikanlagen (sogenannten „Sonnenkraftwerken“).



Ein besonderes Beispiel einer Photovoltaikanlage findet man in der steirischen Stadt Gleisdorf. Der sogenannte Solarbaum auf dem Hauptplatz wurde im Jahr 1998 errichtet und ist mehr als 17 Meter hoch. Seine „Blätter“ bestehen aus 140 Photovoltaikmodulen, die so viel Strom erzeugen, dass damit 70 Straßenlaternen beleuchtet werden können. Der Solarbaum ist aber nicht nur ein Kraftwerk, sondern auch ein Kunstwerk: Der mittlerweile verstorbene Künstler Hartmut Skerbisch zeichnet dafür verantwortlich.



Quelle: Stadtgemeinde Gleisdorf Archiv



Forschungsfeld Solarzellen

Aufgrund der noch jungen Geschichte und des in Zeiten von Klimawandel und dem absehbaren Zur-Neige-Gehen fossiler Energieträger notwendig gewordenen Umdenkens in Sachen Energieversorgung wird laufend an der Verbesserung und Effizienzsteigerung von Solarzellen geforscht.

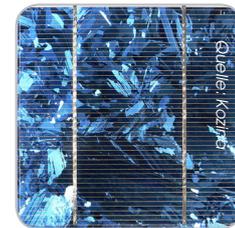
Folgende Arten von Solarzellen gibt es:

Solarzellen bestehen aus Silizium, einem chemischen Element, das als Halbleiter bezeichnet wird, weil es sowohl Eigenschaften von Metallen wie auch von Nichtmetallen hat. Ein Viertel der Erdkruste besteht aus Silizium, damit ist es nach dem Sauerstoff das zweithäufigste chemische Element auf der Erde.

- **Monokristalline Solarzellen:** Ihre Herstellung ist aufwendig, wegen des relativ großen Wirkungsgrades von 15 bis 18 % (beim großtechnischen Einsatz über 20 %) werden sie am häufigsten verwendet. Hochwertig!



- **Polykristalline Solarzellen:** Sie sind kostengünstiger in der Herstellung, verfügen dafür aber über einen geringeren Wirkungsgrad von 12 bis 14 % (beim großtechnischen Einsatz bis zu 16 %).



- **Amorphe Solarzellen:** Diese Dünnschichtzellen sind in der Herstellung am günstigsten, haben allerdings einen Wirkungsgrad von nur 5 bis 8 %. Sie sind nicht besonders langlebig und kommen vor allem in den bereits genannten Kleingeräten, wie Taschenrechnern, Uhren etc., zum Einsatz. Ihrer Entwicklung ist es zu verdanken, dass neben den hochwertigen und teuren Solarzellen, die in Sonnenkraftwerken verwendet werden, auch billige Zellen für die breite Masse an E-Geräten zur Verfügung stehen.



- Prototypen von Solarzellen sollen bereits einen Wirkungsgrad von bis zu 30 % erzielen. Diese befinden sich aber noch im Forschungs- und Versuchsstadium.

Übrigens, keine Sonnenseite ohne Schattenseite: Bei der Herstellung von 1 kg Reinst-Silizium für Solarzellen entstehen 19 kg Neben- und Abfallprodukte, außerdem benötigt man sehr viel Energie dafür.



Aufbau einer Photovoltaikanlage

So kann man sich den photoelektrischen Effekt nun für die Stromerzeugung zunutze machen: Zu PV-Modulen verbundene Solarzellen erzeugen in der Photovoltaikanlage eine Gleichspannung. Diese Gleichspannung wird mit einem Wechselrichter in die bei uns übliche Netzwechselspannung mit 230 V und 50 Hz umgewandelt; diese wird in der Folge in das Stromnetz eingespeist (= Netzeinspeisung).

Natürlich muss die erzeugte Energie nicht in ein Netz eingespeist, sondern kann auch unmittelbar vor Ort direkt genutzt werden (= Inselanlage). Überschüssiger Strom, der im Moment nicht benötigt wird, wird dabei in Akkus gespeichert. Solche Anlagen sind wesentlich teurer als Anlagen zur Netzeinspeisung und ergeben nur dort einen Sinn, wo kein Stromnetz zur Verfügung steht, beispielsweise in entlegenen Alm- oder Schutzhütten.

Bei einer typischen Anlage, wie sie nicht zuletzt aufgrund von Förderungen durch die öffentliche Hand auch für Häuslbauer immer beliebter werden, verläuft die Nutzung des „Sonnenstroms“ normalerweise so, dass der erzeugte Strom, wenn er nicht gerade selbst gebraucht wird, ins Netz eingespeist und vice versa Strom aus dem Netz bezogen wird, um die eigenen Elektrogeräte im Haus zu betreiben, auch wenn keine Sonne scheint. Die Stromrechnung für einen derartigen Haushalt ergibt sich aus der Differenz zwischen den Kosten für den Stromverbrauch und dem Ertrag aus der Stromeinspeisung.



Wirkungsgrad, Stromausbeute

Je nach Art der Solarzelle beträgt der Wirkungsgrad wie bereits erwähnt zwischen fünf und 20 Prozent. Über den tatsächlichen Solarertrag sagt der Wirkungsgrad aber noch nicht sehr viel aus. Der wirkliche Ertrag ist abhängig von der Ausrichtung der Anlage (südseitig ist optimal), dem Neigungswinkel der PV-Module und den Klima- und Wetterverhältnissen.



Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

- Beginn der Stunde mit dem Fingerspiel zur Sonne. „Groß ist die Sonne, hell und warm ihr Schein. Keiner könnte ohne die Sonne sein. Eine dicke Wolke hat sie zugedeckt. Doch schon ruft sie: „Da bin ich. Ich hab mich nur versteckt“
(Sonne mit den Armen Kreis zeichnen - Wolke - Hände vors Gesicht halten - Hände wieder weg)
- Einführung in das Thema unter Verwendung des Arbeitsblatts „Wer bin ich?“
- Erarbeitung des Themas Solarthermie unter Verwendung des Arbeitsblatts „Wie funktioniert eine Solaranlage“
- Kreative und praktische Auseinandersetzung mit dem Solarkollektor mit der Bastelanleitung „Solarkocher“
- Erarbeitung des Themas Photovoltaik unter Verwendung des Lückentexts „Photovoltaikanlage“
- Überleitung zur nächsten Einheit mit dem Hinweis, dass die Sonne den Wasserkreislauf und damit die Wasserkraft ermöglicht

LÖSUNG zum Arbeitsblatt „Wie funktioniert eine Solaranlage?“

- 3 An der Unterseite dieses Blechs ist ein gebogenes Rohr befestigt.
- 1 Die Sonnenstrahlen dringen durch das Glas in das Innere des Solarkollektors.
- 5 Die heiße Kühlfüssigkeit wird anschließend mit einer Pumpe in einen Boiler transportiert.
- 2 Dort treffen die Sonnenstrahlen auf ein schwarz lackiertes Blech (Absorber) und erwärmen es.
- 7 Die abgekühlte Kühlfüssigkeit wird in den Kollektor zurückgepumpt.
- 4 In diesem Rohr befindet sich Kühlfüssigkeit, welche über das Blech erhitzt wird.
- 6 Im Boiler wird das kalte Wasser erwärmt. Das warme Wasser kannst du dann zum Duschen oder Abwaschen verwenden.

LÖSUNG für Lückentext „Photovoltaikanlage“

Eine Solarzelle ist eine kleine, meist blaue Platte und besteht aus **Silizium**. Treffen Sonnenstrahlen auf das Silizium, so entsteht elektrische Spannung und dadurch **Strom**. Viele einzelne Solarzellen werden zu einer großen **Photovoltaikanlage** zusammengeschaltet. Diese wird meistens auf dem **Hausdach** montiert, um möglichst viel **Sonnenenergie** einzufangen. Der erzeugte Strom kann direkt im Haus verwendet werden oder er wird in das **Stromnetz** eingespeist.



Ich tu's
für unsere
Zukunft

11. EINHEIT

Erneuerbare Energie III - Wasserkraft, Erdwärme, Biomasse

Im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit stehen folgende Themen:

- Was ist eigentlich Wasser?
- Die Entwicklung der Wasserkraft
- Die Funktionsweise der Wasserkraft
- Die Bedeutung der Wasserkraft für Österreich
- Die Negativseiten der Wasserkraftnutzung
- Erdwärme: oberflächennahe Geothermie
- Was ist eigentlich Biomasse?
- Die Entwicklung der Biomassennutzung
- Die Bedeutung der Biomasse für Österreich
- Die Negativseiten der Nutzung von Biomasse



Erneuerbare Energie III

Wasserkraft, Erdwärme, Biomasse

Wasser, die Quelle allen Lebens

... egal, ob man damit nun ausdrücken möchte, dass der Mensch je nach Alter und Geschlecht bis zu 80 Prozent aus Wasser besteht, oder die These meint, dass das menschliche Leben seinen Anfang in den Urmeeren gefunden haben dürfte. Oder die Tatsache, dass man ohne Flüssigkeitszufuhr nur wenige Tage überleben kann. Oder die Ansicht der Erde aus dem Weltall, bei der deutlich wird, dass unser Planet zu zwei Dritteln von Wasser bedeckt ist. Oder die im Großteil Österreichs als Selbstverständlichkeit empfundene, (vermeintlich) grenzenlose Verfügbarkeit von Wasser, was ja nichts anderes signalisiert, als dass Wasser derart in unseren Alltag eingebunden ist, dass wir es gar nicht mehr bewusst wahrnehmen. Oder – auf der anderen Seite – die in vielen Ländern existenzbedrohende Wasserknappheit, die sich in Zukunft verschärfen wird und sogar zu Kriegen um das Wasser führen könnte. Je nach Region schwankt der Stellenwert von Wasser also zwischen unbemerktem Allerweltsprodukt und hochgeschätztem Luxusartikel.



Quelle: Vectorplatas.com

Die Entwicklung der Wasserkraft

Die Bewegungsenergie des Wassers nutzen die Menschen seit der Antike, wenngleich damals klarerweise zu anderen Zwecken als zur Erzeugung der noch nicht entdeckten elektrischen Energie. Wasserräder haben bereits vor Christi Geburt Getreidemühlen angetrieben. Diese Art, Getreide zu mahlen, überdauerte viele Jahrhunderte und ist erst im 20. Jahrhundert in diverse Freilichtmuseen verbannt worden. Die Kraft des Wassers kam aber auch anderweitig zum Einsatz: in der Eisenerzeugung, um Hammerwerke zu betreiben, oder in der Kleidungsproduktion für den Betrieb von Stampfen, um Leder weich zu machen. Bis zur Erfindung und Verbreitung der Dampfmaschine stellte Wasserkraft ein unverzichtbares Hilfsmittel zum Betreiben großer „Werkzeuge“ dar. Im gleichen Ausmaß, wie im Zeitalter der Industrialisierung die diesbezügliche Nutzung der Wasserkraft zurückgedrängt wurde, hat ihre Bedeutung für die Stromerzeugung zugenommen.



Quelle: Color of Life

Wasserkraftwerke, wie wir sie heute kennen, gibt es seit mehr als hundert Jahren. Das erste Wasserkraftwerk zur Stromgewinnung wurde 1880 im englischen Northumberland errichtet. Verschiedene Entdeckungen rund um die Elektrizität waren vorausgegangen (Auswahl):

- Michael Faraday entdeckte in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts die elektromagnetische Induktion, eine Voraussetzung für Bau und Betrieb eines Generators.



Quelle: UBZ-Archiv



- James B. Francis erdachte im Jahr 1849 die Francis-Turbine, die auch heute noch am häufigsten in Laufkraftwerken verwendet wird.
- Der gebürtige Steirer Viktor Kaplan entwickelte Anfang des 19. Jahrhunderts die nach ihm benannte Turbine mit verstellbaren Laufschaufeln, die heute ebenfalls in vielen Wasserkraftwerken zum Einsatz kommt, eignet sich besonders für Laufkraftwerke mit großen Wasserdurchflussmengen, aber geringem Gefälle, wie an Österreichs großen Flüssen.
- Dritter im Bunde der Turbinen-Entwickler war Lester Pelton. „Seine“ Pelton-Turbine findet vor allem in Speicherkraftwerken im Gebirge Verwendung, wo das Wasser aus großer Höhe in die Turbine geleitet wird.
- Werner von Siemens machte sich neben anderen um das dynamoelektrische Prinzip verdient, das besagt, „dass ein elektrischer Generator für die Anfangserregung zur Erzeugung elektrischer Spannung keinen von außen zugeführten elektrischen Strom benötigt, sondern sich diesen selbst durch den anfänglich geringen Restmagnetismus in der elektromagnetischen Erregerwicklung durch die elektromagnetische Induktion erzeugen kann“ (Wikipedia). Außerdem glaubte er unermüdlich an den Siegeszug der elektrischen Energie.



„Kaplan-Turbine“



„Francis-Turbine“



„Pelton-Turbine“

Die Funktionsweise der Wasserkraft

Voraussetzung für die Nutzung der Wasserkraft als erneuerbarer Energieträger ist der Wasserkreislauf auf der Erde. Vereinfacht gesprochen funktioniert er so, dass die Sonne Wasser aus den Weltmeeren, aber auch aus Seen und Flüssen verdunsten lässt. Dieses Wasser gelangt als Wasserdampf in die Atmosphäre, wird dort durch Luftströmungen rund um den Erdball verteilt und fällt in Form von Regen oder Schnee wieder herab, sobald der Dampf in kühleren Luftschichten abkühlt und kondensiert. Der Niederschlag versickert im Boden und speist Grundwasservorräte und Quellen. Wenn man nun Wasser innerhalb dieses Kreislaufs – beispielsweise durch ein Laufkraftwerk – nutzt, dann verschwindet dieses Wasser nach der Nutzung nicht aus dem Kreislauf. Wasser ist also ein erneuerbarer Energieträger.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, Wasserkraft zur Stromerzeugung zu nutzen:

1. An den Meeresküsten machen sich so genannte **Tidenhubkraftwerke** die Gezeiten zunutze. Je nachdem, ob Ebbe oder Flut herrscht, strömt das Meerwasser in die eine oder andere Richtung und treibt die Turbinen an. Tidenhubkraftwerke stehen vor allem an Mündungen von Flüssen ins Meer, aber auch in engen Buchten, ihre „Staumauer“ verläuft parallel zur Küste. Den Namen haben diese auch als Gezeitenkraftwerke bezeichneten Anlagen vom Tidenhub, das ist der Niveauunterschied des Meeresspiegels zwischen Ebbe und Flut. Eine andere Variante von Kraftwerken an der Küste nützt die Wucht der Wellen, um Turbinen zu betreiben (Wellenkraftwerk).



2. In Binnenländern wie Österreich können nur die Flüsse zur Erzeugung von Strom genutzt werden, und zwar mit **Laufkraftwerken**. Dabei wird das dahinströmende Wasser über eine Turbine geleitet und setzt diese in Bewegung.
3. Kleine Gebirgsbäche führen nicht so große Wassermassen wie große Flüsse. Aber auch ihre „Kraft“ kann man nützen – mit **Kleinwasserkraftwerken** oder im Gebirge mit **Speicherkraftwerken**. Dafür wird das Wasser mit hohen Staumauern aufgestaut – es kann Monate dauern, bis sich ein Stausee füllt. Dieses aufgestaute Wasser lässt sich dann nutzen, indem man es aus dem Stausee über Turbinen abfließen lässt. Während Flusskraftwerke ständig Strom produzieren, weil dort genügend Wasser vorhanden ist, kann die Stromproduktion aus Speicherkraftwerken ganz gezielt nach Bedarf abgerufen werden. Man entleert den Stausee dann, wenn man Strom benötigt.
4. Wird der Speicher (Stausee) nicht durch natürlich zufließendes Wasser (Bäche, Flüsse) gefüllt, sondern Wasser aus einem niedriger gelegenen Speicher in einen höher gelegenen Speicher hinaufgepumpt, spricht man von Pumpspeicherkraftwerken. Das Wasser stürzt im Anschluss wie bei einem herkömmlichen Speicherkraftwerk in die Tiefe und treibt dabei die Turbinen an. **Pumpspeicherkraftwerke** können den Nachteil herkömmlicher Speicherkraftwerke – dass der Speicher nicht immer schnell auf natürlichem Wege zu füllen ist – ausgleichen. Der Nachteil: Um den Speicher mit Wasser zu füllen, wird elektrische Energie für die Pumpen benötigt, der Wirkungsgrad (Differenz zwischen erzeugtem und zum Betrieb verbrauchtem Strom) sinkt dadurch auf ca. 75 %.

Allen Arten von Wasserkraftwerken ist die Funktionsweise gemeinsam: Wasser in welcher Form auch immer wird dazu genutzt, eine Turbine anzutreiben. Die Turbine dreht sich, mit diesem Drehmoment wird die Welle eines Generators angetrieben. Im Generator wird die Bewegungsenergie in elektrische Energie umgewandelt. Generatoren nutzen dafür das Prinzip der elektromagnetischen Induktion, wonach durch die Bewegung eines Magnetfeldes quer zu einem Leiter in diesem eine elektrische Spannung entsteht – wie beim Fahrraddynamo!



Die Bedeutung der Wasserkraft für Österreich

In Österreich spielt die Nutzung von Wasserkraft eine bedeutende Rolle. An den großen Flüssen Donau, Mur, Drau, Inn, Enns etc. stehen viele Wasserkraftwerke. Laut E-Control werden weltweit aktuell 3.120 TWh pro Jahr an elektrischer Energie mittels Wasserkraft erzeugt, in Österreich sind es etwa 37 TWh. Die weltweite Stromerzeugung aus Wasserkraft entspricht rund 16 % der Gesamtproduktion, in Österreich sind es rund 55 %! Es ist vor allem die Anzahl an Wasserkraftwerken, die für die beachtliche österreichische Ausbeute sorgt. Denn verglichen mit den internationalen Giganten, muten auch Österreichs größte Wasserkraftwerke eher bescheiden an. Die drei größten österreichischen Wasserkraftwerke sind allesamt Speicherkraftwerke (Malta-Hauptstufe in Kärnten, Silz in Tirol, Kopswerk II in Vorarlberg). Während Österreichs Nummer eins, die Malta-Hauptstufe, auf eine Nennleistung von 730 MW kommt, erzielen das weltgrößte Wasserkraftwerk, die Drei-Schluchten-Talsperre in China, eine Nennleistung von 18.200 MW und das größte Schweizer Wasserkraftwerk eine Nennleistung von 1.700 MW (Stand: Frühjahr 2012; Quelle: Wikipedia).



Die Negativseiten der Wasserkrafterzeugung

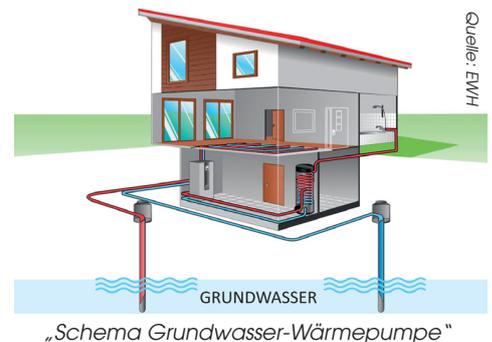
Als erneuerbare Energiequelle ist Wasserkraft eine saubere Energieform. Bei der Stromerzeugung aus Wasserkraft entstehen (außer beim Bau der Kraftwerke) keine Treibhausgase, Strom aus Wasserkraft ist CO₂-neutral. Dennoch sollen an dieser Stelle auch die Schattenseiten bei der Nutzung von Wasserkraft nicht verschwiegen werden. Bei Mammutprojekten, wie dem bereits genannten Drei-Schluchten-Damm in China, aber auch bei geplanten Wasserkraftwerken in Südamerika, müssen oft Hunderttausende bis Millionen Menschen ihre angestammten Wohngebiete verlassen, weil diese durch den Staudamm unter Wasser gesetzt werden. Solche großen Dämme und die damit verbundenen riesigen Wasserflächen der Stauseen haben oft auch Auswirkungen auf das Mikroklima in der Umgebung sowie auf den Grundwasserspiegel und die unter den Staudämmen liegenden Gebiete in denen in der Folge das Wasser für die Landwirtschaft fehlt. Probleme gibt es immer wieder auch mit den Fischbeständen – für Fischwanderungen werden aber in heimischen Flusskraftwerken mittlerweile eigene Umgehungskanäle der Staustufen („Fischleitern“) geschaffen, auf denen die Fische das künstliche Hindernis überwinden können. Und natürlich beeinflussen Wasserkraftwerke auch das Landschaftsbild. All das sollte aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass Wasserkraft eine Energiequelle ist, deren Vorteile eindeutig überwiegen.



Quelle: Kozina

Erdwärme: oberflächennahe Geothermie

Anschließend zur letzten Einheit noch ein paar Worte zur Heizung mit der Kraft der Sonne: Mit Solaranlagen kann man nicht nur Warmwasser bereiten, sondern auch einen Beitrag zur Heizung der Innenräume leisten. Beitrag deshalb, weil gerade im Winter, wo die Sonneneinstrahlung schwach ist, der Bedarf an Wärme groß ist und die Erträge einer Solaranlage meistens nicht zur Raumheizung ausreichen (ausgenommen Passivhäuser). Aber zur Warmwasserbereitung genügt der Ertrag zumeist. Immer mehr Häuser werden mit Wärme aus der Erde (Wärmepumpen) beheizt: Man nutzt bei dieser Technologie die im Erdreich oder im Grundwasser oder in der Luft gespeicherte (Sonne-)Energie. Um diese jedoch nutzen zu können, wird Strom für die **Wärmepumpe** benötigt. Eine wichtige Voraussetzung für den effizienten Einsatz von Wärmepumpen ist, dass das Gebäude dem Niedrigenergiestandard (geringer Heizwärmebedarf) entspricht. Vor allem sollte ein Niedertemperatursystem (Fußboden- oder Wandheizung) vorhanden sein. Die teuerste, aber die effizienteste Art mit Wärmepumpen zu Heizen ist die Tiefenbohrung. Bis zu 100 Meter tief reichen die Bohrlöcher, in die im Anschluss Soleleitungen verlegt werden. Die Sole leitet die Erdwärme nach oben, mittels Wärmepumpe wird die konstante Temperatur des Erdreiches genutzt. Neben der Erde kann man sich die Wärme auch aus dem Grundwasser holen, was allerdings nicht überall möglich und erlaubt ist, oder die Soleleitungen flächig knapp unter dem Erdreich verlegen. Letzteres setzt allerdings eine entsprechend große Grundstücksfläche voraus und die Fläche darf nicht mehr mit Bäumen bepflanzt werden. Auch die Luft ist eine mögliche Wärmequelle. Allerdings ist diese Energiequelle in unserem Klima nicht für den alleinigen Heizungsbetrieb geeignet und man sollte sich seriös beraten lassen, wenn man an die Anschaffung einer Wärmepumpenheizung denkt.



Quelle: EWH

Biomasse

Als Biomasse werden alle Produkte bezeichnet, welche entweder noch leben und wachsen oder dies vor kurzem noch taten. Ein Baum zählt zur Biomasse, wie das Holzscheit, welches aus ihm geschnitten wird. Kohle und Öl waren zum Beispiel ebenfalls einmal eine Biomasse und sind erst durch die Jahrtausende hindurch zu fossilen Energieträgern geworden.

Doch die Biomasse nur auf Holz zu beschränken, ist weit zu kurz gegriffen. Kein anderer erneuerbarer Energieträger tritt in derart vielen Formen auf.



- feste Biomasse: Scheitholz, Hackschnitzel, Pellets, Stroh, Wolle, Späne, Mais, Getreide ...
- flüssige Biomasse: Pflanzenöl, Destillate (Ethanol), Gülle ...
- gasförmige Biomasse: Gärgas, Holzgas, Alkohole ...

Die Biomasse gilt als erneuerbarer Energieträger, weil sie in menschlichen Zeiträumen immer wieder nachwächst und uns somit quasi unbegrenzt zur Verfügung steht. Wird jedoch mehr Biomasse verwendet als nachwachsen kann, gilt dies streng genommen nicht mehr!

Bei der Verbrennung von Biomasse wird CO_2 freigesetzt. Die CO_2 -Neutralität der Biomasse ist jedoch dadurch gegeben, dass nur jene Menge an CO_2 freigesetzt wird, die die Pflanze bei ihrem Wachstum gebunden hat. Die Summe ergibt also „0“, sie ist also aufkommensneutral.

Die Entwicklung der Biomassennutzung

Die Biomassennutzung ist so alt wie die Menschheit selbst. Anfangs wurde sie freilich nicht zur Energieerzeugung genutzt, sondern für alltägliche Aufgaben, wie Behausungen und Bekleidung verwendet. Seit der Entdeckung des Feuers wird die Biomasse vom Menschen immer mehr zur Energiegewinnung herangezogen.

Bis vor recht kurzer Zeit wurde die Biomasse jedoch ausschließlich zur Wärmegewinnung genutzt. Durch die Entdeckung der Elektrizität und Errichtung der zugehörigen Kraftwerke hielt die Biomasse in diesen neuen Bereich Einzug. Dies ist jedoch keine 200 Jahre her.

Seitdem werden immer mehr Varianten zur Nutzung der Biomasse entwickelt. Durch die großen Unterschiede in der Verwendung der Biomasse, sind viele verschiedene teils hochkomplexe und spezialisierte Verfahren entwickelt worden. Diese werden laufend verbessert und weiterentwickelt.

Unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten der Biomasse

Feste Biomasse

Holzscheite, Hackschnitzel, Pellets und werden vorrangig in Öfen verbrannt. Hierbei gilt es, in herkömmliche Abbrandöfen und Holzvergaserkessel zu unterscheiden. Abbrandöfen verbrennen die Biomasse bereits vollständig bis zu ihren Endstoffen, den Abgasen. Pelletsöfen finden ihren Einsatz hauptsächlich im Privatbereich, da für größere Leistungen die Hackschnitzelanlagen preislich im Vorteil sind. Bei Holzvergaserkesseln wird ebenfalls verbrannt, jedoch nicht vollständig, sodass ein brennbares Gas (gemischt mit Abgas) erzeugt wird. Dieses Gas kann man anschließend über Pipelines transportieren, oder in einem an den Vergaser angeschlossenen Ofen fertigverbrennen.



Quelle: Holzenergie-Schweiz



Flüssige Biomasse

Pflanzenöl (z.B. Biodiesel aus Raps) wird hauptsächlich in Verbrennungsmotoren genutzt. Dies können kombinierte Kraft-Wärme-Anlagen zur Erzeugung von Strom und Nutzwärme, oder auch umgerüstete Automotoren sein. Zum Teil wird auch wieder-aufbereitetes Altspeiseöl verwendet.

Ethanol, ein Destillat aus vergorener Getreidemaische, wird ebenfalls in speziellen Kraftwerken oder Heizkraftwerken genutzt.

Gülle nimmt einen Sonderposten unter den flüssigen Biomassen ein, da sie nicht in flüssiger Form, sondern als Biogaslieferant genutzt wird.

Gasförmige Biomasse

Gärgase werden aus einer Mischung aus Gülle und Hilfsstoffen, zumeist Mais, gewonnen. Die Maische aus Gülle, Mais und Wasser wird in einem Gärturm vergoren und die abgegebenen Gase (hauptsächlich Methan) werden anschließend in einem Gasmotor verarbeitet.

Holzgas aus Holzvergaserkesseln kann entweder in Gasmotoren oder in Gasbrennern verwendet werden. Da Holzgas jedoch zumeist ein Schwachgas ist (= geringer Energiegehalt/m³), wird es eher in den unempfindlicheren Brennern, denn in Motoren genutzt.



Die Bedeutung der Biomasse für Österreich

Die Biomassenutzung in Österreich hat eine lange und vielfältige Tradition. Rund 60% des Bruttoinlandsverbrauchs an erneuerbarer Energie, stammen aus Biomasse (Statistik Austria 2011).

Der Haupteinsatzzweck ist immer noch die Wärmeerzeugung. Privat natürlich zur Wohnungsbeheizung, öffentlich zum Beispiel für Nah- und Fernwärmenetze. In Wien wurde mit dem Kraftwerk Simmering eines der leistungsfähigsten Biomasseheizkraftwerke Österreichs errichtet.

Aber die dezentrale Versorgung kleinerer Gemeinden und Häusergruppierungen mit Biomasse erfreut sich ebenfalls ungebrochener Beliebtheit. Als Beispiele seien die Ökoregion Kaindorf oder das Biomassekraftwerk Güssing genannt.

Auch wirtschaftlich gesehen ist die Biomasse in Österreich sehr breit aufgestellt. Die Reserve an Holz in unseren Wäldern steigt immer noch an, obwohl Österreich stetig mehr Biomasse entnimmt.

Die Negativseiten der Nutzung von Biomasse

Auch bei der Biomasse gilt natürlich: Es ist nicht alles Gold, was glänzt. Zum Beispiel wird für das Kraftwerk Simmering täglich eine Kolonne LKWs aus Tschechien geordert, welche die benötigten Hackschnitzel anliefern, da in der Umgebung nicht genug verwertbare Biomasse vorhanden ist. Dadurch ist CO₂-Bilanz natürlich schwer angeschlagen.

Weiters kann Biomasse sehr wohl auch Schadstoffe enthalten. Altholz(meist lackiert) und organische Abfälle zählen nämlich ebenso als Biomasse. Bei der Verbrennung belasteter Materialien entstehen giftige Abgase.

Doch das weit größere Problem stellt die Preiserhöhung durch Biomasseverfeuerung bei Nahrungsmitteln dar. Besonders Getreide aller Art und Zuckerrohr (für Ethanol) sind davon betroffen. Immer wieder gibt es Diskussionen zum Thema „Lebensmittel in Autotanks“.

Nichts desto trotz bleibt die Biomasse der Energieträger, der in Österreich den Löwenanteil am gesamten erneuerbaren Energieverbrauch stellt und dies auch in absehbarer Zukunft tun wird.

Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

- Musischer Einstieg in das Thema Wasserkraft mit dem Lied „Es klappert die Mühle am rauschenden Bach“ (unter Verwendung des gleichnamigen Arbeitsblatts)
- Erarbeitung der Funktionsweise eines Wasserkraftwerkes unter Verwendung des Arbeitsblatts „Wie funktioniert ein Wasserkraftwerk?“
- Besprechung der verschiedenen Kraftwerkstypen unter Verwendung des Lesetextes „Wasserkraftwerke in Österreich“ sowie anschließend mithilfe des Arbeitsblatts „Stromerzeugung aus Wasser“
- Kreative Umsetzung des Themas Wasserkraft mit dem Bau eines Wasserrades (unter Verwendung der Anleitung „Ein Wasserrad basteln“)
- Überleitung zum Thema Biomasse mit der Frage was Biomasse ist und der Sammlung von Begriffen an der Tafel
- Erarbeitung der unterschiedlichen Arten von Biomasse und deren Einsatzmöglichkeiten (unter Verwendung der Arbeitsblätter „Arten der Biomasse“ bzw. „Was wird aus Biomasse“)

LÖSUNG zum Arbeitsblatt „Wie funktioniert ein Wasserkraftwerk?“

1. Das Wasser wird in das Kraftwerk geleitet.
2. Dort dreht sich die Turbine durch die Kraft des Wassers.
3. Die Turbine treibt einen Generator an.
4. Der Generator wandelt die Bewegungsenergie in Strom um.
5. Der Strom wird ins Netz eingespeist.

LÖSUNG zum Arbeitsblatt „Arten der Biomasse“

Laub Pellets Kuhmist **Glasflasche**
 Rinde Getreide Baumstamm Gras Holz
Erdgas Hackschnitzel Pflanzenreste **Heizöl**
 Heu **Aludose** Zeitungspapier Zuckerrübe
 Brennholz Blätter **Autoreifen Kohle** Gülle
 Strohballen Pflanzenöl **Ziegel** Äste
 Schweinemist **Stein** Mais

Achtung:

Lösungen zu den Arbeitsblättern „Stromerzeugung aus Wasser“ und „Was wird aus Biomasse“ befinden sich auf der nächsten Seite ...



Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

LÖSUNG zum Arbeitsblatt „Stromerzeugung aus Wasser“

Österreich gewinnt einen Großteil seines Strombedarfs aus **Hamsterkraft**

In Österreich wird der Strom hauptsächlich mit Hilfe von **Fisch und Hamsterkraft** produziert. Entlang der **kleinen Bäche** sind viele Laufkraftwerke gebaut, in denen das Wasser auf ein **Hamsterrad** geleitet wird. Die **herabfallenden Fische** treiben das **Hamsterrad** an und erzeugen somit Strom. **Sollten gerade keine Fische vorbeikommen, übernehmen die Hamster die Stromerzeugung.**

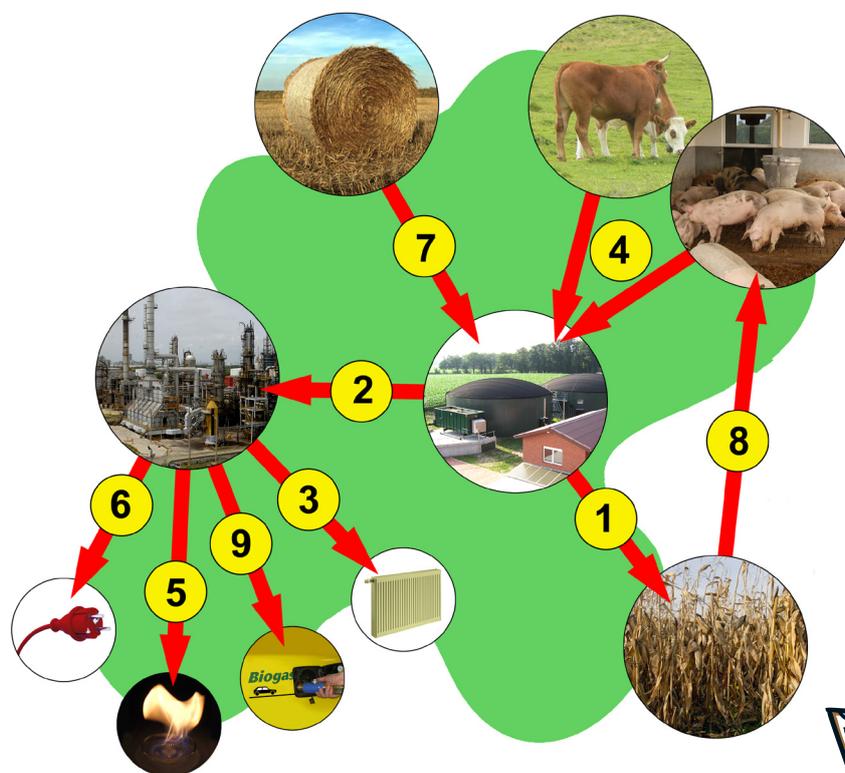
In den Alpen werden **Saugkraftwerke** eingesetzt. Sie **saugen** das Wasser mit Hilfe von großen **Staubsaugern** aus dem Tal nach oben in ein großes **Washbecken**. Wenn Strom benötigt wird, **wird der Stöpsel gezogen und das Wasser wieder ausgelassen.**

Österreich gewinnt einen Großteil seinen Strombedarfs aus **Wasserkraft**

In Österreich wird der Strom hauptsächlich mit Hilfe von Wasserkraft produziert. Entlang der großen Flüsse sind viele Laufkraftwerke gebaut, in denen das Wasser auf eine Turbine (oder Kaplan-Turbine) geleitet wird. Das Wasser treibt die Turbinen an und erzeugt somit Strom.

In den Alpen werden Pumpspeicherwerke eingesetzt. Sie pumpen das Wasser mit Hilfe von großen elektrischen Pumpen aus dem Tal nach oben in ein großes Speicherbecken. Wenn Strom benötigt wird, werden die Druckrohrleitungen geöffnet und die Turbinen mit Wasser versorgt.

LÖSUNG zum Arbeitsblatt „Was wird aus Biomasse“



Ich tu's
für unsere
Zukunft

12. EINHEIT

Wohlfühlen beim Wohnen und Lernen – das Raumklima

Im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit stehen folgende Themen:

- Was bedeutet „Behaglichkeit“?
- Die Wohlfühlfaktoren
- Wie heizt man am besten, um Wohlbefinden und Umweltschonung in Einklang zu bringen?
- Was passiert bei ungenügendem Lüften und Heizen?
- Wie lüftet man Klasse, Haus und Wohnung am besten?



Wohlfühlen beim Wohnen und Lernen – das Raumklima

Unser Planet ist (noch) maßgeschneidert für uns

Es ist so selbstverständlich, dass man es meistens gar nicht bewusst wahrnimmt: Temperaturen zwischen 20 und 25 Grad, Sonnenschein, kein Wind außer vielleicht ein erfrischendes „Lüfterl“ wenn die Quecksilbersäule Richtung „30er“ klettert – die klimatischen Bedingungen, die in Österreich herrschen, sind das Umfeld, an das wir gewöhnt sind und in dem wir uns wohlfühlen. Wie sehr der Mensch auch bezüglich Klima ein Gewohnheitstier ist, merkt man erst, wenn man im Urlaub im Hochsommer unter südländischer Hitze stöhnt oder wenn in einem besonders kalten Winter die Temperaturen dauerhaft tief im Minusbereich liegen. Das nennt man dann Ausnahmeghitze, Ausnahmewinter etc. und signalisiert damit unbewusst, dass Wetterausreißer das Wohlbefinden negativ beeinflussen.

„Behagen“, so definiert es der Duden, ist „ein wohliges Gefühl der Zufriedenheit“, „behaglich“ bedeutet demnach „Behagen ausstrahlend, Wohlbehagen verbreitend, gemütlich, bequem“ - Behaglichkeit ist eine „behagliche Atmosphäre“. Nicht von ungefähr verwendet die Duden-Redaktion zur Illustration des Begriffs ein Beispiel aus dem Wohnumfeld: „Sein Zimmer atmet Behaglichkeit.“ Die Gestaltung der eigenen vier Wände leistet einen wesentlichen Beitrag dazu, dass wir uns wohlfühlen – so sollte auch ein Schulklassenraum sein.

Unter welchen Bedingungen fühlt man sich wohl?

Innenräume müssen bestimmte Qualitäten aufweisen, damit wir uns wohlfühlen. Die „Wohlfühlatmosphäre“ setzt sich aus mehreren Faktoren zusammen:

- Temperatur - sowohl die Oberflächentemperatur der uns umgebenden Wände (und natürlich des Fußbodens) als auch die Temperatur der Luft
- möglichst wenig Staub in der Luft
- Luftfeuchtigkeit, und zwar die relative Luftfeuchtigkeit in Abhängigkeit von der Lufttemperatur;
- geringer Kohlendioxidgehalt der Luft
- keine unangenehmen Gerüche
- passendes Licht sowie
- angenehme Farben von Wänden und Einrichtung

Erst wenn alle Faktoren zusammenpassen, spricht man von einem behaglichen Raumklima, in dem man gerne wohnt oder lernt.

Die einzelnen Wohlfühlfaktoren

Temperatur: Wie bereits angedeutet, genügt es nicht, mit einem kleinen glühenden Ofen die Luft in dessen unmittelbarer Umgebung aufzuheizen, um ein Wohlfühlklima im gesamten Wohnbereich zu erzeugen.



Vielmehr müssen auch die Wände erwärmt werden. Im Idealfall ist die Temperatur der Wände zumindest so hoch wie die gewünschte Lufttemperatur. Der Grund dafür: Die Temperatur, die wir spüren, ergibt sich aus einem Mittelwert zwischen Oberflächen-(Wand-) und Lufttemperatur.

Wenn nun die Wände kalt sind, dann müsste man die Luft viel stärker erwärmen, um einen angenehmen Mittelwert zu erzielen. Man müsste also extrem einheizen und damit sinnlos Energie vergeuden.

Mit einer Wärmedämmung erreicht man, dass von draußen keine Kälte eindringen kann. Sogar bei entsprechend starker Luftaufheizung wird man ohne Wärmedämmung kein angenehmes Raumklima erzielen. Zur Wärmedämmung gibt es eine eigene Unterrichtseinheit.



Man kann das im Winter anhand einer Autoheizung nachvollziehen, ein Auto muss ja weitgehend ohne Wärmedämmung auskommen: Die Scheiben sind eiskalt, die Luft so heiß, dass die Wangen glühen. Angenehm fühlt sich das trotzdem nicht an, es ist zwar warm, aber nicht angenehm.

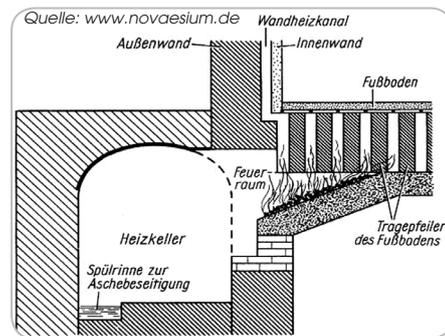
Eine gute Wärmedämmung hat darüber hinaus den energietechnischen Vorteil, dass die Luft gar nicht so warm sein muss, um im Raum angenehme Wärme zu empfinden.

Wie erwärmt man die Raumluft nun am besten? Die unterschiedlichen Arten der Raumheizung werden in einer eigenen Unterrichtseinheit vorgestellt, wobei wir uns vor allem auf die energie- und umwelttechnischen Vor- bzw. Nachteile der verschiedenen Heizsysteme beziehen. Es gibt aber noch andere Faktoren, die ausschlaggebend sind, ob eine Heizung für ein angenehmes Raumklima sorgen kann oder nicht: die Größe (der Heizkörper bzw. des Ofens) und die Platzierung.

Im Normalfall werden Heizkörper unter den Fenstern installiert. Dies deshalb, weil im Regelfall Fenster (auch doppelt oder dreifach verglaste) kälter als die Wände sind. Mit der vom Heizkörper aufsteigenden warmen Luft erzeugt man eine Art „Vorhang“, der die vom Glas abfallende Kaltluft zurückdrängt. Wenn ein Heizkörper über Nacht ausgeschaltet ist, bildet sich oft Kondenswasser am Rahmen und an den Scheiben, was davon zeugt, dass das Fensterglas bzw. der Fensterrahmen viel kälter als die Raumluft sind und sich die Luftfeuchtigkeit am kalten Glas niederschlagen kann. Dreht man den Heizkörper auf, verdunstet das Kondenswasser – ein Zeichen dafür, dass die warme Luft aufsteigt, am Fenster vorbeistreicht und sie mehr Feuchte aufnehmen kann als kalte Luft.



Wand- und Fußbodenheizungen werden als sehr angenehm empfunden, weil sie mäßig warme (nicht heiße), dafür aber sehr große Flächen bieten – schon die alten Römer schätzten Fußbodenheizungen und installierten diese gerne in ihren Landhäusern und Bädern. Die Fußbodenheizung (genannt Hypokaustum) funktionierte so, dass man die Böden über kleinen Gewölben errichtete. Durch diese Gewölbe unter den Fußböden leitete man mit einem Feuer erhitzte Luft, die ihre Wärme über die Gewölbesteine an die Böden abgab. Heute übernehmen warmes Wasser oder Elektroheizkabel diese Aufgabe.

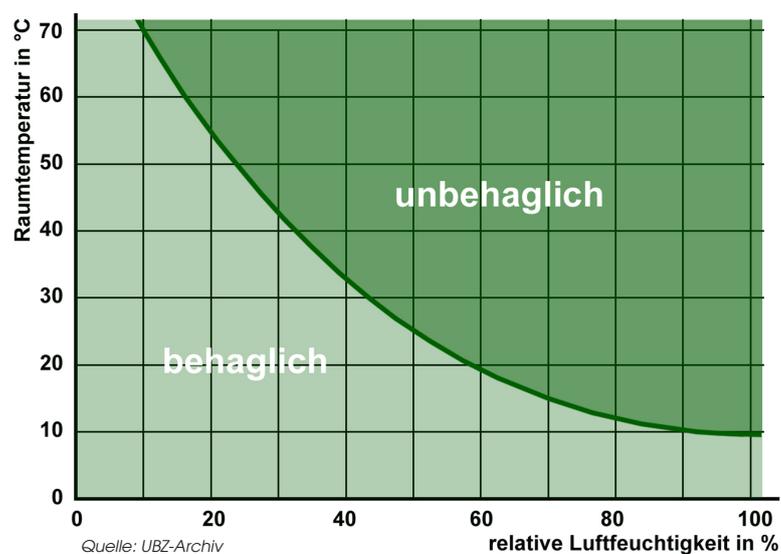


„Schema einer Hypokaustum-Heizung in Arles (Südfrankreich)“

Luffeuchtigkeit:

Wie bereits angedeutet, genügt es nicht, mit einem kleinen glühenden Ofen die Luft in dessen unmittelbarer Umgebung aufzuheizen, um ein Wohlfühlklima im gesamten Wohnbereich zu erzeugen. Die absolute Luffeuchtigkeit sagt aus, wie viel Wasserdampf (in g/m^3) in der Luft enthalten ist. Die relative Luffeuchtigkeit hingegen gibt an, wieviel Prozent der maximal möglichen Feuchtemenge in der Luft bereits enthalten ist. Diese maximale Menge hängt von der Lufttemperatur ab.

Umso wärmer die Luft ist, umso mehr Feuchte kann sie aufnehmen. Der für Menschen angenehme Bereich liegt bei 40 bis 60 Prozent. Zu trockene Luft wird genauso unangenehm empfunden wie zu feuchte Luft. Erstere trocknet die Nasenschleimhäute aus, was zu Niesreiz und Reizungen des Kehlkopfes führen kann. Letztere kennt man auch aus dem Freien: Knapp vor einem Gewitter im Sommer ist die Luft oft schwül – zu feucht, um als angenehm empfunden zu werden.



Kohlendioxidgehalt:

Als Indikator für die Luftqualität gilt der CO_2 -Gehalt der Luft, denn Kohlendioxid selbst führt bei starken Konzentrationen zu Befindlichkeitsstörungen wie Reizungen der Augen und Atemwege, Müdigkeit, Kopfschmerzen, verminderte Aufmerksamkeit, Konzentrations- und Leistungsabfall u.ä. Der Kohlendioxidgehalt wird in ppm (parts per million) angegeben, die Außenluft hat rund 300 ppm, die Raumluft zwischen 1000 und 1500 ppm. Bis zu diesem Gehalt gibt es keine Befindlichkeitsstörungen – aber die Konzentrationen liegen in allen Schulklassen weit darüber und auch in Wohnungen ist dieser Wert meist erhöht.

Die Folgen zu hoher Luftfeuchtigkeit in den Räumen

Je kühler die Luft ist, umso weniger Wasser enthält sie. Man kann das schön in der Natur beobachten: Im Spätsommer ist es in der Früh feucht, auf den Gräsern liegt Tau, weil die kühle Luft nur wenig Feuchtigkeit halten kann.

Das bedeutet für Innenräume: Lüftet man zu wenig und entfernt damit die warme (und feuchtere) Luft nicht aus der Wohnung, kühlt sich diese an einer kalten Stelle ab. Die abgekühlte Luft kann weniger Feuchtigkeit tragen und gibt diese an der kalten Stelle, beispielsweise in einer Fensterlaibung oder an einer Wand hinter Möbeln ab (insbesondere in Ecken). Die dauerhafte Feuchtigkeit solcher Stellen begünstigt dann die Bildung von gesundheitsschädlichem Schimmel. Eine ausreichende Beheizung der Räume ist also eine wichtige Vorbeugung gegen Schimmel. Ebenso eine richtige Lüftung der Räume und die Platzierung der Möbel. Große Schränke u.ä. sollten möglichst nicht an Außenwänden stehen, außerdem sollten zwischen Rückseite und Wand mindestens zehn Zentimeter Abstand bestehen. Große Möbel sollten also nicht direkt an die Wand geschoben werden.

Das ideale Raumklima

Wohnräume sollten auf 20°C beheizt werden (Wohnzimmer und Bad eher mehr, Schlafzimmer eher weniger), Klassenräume sollten eine Temperatur von $20 - 21^\circ\text{C}$ aufweisen. Heizt man zu viel, verschwendet man Energie – man muss im Winter ja nicht im kurzen T-Shirt durch die Wohnung flitzen oder in der Klasse sitzen; trägt man ein langärmeliges Hemd oder eine Weste, kann man die Raumtemperatur entsprechend senken. Aber nicht zu weit, denn unter 18°C fühlt man sich nicht nur unwohl, es steigen auch die Gefahr einer Erkältung und die der Schimmelbildung. Jedes Grad mehr Raumtemperatur durch Heizen bedeutet sechs Prozent mehr Energieverbrauch – eine ausgewogene Heizung und Lüftung sind somit von ökologischer und finanzieller Bedeutung.

Optimaler Zustand: Die Luftfeuchtigkeit beträgt zwischen 40 und 60 %, die Temperatur beträgt $20-21^\circ\text{C}$, der CO_2 -Gehalt liegt bei rund 1000 ppm und in der Raumluft finden sich keine Gerüche und kein Staub.



Richtig lüften!

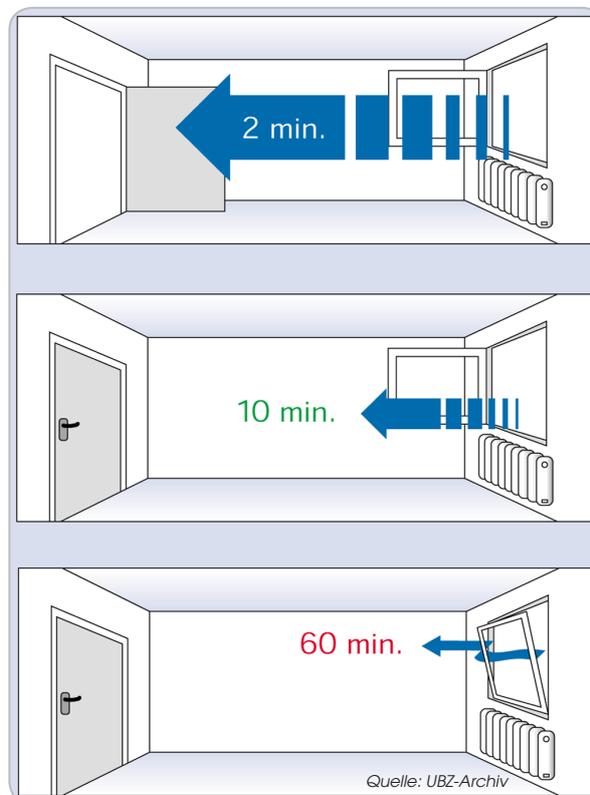
Gründe, warum Wohnräume und auch Klassen regelmäßig gelüftet werden müssen, gibt es zuhauf: Die ausgeatmete Luft soll durch frische sauerstoffhaltige Luft ersetzt werden. Koch- oder Körpergerüche sollen abziehen können. Die zu hohe Luftfeuchtigkeit muss reduziert werden. Moderne Fenster sind so dicht, dass durch sie kein Luftaustausch stattfinden kann.

Wie lüftet man aber richtig, um frische Luft zu haben und die Luftfeuchtigkeit zu regulieren und gleichzeitig – im Winter – nicht die gesamte Wärme zu verlieren?

Die Antwort lautet: **Stoßlüften oder Querlüften**. Richtig Lüften bedeutet, in möglichst kurzer Zeit die gesamte Raumluft auszutauschen, ohne dass dadurch die Wände auskühlen können. Dafür öffnet man (möglichst gegenüberliegende) Fenster weit und lässt ein paar Minuten die frische Luft von draußen durchziehen. Da die in den Wänden gespeicherte Wärme in dieser kurzen Zeit nicht verloren geht, erwärmt sich die frische Luft von draußen nach dem Stoßlüften schnell.

Ein Lüften über gekippte Fenster ist vor allem im Winter zu vermeiden – es geht dauerhaft Wärme verloren, im Nahbereich des Fensters kann es zu Schimmelbildung kommen, weil die Wand durch das relativ lange Vorüberstreichen kalter Luft von draußen auskühlt und in der Folge die Feuchte der Luft kondensieren kann. Auch in kalten Ecken in feuchten Räumen (Küche, Badezimmer) kommt es leicht zu Schimmelbildung.

Im Sommer ist das Lüften einfacher, da können die Fenster lange offen bleiben. Auch gekippte Fenster sind im Sommer möglich, wenngleich der Luftaustausch nur schleppend vor sich geht – außerdem stellen sie bei Abwesenheit eine Einladung für Einbrecher dar.



Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

- Günstige Jahreszeit: Heizsaison
- Einstieg mit Impulsfrage: Was benötigt man, damit man sich zuhause oder in der Klasse richtig wohl fühlt?
- Sammlung von Schlüsselwörtern (Temperatur, Luftfeuchte, Licht ...) auf Tafel, Flipchart oder Pinnwand)
- Besprechung der einzelnen Wohlfühlfaktoren (unter Verwendung des Lückentextes „Wohnbehaglichkeit“)
- Gruppenarbeit: Gestaltung eines Plakats, das in der Folge das Thema begleitet und laufend ergänzt werden kann
- Durchführen von Raumtemperatur- und Raumfeuchtemessungen (Ausleihe von Kombigeräten bzw. Thermometern beim UBZ), ev. eine Woche an mehreren Stellen im Raum messen und ein Messprotokoll anlegen
- Diskussion der Messergebnisse und Besprechung der Raumheizung bzw. Wanddämmung; Frage: Was ist ein ideales Raumklima?
- Überleitung zum Thema Lüften – Zusammenhang Temperatur und Luftfeuchtigkeit (unter Verwendung des Arbeitsblatts „Richtig Lüften“ – Teil 1)
- Besprechung des Themas Schimmelbildung (unter Verwendung des Lesetextes „Igit – Schimmel an der Wand“), ev. Messung der Wandtemperatur mit Infrarot-Thermometern (**Ausleih-Adresse:** Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark, 8010 Graz, Brockmangasse 53, office@ubz-stmk.at, www.ubz-stmk.at/messgeraete)
- ev. Querverbindung herstellen zwischen Lüften und Kohlendioxidgehalt (Ausleihe von CO₂-Ampeln beim UBZ, **Ausleih-Adresse:** Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark, 8010 Graz, Brockmangasse 53, office@ubz-stmk.at, www.ubz-stmk.at/messgeraete)
- Zusammenfassung des Themas Lüften (zunächst Verwendung des Arbeitsblatts „Richtig Lüften“ – Teil 2, anschließend Erklärung und Austeilen des Arbeitsblatts Teil 3)
- anschließend Herstellung von „Richtig-Lüften – Hinweisschildern“ für die Klasse (Befestigung an Fenstern bzw. bei der Türe)
- Fertigstellung des Plakats mit den wichtigsten Vorgaben für das ideale Raumklima

LÖSUNG für Lückentext „Wohnbehaglichkeit“

Wir modernen Menschen verbringen den größten Teil unseres Lebens in **geschlossenen** Räumen. Die Luftqualität hat deshalb einen entscheidenden Einfluss auf die **Gesundheit** und **Leistungen** der Menschen im Raum. Deshalb gehören Räume mit gleichmäßiger **Temperatur**, ohne Luftzug, passender **Luftfeuchtigkeit** sowie **frischer Luft**, die frei von Schadstoffen und **Schimmelsporen** ist, zu einem behaglichen Wohngefühl.



Ich tu's
für unsere
Zukunft

13. EINHEIT

„Fiebermessen“ am Haus – Thermografie

Im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit stehen folgende Themen:

- Was ist Thermografie?
- Wie funktioniert eine Wärmebildkamera und was sieht man auf den Aufnahmen?
- Voraussetzungen, damit die Thermografie funktioniert
- Sichtbar gewordene Ursachen für den Wärmeverlust
- Welche Schlüsse kann man aus Wärmebildern von Gebäuden ziehen?



„Fiebermessen“ am Haus Thermografie

Vorbemerkung

Anschaulich, verständlich und damit wirklich sinnvoll lässt sich eine solche Unterrichtseinheit zur Thermografie nur gestalten, wenn eine Wärmebildkamera zur Verfügung steht. Solche Geräte sind in der Anschaffung sehr teuer. Der Kauf einer Wärmebildkamera ist für eine Volksschule nicht sinnvoll. Bei Interesse an einer Demonstration kann die Schule mit der Energieberatung Steiermark des Amtes der Stmk. Landesregierung bzw. dem Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark Kontakt aufnehmen.

Was ist Thermografie?

Thermografie stellt die Wärmeabstrahlung (von Menschen, aber auch von Gegenständen wie Häusern) in Bildern dar. Durchgeführt wird sie mittels einer Wärmebildkamera (Thermografiekamera). Diese ist etwas größer als eine digitale Spiegelreflexkamera und misst Temperaturen berührungslos aus der Ferne.

Der Vergleich mit dem Fiebermessen kann einen hilfreichen Einstieg in die abstrakte Materie darstellen. Schließlich „misst“ man bei der Thermografie ja auch die Temperatur, um daraus Rückschlüsse auf die Beschaffenheit des gemessenen Körpers – in unserem Fall der Bausubstanz – zu ziehen. Beim Fiebermessen erhält der Arzt durch die gemessene Körpertemperatur ebenfalls Hinweise auf mögliche Krankheiten.

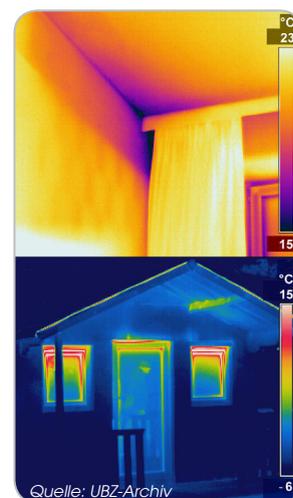
Der Begriff „Thermografie“ setzt sich aus zwei altgriechischen Wörtern zusammen: „thermos“ bedeutet „warm“ – man kennt es auch aus anderen Zusammensetzungen (wie z.B. Thermoskanne=), „graphie“ heißt übersetzt „schreiben, aufschreiben“. Wärmeaufzeichnung“ wäre also in etwa die adäquate Übersetzung von Thermografie.



Quelle: Conrad

Wie funktioniert eine Wärmebildkamera?

In vereinfachter Form gesagt, wandelt die Thermografiekamera die Wärme, die ein Gebäude abstrahlt, in ein buntes Wärmebild um. Die unterschiedlichen Wärmegrade werden dabei mit verschiedenen Farben dargestellt. Das Wärmebild, das sogenannte Thermogramm, zeigt somit die Temperaturunterschiede am Gebäude. Bei thermischen Schwachstellen (= schlechter Wärmedämmung, Wärmebrücken etc.) tritt mehr Wärme nach außen als an anderen Stellen. Diese Bereiche sind somit wärmer und werden in der Thermografieaufnahme bei Außenaufnahmen als hellere Bereiche (in den Farben Gelb, Rot und Weiß) und bei Innenaufnahmen, wo diese Stellen ja kälter sind, als dunklere Bereiche (in den Farben Grün, Blau, Violett und Schwarz) sichtbar. Dadurch sind für ExpertInnen thermische Schwachstellen und (auch verdeckte) Baumängel von Gebäuden, an denen Energieverlust auftritt, unmittelbar erkennbar.



Quelle: UBZ-Archiv



Voraussetzungen, damit die Thermografie funktioniert

Thermografie ist keine „Röntgentechnologie für Gebäude“ zur Durchleuchtung von Wänden, Fenstern oder Decken. Die Thermografiekamera kann insbesondere nicht durch Fenstergläser blicken – sie misst nur die Temperatur, die an der Oberfläche des Fensterglases auftritt, ebenso wie jene am Verputz der Außenwand oder an einer Holzschalung.

Gebäudethermografie nur im Winter

Voraussetzung für eine Thermografieaufnahme ist eine Temperaturdifferenz zwischen innen und außen von rund 20 °C, beispielsweise wenn die Innenraumtemperatur 20 °C und die Außenlufttemperatur ± 0 °C betragen.

Die Aufnahmen können daher nur während der Heizperiode im Winter erfolgen. Zur Vorbereitung der Thermografieaufnahme wird das Gebäude zwölf bis 24 Stunden zuvor ausreichend beheizt, um einen möglichst konstanten Wärmefluss zu erzielen. Die Temperatur im Gebäude soll möglichst gleichmäßig sein.

Außenthermografien nur nachts

Bei Außenthermografien soll die Thermografieaufnahme mindestens sechs Stunden nach Sonnenuntergang, aber noch vor Sonnenaufgang durchgeführt werden. Hintergrund hierfür ist, dass die Sonne tagsüber die Fassaden erwärmt, wodurch die Messergebnisse verfälscht werden. Außenthermografien werden daher nur im Zeitraum von frühestens 22 Uhr bis Sonnenaufgang durchgeführt.



Quelle: Kozina

Geringe Windgeschwindigkeit

Wind führt zu einer verstärkten Abkühlung von Fassaden, wodurch ebenfalls die Messergebnisse verfälscht werden. Die maximale Windgeschwindigkeit, bei der qualitative Thermografien noch gemacht werden können, beträgt 1 m/s.

Keinerlei Niederschlag

Auch Feuchtigkeit in der Luft oder am Gebäude beeinträchtigt das Messergebnis. Die Gebäudehülle darf von Niederschlag nicht befeuchtet sein. Außerdem müssen geeignete Witterungsbedingungen vorliegen: kein Nebel oder Niederschlag wie Schnee oder Regen.

Metalle und Fenstergläser

Fenstergläser und viele Metalle haben die Eigenschaft, im Infrarotbereich Wärmestrahlung zu reflektieren. Daher sind bei diesen Aufnahmen Spiegelungen der Umgebung (z.B. Menschen, andere Gebäude, Bäume oder sogar der Nachthimmel) zu beobachten. Aus diesem Grund kann über die thermische Qualität von Fenstergläsern und Metallen mittels Thermografie in der Regel keine eindeutige Aussage gemacht werden!



Quelle: NRW

Gebäudekanten und Ecken

Exponierte Stellen – wie beispielsweise Außenkanten – haben kühlere Oberflächentemperaturen. An diesen Stellen ist die Abstrahlfläche größer als an der sonstigen Außenwand, wir sprechen von einer „geometrischen Wärmebrücke“. Zusätzlich kann – auch nur geringer – Wind zu einer Abkühlung der Gebäudekante führen.

Geschützte Lagen

Unter Vordächern, Vorsprüngen und Balkonen sowie in Loggien sind tendenziell höhere Oberflächentemperaturen zu beobachten. Grund hierfür ist die geringere Abstrahlung zur Umgebung. Erhöhte Oberflächentemperaturen in diesen Bereichen müssen daher nicht unbedingt thermische Schwachstellen bedeuten!

Typische Ursachen für thermische Schwachstellen

Geringe oder keine Wärmedämmung

Alte Gebäude sind vielfach ohne oder nur mit geringer Wärmedämmung ausgestattet. Die Mauerwerkskonstruktion bei Außenwänden wird oft sichtbar, auch Sockelzonen treten vielfach klar hervor.

Wärmebrücken

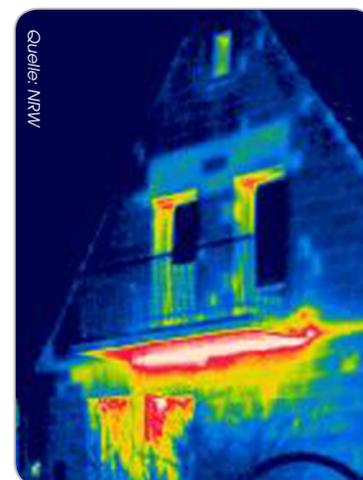
Wärmebrücken sind jene Bereiche in Bauteilen, durch die Wärme schneller nach außen transportiert wird als in anderen. Typische Wärmebrücken sind Balkonplatten, Fensterstürze (Träger oberhalb des Fensters) oder die Einbindung von Decken in Außenwänden. Sie treten somit zumeist an jenen Stellen auf, bei denen aus statischen Gründen (ungedämmter) Stahlbeton eingebaut ist oder unterschiedliche Materialien aufeinandertreffen.

Undichtheiten

Häufig treten Undichtheiten bei Fenster- und Türkonstruktionen auf. Einerseits können Undichtheiten zwischen dem (zu öffnenden) Fensterflügel und dem (fest eingebauten) Fensterstock, andererseits auch zwischen dem Fensterstock und dem Mauerwerk auftreten.

Feuchte Bauteile

In Bauteilen enthaltene Feuchtigkeit erhöht die Wärmeleitfähigkeit und damit die Wärmeverluste. Mauerwerksfeuchte ist insbesondere bei Gebäuden ohne horizontale Feuchtigkeitssperre zu finden. Aber auch in Holzkonstruktionen kann Feuchtigkeit auftreten, wenn beispielsweise feuchte Luft in die Konstruktion eintritt, dort abkühlt und kondensiert. Von außen eintretende Feuchtigkeit, wie Niederschlagswasser, kann ebenfalls zu Feuchteschäden in gedämmten Holzkonstruktionen führen.



Schlüsse, die man aus Wärmebildkameraaufnahmen ziehen kann

Wie wir gesehen haben, zeigen die Bilder mit dem Auge nicht erkennbare Stellen, an denen Wärme verloren geht. Kennt man diese Stellen, kann man die Ursachen für den Wärmeverlust eruieren und die schadhaften Stellen sanieren, sei es durch eine Wärmedämmung, neue Dichtungen, Mauertrockenlegung etc. Was mit Wärmebildkameraaufnahmen eines Gebäudes begonnen hat, endet schlussendlich in einer gelungenen thermischen Sanierung. Bei erfolgreichen und umfassenden thermischen Sanierungen, sind im Thermografiebild nach der Sanierung praktisch keine Schwachstellen mehr zu erkennen. Die Thermografie nach der Sanierung ist somit auch ein hilfreiches Mittel zur Qualitätssicherung bzw. zur Überprüfung, ob die Sanierung funktioniert hat.



Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

- Einstieg in das Thema mit der Impulsfrage, ob man bei einem Haus „fiebert“ kann und warum man das überhaupt machen sollte?
- Sammlung der unterschiedlichen Ideen und Antworten (Kärtchen beschreiben und an die Wand pinnen)
- Erklärung der Funktion einer Wärmebildkamera (unter Verwendung der drei Bildkarten „Thermografie“)
- Erkennen und Auswerten von Thermografie-Aufnahmen (unter Verwendung des Arbeitsblatts „Wärmebilder“)
- Aufspürung von Kältebrücken im Klassenzimmer oder in der Schule mit Hilfe eines Laser-Thermometers (**Ausleih-Adresse:** Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark, 8010 Graz, Brockmangasse 53, office@ubz-stmk.at, www.ubz-stmk.at/messgeraete)
- Spielerische Auseinandersetzung mit dem Thema Thermografie unter Verwendung der MemoCards „Wärmebilder 1 und 2“ (dafür Ausschneidevorlage jeweils 1x ausdrucken, auf Karton kleben und ausschneiden)
- Überleitung zur nächsten Unterrichtseinheit mit dem Hinweis, dass man auch den Strombedarf eines Hauses messen kann



Ich tu's
für unsere
Zukunft

14. EINHEIT

Stromverbrauch messen

Im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit stehen folgende Themen:

- Wiederholung grundlegender Begriffe zum Thema elektrische Energie
- Wofür braucht man im Haushalt Strom?
- Wie funktioniert ein Energiekostenmessgerät?
- Was kann ich alles messen?
- Wie kann jeder Einzelne einen Beitrag zum Stromsparen leisten?
- Sicherer Umgang mit Strom



Stromverbrauch messen

Diese Unterrichtseinheit dient auch der Wiederholung grundlegender Begriffe zum Thema Strom. Darauf aufbauend und inzwischen mit dem zusätzlichen Wissen über die Problematik der Energiegewinnung und Stromerzeugung ausgestattet, soll die Notwendigkeit eines sparsamen Umgangs mit Energie vermittelt werden. Der Einsatz eines Energiekostenmessgeräts im Unterricht macht die abstrakte Materie leichter „begreifbar“. Zusätzlich soll auch auf die Gefahr hingewiesen werden, die bei unsachgemäßem Umgang von elektrischer Energie ausgehen kann.

Grundlegende Begriffe (teilweise Wiederholung)

Energie

... ist die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten. Mit ihrer Hilfe können ein Fahrzeug in Bewegung gesetzt, eine Glühbirne zum Leuchten gebracht oder auch Wasser erwärmt werden. Die Einheit für Energie ist Joule (J).

Watt (W)

Die Leistung, die Energie hat, wird in Watt angegeben. Oft werden auch Kilowatt (kW) genannt, das sind 1000 Watt. Große Kraftwerke haben eine viel größere Leistung, sie wird in Megawatt (MW) angegeben, das sind 1 Million Kilowatt.

Kilowattstunde (kWh)

Eine kWh gibt an, wie viel Leistung (Watt) verbraucht worden sind und für wie lange. „h“ steht für „hour“, englisch für Stunde. Beispiel: Eine Glühbirne mit 40 Watt Leistung, die fünfundzwanzig Stunden brennt, verbraucht 1000 Wattstunden bzw. eine kWh.

Stromstärke (A)

Die Stromstärke ist die Menge an Elektronen die in einer festgelegten Zeit in einer Leitung fließen. Die Einheit für die Stromstärke heißt Ampere.

Elektrische Spannung (V)

Spannung ist die Größe, die die Elektronen zur Bewegung zwingt. Sie ist vergleichbar mit dem Druck in einer Wasserleitung. Je mehr Druck desto kräftiger der Wasserstrahl, je mehr Spannung desto kräftiger der Strom. Die Maßeinheit nennt sich Volt.

Ist der Stromkreis nicht geschlossen, fließt auch kein Strom. Steckt man beispielsweise den Stecker eines Radios in die Steckdose und betätigt den Power-Knopf, so wird der Kreis vom Stromnetz zum Radio und zurück geschlossen und es fließt Strom, mit dem das Gerät betrieben wird. Die Einheit der elektrischen Spannung ist Volt. 1000 Volt sind 1 Kilovolt (kV). Über Land (weite Strecken) wird der Strom in sogenannten Hochspannungsleitungen (mehrere Hundert Kilovolt Spannung: 380, 220 oder 110 kV) transportiert, vor Ort wird die Spannung in Umspannwerken oder Transformatorstationen auf die in den Häusern und Wohnungen benötigten „Lichtstrom“ (230 V) bzw. auf „Starkstrom“ (400 V) gesenkt.



Quelle: Kozina



Stromverbrauch im Haushalt

Ein moderner Haushalt ohne Strom(verbraucher) ist undenkbar. Das beginnt beim Kühlschrank, geht weiter über Waschmaschine, E-Herd und Geschirrspüler bis hin zu Mikrowelle, Kaffeemaschine & Co. Aber nicht nur in der Küche ist man auf elektrischen Strom angewiesen. Wenn es abends finster wird, erleuchtet man die Räume mit elektrischen Lampen, Fernsehapparat und Computer benötigen im Betrieb Strom, und um unser Handy immer und überall nutzen zu können, müssen wir es regelmäßig aufladen.

Der Energieverbrauch der einzelnen Haushaltsgeräte gestaltet sich sehr unterschiedlich. Es wurde bereits auf den Unterschied zwischen direktem und indirektem Energieverbrauch hingewiesen (direkt = im Betrieb; indirekt = bei der Erzeugung). Den direkten Energieverbrauch kann man meistens an den Typenschildern der elektrischen Haushaltsgeräte ablesen. Nicht zu unterschätzen ist der Energieverbrauch von elektrischen Geräten im Stand-by-Betrieb. Dabei wird das Gerät nicht wirklich ausgeschaltet, auch der Netzstecker wird nicht gezogen. Dadurch fließt Strom, das Gerät verbraucht also Energie, weil der Stromkreis nicht unterbrochen ist.



Quelle: UBZ-Archiv

Energiekostenmessgerät

Haushaltstaugliche Geräte sind bereits um unter 20 Euro erhältlich. Ein Test des Vereins für Konsumentinformation (Der Konsument, 9/2009) bescheinigte einigen „Billigeräten“ freilich eine ungenaue Messleistung, wobei die Messgenauigkeit nicht unbedingt mit der Höhe des Gerätepreises konform ging. Für die grundsätzliche Erklärung, dass der Stromverbrauch gemessen werden kann, spielt die Messgenauigkeit ohnehin eine untergeordnete Rolle, sodass auch bei einem kleinen Schulbudget der Erwerb eines oder mehrerer Messgeräte für eine praktische Demonstration im Unterricht möglich sein sollte. Man sollte aber darauf achten, dass das Energiekostenmessgerät auch niedrige Messbereiche (auch unter 1 Watt) erfasst, weil nur so nachgewiesen werden kann, dass im Stand-by-Modus Strom verbraucht wird.



Quelle: Conrad

Wie verwendet man ein Energiekostenmessgerät? Es wird zwischen Steckdose und dem zu messenden Verbraucher zwischengeschaltet, d. h. das Messgerät ist auf der einen Seite mit dem Stromnetz verbunden, sein Netzstecker steckt in der Steckdose, auf der anderen Seite ist es mit dem zu messenden elektrischen Gerät verbunden, der Netzstecker des jeweiligen elektrischen Verbrauchers steckt im Energiekostenmessgerät. Der Strom, der vom elektrischen Verbraucher im Betrieb benötigt wird, strömt zuerst also durch das Messgerät und kann auf diese Weise gemessen und auf einer Skala oder mittels Digitalanzeige angezeigt werden. Bei einem Energiekostenmessgerät kann man normalerweise die Energiekosten für eine Kilowattstunde einstellen und damit nicht nur den Verbrauch ermitteln, sondern auch gleich die Energiekosten berechnen lassen.



Ein gutes Energiekostenmessgerät sollte zwischen Blind- und Wirkleistung unterscheiden können. Die Blindleistung dient lediglich dazu, für den Betrieb von Elektromotoren oder Pumpen (beispielsweise in Kühlschränken oder Waschmaschinen) ein Magnetfeld aufzubauen, wird aber nicht in Arbeit oder Wärme umgewandelt, also nicht verbraucht und zeitversetzt wieder in das Netz eingespeist. Die Blindleistung pendelt nur zwischen Verbraucher und Erzeuger hin und her und darf deshalb auch nicht dem Stromverbrauch des zu messenden Geräts zugerechnet werden.

Übrigens: Das Energiekostenmessgerät selbst verbraucht natürlich ebenfalls Strom (Eigenverbrauch). Bis zu drei Watt pro Stunde können das sein.

Was kann man messen?

Mit einem Energiekostenmessgerät kann der Stromverbrauch jedes Elektro-/Elektronikgeräts gemessen werden, das mittels Netzstecker mit dem Stromnetz verbunden ist. Ein realistischer Wert ergibt sich erst, wenn das zu messende Gerät einige Minuten in Betrieb und somit „warmgelaufen“ ist. Nicht gemessen werden können Elektrogeräte, die (ohne Netzstecker) fest ans Stromnetz angeschlossen sind, wie z.B. Boiler, E-Herde, Badezimmerspiegelschränke, aber auch Deckenlampen oder Elektroantriebe für Gartentore.



Quelle: Hardwareoverlock

Stromsparen!

Die Notwendigkeit, Energie zu sparen, dürfte unumstritten sein. Maßnahmen, wie jede/r Einzelne daheim im Haushalt Energie/Strom sparen kann, wurden bereits in einer anderen Unterrichtseinheit (UE 3) aufgeschlüsselt. Anlässlich der Stromverbrauchsmessung sollten sie nun wiederholt werden und können anhand gezielter Einsätze eines Energiekostenmessgerätes im Klassenverband in der Schule auch auf ihre Wirksamkeit hin überprüft werden – beispielsweise durch den Nachweis des Stromverbrauchs eines Kopierers oder PCs im Stand-by-Betrieb oder durch die Ermittlung des Stromverbrauchs für eine Stunde Fernsehen, Internetsurfen etc.



Tip:

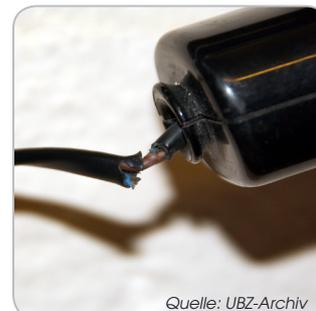
3. Unterrichtseinheit: „Jeder von uns kann Energie sparen“ - mit Arbeitsblättern zum Thema



Sicherer Umgang mit Strom

Die intensive Auseinandersetzung mit Strom soll auch zum Anlass genommen werden, um auf die Gefahren hinzuweisen, die ein falscher Umgang mit Strom nach sich ziehen kann. Grundsätzlich ist jeder Körperkontakt mit dem Stromnetz lebensgefährlich! Freilich kann man nicht nur dadurch in den Stromkreis geraten, dass man absichtlich mit einem Draht oder Nagel in die Steckdose fährt, sondern oft auch unbewusst.

Beispielsweise durch schadhafte Kabel von Elektrogeräten, wenn die Isolierung schadhaft ist und die spannungsführenden Drähte blank liegen – solche Geräte dürfen nicht mehr in Betrieb genommen werden! Reparaturversuche an Elektrogeräten ohne vorher den Netzstecker zu ziehen können ebenfalls zu einem Stromschlag führen. Die meisten Stromunfälle finden nicht am Arbeitsplatz, sondern im Haushalt statt, berichtet die Statistik Austria.



Aber auch durch dumme Jugendstreiche, wenn Kinder oder Jugendliche auf abgestellte Eisenbahnwaggons klettern und dabei in die Nähe der hochspannungsführenden Oberleitungen kommen, ereignen sich leider immer wieder Unfälle mit Todesfolgen.



Aber auch zu Hause kann einiges passieren, wenn man unachtsam mit Elektrogeräten umgeht. Die hierzu wohl wichtigste Grundregel lautet: Elektrogeräte gehören niemals in die Nähe von Wasser!

Direkt mit der Unfallgefahr hängt die jeweilige Materialeigenschaft zusammen: Nur elektrische Leiter können, wie der Name sagt, elektrisch geladene Teilchen transportieren. Bevorzugte Materialien, in denen Strom fließt, sind Metalle wie Silber, Aluminium und Kupfer sowie das Mineral Graphit. Wasser an sich wäre übrigens ein Nichtleiter, durch die in ihm gelösten Mineralstoffe wird es aber zum Leiter. Auch der menschliche Körper ist ein Leiter. Ausgesprochene Nichtleiter sind Glas, Porzellan, Gummi und Holz. Aufgrund dieser Eigenschaft werden manche dieser Materialien zur Isolierung von stromführenden Leitungen verwendet (= Isolatoren), Gummi und PVC beispielsweise als Hülle für Elektrokabel, Porzellan oder Kunststoffe bei Hochspannungsleitungen.



Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

- Einstieg mit der Wiederholung einiger Begriffe (Energie, Watt/Kilowatt, Kilowattstunde, elektrische Spannung / Volt)
- Impulsfrage: Woher kommt der Strom, der zuhause in der Steckdose ist? Was ist Öko-Strom? (unter Verwendung des Lückentextes „So kommt Öko-Strom in die Steckdose“)
- Besprechung des Themas „Wofür braucht man Strom“ sowie „Stromverbrauch im Haushalt“ (unter Verwendung der Arbeitsblätter „Stromverbraucher Zuhause“ bzw. „Stromverbraucher in der Küche“)
- Gruppenarbeit: Gestaltung eines Plakats mit Fotos div. Stromverbraucher (groß, mittel, gering) für die Pinnwand
- Vorstellen eines Energiekostenmessgerätes und Erklärung der Funktionsweise
- Durchführung diverser Verbrauchsmessungen bzw. Stand-by-Messungen (unter Verwendung der LehrerInnen-Info „Stromverbrauch messen“)
- Besprechung des Themas Stromsparen und Tipps für persönliche Beiträge der SchülerInnen (unter Verwendung des Info-Blatts „Mit 1 Kilowattstunde kann man“ von Unterrichtseinheit 1, Arbeitsblatt 2)
- Erklärung des sicheren Umgangs mit elektrischem Strom (unter Verwendung des Infoblatts „Strom-Gefahrenzeichen“)
- Durchführung von Versuchen zum Thema Stromleitung unter Verwendung der LehrerInnen-Info und des gleichnamigen Arbeitsblatts „Stromleiter und Nichtleiter (Isolator)“, ev. Ausleihe eines Testboy-Geräts beim UBZ - **Ausleih-Adresse:** Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark, 8010 Graz, Brockmanngasse 53 office@ubz-stmk.at, www.ubz-stmk.at/messgeraete

Achtung:

Lösungen für Lückentext „So kommt Öko-Strom in die Steckdose“ und zum Arbeitsblatt „Stromverbraucher in der Küche“ befinden sich auf der nächsten Seite ...



Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

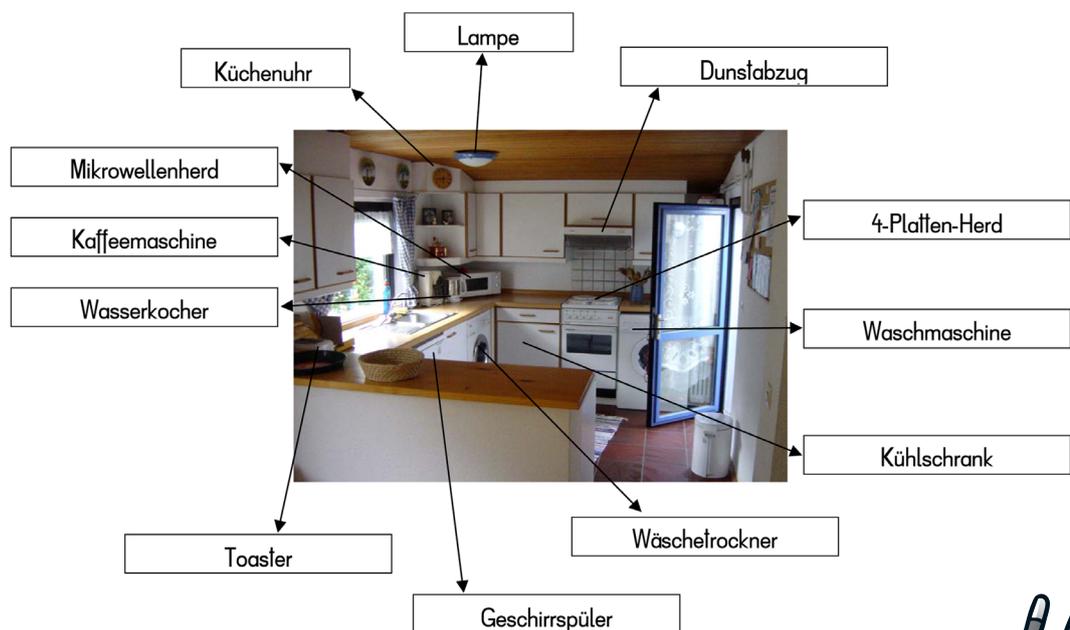
LÖSUNG für Lückentext „So kommt Öko-Strom in die Steckdose“

Energie kommt in der Natur im **Wasser**, in der **Sonne** und im **Wind** vor. Wir können diese in **elektrische** Energie umwandeln und dann als **Strom** nutzen.

In Wasserkraftwerken trifft Wasser auf eine **Turbine** und diese treibt einen Generator an. In Windkraftwerken wird der **Generator** durch Rotorblätter angetrieben. Im Photovoltaikkraftwerk wird **Sonnenlicht** direkt in elektrischen Strom umgewandelt.

Der in allen **Kraftwerken** erzeugte Strom wird mittels Hochspannungsleitungen durch ganz Europa transportiert. Im **Umspannwerk** wird der Hochspannungsstrom dann auf **230/400V** Spannung umgewandelt. Das ist der Strom, den wir in der Steckdose haben.

LÖSUNG zum Arbeitsblatt „Stromverbraucher in der Küche“



Ich tu's
für unsere
Zukunft

15. EINHEIT

Klimawandel geht uns alle an!

Im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit stehen folgende Themen:

- Erklärung des Treibhauseffekts
- Die Problematik des Klimawandels
- Lösungsmöglichkeiten und Auswege



Klimawandel geht uns alle an

Was ist eigentlich der Treibhauseffekt?

Die Begriffe „Treibhausgase“ und „Treibhauseffekt“ haben im Zuge des Klimawandels in den letzten Jahren eher einen schlechten Ruf bekommen.

Aber: Der Treibhauseffekt ist für das Leben auf der Erde unbedingt notwendig, denn ohne einen natürlichen Treibhauseffekt hätte es nur eine Außentemperatur von -18°C . Das ganze Jahr tiefster Winter also. Durch den natürlichen Treibhauseffekt haben wir eine durchschnittliche Temperatur von $+15^{\circ}\text{C}$ auf unserem Planeten. Den schlechten Ruf verdient somit nur der vom Menschen geschaffene „künstliche Treibhauseffekt“.



Damit es den Treibhauseffekt gibt, braucht es folgende Komponenten:

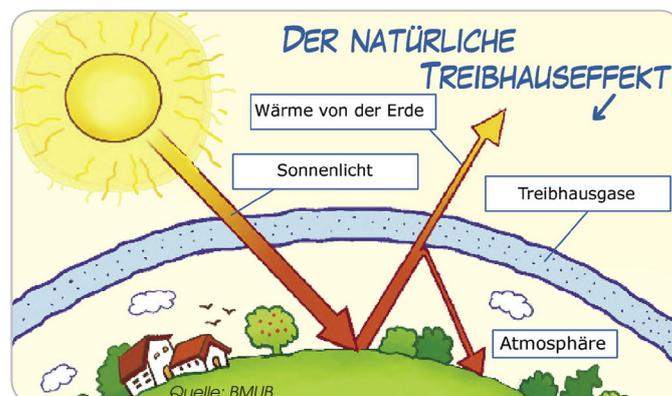


1. Sonne
2. Atmosphäre
3. Treibhausgase (Kohlendioxid CO_2 und Wasserdampf H_2O , Stickoxide NO_x und Methan CH_4 , Ozon O_3 und halogenierte Kohlenwasserstoffe FCKWs)

Wie funktioniert der Treibhauseffekt?

Die Sonne scheint fast ungehindert durch die Atmosphäre hindurch auf die Erde (so wie durch eine Glasscheibe) und erwärmt diese. Die Erdoberfläche nimmt nicht die gesamte Wärme der Sonne auf, sondern strahlt einen Teil davon wieder ab.

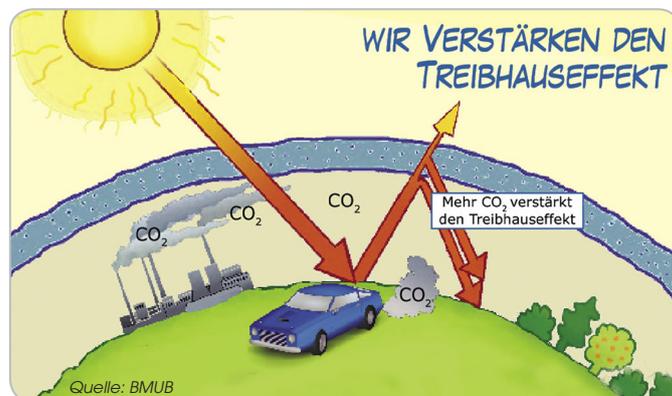
Die Atmosphäre lässt diese Wärme aber nicht mehr zur Gänze zurück ins Weltall. Der Grund, warum die Sonnenstrahlung nahezu ungehindert hereinkommt, die Wärmeabstrahlung der Erde aber nicht mehr ungehindert hinauskommt, liegt in der unterschiedlichen Wellenlänge der beiden Strahlungen. (Man kann dies mit einem Glashaus vergleichen, bei dem die Innentemperatur durch die Sonneneinstrahlung erhöht wird, umgekehrt aber kaum Temperatur aus dem Inneren des Glashauses verloren geht.) So weit, so gut und notwendig für ein Überleben auf der Erde.



In den letzten Jahrzehnten ist es allerdings durch eine zu hohe Konzentration von Treibhausgasen nicht natürlichen Ursprungs in der Atmosphäre zu einer unerwünschten Erhöhung der Temperatur gekommen. Das bedeutet, es wird auf der Erde immer wärmer, weil die Atmosphäre aufgrund der überhöhten Treibhausgaskonzentration die Wärmeabstrahlung verhindert.

Quellen nicht natürlichen Treibhausgasausstoßes sind vor allem die Verbrennungsabgase des Auto- und Flugverkehrs, der großen Industrieanlagen und des Hausbrands.

Aber auch die Massentierhaltung wie z.B. die riesigen Rinderherden Südamerikas, die zur Steakproduktion für die ganze Welt dienen, leisten durch ihre „Verdauungsabgase“ (Rülpfen) einen Beitrag zur Erhöhung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre, wenngleich nicht in demselben Ausmaß wie die motorisierte Welt. Schon an der unterschiedlichen Herkunft der Treibhausgase kann man erkennen, dass eine Lösung des komplexen Problems nicht gerade einfach ist.



Was bedeutet es für uns, wenn es auf der Erde immer wärmer wird?

Klimawandel! Wenn es auf der Erde immer wärmer wird, hat das zum Teil noch gar nicht vorhersehbare Auswirkungen auf die gesamte Menschheit, die Tier- und Pflanzenwelt.

Das Eis am Nord- und Südpol und die Gletscher schmelzen – es kommt zu Überschwemmungen in Küstengebieten, weil dadurch der Meeresspiegel ansteigt. Inseln, wie beispielsweise die Malediven, die sich nur einen Meter über dem Meeresspiegel erheben, könnten auf lange Sicht unter dem Wasser verschwinden und als Lebensraum verloren gehen. Deshalb haben die Regierungen der Malediven und anderer Inselstaaten bereits Überlegungen angestellt, anderswo Land für die Bevölkerung zu kaufen. Klimawandel spielt sich aber nicht nur in der Südsee ab. Auch europäische Küstenstädte wie Venedig oder auch Häfen sind durch den steigenden Meeresspiegel bedroht. Um diese Siedlungs- und Wirtschaftsräume beispielsweise durch Dämme zu schützen, bedarf es gewaltiger technischer und finanzieller Anstrengungen. Im Gebirge wiederum fehlt in Zukunft jenes Wasser, das aus den Gletschern während der wärmeren Jahreszeit abfließt. Der Dachsteingletscher schmilzt derzeit im Rekordtempo und könnte in wenigen Jahrzehnten verschwunden sein. Mit den im „ewigen Eis“ gespeicherten Wasserreserven wäre es dann vorbei.

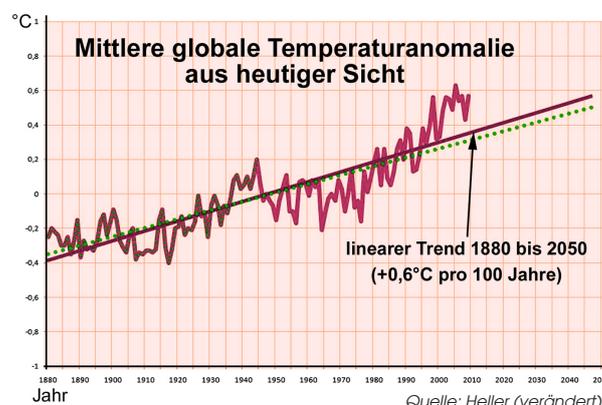
Auch wenn das Eis in der Arktis schmilzt, verlieren viele Lebewesen ihren natürlichen Lebensraum. Eisbären beispielsweise werden durch die immer kleiner und dünner werdende Eisfläche in ihrer Bewegungsfreiheit bei der Nahrungssuche eingeschränkt. Sie verhungern, weil der Weg über das Eis zu ihrer natürlichen Beute, den Robben, infolge immer größerer Lücken versperrt ist.

Als Folge des Klimawandels kommt es weiters zu immer größeren Wetterextremen mit monsunartigen Regenfällen und Stürmen in Gegenden, in denen bisher gemäßigtes Klima mit angenehmen Landregen und kaum Wind vorherrschte. Österreich stellt da keine Ausnahme dar, wenn man sich die Gewitter und Stürme der unmittelbaren Vergangenheit ansieht.

Trocken- und Dürregebiete werden sich ausbreiten und weit über die bisherigen Wüstengebieten hinaus erstrecken. Nahezu alle bedeutenden Klimaforscher sind sich einig, dass der Klimawandel infolge des jahrzehntelangen überhöhten Ausstoßes von Treibhausgasen längst im Gange ist.



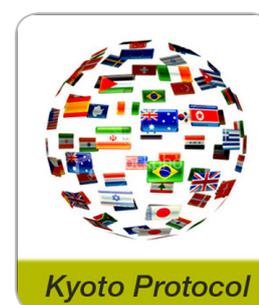
Wenn man allerdings von einer Phase mit höheren Durchschnittstemperaturen als heute im Hochmittelalter spricht („Mittelalterliche Warmzeit“ im Alpenraum bzw. in Nordwesteuropa), dann ist das Wasser auf den Mühlen derjenigen, die den Klimawandel bezweifeln. Faktum ist aber – und das dürfte kein Zufall sein – dass das erste Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts (2000 bis 2009) das wärmste je gemessene war. Und damit den „Rekord“ zwischen 1990 und 1999 einstellte, einer Dekade, die wiederum die Jahre von 1980 bis 1989 als heißestes Jahrzehnt ablöste.



Gibt es Auswege aus der Misere?

Theoretisch ja, praktisch derzeit aber eher nein! Denn das sogenannte Kyoto-Protokoll aus dem Jahr 1997, mit dem sich viele Staaten zu einer Beschränkung des Ausstoßes von Treibhausgasen verpflichtet haben, weist drei entscheidende Schönheitsfehler auf.

1. Erstens werden die darin festgeschriebenen Grenzwerte von vielen Staaten, darunter auch Österreich, nicht eingehalten!
2. Zweitens haben führende Klimasünder wie die USA das Protokoll gar nicht unterzeichnet und fühlen sich deshalb an keine Beschränkung gebunden. Und Schwellenländer wie China wurden im Protokoll mit keinen Beschränkungen bedacht, obwohl dort die Industrialisierung ohne Rücksicht auf die Umwelt rasch voranschreitet.
3. Drittens lief das **Kyoto-Protokoll** im Jahr 2012 aus. Auf der Klimakonferenz in Doha (VAE) wurde 2013 eine Nachfolgeregelung (Kyoto 2) bis 2020 beschlossen. Allerdings beteiligen sich an diesem nur mehr die 27 EU-Staaten, einige weitere europäische Staaten und Australien. Russland, Japan, Kanada und Neuseeland traten aus dem Protokoll aus, die USA und China waren nie beigetreten. Somit sind nur mehr 11-13% des Weltausstoßes an Treibhausgasen durch Kyoto 2 abgedeckt. Bis 2015 soll hingegen eine die gesamten UN-Mitgliedsstaaten betreffende Klimaschutzregelung erarbeitet und beschlossen werden, welche ab 2020 auch für alle verpflichtend sein soll. Wer's glaubt?!



Österreich hätte dem Kyoto-Protokoll zufolge seine Treibhausgas-Emissionen zwischen 2008 und 2012 um 13 Prozent gegenüber dem Wert von 1990 senken müssen. Tatsächlich sind im besagten Zeitraum die Emissionen aber gestiegen!

International hat auch die Wirtschaftskrise der Jahre 2007 bis 2009 dazu beigetragen, dass der Klimaschutz ins Hintertreffen geraten ist. Man konzentrierte die weltweiten Bemühungen auf ein Anspringen der Weltwirtschaft, angesichts von Milliardenverlusten, zu rettenden Banken, drohenden Staatsbankrotten und ähnlichem war das Hemd näher als der Rock: Ein kurzfristiger Wirtschaftsaufschwung hatte Vorrang vor Klimaschutzmaßnahmen, die uns erst in einigen Jahrzehnten vor dem drohenden Klimakollaps schützen sollten.

Deshalb den Kopf in den Sand zu stecken wäre aber falsch: Es kommt auf das Verhalten jedes Einzelnen an, jede/r kann, wie wir bereits mehrmals im Laufe des Unterrichtsjahres gesehen haben, einen Beitrag leisten, um den Klimawandel zumindest zu verlangsamen und auf ein erträgliches Maß zu beschränken.

CO₂ sparen in der Schule

In Schulen gibt es einige Möglichkeiten, die CO₂-Emissionen zu reduzieren und damit dem Klima zu helfen. Die folgenden Angaben sind Berechnungen und beziehen sich auf eine Schule mit acht Schulklassen.

So viel CO₂ spart man jährlich durch:

- | | |
|--|---------------------------|
| • Verwendung von Thermostatventilen bei Heizkörpern | 6.700 kg |
| • Temperaturabsenkung in der Nacht, am Wochenende, während der Ferien | 5.000 kg |
| • Temperaturabsenkung in den Klassen um 1°C | 3.400 kg |
| • richtiges Lüften (keine gekippten Fenster) | 1.600 kg |
| • Licht auf der Fensterseite ausschalten (separate Beleuchtungsschalter) | 1.000 kg |
| • Bewegungsmelder einbauen (Toilettenanlagen, Gänge, Stiegenhaus, Garderobe) | 600 kg |
| • in den Pausen das Licht in den Klassen abschalten | 400 kg |
| • Steckdosenleisten verwenden (für PCs, in Direktion und Konferenzzimmer) | 300 kg |
| • mit Schulbus, Öffis, zu Fuß oder mit dem Rad zur Schule kommen | je Klasse bis zu 7.500 kg |



Vorschläge für die Umsetzung im Unterricht

- Einführung in das Thema mit der Impulsfrage, ob die SchülerInnen selbst den Klimawandel schon gespürt haben?
- Sammlung der Antworten und Ideen auf der Tafel
- Erarbeitung des Begriffs „Treibhauseffekt“ unter Verwendung des Arbeitsblattes „Die Erde als natürliches Treibhaus“
- Umsetzung der Theorie im praktischen Versuch unter Verwendung des Arbeitsblatts „Treibhaus-Modell“
- Bewusstmachung der Verteilung des weltweiten CO₂-Ausstoßes mit einem Sesselspiel (unter Verwendung der LehrerInnen-Info „Weltbevölkerung und CO₂-Ausstoß“)
- Spielerische und kritische Auseinandersetzung mit dem Thema mittels der Memo-Cards „Folgen des Klimawandels“ (dafür 2x ausdrucken, auf Karton kleben und ausschneiden)
- Gestaltung von eigenen Plakaten oder Collagen über die Auswirkungen des Klimawandels
- Erarbeitung von Lösungsideen und Gestaltung von Klimatipps (unter Verwendung des Arbeitsblatts „Klimatipps“). Diese Kärtchen könnten in der Schule aufgehängt und von anderen SchülerInnen oder Besucher/innen mitgenommen werden.



Adressen und Links

Amt der Stmk. Landesregierung Fachabteilung 15 - Energie und Wohnbau Sanierung und Ökoförderung

Landhausgasse 7
8010 Graz
E-Mail: wohnbau@stmk.gv.at
Web: www.technik.steiermark.at

Energieberatung Steiermark

Serviceline: 0316 / 877 - 3955
MO-DO 8:30 - 15:00
FR 8:30 - 12:30

Klimaschutzkoordinatorin

Mag.^a Gössinger-Wieser Andrea
E-Mail: wohnbau@stmk.gv.at

Landesenergiebeauftragter

Dipl.-Ing. Wolfgang Jilek
E-Mail: wohnbau@stmk.gv.at

LandesEnergieVerein Steiermark

Nikolaiplatz 4a/I
8020 Graz
E-Mail: office@lev.at
Web: www.lev.at

Statistik Austria – Bereich Energie und Umwelt

Web: www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/index.html

Lebensministerium

- **Publikationen zum Bereich Energie**
Web: www.lebensministerium.at/publikationen/umwelt/energie.html
- **Bereich Erneuerbare Energie**
Web: www.lebensministerium.at/umwelt/energie-erneuerbar.html
- **Bereich Strahlenschutz und Atomenergie**
Web: www.lebensministerium.at/umwelt/strahlen-atom.html

Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark – Projekte, Materialien, Geräteverleih

Brockmannngasse 53
8010 Graz
E-Mail: office@ubz-stmk.at
Web: www.ubz-stmk.at

Forum Umweltbildung – Online Praxismaterialien

Web: www.umweltbildung.at/cgi-bin/cms/praxisdb/suche.pl?aktion=erg&typ=Themen&thema=2



Impressum

Herausgeber:

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Abteilung 15 – Energie, Wohnen, Technik
Fachabteilung Energie und Wohnbau
Landhausgasse 7
8010 Graz
Telefon: 0316/877 4120
Fax: 0316/877 4559
E-Mail: wohnbau@stmk.gv.at
Web: www.technik.steiermark.at
Gesamtkoordination: DIⁿ Simone Skalicki



Redaktion:

Ing.ⁱⁿ Ulrike Auer, Dr. Uwe Kozina
Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark
Brockmannngasse 53
8010 Graz
E-Mail: office@ubz-stmk.at
Web: www.ubz-stmk.at



Grafik und Layout:

LandesEnergieVerein Steiermark
Andrea Klammer
Nikolaiplatz 4a/I
8020 Graz
E-Mail: office@lev.at
Web: www.lev.at



CMM Werbe- und Positionierungsagentur OG
Angergasse 41
8010 Graz
E-Mail: willkommen@cmm.at
Web: www.cmm.at

Die vorliegende Publikation beruht auf einer Überarbeitung und Aktualisierung der Projektdokumentation „Die Energieschule“ der Volksschule Puntigam in Graz
mit Texten von Mag. Reinhard Czar (Der Bleistift), Mag.^o Tanja Findenig und DI Horst Köberl

