



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Entwicklung von Anwendungsaufgaben, zum Thema  
Energiesparen, für das EU-Projekt Math2Earth“

Verfasserin

Ilse Lager

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2009

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 190 406 412

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Lehramtstudium Mathematik und Physik

Betreuerin / Betreuer:

Dr. Andreas Ulovec

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1
Zusammenfassung.....	3
Abstract .....	4
1 Einleitung .....	5
1.1 Thema.....	5
1.2 „Leseanleitung“ .....	5
1.3 Allgemeine Kriterien für die Aufgaben .....	5
1.4 Produktive Aufgaben .....	6
1.5 Allgemeines zum Energiesparen.....	6
2 Energieumwandlung .....	9
2.1 Einleitung .....	9
2.1.1 Energiebedarf .....	9
2.1.2 Woher kommt der Strom aus der Steckdose? .....	10
2.1.3 Geschichte der Energienutzung.....	12
2.2 Wärmekraftwerke.....	14
2.2.1 Verbrennungsanlagen.....	14
2.2.2 Wärme-Kraft-Kopplung Anlagen .....	14
2.2.3 Fernwärme.....	15
2.3 Wasserkraft .....	15
2.4 Sonnenenergie .....	15
2.4.1 Forschung .....	19
2.4.2 Erdwärme .....	19
2.5 Windenergie .....	20
3 Stromsparen .....	23
3.1 Strompreis .....	23
3.2 Stromverbrauch in Ö .....	24
3.3 Messergebnisse .....	34
4 Beleuchtung.....	39
4.1 Politische Lage - Pro und Kontra zu Energiesparlampen .....	39
4.1.1 Zeitungsausschnitte .....	39
4.1.2 Passende Graphiken aus dem Internet.....	40

4.2 Leuchtmittel.....	42
4.2.1 Glühlampe.....	44
4.2.2 Energiesparlampe .....	45
4.2.3 Halogenlampen .....	48
4.2.4 LED-Lampen .....	48
4.2.5 Vergleiche der Leuchtmittel .....	51
4.3 Lichtintensitätsmessung .....	55
5 Umweltbewusstsein .....	58
5.1 Zusammenhang von Energiesparen und Umwelt.....	58
5.1.1 Was ist Ökostrom .....	58
5.1.2 Produktlabels .....	61
5.2 Klimawandel.....	61
5.2.1 Wirkungen der Klimaänderung .....	62
5.2.2 CO <sub>2</sub> - Rechner .....	64
6 Kopiervorlagen für Schüler .....	70
Literaturverzeichnis .....	86
Abbildungsverzeichnis .....	89
Tabellenverzeichnis .....	92
Anhang .....	93

## **Zusammenfassung**

Diese Diplomarbeit ist dem Thema Energiesparen gewidmet. Energie sparen im Bezug auf Energie- und Ressourcenverbrauch. Dies wird anhand von Beispielen im Bereich Energieumwandlung, wie auch im Haushalt erörtert. Gesondert zum Thema Stromsparen im Haushalt, wird das Thema Beleuchtung in einem eigenen Kapitel ausführlicher behandelt. In diesem wird sowohl auf die Vor- als auch auf die Nachteile der unterschiedlichen Beleuchtungsmittel eingegangen. Im 5. Kapitel geht es um Umweltbewusstsein und die Auswirkungen von Ressourcenverschwendung auf die Umwelt, sowie Alternativen zu herkömmlichen Rohstoffen. Zu all diesen Themen beinhaltet diese Diplomarbeit Mathematikaufgaben für den Schulunterricht und das nötige Hintergrundwissen für die Lehrperson. Diese sind zum Bearbeiten mit dem Computer, als Gruppenarbeit oder als Einzelarbeit gedacht. Details dazu stehen bei den jeweiligen Aufgaben, die mit einem grauen Rand gekennzeichnet sind. Um die Vorbereitungszeit für die Lehrperson zu verringern, sind alle Aufgaben im 6. Kapitel, ohne Kommentare und Lösungen gesondert angeführt. Insgesamt beinhaltet die Diplomarbeit 22 Aufgaben. Davon sind im Kapitel Energieumwandlung fünf Aufgaben, im Kapitel Stromsparen acht Aufgaben, im Kapitel Beleuchtung fünf Aufgaben und im Kapitel Umweltbewusstsein vier Aufgabe.

## **Abstract**

This diploma thesis is dedicated to the topic energy saving. Energy saving in terms of using fewer energy and resources. This is discussed on the basis of examples within the range of energy conversion, as well in households. Separately to the topic electricity saving in the household, is the topic lightning, more detailed treated in its own chapter. This includes advantages and disadvantages of the different artificial lightning solutions. In the 5<sup>th</sup> chapter you find examples on ecological awareness, for the impact on the environment of the waste of resources and alternatives to conventional raw materials. To all these topics this thesis contains tasks for teaching mathematics in school and wherewithal background knowledge for teachers. Some exercises are only solvable with the computer, some in groups and some should be done alone. Details in addition are written with the respective tasks, which are marked by a grey edge. In order to reduce the preparation time for teachers, all the exercises are separately aforementioned without comments and solutions in the 6<sup>th</sup> chapter. In total this diploma thesis includes 22 tasks. Five of them are given in the chapter energy conversion, eight in chapter electricity saving, there are five in chapter artificial lightning solutions and four in chapter ecological awareness.

# **1 Einleitung**

## **1.1 Thema**

Entwicklung von Anwendungsaufgaben zum Thema Energiesparen für das EU-Projekt Math2Earth. Testen dieser Aufgaben in der Schule und anschließende Befragung der Schüler und Schülerinnen.

## **1.2 „Leseanleitung“**

Die Diplomarbeit ist als anwendungsorientierte Arbeit zu verstehen. Sie bietet neben den theoretischen Grundlagen vor allem Mathematikaufgaben für Schüler und Schülerinnen der Sekundarstufe I zum Thema Energiesparen. Diese Diplomarbeit umfasst neben der Einleitung - Kapitel 1 - weitere 5 Inhaltskapitel. Kapitel 2 – Energieumwandlung – bietet einen Überblick der in Österreich bestehenden Energieversorgung. Kapitel 3 – Stromsparen – liefert Aufklärung zum Strompreis und Beispiele, so wie Aufgaben zum Thema. Kapitel 4 – Beleuchtung – widmet sich speziell dem Stromsparen bei der Beleuchtung im Haushalt. Kapitel 5 – Umweltbewusstsein – zeigt auf, wie eng Umwelt und Energiesparen zusammen liegen. Im Kapitel 6 – Kopiervorlagen - befinden sich Aufgaben für den Unterricht in schüler- und schülerinnengerechter Aufbereitung. Diese beinhalten keine Kommentare, sodass sie auch als Kopiervorlagen für den Unterricht verwendet werden können.

## **1.3 Allgemeine Kriterien für die Aufgaben**

Die Aufgaben in meiner Diplomarbeit sollen vor allem anregen, sich näher mit dem Thema Energiesparen zu beschäftigen. In zweiter Linie natürlich auch produktive Aufgaben für den Mathematikunterricht sein, die die Schüler/innen herausfordern sollen, Erlerntes anzuwenden.

## 1.4 Produktive Aufgaben

Der Begriff „produktive Aufgaben“ bedeutet, dass die Aufgaben

- komplexer als die üblichen, meist auf eine Lösung und einen Lösungsweg zugeschnittenen Aufgaben, sind
- auf die Diskussion und Reflexion unterschiedlicher Lösungen und unterschiedlicher Lösungswege angelegt, sind
- den Schülerinnen und Schülern in einem weiter gesteckten, aber klar begrenzten Rahmen selbstständige Leistungen zu, trauen
- zu unterschiedlichen Zugangsweisen ermuntern.

Produktive Aufgaben sind dazu gedacht, den laufenden Unterricht zu curricularen Kernthemen zu unterstützen und anzureichern, indem sie

- die Einführung neuer Begriffe und Verfahren vorbereiten,
- intelligente Übungsmöglichkeiten bereitstellen,
- mathematikhaltige Probleme aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler aufgreifen oder eine mathematische Modellbildung fordern. [7]

Ich habe mich bemüht diese Punkte in die Aufgaben dieser Diplomarbeit einfließen zu lassen. Jedoch sind natürlich nicht alle Kriterien in jedem Beispiel zu finden, denn das würde die Schüler/innen überfordern und wäre somit kontraproduktiv.

## 1.5 Allgemeines zum Energiesparen

Es gilt lang angewöhnte Verhaltensweisen auszumachen und zu verändern. Hier ein paar Beispiele, um Energie zu sparen:

- Licht abdrehen beim Verlassen eines Raumes
- Nicht-durchlaufen-lassen von heißem Wasser
- Frühzeitiges Anschalten des Elektroherdes
- Scheu vor Lüften bei laufender Heizung
- Scheu vor zu langen, unnötigen Autofahrten
- Weiches Wegfahren, auslaufendes Anfahren von Kreuzungen mit dem Auto
- Scheu von unnötigem Bremsen beim Autofahren

Energiesparen wird - ganz allgemein aufgefasst - von einer massiven Mehrheit der Bevölkerung bejaht. Nur 9% der Österreicher/innen halten es für unnötig. Der Ruf nach dem Energiesparen klingt nicht bei allen gleich dringlich: 41% sehen darin eine Notwendigkeit, 47% eine empfehlenswerte Vorgangsweise, die Vorteile bringt und Schwierigkeiten vermeidet. [8]

Energiesparmaßnahmen im Haushalt: Liste des U.S. Office of Energy Systems, Federal Power Commission, erstellt in Zusammenarbeit mit dem Edison Electric Institute und einem Kreis von Marketing- Experten im Jahre 1975.

#### A. Raumheizung

- Reduktion der Zimmertemperatur um 3 Grad: Energieeinsparung (von der Raumheizung) 15 bis 30%, je nach Klima und Wärmedämmung der Wohnung.
- Herabsetzung der Nachttemperatur und Ausschalten der Heizung während längerer Abwesenheit: Einsparung von 10 bis 20%.
- Deckenisolierung: Energieeinsparung von 10 bis 36% je nach Dicke (Wirkungsgrad) der Isolierung.
- Fenster- und Türdichtung: In den üblichen Wohnungen ohne Abdichtung wird die Raumluft etwa ein- bis zweimal pro Stunde ausgetauscht. Ein halber Luftaustausch pro Stunde genügt im Normalfall. Durch die Reduktion um ein Viertel Luftaustausch pro Stunde lassen sich 1,5 bis 2% des Energiebedarfs einsparen.
- Sturmfenster und Doppeltüren: Bei Einfamilienhäusern lassen sich dadurch etwas 20% der Energie einsparen.
- Verbesserung der Heizung: Die meisten Heizanlagen lassen sich durch moderne sparsame Anlagen ersetzen, die 20 bis 30% an Energie einsparen. Bei Einbau von Wärmepumpen lassen sich bis zu 50% Ersparnisse erzielen. Die hohen Investitionskosten lassen einen solchen Einbau allerdings nur rentabel erscheinen, wenn die bestehende Heizung ersatzreif ist.
- Automatische Wärmekontrolle und Isolation von Warmwasserröhren: Maßnahmen, die auch schon bei bestehender Heizung angewandt werden können.

#### B. Warmwasserbereitung

- Niedrige Heißwassertemperatur einstellen (in Boiler und Durchlauferhitzer): sehr heißes Wasser wird nur für wenige Verwendungen wirklich benötigt.
- Warmwasser sparen: Wenn beim Baden der Warmwasserverbrauch um ein Drittel reduziert wird, ergibt das etwa 14% Energieeinsparung im Warmwasserverbrauch. Vor allem Duschen statt Vollbad.
- Tropfende Wasserhähne reparieren: geringe Kosten, mehr Wirkung als oft gedacht.

- Isolation von Warmwasserröhren: Bis zu 5% der Warmwasserenergie geht in den Röhren verloren – insbesondere, wenn sehr oft warmes Wasser gebraucht wird.

### C. Kochen

- Kochhitze rechtzeitig abdrehen: bringt geringe Einsparungen, kann aber leicht zur Gewohnheit gemacht werden.
- Nicht über der notwendigen Kochhitze kochen: relativ schwierig, da exakte Einschätzungen der notwendigen Kochhitze viel Erfahrung benötigen.
- Nicht in zu großem Geschirr und mit überflüssigen Wassermengen (z.B. beim Teekochen) arbeiten, Geschirrumfang auf der Heizplatte (Flamme) anpassen: kleine Einsparungen, die aber nur von Gewohnheiten abhängen.
- Druckkochtöpfe benutzen, nicht unnötig vorkochen.

### D. Beleuchtung

- Licht in unbenutzten Räumen abdrehen, Vorhauslampen nicht brennen lassen: sehr kleine Einsparungen – doch nur Gewohnheitsfrage.
- Fluoreszierende Beleuchtung statt Glühlampen: kommt nicht für alle Räume in Frage, bringt aber etwa 50% Energieeinsparung.
- Räumlich konzentrierte Lichtquellen verwenden (Tischlampen, Stehlampen).
- Dimmer verwenden, wo nur zeitweise stärkeres Licht gebracht wird: Energieeinsparung kaum rentabel. [8]

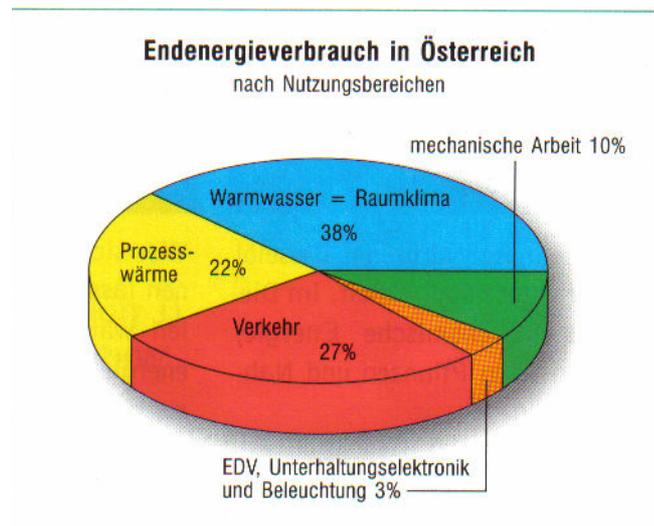
Zwar ist diese Liste vor mehr als 30 Jahren erstellt worden, das meiste jedoch gilt auch heute noch. Die Anmerkungen, über die oben beschriebenen Gewohnheiten der Menschen finde ich sehr passend, denn nur wenn man diesen entgegentritt, kann über längere Zeit effektiv Energie gespart werden. Deswegen halte ich es für umso wichtiger, die Inhalte des Energiesparens immer wieder im Schulstoff auftauchen zu lassen. Ein ständiger, nicht intensiver Kontakt mit diesem Thema bringt längerfristig mehr, als ein großes Projekt, da nur so an den Gewohnheiten der Schüler/innen gearbeitet werden kann.

## 2 Energieumwandlung

### 2.1 Einleitung

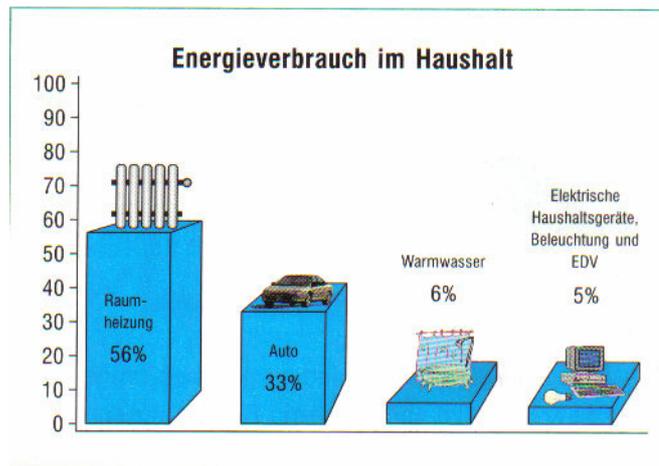
Zuerst war ich versucht als Überschrift für dieses Kapitel „Energie Erzeugung“ zu schreiben. Doch da dieser Begriff physikalisch falsch ist, entschied ich mich für Energieumwandlung, denn Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden. Energie kann „nur“ umgewandelt werden. So kann chemische Energie, z.B. in einer Batterie, in elektrische Energie umgewandelt werden. In Solarzellen wird die Strahlungsenergie und bei Windkraftwerken die Bewegungsenergie umgewandelt.

#### 2.1.1 Energiebedarf



**Abbildung 1:** Energieverbrauch in Österreich

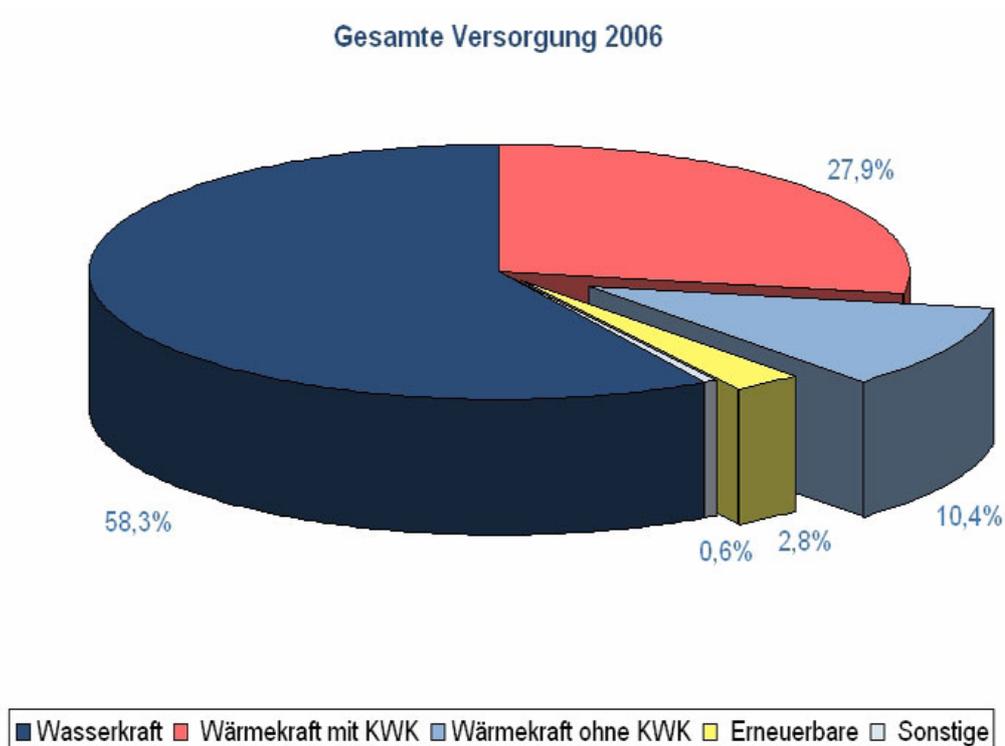
Prozesswärme beinhaltet Energie für Trocknungs- und Schmelzvorgänge in der Industrie, sowie Energie für das Kochen im Haushalt. Zur mechanischen Arbeit zählt Energie zum Antrieb von Motoren, Maschinen und Elektrogeräten in der Industrie und im Haushalt. Die anderen Punkte benötigen keine nähere Erklärung, als in der Abbildung angegeben.



**Abbildung 2:** Energieverbrauch im Haushalt

Hier sieht man sehr deutlich, wo das größte Einsparpotential im Haushalt liegt. In dieser Graphik erkennt man weiters, dass mit der richtigen Dämmung viel mehr erreicht werden kann, als z. B. mit Energiesparlampen.

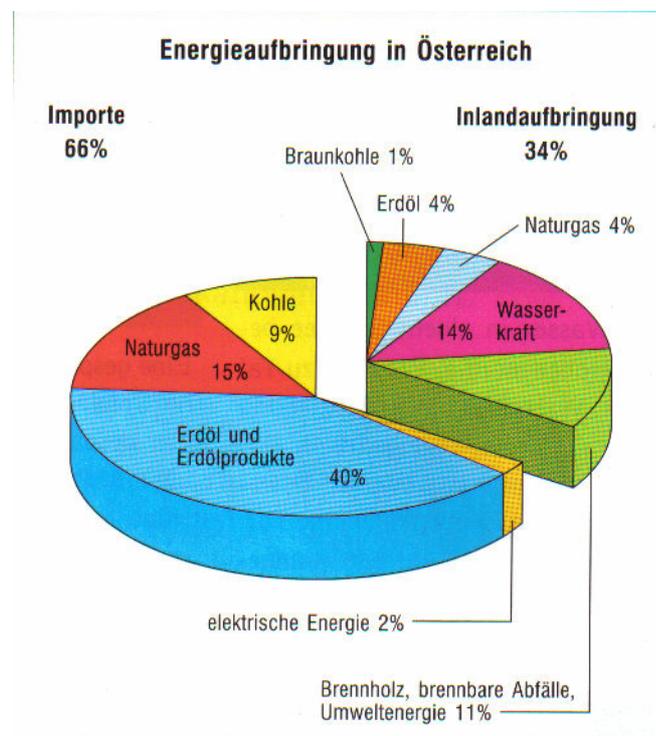
### 2.1.2 Woher kommt der Strom aus der Steckdose?



**Abbildung 3:** Gesamte Versorgung 2006

Erklärung zu Abbildung 3: KWK steht für Kraft-Wärme- Kopplung. Das sind jene Kraftwerke, bei denen die Abwärme, die bei der Verbrennung verschiedenster Brennstoffe entsteht, genutzt wird. Bei dem hellblauen Kissegment (Wärmeleistung ohne KWK) geht die Abwärme ungenutzt verloren. Wieso in dieser Graphik der e-control Wasserkraft nicht zu den „Erneuerbaren“ Energien zählt, habe ich nicht eruieren können.

Als Ergänzung zu Abbildung 3 folgt nun eine Abbildung aus einem Physik-Schulbuch.



**Abbildung 4:** Energieaufbringung in Österreich

58% des heimischen Strombedarfs wird durch Wasserkraft gedeckt. In der oberen Graphik sieht man, dass dadurch allerdings erst 14% des gesamten Energiebedarfs gedeckt wird.

### 2.1.3 Geschichte der Energienutzung

Schon die ersten Menschen begannen mit der Energienutzung – ihrer eigenen Muskelkraft. Als „Energiequelle“ diente ihnen die Nahrung, die sie zu sich nahmen. Es gab damals noch keinerlei technische Hilfsmittel oder Nutzung externer Energiequellen. Vor 300 000 bis 790 000 Jahren gab es mit der Entdeckung des Feuers plötzlich eine Energiequelle, die Licht, Wärme und auch Schutz spendete. Vor ca. 12 000 Jahren wurden die Menschen sesshaft, begannen mit Viehzucht und Ackerbau und nutzten dafür die Muskelkraft der Tiere. Um diese – ebenso wie die Menschen – mit Nahrung zu versorgen, war bereits erheblich mehr Energie nötig. Vor ca. 4000 – 5000 Jahren ermöglichten technische Errungenschaften die Nutzung von Energiequellen wie Wind und Wasser. Erste Wasser- und Windräder zum Wasserschöpfen gab es in Mesopotamien. Auch in Ägypten diente die Windkraft zum Antrieb von Segelschiffen und Windmühlen. In etwa zu dieser Zeit wurde auch Öl und Kohle entdeckt. Anfangs jedoch nur als Licht und Wärmequelle beziehungsweise zum Versiegeln der Schiffe. Muskelkraft von Tier und Mensch spielte weiterhin eine große Rolle. Vor ca. 1000 Jahren brachten Kreuzfahrer und Händler Windmühlen nach Europa. Seit ca. 300 Jahren werden im Zuge einer sich ständig weiter entwickelnden Technologie, die Muskelkraft immer mehr durch Maschinen ersetzt, welche neben Wind und Wasser auch zunehmend mit fossilen Energieträgern betrieben wurden. Fossile Energieträger hatten den Vorteil, dass die aufgrund ihrer Konzentration sehr schnell und einfach große Mengen Energie lieferten. Diese scheinbar „grenzenlos“ verfügbare Energie führte zu der immensen gesellschaftlichen Entwicklung, wie sie seit dem Beginn der Industrialisierung (18./19. Jahrhundert) zu beobachten ist. Vor ca. 60 Jahren kam mit der Entdeckung der Atomenergie schließlich noch eine weitere Energiequelle hinzu. Diese liefert zwar im Vergleich zu anderen sehr viel Energie, stellt jedoch aufgrund ihres hohen Risikos und den noch immer ungeklärten Problemen in Bezug auf die Atommüll- Lagerung keine nachhaltige Energiequelle dar. [10]

## Aufgabe I: Arbeitsblatt Energieformen

ENERGIEFORMEN

Arbeitsblatt 6

Zurück: Thema auf Seite 9

## Arbeitsblatt: Gestern, Heute, Morgen

Lies Dir die Sätze durch und bringe die Energiegeschichte in die richtige Reihenfolge:



Als erste „Energiequelle“ dient den Menschen die Nahrung. Daraus gewinnen sie Energie um die Muskeln einsetzen zu können. Es gibt noch keine technischen Hilfsmittel.



Kreuzfahrer und Händler bringen die Windmühlen nach Europa.



Das Feuer wird entdeckt. Die Menschen besitzen nun eine Energiequelle, die Licht, Wärme und auch Schutz spendet.



Die Atomenergie wird entdeckt. Damit kommt eine weitere Energiequelle dazu. Sie liefert im Vergleich zu anderen Energiequellen sehr viel Energie ist aber sehr gefährlich und birgt große Probleme (radioaktive Strahlung, Lagerung des Atomrückfalls ist ungeklärt, Nebenprodukte werden für tödliche Waffen verwendet).



In etwa zu dieser Zeit wird auch Öl und Kohle entdeckt. Man verwendet Öl und Kohle als Licht- und Wärmequelle oder auch zum Versiegeln und Abdichten der Schiffe. Die eigene Muskelkraft und die tierische Muskelkraft spielen eine bedeutende Rolle.



Erste Wasser- und Windräder werden zum Wasserschöpfen in Mesopotamien (Zweistromland) eingesetzt. Auch in Ägypten dient der Wind erstmals zum Antrieb von Segelschiffen und Windmühlen.



Die Menschen werden sesshaft und entwickeln Viehzucht und Ackerbau. Sie nutzen auch die Muskelkraft der Tiere. Dafür müssen auch die Tiere mit Nahrung (Energie) versorgt werden.



Die Technik entwickelt sich weiter. Die Muskelkraft wird durch die Kraft von Maschinen ersetzt. Statt Wind und Wasser wird zunehmend Kohle und Erdöl verwendet. Kohle und Erdöl können schnell und einfach große Mengen an Energie liefern. Bei der Verbrennung entstehen jedoch Gase, die dazu beitragen die Erde zu erwärmen.



Heute kann man Energie aus Holz, Abfall, Kohle, Erdgas, Windkraft, Wasserkraft, Kernkraft, Sonne oder auch aus Erdwärme gewinnen.

Lösung auf Seite 9

25

## Abbildung 5: Arbeitsblatt – Geschichte der Energienutzung

## 2.2 Wärmekraftwerke

### 2.2.1 Verbrennungsanlagen

In Verbrennungskraftwerken werden Rohstoffe, in Österreich sind Erdgas, Öl und Steinkohle üblich, verbrannt. Mit der entstandenen Hitze wird Wasser auf bis zu 500°C erhitzt. Der Wasserdampf wird dann durch Turbinen geleitet, die die Bewegungsenergie in elektrische Energie umwandeln.

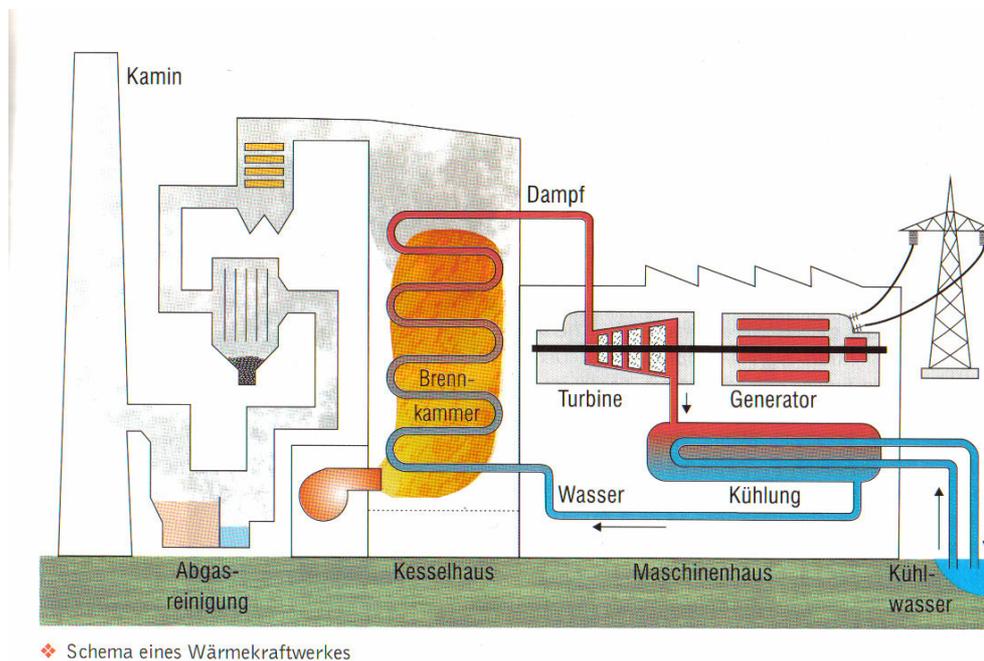


Abbildung 6: Wärmekraftwerk

### 2.2.2 Wärme-Kraft-Kopplung Anlagen

Unter Wärme-Kraft-Kopplung, auch KWK genannt, versteht man das Umwandeln eines Brennstoffes in Wärme und Kraft (elektrische oder mechanische Energie). Mittlerweile gibt es auch schon kleine Kraft-Wärme-Kopplungsmaschinen für Einfamilienhäuser. Jedoch ist in Einfamilienhäusern die Ausnutzung dieser Maschinen nicht so groß, wie in Wohnsiedlungen, Schulen oder Krankenhäusern. Aufgrund der Umweltschutzgesetze, werden diese Maschinen immer besser und effizienter. Das bedeutet, dass es in Zukunft vielleicht keine großen Kraftwerke mehr geben wird, sondern viele kleine in der Nähe der Menschen, die die Abwärme dieser Kraftwerke zum Heizen benötigen. [16, 27, 32]

Der rote Anteil der Grafik „Gesamte Versorgung 2006“ (siehe Abb. 3, Seite 10) entspricht den KWK Kraftwerken. An dieser Grafik sieht man deutlich, dass schon ca. zwei Drittel aller Wärmekraftwerke Abwärme nutzen. Abwärme nutzen bedeutet, dass der Wasserdampf der zum Antrieb der Turbinen nötig war, in das Fernwärmenetz eingeleitet wird.

### **2.2.3 Fernwärme**

Bei Fernwärme wird die Abwärme eines Wärmekraftwerks dazu verwendet Wasser zu erhitzen. Dieses wird in Wasserrohren zum Verbraucher transportiert. Die Temperatur in den Rohren beträgt je nach Außentemperatur bis zu 150°C. Dieses Wasser wird dann direkt in die geeigneten Heizkörper geleitet. Der Wärmeverbrauch wird mittels Verdunster, der direkt am Heizkörper angebracht ist, gemessen. [40]

## **2.3 Wasserkraft**

Etwa 70% der Stromversorgung Österreichs ist durch Wasserkraft gedeckt. Es gibt mehrer Typen von Wasserkraftwerken. Entlang von Flüssen werden Laufkraftwerke verwendet, in Bergen hingegen Speicherkraftwerke. Es gibt unterschiedliche Varianten zu diesen Kraftwerken. Laufkraftwerke werden eingesetzt, um die Grundlast zu decken. Speicherkraftwerke können zu Zeiten, in denen mehr Strom benötigt wird, aktiviert und dazu geschaltet werden. [1]

## **2.4 Sonnenenergie**

Die Informationen stammen im Allgemeinen von der „Bauen und Energie Messe 2009/ Messezentrum“. Die Sonnenenergie nutzt – wie der Name schon sagt - Energie der Sonne. Hierbei werden zwei große Anwendungsbereiche unterschieden. Einerseits wird die Sonnenenergie mittels Halbleitermodule zur Stromgewinnung genutzt. Andererseits wird Sonnenenergie zur Warmwasseraufbereitung verwendet.

In der Zeitschrift „Profil“ stand: In Österreich stammen ca. 0,3 Promille des Stroms aus Photovoltaik Anlagen, in Bayern sind es im Vergleich dazu bereits 1,5

Prozent. Wobei Solarpanelen, mit einer Fläche von 160 mal 90 Zentimetern, bis zu 200 Watt Strom („Peak“-Leistung) liefern.

Physikalisches: 28-30% des einfallenden Lichts sind theoretisch maximal umwandelbar in elektrische Energie. Im Moment schaffen moderne Solarmodule etwa 16%. [39]

**Aufgabe II:** Daten für eine Photovoltaikanlage: 160 mal 90 Zentimeter liefern eine Spitzenleistung von 200 Watt.

- Berechne wie viele Quadratmeter Solaranlagen es in Österreich geben müsste um den gesamten Strombedarf, 2008 waren es 58.884 GWh, zu decken. Geh davon aus, dass 12 Stunden am Tag die Sonne optimal scheint.
- Österreich hat eine Fläche von 83.872 km<sup>2</sup>, wie viel Prozent davon wären mit Solaranlagen bedeckt? [31]
- Nimm an, dass 70% des Strombedarfs durch Wasserkraft gedeckt sind. Wie groß müsste dann die Fläche an Solarpanelen sein, um die fehlenden 30%, bei optimalen Bedingungen, zu erzeugen?

*Lösung:*

$$a) 160 \text{ cm} \times 90 \text{ cm} = 1,6 \text{ m} \times 0,9 \text{ m} = 1,44 \text{ m}^2$$

$$\frac{200 \text{ W}}{1,44 \text{ m}^2} = 138,89 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$138,89 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 12 \text{ Stunden} \times 365 \text{ Tage} = 608\,333,33 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2} \text{ in einem Jahr}$$

$$58\,884 \text{ GWh} = 58\,884 \times 10^9 \text{ Wh}$$

$$\frac{58\,884 \times 10^9 \text{ Wh}}{608\,333,33 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2}} = 96\,795\,616,97 \text{ m}^2$$

$$b) \frac{96\,795\,616,97 \text{ m}^2}{83\,872\,000 \text{ m}^2} = 1,15$$

Österreich wäre somit mehr als 1,15-mal mit Solarzellen bedeckt, wenn es nur mittels Photovoltaik-Anlagen Strom erzeugen wolle.

$$c) 30\% \text{ von } 96\,795\,616,97 \text{ m}^2 \text{ sind } 29\,038\,685,09 \text{ m}^2$$

$$29\,038\,685,09 : 83\,872\,000 = 0,346$$

Das heißt etwa 35% Österreichs müssten mit Solarzellen bedeckt sein.

**Aufgabe III:** In einem Prospekt stehen folgende Angaben:

### Beispiel Solaranlage Warmwasser

Eine Solaranlage zur Warmwasserbereitung mit 6 m<sup>2</sup> Kollektorfläche und 300 Liter Solarspeicher kostet komplett inkl. Installation und Umsatzsteuer rund € 6.500.-.

Die neue Wiener Solarförderung deckt hier € 1000.- als Sockelbetrag und € 70.- pro m<sup>2</sup> Absorberfläche. Das ergibt in Summe einen Förderbetrag von € 1.420.-.

In 25 Jahren liefert die 6 m<sup>2</sup> Solaranlage rund 50.000 kWh Energie für die Warmwasserbereitung. Bei heutigen Energiepreisen bedeutet das eine Einsparung von € 100.- bis € 350.- pro Jahr.

**Abbildung 7:** Beispiel Solaranlage Warmwasser

a) Rechne nach, ob diese Angaben stimmen können.

$$0,15 \text{ €} \times 50\,000 \text{ kWh} = 7500 \text{ €}$$

Das heißt 50 000 kWh würden bei einem Preis von 15 Cent pro kWh 7500 Euro kosten.

$$\text{Anschaffungskosten} - \text{Förderung} = 6500 - 1420 = 5080 \text{ €}$$

$$5080 \text{ €} - 7500 \text{ €} = 2420 \text{ €}$$

$$2420 \text{ €} : 25 = 96,8 \text{ €}$$

Das heißt wenn die Anlage 25 Jahre ohne Störung funktioniert und die Wartung schon beim Kaufpreis dazu gerechnet wurde, macht man einen Gewinn von 96,8 € pro Jahr.

b) Berechne, wann sich diese Solaranlage amortisiert hat. Betrachte bei der Rechnung nicht den schwankenden Energiepreis, sondern nimm den aktuellen und gehe davon aus, dass du bereits einen Stromanschluss hast und keine neuen Leitungen legen müsstest. Gehe außerdem davon aus, dass du die 50 000 kWh ansonsten um einen Preis von (1) 17 Cent/kWh (2) 18 Cent/kWh (3)

15 Cent/kWh kaufen müsstest.

*Wie lange muss die Solaranlage in Betrieb sein, um genau soviel kWh erzeugt zu haben, wie der Einkaufspreis ausmacht.*

*(1) 5080 €: 0,17 €/kWh = 29 882,35 kWh (2) 28 222,2 (3) 33 866,67 das ist die Leistung die um das Geld der Anschaffung gekauft werden könnte.*

*Bei einer Jahresproduktion von 2000 kWh (50 000 : 25) hätte sich die Anlage somit nach rund (1) 15 (2) 14 (3) 17 Jahren amortisiert.*

*(1)  $29\,882,35 : 2000 = 14,94$*

*(2)  $28\,222,2 : 2000 = 14,11$*

*(3)  $33867 : 2000 = 16,93$*

**Aufgabe IV: (Hausaufgabe)** Recherchiere im Internet oder in Zeitschriften, wieso der Staat Solarenergie nicht noch höher fördert.

Diese Aufgabe ist besonders für ältere Schüler/innen interessant, (über 16 Jahre) da diese die politische Lage schon mitentscheiden dürfen. Hier wird, je nach aktueller Diskussion, Verschiedenstes zu finden sein. Aus diesem Grund ist hier keine Lösung angegeben.

### 2.4.1 Forschung

Es werden Ersatzmaterialien für Solarzellen gesucht, die das momentan gebräuchliche Silizium ersetzen. Man erforscht nun Plastik-Solarzellen, da diese in der Herstellung billiger wären als Silizium - Solarzellen. Diese Zellen können dann in Fassaden, dort beträgt ihre Lebensdauer allerdings nur 3- 5 Jahre, oder in Fenster zwischen 2 Gläsern eingebaut werden.

Die Energie die mit einer Solarzelle erzeugt werden kann, beträgt 1 kW/m<sup>2</sup>. Da die Sonneneinstrahlung 100 mW pro cm<sup>2</sup>, also 1 kW pro m<sup>2</sup> beträgt und etwa 1% umgewandelt werden können, sind das 10 W pro m<sup>2</sup>. Bei großen Gebäuden kann man damit die Beleuchtung, die EDV und die Klimaanlage betreiben. [38]

Wirkungsgrad: Gebräuchliche Siliziumphotovoltaikzellen erreichen in der Praxis einen Wirkungsgrad bis zu 18 Prozent. Bei thermischen Solaranlagen sind es rund 50 Prozent. Da theoretisch ein Wirkungsgrad von bis zu 28 – 30% bei Photovoltaikzellen möglich ist, wird daran ständig weitergeforscht. Es soll der maximale Wirkungsgrad mit minimalen Produktions- und Materialkosten gefunden werden. [36]

### 2.4.2 Erdwärme

Betriebskostenrechner auf der Berechnungsbasis von Erdwärme:

<http://www.dimplex.de/online-planer/wp-rechner/index.php#bedingungen>

Beispiele für die Kosten:

[http://www.dimplex.de/nc/professional/waermepumpen-referenzanlagen.html?user\\_dimreferenzanlagen\\_pi1\[action\]=detail&user\\_dimreferenzanlagen\\_pi1\[id\]=13](http://www.dimplex.de/nc/professional/waermepumpen-referenzanlagen.html?user_dimreferenzanlagen_pi1[action]=detail&user_dimreferenzanlagen_pi1[id]=13)

Passivhaus:

<http://www.energiesparhaus.at/energie/vollkostenrechnung.htm>

## 2.5 Windenergie

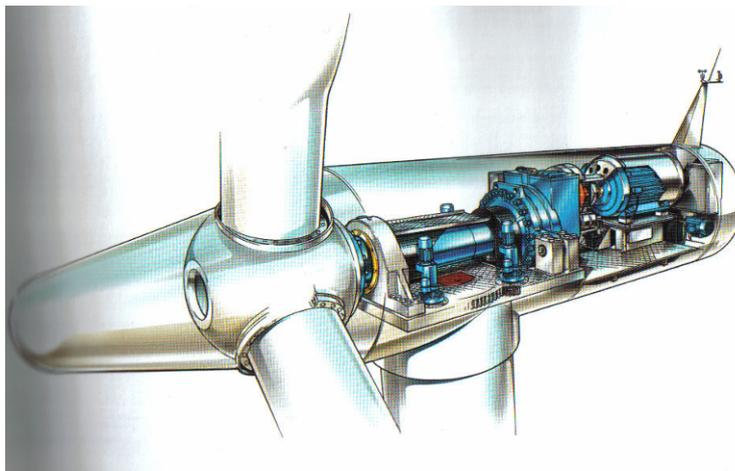
Technische Details zu Windrädern:

Nabenhöhe: 80m

Rotor: 95 Tonnen

Gondel mit Getriebe und Generator 125 Tonnen

Das große Windrad benötigt Windgeschwindigkeiten von mindestens 4 m/s, bis maximal 25 m/s. Die höchste Energieleistung erbringt das Windrad bei 13 m/s mit 3600 kW/h. [38]



**Abbildung 8:** Antrieb eines Windrades

**Aufgabe V:** Windenergie für Österreich!

Österreich hatte 2008 einen Stromverbrauch von 58.884 GWh. Das sind umgerechnet 58.884.000.000 kWh bzw. 58.884.000.000.000 Wh.

Ein Windrad hat eine Spitzenleistung von 3600kW.

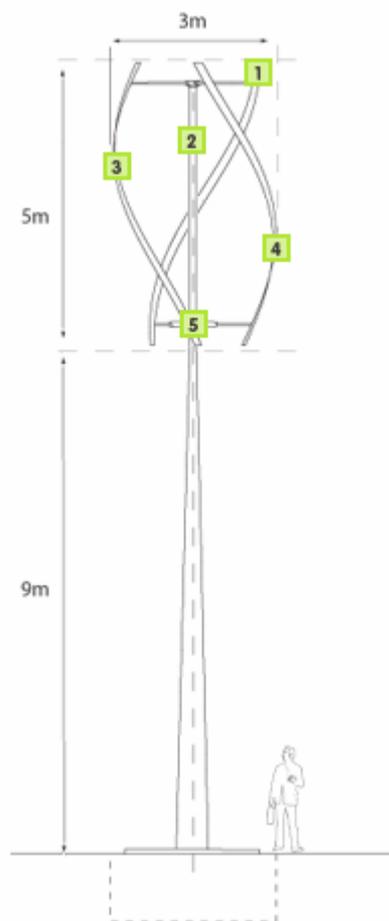
Angenommen, es ginge das ganze Jahr Wind mit 13m/s und die Erzeugung ist 365 Tage 24 Stunden lang möglich. Wie viele Windräder müsste Österreich dann betreiben?

*$58\,884\,000\,000 \div 3600 = 16\,356\,666,67$  Stunden müssen Windräder in Betrieb sein. Ein Jahr hat:  $24 \text{ Stunden} \times 365 \text{ Tage} = 8760 \text{ Stunden}$*

*$16\,356\,666,67 \div 8760 = 1867,2$*

*Das heißt bei unrealistischen optimalen Bedingungen müssen 1868 Windräder in Betrieb sein um den gesamten Strom für Österreich zu liefern.*

Windräder für den Garten:

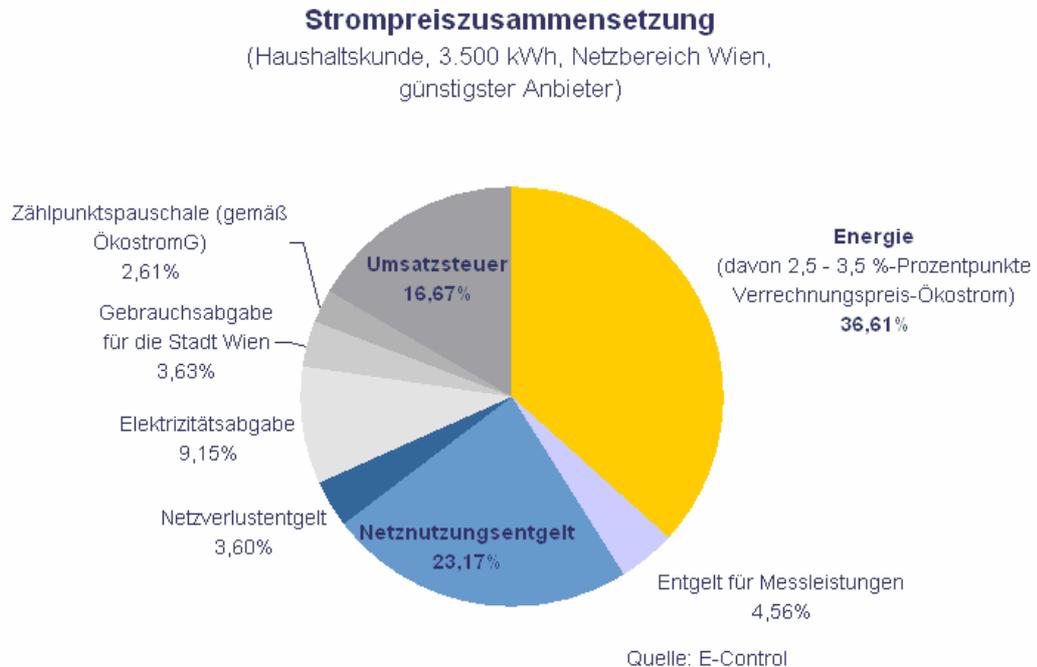


**Abbildung 9:** Windrad für den Garten

Diese Windräder produzieren etwa 3000 - 4000 kWh pro Jahr. Diese können auf dem Dach oder im Garten aufgestellt werden. [34]

## 3 Stromsparen

### 3.1 Strompreis



**Abbildung 10:** Strompreiszusammensetzung

Erklärung zu Abbildung 10: Netznutzungsentgelt: Dieses bekommt der Netzbetreiber für die Kosten für die Errichtung, den Ausbau, die Instandhaltung und den Betrieb des Netzsystems. Netzverlustentgelt: Bekommt der Netzbetreiber um Netzverluste auszugleichen. Entgelt für Messleistungen: Bekommt der Netzbetreiber für die Kosten für die Errichtung, den Ausbau, die Instandhaltung und den Betrieb des Netzsystems. Netzbereitstellungsentgelt: Bekommt der Netzbetreiber und ist ein Pauschalbetrag für den Ausbau des Netzes.

## 3.2 Stromverbrauch in Ö

Die folgenden Tabellen haben einen informativen Charakter. Einige Angaben in den Beispielen beziehen sich auf Werte, die in der einen oder anderen Tabelle zu finden sind.

### Inländischer Verbrauch und inländische Erzeugung

#### Öffentliches Netz : Gesamte Elektrizitätsversorgung

##### Kalenderjahr 2008

(Vorläufige, zum Teil geschätzte Werte)

Angaben in GWh	Netzabgabe Verbrauch im öffentlichen Netz(1)				/ Inlandstromverbrauch Gesamte Elektrizitätsversorgung (2)			
	2007	2008	Veränderung zum Vorjahr		2007	2008	Veränderung zum Vorjahr	
			in GWh	in %			in GWh	In %
1. Quartal	15.315	15.877	563	3,7%	17.576	18.293	717	4,1%
2. Quartal	13.459	13.875	416	3,1%	15.679	16.281	602	3,8%
3. Quartal	13.564	13.799	234	1,7%	15.876	16.180	304	1,9%
4. Quartal	15.663	15.334	-329	-2,1%	18.200	17.619	-581	-3,2%
<b>Jahr</b>	<b>58.001</b>	<b>58.884</b>	<b>883</b>	<b>1,5%</b>	<b>67.331</b>	<b>68.373</b>	<b>1.041</b>	<b>1,5%</b>

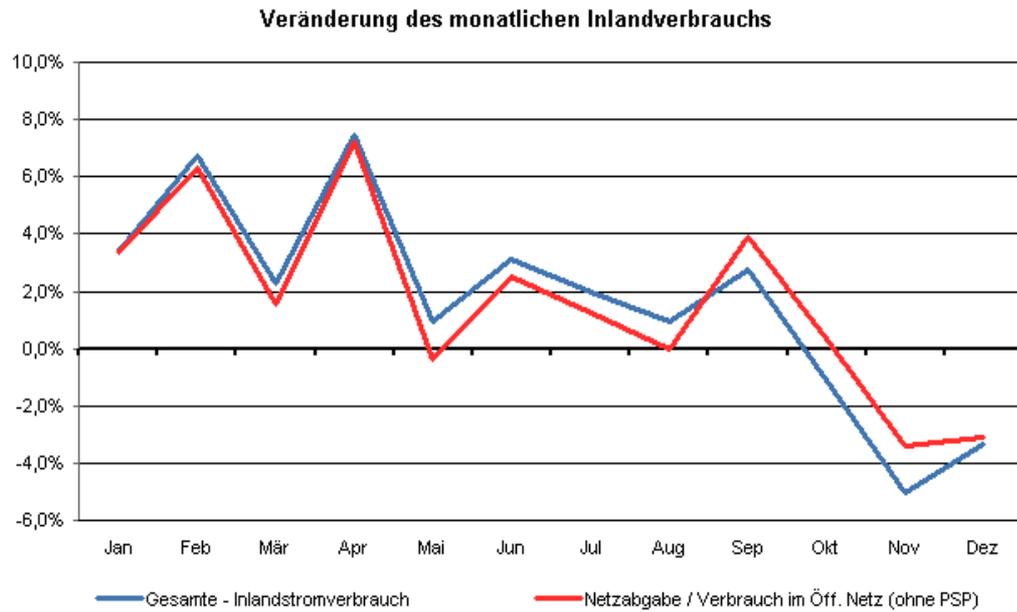
Anteile an der Aufbringung	Inländische Erzeugung Öffentliches Netz(1)				- Inländische Erzeugung Gesamte Elektrizitätsversorgung (2)			
	Wasser- kraftwerke	Wärme- kraftwerke	Sonstige Erzeugung	Physikal. Importe	Wasser- kraftwerke	Wärme- kraftwerke	Sonstige Erzeugung	Physikal. Importe
1. Quartal	34%	24%	9%	33%	32%	30%	8%	30%
2. Quartal	58%	9%	12%	21%	54%	16%	11%	19%
3. Quartal	57%	16%	12%	15%	54%	22%	10%	14%
4. Quartal	34%	25%	11%	30%	32%	30%	10%	28%
<b>Jahr</b>	<b>45%</b>	<b>19%</b>	<b>11%</b>	<b>25%</b>	<b>42%</b>	<b>25%</b>	<b>10%</b>	<b>23%</b>
<b>Jahr</b>	<b>60%</b>	<b>26%</b>	<b>14%</b>		<b>55%</b>	<b>32%</b>	<b>13%</b>	

(1) Umfasst die österreichischen Versorgungsgebiete in den Regelzonen der APG, TIRAG und VKW (einschließlich VIW)

(2) Umfasst unterjährig das Öffentliche Netz sowie jene Eigenenerzeuger, die Kraftwerke mit einer Engpassleistung von zumindest 5\_MW betreiben

Quelle: E-Control

**Tabelle 1: Strombilanz Österreich**



**Abbildung 11:** Veränderung des monatlichen Inlandsverbrauch

Als Ergänzung zum Verbrauch ist die Import-Export Bilanz ganz gut zu lesen. In der folgenden Tabelle kann man sehr gut sehen, dass über das ganze Jahr mehr Energie importiert als exportiert wird. Trotzdem kann man herauslesen, dass in den Sommermonaten der Export höher ist als der Import war. Insgesamt wird jedoch mehr „Energie“ importiert als exportiert.

## Importe und Exporte elektrischer Energie

## Öffentliches Netz (\*)

## Kalenderjahr 2008

(Vordäufige, zum Teil geschätzte Werte)

Angaben in GWh	Physikalische Importe					Physikalische Exporte					Summe	Tschech. Republik	Ungarn	Slowenien	Italien	Liechtenstein	Summe
	Deutschland	Schweiz	Liechtenstein	Italien	Slowenien	Ungarn	Tschech. Republik	Summe	Deutschland	Schweiz							
Jan	1.647	0	0	0	141	20	682	2.490	282	779	22	113	76	114	0	1.387	
Feb	1.554	0	0	0	97	10	608	2.269	223	738	21	107	75	122	0	1.286	
Mär	1.492	0	0	0	113	42	501	2.147	326	838	21	123	55	89	4	1.454	
Apr	1.127	0	0	0	63	45	516	1.752	228	817	18	114	70	53	0	1.301	
Mai	799	3	0	0	9	25	440	1.276	263	627	14	120	167	61	4	1.256	
Jun	330	18	0	0	23	71	369	811	389	339	15	113	142	40	10	1.048	
Juli	273	10	0	0	16	36	422	757	541	452	4	110	156	73	5	1.342	
Aug	440	0	0	0	14	16	345	816	376	553	15	119	189	123	12	1.388	
Sep	872	68	0	1	49	103	114	1.208	225	334	16	89	97	49	3	814	
Okt	1.286	2	0	0	113	203	139	1.762	230	540	19	111	84	28	3	1.013	
Nov	1.288	5	0	0	112	99	563	2.066	233	618	19	122	53	44	5	1.115	
Dez	1.491	0	0	0	123	52	616	2.281	330	814	20	118	50	51	10	1.412	
<b>Jahr</b>	<b>12.598</b>	<b>106</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>874</b>	<b>722</b>	<b>5.335</b>	<b>19.637</b>	<b>3.688</b>	<b>7.447</b>	<b>204</b>	<b>1.360</b>	<b>1.214</b>	<b>847</b>	<b>56</b>	<b>14.817</b>	

Tabelle 2: Import – Export Bilanz elektrischer Energie

**Bilanz der elektrischen Energie in Österreich****Öffentliches Netz (\*)****Kalenderjahr 2008**

(Vorläufige, zum Teil geschätzte Werte)

Angabe in GWh	Bruttostromerzeugung					Physikal. Importe	Physikal. Exporte	Inland- strom- verbrauch	Verbrauch für PSP	Inland- strom- verbrauch	Eigenbedarf aus Erzeugung (c)	Netzausgabe / Verbrauch im Öff. Netz (ohne PSP)
	Laufkraft- werke (a)	Speicher- kraftwerke (a)	Wärme- kraftwerke (a)	Sonstige (b)								
Jan	1.580	711	1.874	665	2.490	1.387	<b>5.932</b>	274	<b>5.658</b>	115	<b>5.543</b>	
Feb	1.294	749	1.840	553	2.269	1.286	<b>5.419</b>	196	<b>5.223</b>	107	<b>5.116</b>	
Mär	1.969	766	1.408	683	2.147	1.454	<b>5.539</b>	216	<b>5.324</b>	105	<b>5.218</b>	
Apr	2.184	810	925	697	1.752	1.301	<b>5.068</b>	195	<b>4.873</b>	90	<b>4.782</b>	
Mai	2.797	1.023	362	774	1.276	1.256	<b>4.976</b>	348	<b>4.628</b>	81	<b>4.547</b>	
Jun	2.657	1.291	446	716	811	1.048	<b>4.872</b>	245	<b>4.627</b>	81	<b>4.546</b>	
Jul	2.584	1.459	731	739	757	1.342	<b>4.929</b>	202	<b>4.727</b>	100	<b>4.627</b>	
Aug	2.394	1.357	810	744	816	1.388	<b>4.732</b>	194	<b>4.539</b>	98	<b>4.441</b>	
Sep	1.647	1.028	1.388	653	1.208	814	<b>5.109</b>	279	<b>4.831</b>	101	<b>4.730</b>	
Okt	1.501	882	1.776	633	1.762	1.013	<b>5.541</b>	397	<b>5.144</b>	106	<b>5.037</b>	
Nov	1.435	703	1.651	725	2.066	1.115	<b>5.466</b>	322	<b>5.144</b>	98	<b>5.045</b>	
Dez	1.610	721	1.769	902	2.281	1.412	<b>5.871</b>	402	<b>5.469</b>	217	<b>5.251</b>	
<b>Jahr</b>	<b>23.673</b>	<b>11.499</b>	<b>14.980</b>	<b>8.483</b>	<b>19.637</b>	<b>14.817</b>	<b>63.454</b>	<b>3.269</b>	<b>60.185</b>	<b>1.300</b>	<b>58.884</b>	

(\*) Umfasst die österreichischen Versorgungsgebiete in den Regelzonen der APG, TIRAG und VKW (einschließlich VIW)

(a) Unterjährig werden nur Kraftwerke erfasst, die eine Engpassleistung von zumindest 10 MW haben, oder die in die Netzebenen 1 bis 3 einspeisen.

(b) Erzeugung, die unterjährig nicht nach Kraftwerkstypen und / oder Primärenergieträgern aufgeteilt werden kann.

(c) Eigenbedarf, der von den Kraftwerken selbst aufgebracht wird (Abschätzung).

Quelle: E-Control

**Tabelle 3:** Bilanz der elektrischen Energie in Österreich

## Erzeugung elektrischer Energie in Österreich nach Energieträgern

## Öffentliches Netz (\*)

Kalenderjahr 2008

(Vorläufige, zum Teil geschätzte Werte)

Österreich - Brutto-Erzeugung Öffentliches Netz												
Angabe n in GWh	Erzeugung Wasserkraftwerken (a)			Erzeugung in Wärmekraftwerken (a)							Sonstige Erzeugung (d)	Summe Erzeugung
	Laufkraft- werke	Speicher- kraftwerke	Summe Wasser	Stein- kohle	Braun- kohle	Derivate (b)	Heizöl und Derivate	Naturgas und Derivate	Sonstige Brennstoffe (c)	Summe Wärme		
Jan	1.580	711	<b>2.291</b>	679		11	87	1.038	60	<b>1.874</b>	<b>665</b>	<b>4.829</b>
Feb	1.294	749	<b>2.043</b>	737		9	70	958	66	<b>1.840</b>	<b>553</b>	<b>4.436</b>
Mär	1.989	766	<b>2.755</b>	501		9	49	785	64	<b>1.408</b>	<b>683</b>	<b>4.846</b>
Apr	2.184	810	<b>2.995</b>	226		9	51	592	47	<b>925</b>	<b>697</b>	<b>4.617</b>
Mai	2.797	1.023	<b>3.820</b>	75		11	14	215	46	<b>362</b>	<b>774</b>	<b>4.956</b>
Jun	2.657	1.291	<b>3.948</b>	14		11	23	337	61	<b>446</b>	<b>716</b>	<b>5.110</b>
Jul	2.584	1.459	<b>4.044</b>	298		10	11	355	57	<b>731</b>	<b>739</b>	<b>5.514</b>
Aug	2.394	1.357	<b>3.751</b>	431		10	6	298	66	<b>810</b>	<b>744</b>	<b>5.305</b>
Sep	1.647	1.028	<b>2.675</b>	660		9	7	653	59	<b>1.388</b>	<b>653</b>	<b>4.715</b>
Okt	1.501	882	<b>2.382</b>	661		9	54	992	61	<b>1.776</b>	<b>633</b>	<b>4.792</b>
Nov	1.435	703	<b>2.138</b>	616		8	53	928	45	<b>1.651</b>	<b>725</b>	<b>4.514</b>
Dez	1.610	721	<b>2.331</b>	479		7	94	1.128	61	<b>1.769</b>	<b>902</b>	<b>5.001</b>
<b>Jahr</b>	<b>23.673</b>	<b>11.499</b>	<b>35.172</b>	<b>5.377</b>		<b>112</b>	<b>518</b>	<b>8.279</b>	<b>693</b>	<b>14.980</b>	<b>8.483</b>	<b>58.634</b>

(a) Unterjährig werden nur Kraftwerke erfasst, die eine Engpassleistung von zumindest 10 MW haben, oder die in die Netzebenen 1 bis 3 einspeisen.

(b) Derivate fester fossiler Brennstoffe wie Steinkohle, Koks- und Gichtgas etc.

(c) Nicht fossile Energieträger / Derivate wie z.B. biogene Brennstoffe, Laugen, Müll etc.

(d) Erzeugung, die unterjährig nicht nach Kraftwerkstypen und / oder Primärenergieträgern aufgeteilt werden kann.

(\*) Umfasst die österreichischen Versorgungsgebiete in den Regelzonen der APG, TIRAG und VKW (einschließlich VIW)

Quelle: E-Control

**Tabelle 4:** Erzeugung elektrischer Energie in Österreich nach Energieträgern

Hier kann man gut erkennen, wie sich der Strom zusammensetzt. Auf der Homepage der e-control finden sich weiters die Stromverbrauchsmessungen des Jahres 2008. Es wird alle 15 Minuten der aktuelle Stromverbrauch gemessen. Hier ist eindeutig zu erkennen, dass in der Nacht und an den Wochenenden weniger Strom verbraucht wird. Link zu den Daten: [http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL\\_HOME/STROM/ZAHLENDATENFAKTEN/ENERGIESTATISTIK/Berichtsjahr2009](http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/STROM/ZAHLENDATENFAKTEN/ENERGIESTATISTIK/Berichtsjahr2009) (unter: Täglicher Belastungsablauf)

### **Aufgabe VI: Internetsuchaufgaben**

Eine Unterrichtsstunde im EDV-Saal: Die Schüler/Schülerinnen haben hier mehrere Teilaufgaben zu bearbeiten.

Benötigt werden: Computer, Excel- Kenntnisse

1.) Berechne den Durchschnittsverbrauch in einem Jahr im eigenen Zuhause.

Es gibt diverse Stromrechner im Internet, bei denen man Energiespartests durchführen kann. Die meisten davon sind aber leider mehr oder weniger ungenau.

[www.energyglobe.com](http://www.energyglobe.com)

*Auf dieser Internetseite kann man ausrechnen, wie hoch der Privatverbrauch ist. Dieser Rechner ist recht angenehm zu bedienen (im Vergleich zu dem auf der Wien Energie Seite), da man sich nicht registrieren muss und somit gleich starten kann.*

<http://www.energiesparcheck.at/> (hier muss man sich registrieren um den gesamten Rechengang durchzuführen)

*Meist ist im Internet ein Durchschnittsverbrauch von 3500 kWh/Jahr angegeben. Hier kann man die Schüler/Schüler/innen Vergleiche von Familiengröße und Stromkosten durchführen lassen. Man kann vergleichen, wie sich die Wohnsituation (Haus, Wohnung und jeweils die Größe) auf den Strompreis auswirkt.*

2.) Erstellen einer Excel - Tabelle, die die verschiedenen Strompreise vergleicht. Mit Hilfe dieser Tabelle die Kosten des Jahresstromverbrauchs ausrechnen.

Empfohlene Seiten:

<http://www.wienenergie.at/>, <http://www.e-control.at>

*Auf der e-control Homepage kann man den Vergleich sämtlicher Stromanbieter finden. Diese Organisation ist unabhängig und bietet sehr viele Informationen bezüglich Energiesparens. WienEnergie ist hingegen interessant, da die meisten Haushalte in Wien über diese Firma darüber Strom und Gas beziehen. Außerdem befindet sich auf dieser Seite auch eine Abschätzung, wie hoch der Durchschnittsverbrauch pro Haushalt ist.*

*([http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL\\_HOME/STROM/STROMPREISE/ENDVERBRAUCHERPREISE/graf4\\_dt\\_feb09.gif](http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/STROM/STROMPREISE/ENDVERBRAUCHERPREISE/graf4_dt_feb09.gif), 2.3.2009)*

*Hier ist ebenfalls der aktuelle Strompreis zu finden.*

**3.) a)** Finde heraus mit welchem Energieträger in Österreich die meisten Kraftwerke betrieben werden. Schreibe eine Liste mit der Anzahl der Kraftwerke und dem Rohstoff mit dem sie betrieben werden.

**b)** Welcher Energieträger liefert die meiste Energie fürs Stromnetz?

Interessant ist auch die Seite der Energie- Börse: <http://www.eex.com/de>

Hier kann man sich ansehen, wie viel Strom von österreichischen Kraftwerken erzeugt wird:

<http://www.eex.com/de/Transparenz/Kraftwerksdaten/Liste%20der%20Kraftwerke>

Diese Liste lässt sich nach Ländern ordnen, somit stehen am Anfang der Liste alle österreichischen Kraftwerke. Man kann auch z.B. Kraftwerkstypen als Ordnungsparameter angeben.

<http://www.eex.com/de/Transparenz/Kraftwerksdaten/Installierte%20Leistung>

Hier findet man eine Tabelle und ein Diagramm, die zeigen, welcher Kraftwerkstyp wie viel Strom ins Netz geliefert hat.

*Lösung: a) Wasser (42), Steinkohle (4), Gas&Öl (3), Gas (3), Öl (1), Gas&Steinkohle (1), Sonstige (1); insgesamt 55*

*b) Das lässt sich leider nicht eindeutig beantworten, da mehr als 63,6% auf „Sonstige“ entfallen.*

*(<http://www.eex.com/de/Transparenz/Kraftwerksdaten/Installierte%20Leistung>,*

4.3.2009, Weiter gelinkt: Gemeldete Leistung, Österreich)

Leider sagt hier Wikipedia etwas völlig anderes

<http://www.eex.com/de/Transparenz/Kraftwerksdaten/Daten/Gesamt%C3%BCbersicht>. Hier kann man ablesen, welcher Kraftwerkstyp die meiste Energie erzeugt hat. Jedoch ist nicht ersichtlich, in welches Netz er gespeist wurde und in welchem Land er erzeugt wurde.

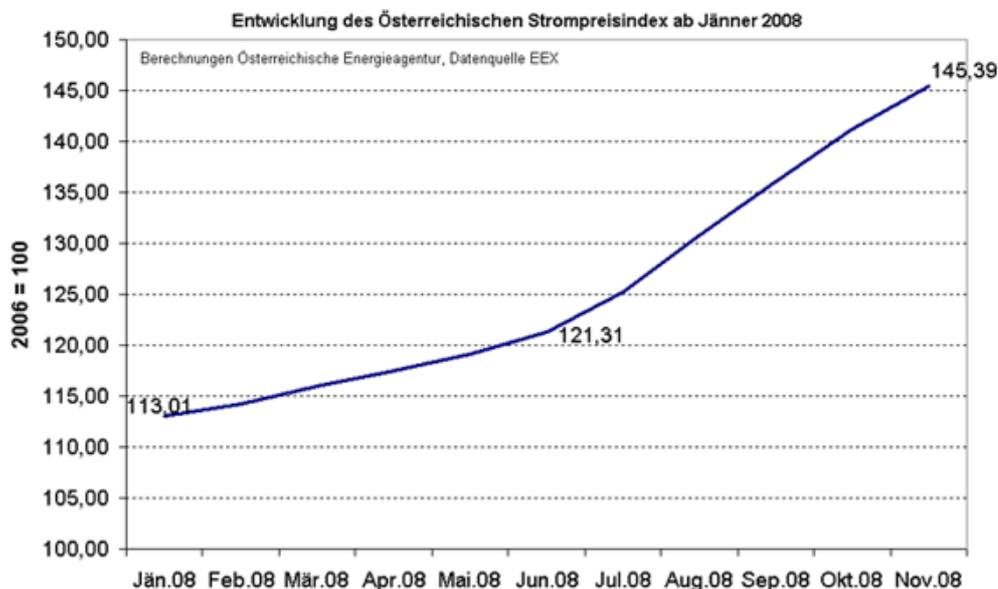
**Zusatz:** Wie viele Atomkraftwerke hat Österreich? Wie viele sind in unseren Nachbarländern in Betrieb?

Keines in Österreich. Deutschland: 17, Schweiz: 5, Liechtenstein: 0, Italien: 0, Tschechien: 6, Slowakei: 5, Ungarn: 4, Slowenien: 1

([http://www.kernenergie.de/r2/documentpool/de/Gut\\_zu\\_wissen/Materialien/Downloads/056kernkraftwerke\\_europa2008\\_05.pdf](http://www.kernenergie.de/r2/documentpool/de/Gut_zu_wissen/Materialien/Downloads/056kernkraftwerke_europa2008_05.pdf), 2.3.2009)

Aktuelles zum Strompreis: Beim Energiesparen geht es auch um die Kostensenkung. Heute ist es aber auf der Stromrechnung leider nicht mehr ersichtlich, ob man Strom gespart hat. Denn, auch wenn die Stromrechnung teurer ausfällt, ist es möglich, dass man weniger Strom verbraucht hat. Denn durch die ständig schwankenden Energiepreise, wird dies immer unübersichtlicher. Insofern wird umso deutlicher, wie wichtig es ist, auf den Energieverbrauch zu achten, denn billiger wird in der heutigen Zeit bestimmt nichts.

**Aufgabe VII:** Interpretiere folgendes Diagramm:



**Abbildung 12:** Entwicklung des österreichischen Strompreisindex

1) Kann aus dem Diagramm der Strompreis bestimmt werden?

*Nein, die Angabe ist nur in Prozent!*

2) Der aktuelle Strompreis (Nov. 2008) beträgt: 0,1768 Euro für eine kWh. Wie hoch war der Preis 2006?

*2006 betrug der Strompreis pro kWh 0,1216 Cent.*

*Rechnung:  $(0,1768 \div 145,39) \times 100 = 0,1216039$*

3) Nimm an, dass der Preis linear steigt, wie hoch wäre er dann 2010 und 2030?

*Hier ist von Vorteil, wenn man schon gelernt hat mit „Folgen“ zu rechnen.*

*Linearer Anstieg:  $145,39\% - 113,01\% = 32,38\%$  mehr pro Jahr*

*$2010 \div 0,1768 \times 1,3238^2 = 0,3098$ . à 1 kWh kostet bei linearem Preisanstieg*

*2010 0,3098 €.*

*Dh.: die Stromrechnung wäre doppelt so hoch*

*$2020 \div 0,1768 \times 1,3238^{12} = 5,12095$ . à 1 kWh kostet bei linearem Preisanstieg*

2020 5,12 €.

*Achtung: Es macht Sinn den aktuellen Strompreis herauszusuchen, da ich die Beispiele zu einer Zeit in der der Strompreis gerade erhöht wurde erstellt habe.*

**Aufgabe VIII: (Hausaufgabe)** Recherchiere im Internet, wie hoch der aktuelle Strompreis bei eurem Anbieter daheim ist. Vergleiche eure Stromrechnung von diesem Monat/Quartal bzw. Jahr mit der vom Vorjahr.

### 3.3 Messergebnisse

Im Rahmen dieser Diplomarbeit habe ich den Stromverbrauch einiger Geräte gemessen und die gesammelten Daten in einer Tabelle (Tabelle 5, S.35) eingefügt. Alle Messungen wurden mit 2 verschiedenen Messgeräten durchgeführt. Beide lieferten die gleichen Ergebnisse. Eines davon habe ich im Internet um 20€(+15€ Versandkosten) bestellt und das andere bei Hofer um 10€ besorgt. Es bestehen sowohl in der Bedienung als auch optisch zwischen den beiden Geräten kaum Unterschiede. Der einzige Unterschied zwischen den beiden Geräten liegt bei den Knopfbatterien. Die des billigeren Gerätes waren nach 3 Monaten leer, wobei die des teureren Gerätes noch funktionierten.



**Abbildung 13:** Foto Strommessgeräte Vorderseite



**Abbildung 14:** Foto Strommessgeräte Hinterseite

Linkes Gerät: 10 Euro bei „Hofer“

Rechtes Gerät: Insgesamt 35 Euro bei „Amazon“

Messungen Stromsparen		gemessene Werte						errechnete Werte				Kosten in €		
Gerät/ Geräteinfo	Modus	Zeit	h	min	sec	Zeit [h]	Verbrauch	Stromkosten	A	W	Stromkosten P=U <sup>1</sup>	1 h max	1 h normal	
Geschirrspüler	Normal	01:38:41	1	38	41	1,645	1,87	0,33	14,6	3216	0,331	3353,4	0,593	0,201
Tiefkühler/ alt		01:24:00	1	24	0	1,400	0,19	0,03	5,92	1080	0,034	1361,6	0,241	0,024
		21:22:20	21	22	20	21,372	3	0,53	5,87	1095	0,530	1350,1	0,239	0,025
Tiefkühler/ neu: A+		01:41:09	1	41	9	1,686	0,03	0	4,65	1074	0,005	1069,5	0,189	0,003
Kühlschrank/ alt	Normal	00:55:00	0	55	0	0,917	0,09	0,1	2,59	576	0,016	595,7	0,105	0,017
Kühlschrank/ neu: A		00:44:55	0	44	55	0,749	0,03	0	3,16	690	0,005	726,8	0,129	0,007
TV/ Flachbild	Stand-by	01:47:45	1	47	45	1,796	0,01	0	0,1	22	0,002	23	0,004	0,001
	Stand-by	01:31:52	1	31	52	1,531	0,01	0	1,85	421	0,002	425,5	0,075	0,001
	Stand-by	01:00:57	1	0	57	1,016	0,01	0	0,1	22	0,002	23	0,004	0,002
	Betrieb	00:52:03	0	52	3	0,868	0,11	0,01	0,65	145	0,019	149,5	0,026	0,022
Waschmaschine/ alt	40°	01:30:00	1	30	0	1,500	0,67	0,11	16,1	3581	0,118	3698,4	0,654	0,079
	30°	02:17:34	2	17	34	2,293	0,53	0,09	16,1	3601	0,094	3698,4	0,654	0,041
	30°	02:17:47	2	17	47	2,296	0,64	0,11	16,2	3616	0,113	3735,2	0,660	0,049
	30°	01:48:13	1	48	13	1,804	0,55	0,09	15,9	3504	0,097	3652,4	0,646	0,054
	30°	01:48:14	1	48	14	1,804	0,64	0,11	16,1	3551	0,113	3700,7	0,654	0,063
	60°	02:00:00	2	0	0	2,000	1,23	0,21	16	3579	0,217	3677,7	0,650	0,109
	30°	01:34:27	1	34	27	1,574	0,49	0,08	15,5	3509	0,087	3574,2	0,632	0,055
	40°	01:34:59	1	34	59	1,583	0,66	0,11	16	3538	0,117	3668,5	0,649	0,074
	30°	01:31:11	1	31	11	1,520	0,38	0,06	15,2	3442	0,067	3484,5	0,616	0,044
	60°	01:15:07	1	15	7	1,252	0,9	0,15	15,3	3636	0,159	3525,9	0,623	0,127
	Stand-by	04:40:31	4	40	31	4,675	0,05	0	0,05	11	0,009	11,5	0,002	0,002
Wasserkocher		00:00:04	0	4	0	0,067	0,14	0,02	9,03	2076	0,02475242	2076,9	0,367	0,371
Modem	Betrieb	22:51:30	22	51	30	22,858	0,11	0,01	0,09	21	0,01944833	20,7	0,004	0,001
Staubsauger	Betrieb	00:13:28	0	13	28	0,224	0,27	0,04	5,84	1300	0,04773681	1343,2	0,237	0,213
OHProjektor	Betrieb	00:11:54	0	11	54	0,198	0,05		1,41	309	0,00884015	324,3	0,057	0,045

Tabelle 5: Ergebnisse der Strommessungen

Die zwei untenstehenden Aufgaben sind nur durchführbar, wenn genügend Strommessgeräte vorhanden sind.

**Aufgabe IX: (Hausaufgabe)** Such dir zu Hause fünf verschiedene Haushaltsgeräte aus, miss den Stromverbrauch und schreibe deine Ergebnisse in eine Excel-Tabelle.

kWh	Messdauer	A max	W max	Kosten

**Aufgabe X:** Umwandlung von Stunden, Minuten und Sekunden auf Stunden. Dies wird bei der Auswertung der Messergebnisse benötigt.

Benötigt: Excel

Das Strommessgerät gibt die Ergebnisse in Stunden, Minuten und Sekunden an. Finde eine Formel die das Ergebnis in Stunden umwandelt:

Beispiel: Die Anzeige am Gerät zeigt „1:30:30“, das sind 1 Stunde, 30 Minuten und 30 Sekunden. Also umgerechnet 1,50833 Stunden.

Gib weiters eine kurze Anleitung, wie man diese Aufgabe am besten mit einer Excel Tabelle berechnet.

*Lösung: Minuten wandelt man in Stunden um, indem man durch 60 dividiert. Bei der Umwandlung von Sekunden auf Stunden, dividiert man durch 3600. Nachdem Excel 1:30:30 nicht als angegeben Zahl erkennen kann, hab ich jeweils die Stunden, Minuten und Sekunden in eine eigene Spalte geschrieben. Eine 0 als Platzhalter ist nicht nötig.*

*Die Formel lautete dann:*

$$= B1 + C1/60 + D1/3600$$

*Folgende Tabelle als Beispiel:*

	A	B	C	D	E
1	1:30:30	1	30	30	1,508333
2	1:24:55	1	24	55	1,415278
3	0:04:17	0	04	17	0,071389
4	5:00:04	5	0	04	5,001111

**Tabelle 6:** Beispiel Umwandlung von h/min/sec in h mittels Excel

Falls nicht genügend Messgeräte vorhanden sind, kann für die folgenden beiden Aufgaben die Liste mit meinen Messergebnissen verwendet werden.

**Aufgabe XI:** Wie viel kostet der Betrieb einer alten Waschmaschine in einem Jahr?

*Die Schüler werden auf die unterschiedlichen Ergebnisse kommen. Am besten man nimmt den Mittelwert aller. Die Werte, die in dieser Aufgabe vorkommen, stammen aus meinen Messungen. Überschlagsrechnung für einen Zwei-Personen-Haushalt für ein Jahr:*

*30°: ca. 2mal in der Woche zu je 0,5 kWh*

*40°: ca. 1mal in der Woche zu je 0,65 kWh*

*60°: ca. 2 mal im Monat zu je 0,9 kWh*

$$104 \times 0,5 \text{ kWh} + 52 \times 0,65 \text{ kWh} + 24 \times 0,9 \text{ kWh} = 107,4 \text{ kWh}$$

*Bei 17 Cent pro kWh sind das 18,26€. Der Stand-By-Verbrauch beträgt bei 0,002 kWh pro Stunde 3 € für ein Jahr.*

**Aufgabe XII: (Hausaufgabe)** Recherche: Wie viel kostet eine neue Waschmaschine und wie hoch sind die Kosten der einzelnen Waschprogramme?

Rechenaufgabe: Nach wie viel Jahren hat sich der Kauf einer neuen Waschmaschine ausgezahlt?

*Nachdem eine gute, neue Waschmaschine einiges kostet, zahlt sich hier der Kauf eines neuen Gerätes kaum aus.*

**Aufgabe XIII:** Gut gekühlt?

1) Wie viel kostet der Betrieb eines alten Gefrierschranks bzw. eines neuen Gefrierschranks in einem Jahr?

2) Wie lange muss ein neuer Gefrierschrank, der 350€ gekostet hat, Betrieb sein, bis sich der Neukauf ausgezahlt hat?

*Ein alter Tiefkühler verbraucht ca. 0,024 € pro Stunde, ein Neuer ca. 0,003 € pro Stunde.*

$$0,024 \text{ €} \cdot 24 \cdot 365 = 210 \text{ €}, 0,003 \text{ €} \cdot 24 \cdot 365 = 26,28 \text{ €}$$

*Hier ist der Unterschied zwischen einem neuen und einem alten Gerät sehr gut erkennbar. Auf den ersten Blick erscheint der Verbrauch nicht so unterschiedlich zu sein. Genauer betrachtet, zahlt sich ein Neukauf jedoch schon nach etwa 2 Jahren aus.*

*Diese Aufgabe habe ich im Rahmen meines Physikunterrichts in der 3.Klasse getestet. Für die Schüler/ Schülerinnen war das Durchzuführen der Rechnungen kein Problem und das Ergebnis hat sie zum Nachdenken angeregt.*

## 4 Beleuchtung

### 4.1 Politische Lage - Pro und Kontra zu Energiesparlampen

#### 4.1.1 Zeitungsausschnitte

**Ab 1. September 2009** sind in den genannten Bereichen keine Glühbirnen ab 100 Watt mehr erlaubt. **Ab 1. September 2010** gilt dies für Glühbirnen ab 75 Watt.

**Ab 1. September 2011** dürfen keine Glühbirnen ab 60 Watt mehr verwendet werden. **Ab 1. September 2012** dürfen überhaupt keine herkömmlichen Glühbirnen für den Haushalt, Büros, Industrieanlagen oder Straßenbeleuchtung mehr verkauft werden. Im Handel werden diese dann nicht mehr verfügbar sein. Die Produktion läuft EU-weit aus. Ansonsten drohen hohe Strafen gemäß den Verordnungen aus Brüssel. Presse [15]

Technik:

- hochwertige ESL enthalten 2-3 mg Quecksilber

Energiebilanz:

- Die Herstellung verbraucht bis zu 10mal mehr Energie als konventionelle Glühbirnen
- 8-10mal längere Betriebszeiten bei bis zu 80% weniger Stromverbrauch

Lichtausbeute:

- $60 \frac{lm}{W}$  ca. 5 mal höher als bei Glühbirnen

„lm“ steht für Lumen

Farbtemperatur:

- Ein hoher Blauanteil lässt das Licht kälter erscheinen und unterdrückt die Produktion des Schlafhormons Melatonin.

Das ist nur ein Auszug aus dem Artikel, der noch mehr Unerfreuliches über Energiesparlampen aufgezählt hat. Profil [39]

### 4.1.2 Passende Graphiken aus dem Internet

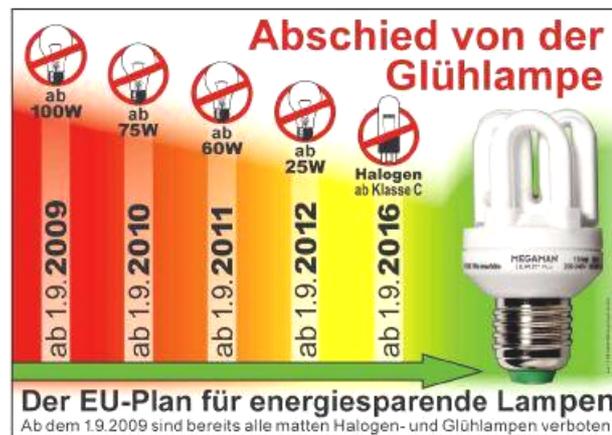


Abbildung 15: Kurzübersicht der Energiesparlampenverordnung

Eine ausführlichere Graphik bietet die Philips Homepage:



Konsequenzen EuP für Haushaltsbeleuchtung (Domestic) Teil I  
Zeitplan für den Auslauf ineffizienter Lampen

jeweils ab September		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Glühlampen	klar	15W 25W 40W 60W 75W 100W	15W 25W 40W 60W 75W 100W	15W 25W 40W 60W 75W 100W	Auslauf* aller klaren Glühlampen					
	matt	Matte Lampen durch Energiesparlampen mit Energieeffizienzklasse A ersetzen								
Halogenlampen	klar	5W 10W 20W 35W 50W 75W 100W	5W 10W 20W 35W 50W 75W 100W	5W 10W 20W 35W 50W 75W 100W	5W 10W 20W 35W 50W 75W 100W	5W 10W 20W 35W 50W 75W 100W	5W 10W 20W 35W 50W 75W 100W	5W 10W 20W 35W 50W 75W 100W	5W 10W 20W 35W 50W 75W 100W	
		klar	25W 40W 60W 75W 100W 150W 200W 300W 500W +750W	25W 40W 60W 75W 100W 150W 200W 300W 500W +750W	25W 40W 60W 75W 100W 150W 200W 300W 500W +750W	25W 40W 60W 75W 100W 150W 200W 300W 500W +750W	25W 40W 60W 75W 100W 150W 200W 300W 500W +750W	25W 40W 60W 75W 100W 150W 200W 300W 500W +750W	25W 40W 60W 75W 100W 150W 200W 300W 500W +750W	25W 40W 60W 75W 100W 150W 200W 300W 500W +750W
			matt	Auslauf* aller matten Halogenlampen						
				Reflektoren	Keine Anforderungen in EuP Richtlinie Teil I. Festlegung für Hochvolt- und Niedervolt-Reflektorlampen in Teil 2 (wird gegenwärtig seitens der EU erarbeitet)					
			Energiesparlampen	matt	Alle Wattagen nur noch Energieeffizienzklasse A					

■ Erlaubt    **Achtung:** Alle Wattagen sind indikativ. Der bestimmende Faktor ist der Lichtstrom (Lumen)    Stand 17.03.2009  
■ Auslauf    \*Auslauf: Lampen dürfen nicht mehr in den Verkehr gebracht werden. Alle Lagerbestände dürfen noch aufgebraucht werden.

Abbildung 16: Zeitliche Übersicht der im Handel erhältlichen Lampen

## **4.2 Leuchtmittel**

Auf der Siemens-Homepage ist ein sehr ausführlicher Katalog zu finden, in dem alle Produkte der Firma Osram aufgelistet werden. Link zum Produktkatalog: <http://catalogx.myosram.com>. Dieser hat den Vorteil gegenüber anderen Katalogen, dass sich Osram nicht auf die Herstellung einer Lampenart spezialisiert hat. Das einzige, was diesem Katalog fehlt, ist eine Preisliste.

## Aufgabe XIV: Arbeitsblatt zur Geschichte der Beleuchtung

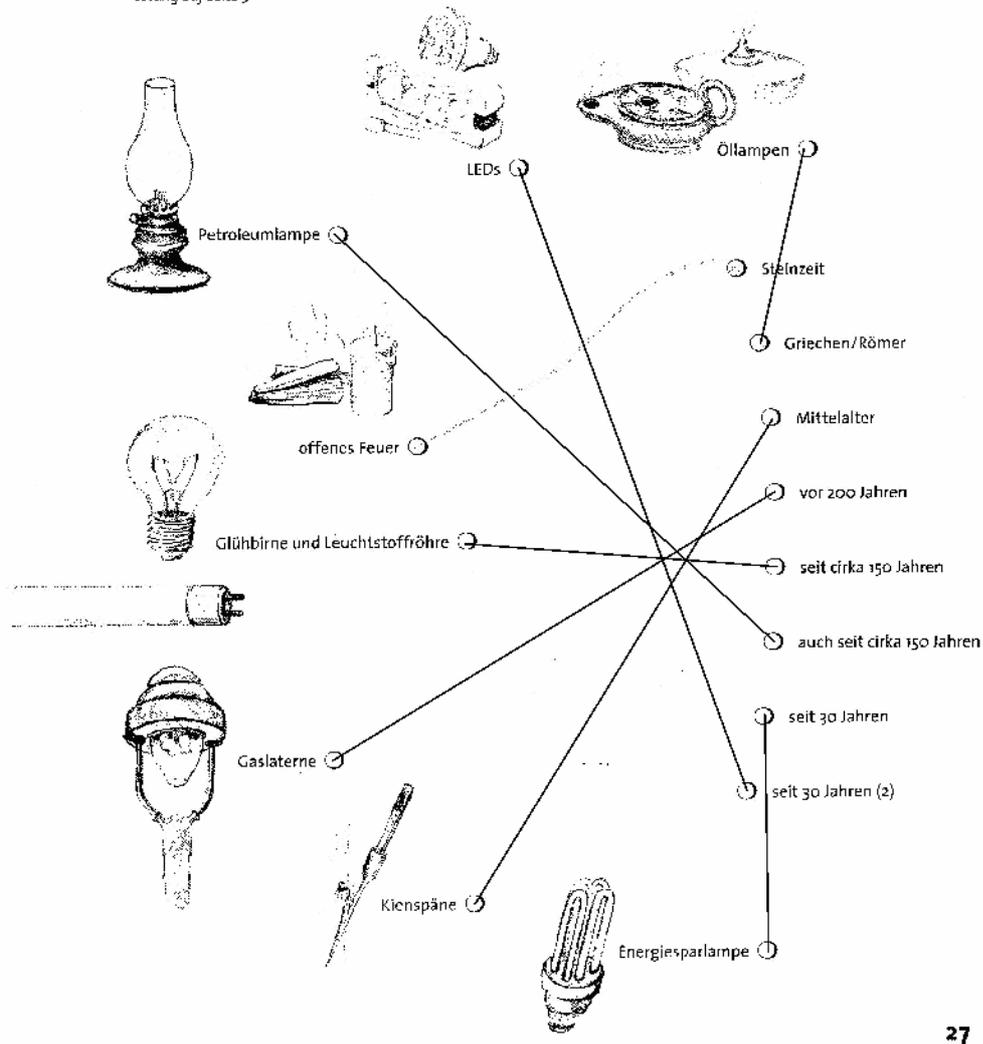
LICHT IM WANDEL DER ZEIT

Arbeitsblatt 8  
Zum Thema auf Seite 9

## Arbeitsblatt: Licht im Wandel der Zeit

Hier sind mehrere Möglichkeiten dargestellt, wie die Menschen im Laufe der Geschichte Licht erzeugten. Verbinde die Lichtquellen mit der dazu passenden Zeit.

Lösung auf Seite 9

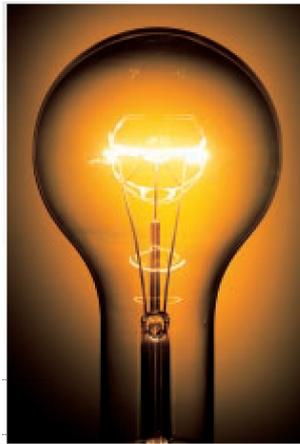


27

## Abbildung 17: Arbeitsblatt – Licht im Wandel der Zeit

Lösung: Steinzeit – offenes Feuer, Griechen/Römer – Öllampen, Mittelalter – Kienspäne, vor 200 Jahren – Gaslaternen, seit ca. 150 Jahre – Glühbirne und Leuchtstoffröhren, ebenfalls seit ca. 150 Jahren – Petroleumlampe, seit 30 Jahren – Energiesparlampe, seit 30 Jahren (2) – LEDs [10]

### 4.2.1 Glühlampe



**Abbildung 18:** Glühlampe

#### **Geschichtliches**

Um nicht länger im Dunkeln zu sitzen, griff der Mensch erst zu Feuer und Fackel und später zu Öllampe, Gaslicht und Kerze. 1854 baute der gelernte Uhrmacher und Optiker Heinrich Göbel dann die erste Kohlenstoff-Faden-Lampe. Doch die Industrie zeigte seiner Erfindung die kalte Schulter.

Erst 1878 erfand Thomas Alva Edison die erste Glühlampe: ein Kohle-Faden, der mit einer Stromquelle verbunden und durch einen Glaskolben geschützt war. Aber das war erst der Anfang der Geschichte. Nachdem das Prinzip der Glühlampe erfunden war, musste noch eine Fassung her. Thomas Alva Edison erfand die Schraubfassung. Gleichzeitig erfand man in England die Bajonettfassung, benannt nach der gleichnamigen Waffe, die einstmals von den Bauern aus der Gegend um Bayonne erfunden wurde. Sie besteht aus einem Metallzylinder mit zwei Stiften, der zum Befestigen zunächst eingeschoben und dann durch eine Drehung fixiert wird. Diese Fassung kann man heute noch in England und Frankreich finden.

Seit der Zeit des Amerikaners Thomas Alva Edison und des Engländers Joseph Swann haben sich die Glühbirnen natürlich weiterentwickelt. Heute gibt es sie in verschiedenen Farben und Formen und als Energiesparvariante. In einer normalen Birne ist der Faden aus Wolfram. Er wird bis zu 2500 Grad heiß und verbrennt nur deshalb nicht, weil die Glühbirne nicht mit Sauerstoff sondern Gas gefüllt ist. [19]

### 4.2.2 Energiesparlampe

Äquivalenztabelle Energiesparlampen – Glühlampen

**Anwendungs- und Sparbeispiel  
ESL im Vergleich zu AGL**

 <b>ESL</b>	 <b>AGL</b>	<b>Spart ca.</b>
5 W →	25 W	€ 54.-*
9 W →	40 W	€ 83.-*
11 W →	60 W	€ 132.-*
15 W →	75 W	€ 162.-*
20 W →	100 W	€ 216.-*
23 W →	120 W	€ 261.-*

\*gerechnet mit 15.000h Lebensdauer und kWh = € 0,18

**Abbildung 19:** Umrechnung Verbrauch ESL – AGL (Glühlampe)

Viele, im Handel erhältliche Energiesparlampen halten nicht das, was sie versprechen. Gute und sichere ESL mit z.B. Splitterschutz, sodass kein Quecksilber austreten kann, kosten oft doppelt so viel, wie günstigere Produkte. Diese kosten in etwa 10mal so viel wie herkömmliche Glühlampen.

**854/855 Energiesparlampen**

**PHILIPS** **Sparen Sie Energie und Geld – soviel Sie wollen!** **Energie sparen Geld sparen**

Wussten Sie, dass Sie jetzt entscheiden können, um wieviel Prozent Sie Ihre Stromkosten für Licht reduzieren wollen?

Philips bietet Energiesparlampen mit 30% und 80% Energieersparnis. Dabei brauchen Sie nicht auf die gewohnt Lichtqualität zu verzichten. Im Gegenteil, die neuen Halogen Energiesparlampen bieten sogar hochwertiges Halogenlicht und sind stufenlos dimmbar.

**Halogen-Energiesparlampe EcoClassic30**  
 ■ klassische Lampen-, Kerzenform  
 ■ Reflektorform R63  
 ■ hochwertiges Halogenlicht  
 ■ dimmbar  
 ■ klar und matt  
 ■ 2 J. Lebensdauer\*  
 ■ 28, 42, 53, 70, 105, 140 W  
 ■ E27/E14 Sockel  
 ■ xx 21240331

**Energiesparlampe Genie**  
 ■ klassische Stabform  
 ■ warmweiß und tageslichtweiß  
 ■ 8 J. Lebensdauer\*  
 ■ 8, 11, 14, 18 W  
 ■ E14/E27 Sockel  
 ■ xx 50316953

**Energiesparlampe Tornado**  
 ■ extrem kleine Bauform  
 ■ mehr Licht durch gewendelte Form  
 ■ Schnellstartfunktion  
 ■ warmweiß  
 ■ 8 J. Lebensdauer\*  
 ■ 5, 8, 12, 15, 20, 23 W  
 ■ 20 W warmweiß, dimmbar  
 ■ E27/E14 Sockel, xx 21243004

**Energiesparlampe Softone**  
 ■ klassische Lampenform  
 ■ blendfreies Licht  
 ■ warmweiß, neutralweiß und tageslichtweiß  
 ■ 8 J. Lebensdauer\*  
 ■ 5, 8, 12, 16, 20 W  
 ■ E27 Sockel  
 ■ xx 2034638

**Energiesparlampe Softone Mini**  
 ■ Kerzen- und Tropfenform  
 ■ warmweiß  
 ■ blendfrei  
 ■ dimmbar  
 ■ 8 J. Lebensdauer\*  
 ■ 5, 8, 12 W  
 ■ E14/E27 Sockel  
 ■ xx 21318849

**ab 2,99** **ab 5,39** **ab 6,99** **ab 8,39** **ab 5,99**

**So viel Strom und Geld sparen sie in 8 Jahren/8.000 Stunden\***

<b>Standard Glühlampe – 1 Jahr Lebensdauer*</b>	<b>Tornado Energiesparlampe – 8 Jahre Lebensdauer*</b>	<b>80% Energieersparnis*</b>
Leistung: 60W Verbrauch in 8 Jahren: 480 kWh 100W 800 kWh	Leistung: 12W Verbrauch in 8 Jahren: 96 kWh 20W 160 kWh	Ersparnis in 8 Jahren: ca. 384 kWh = 65 Euro* ca. 640 kWh = 109 Euro*

\* allen Berechnungen und der Lebensdauer liegt eine durchschnittliche Brenndauer der Lampen von rund 3 Stunden pro Tag und ein Strompreis von 0,17 Euro/kWh zugrunde. (1 Jahr = 1.000 Std. – 8 Jahre = 8.000 Std.)

**230V Hochvolt Halogen-Energiesparlampe EcoHalo**

**Halogen-Energiesparlampe EcoHalo Twistline**  
 ■ brillantes Halogenlicht  
 ■ dimmbar  
 ■ 2 J. Lebensdauer\*  
 ■ 35 W  
 ■ GU10 Sockel, xx 21367946

**Halogen-Energiesparlampe EcoHalo Clickline**  
 ■ brillantes Halogenlicht  
 ■ klar und matt dimmbar  
 ■ 2 J. Lebensdauer\*  
 ■ 28, 42 W  
 ■ G9 Sockel, xx 21367595

**Halogen-Energiesparlampe EcoHalo Stäbe**  
 ■ brillantes Halogenlicht  
 ■ 78 und 117mm, dimmbar  
 ■ 1 J. Lebensdauer\*  
 ■ 70, 105, 140, 200, 350 Watt  
 ■ R7s Sockel, xx 21318900

**12V Niedervolt Halogen-Energiesparlampe EcoHalo**

**Halogen-Energiesparlampe EcoHalo Kaltlichtreflektor und Brenner**  
 ■ brillantes Halogenlicht  
 ■ dimmbar  
 ■ 2 J. Lebensdauer\*  
 ■ 20, 35 Watt  
 ■ GU 5,3 Sockel/GY6,35 Sockel

**Kaltlichtreflektor..... ab 5,99**  
 ■ xx 21318887  
**Brenner ..... ab 3,49**  
 ■ xx 21367977

**ab 5,99** **ab 5,99** **ab 4,99** **ab 5,99** **ab 3,49**

Abbildung 20: Preisliste der Lampen beim Baumax

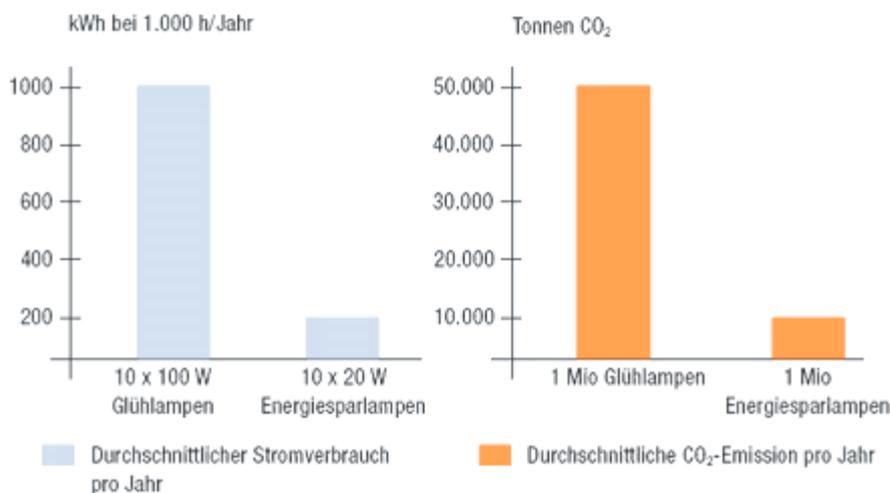
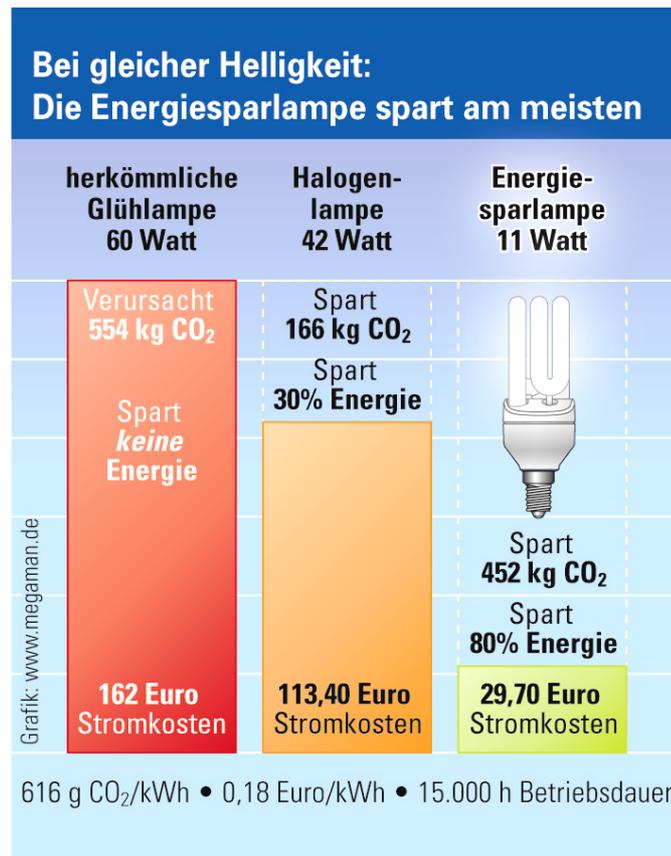


Abbildung 21: Vergleich des CO<sub>2</sub>- Ausstoßes verschiedener Lampen



**Abbildung 22:** Energievergleich verschiedener Leuchtmittel

### 4.2.3 Halogenlampen

Halogenlampen sind Glühlampen mit besonderen Eigenschaften. Sie leuchten 10-20% heller und haben eine 2-3 mal längere Lebensdauer. Dies wird durch einen kleineren Glaskolben um den Draht, der mit höherem Druck befüllt werden kann, erreicht. Befüllt wird der Kolben mit Edelgas, das der Verdampfung des Glühdrahtes entgegenwirkt. Dadurch kann eine höhere Glühtemperatur erreicht werden, die wiederum für die höhere Lichtausbeute verantwortlich ist. Außerdem befinden sich noch Halogene in dem Kolben, die den Niederschlag von Wolfram am Glaskolben verhindern.[28]



**Abbildung 23:** Halogenlampe mit E27 Fassung

### 4.2.4 LED-Lampen

#### Geschichtliches

##### **Die lichtemittierende Diode**

Die LED (lichtemittierende Diode) ist die neue große Hoffnung der Lichtindustrie, und vielleicht ersetzt sie eines Tages sogar die Glühbirne. Sie verspricht große Lichtausbeute bei wesentlich geringerem Energieverbrauch. Das Prinzip der Leuchtdiode basiert auf Halbleiterverbindungen, die Strom direkt in Licht umwandeln. Bereits 1962 bot General Electric die ersten LEDs an. Anfangs gab es nur rote LEDs. Erst zehn Jahre später konnten auch andere Farben wie grün, gelb oder orange entwickelt werden. Den meisten von uns dürften die ersten Taschenrechner mit ihren oft schlecht abzulesenden LED-Displays noch in Erinnerung sein.

Es dauerte noch bis in die 90er Jahre des zwanzigsten Jahrhunderts, bis auch blaues Licht möglich war und damit endlich auch weißes Licht von LEDs produziert werden konnte. Denn weißes LED-Licht lässt sich nur durch die Kombination dreier Lichtfarben (in der Regel rot, grün, blau) und damit auch dreier einzelner LED-Chips herstellen. Eine andere Möglichkeit: Eine blaue LED wird mittels einer internen Leuchtschicht, die einen Teil des blauen

Licht in gelbes Licht umwandelt, dazu gebracht alle Spektralanteile zu erzeugen, die für weißes Licht notwendig sind.

Aber noch sind weitere Hindernisse zu überwinden. Der guten Effizienz der LED stehen hohe Produktionskosten gegenüber. Um eine ähnlich hohe Leuchtstärke wie die moderner Glühlampen zu erreichen, müssen eine große Anzahl LEDs gebündelt werden, was wieder die Kosten in die Höhe treibt. Außerdem sind die großartigen Lebensdauerversprechungen der Hersteller noch nicht bewiesen. Es ist also noch ein weiter Weg, bis die LED tatsächlich die gute alte Glühlampe "in den Schatten stellt". [29]

Diese sind noch selten im Handel erhältlich. Zu Testzwecken habe ich deswegen drei verschiedene Modelle bei einem Online-Shop bestellt([www.pearl.de](http://www.pearl.de)).

1.) Lunartec, 90 LEDs, warmweiss, 14,90€

LED-Energiesparlampe Globe

Fassung: E27

Leistungsaufnahme: 6,3 W



**Abbildung 24:** Foto - Energiesparlampe Globe, 90 LEDs

Die Angabe der Leistungsaufnahme habe ich mit einem Strommessgerät geprüft. Diese schwankte zwischen 4W und 9W. Aus diesem Grund nehme ich die vom Hersteller angegebene Menge, als Mittelwert an. Empirisches Leuchtergebnis: Nicht sehr hell. Die Lichtausbeute ist zu gering um einen 10m<sup>2</sup> großen Raum zu erleuchten.

2.) und 3.) Lunartec, 48 LEDs, warmweiss, je 12,90€

Fassung: E27

Leistungsaufnahme: 3-3,5 W

Ad 2.) LED Lampe Classic

Ergebnis des Strommessgerätes: Die Durchschnittliche Leistung lag bei 9W

Leuchtergebnis: Es ist wenig Unterschied zur Lampe mit den 90 LEDs zu erkennen.



**Abbildung 25:** Foto – LED Lampe Classic

Ad 3.) LED Strahler:

Licht wird weniger gestreut und wirkt dadurch punktuell heller.

Der durchschnittliche Verbrauch liegt nach dem Strommessgerät bei 9W, also wesentlich höher als vom Hersteller angegeben.



**Abbildung 26:** Foto – LED Strahler

Ein Foto zum Größenvergleich: Hier sind die 3 oben beschriebenen LED-Lampen und eine herkömmlich Glühlampe mit einer E27 Fassung zu sehen.



**Abbildung 27:** Gruppenfoto zum Größenvergleich

Persönliche Meinung zu LED Lampen: Von der Idee her finde ich diese Lampen gut. Sie verbrauchen wenig Strom und es werden keine giftigen Stoffe darin benötigt (vgl. Quecksilber in ESL). Die LEDs sind jedoch von der Lichtausbeute noch weit von herkömmlichen Glühlampen entfernt.

#### 4.2.5 Vergleiche der Leuchtmittel

##### Kostenvergleich verschiedener Lampen

	Energiesparlampe	Glühbirne	Halogenlampe
Leistung	11 Watt	60 Watt	40 Watt
Betriebsdauer	12.000 Stunden	12.000 Stunden	12.000 Stunden
Lebensdauer pro Lampe	12.000 Stunden	1.000 Stunden	3.000 Stunden
Stromverbrauch gesamt	132 kWh	720 kWh <sup>10</sup>	480 kWh
Stromkosten (15 Cent/kWh)	19,80 Euro	8,00 Euro	72,00 Euro
Lampenpreis	10,00 Euro	9,00 Euro	15,00 Euro
Gesamtkosten	29,80 Euro	117,00 Euro	87,00 Euro

**Abbildung 28:** Kostenvergleich verschiedener Lampen

**Hausaufgabe XV:** Diese ist als Einleitung ins Thema Beleuchtung gut geeignet.

Die Zeit stoppen, bis eine Energiesparlampe ihre volle Leuchtkraft erreicht hat.

Material: Energiesparlampe, Stoppuhr

Die Angaben der Schüler/Schülerinnen werden dann in der nächsten Stunde in eine Tabelle geschrieben. Nun soll Mittelwert soll errechnet werden.

*Dieses Beispiel ist zum Vorrechnen an der Tafel gedacht.*

*Es eignet sich als Wiederholung der Grundrechnungsarten in der 1. Klasse.*

**Rechenbeispiel: ESL- Glühlampen Vergleich**

Angenommen, die Lampe wird täglich 3 Stunden benötigt. Dann macht das ihm Jahr  
 $3 \times 365 = 1095$  Stunden.

Bei 15 Watt pro Stunde:

$$1095 \times 15 = 16425 \text{ Wh im Jahr dh. } 16,425 \text{ kWh} \cdot \left( 17,6803 \frac{\text{Cent}}{\text{kWh}} \right) = 290,4 \frac{\text{Cent}}{\text{Jahr}}$$

Bei 75 Watt pro Stunde:

$$1095 \times 75 = 82125 \text{ Wh im Jahr dh. } 82,125 \text{ kWh} = 1451,99 \frac{\text{Cent}}{\text{Jahr}}$$

$$1452 \text{ Cent} - 290,4 \text{ Cent} = 1161,6 \text{ Cent}$$

Das bedeutet, dass eine Energiesparlampe um 11,6 Euro billiger, als eine Glühlampe, im Verbrauch ist. Wenn man nun die Anschaffungskosten berücksichtigt, zahlt sich eine Energiesparlampe also erst im 2. Jahr aus.

**Aufgabe XVI:** Überlege in welchen Räumen bzw. wo überall der Einsatz von Energiesparlampen Sinn macht. Es werden Leuchtmittel mit Einsatzorten kombiniert:

Szenario Wohnung:

- Glühlampe
- Energiesparlampe
- Halogenstrahler
- LED- Lampe
- Leuchtstoffröhre

Zu kombinieren mit:

- Wohnzimmer
- Kinderzimmer
- Badezimmer
- Vorzimmer
- Arbeitszimmer
- Küche
- Abstellraum

Beispiel: In Räumen wo das Licht längere Zeit brennt, macht der Einsatz von Energiesparlampen Sinn. Wohnzimmer, Arbeitszimmer, etc. Außerhalb der Wohnung wären hier z.B. Straßenbeleuchtungen, Beleuchtung in öffentlichen Verkehrsmitteln und Gebäuden zu nennen. In Kellerräumen, Abstellräumen, Ampelanlagen, beim Auto, als Nachtlampe, etc. hingegen machen Energiesparlampen keinen Sinn.

*Diese Aufgabe eignet sich als Gruppenaufgabe, da es keine eindeutige Lösung gibt. Ziel ist, es die Schüler/Schülerinnen aufmerksam auf unterschiedliche Lampentypen zu machen. Nicht jede Beleuchtung ist für jeden Raum geeignet.*

**Aufgabe XVII:** Suche unter folgendem Link für die Lampen zu Hause eine passende Energiesparlampe:

[http://www.homelighting.philips.com/microsite/homelighting/de\\_de/index.php?usehistoryforguess=false](http://www.homelighting.philips.com/microsite/homelighting/de_de/index.php?usehistoryforguess=false)

Berechne für fünf deiner Lampenfassungen zu Hause die Energie- und Kostenärmste Lampenart. Notiere dir die einzelnen Ergebnisse und addiere sie. Achte auch darauf, nach wie vielen Jahren zahlt sich eine Energiesparlampe aus?

Beispiel:

	Standardlampe	EcoClassic30
<b>Lampenleistung in Watt</b>	60 W	42 W
<b>Lampen-Lebensdauer</b> ?	1 Jahr	2 Jahr
<b>Durchschnittspreis Lampe</b>	0.99 €	2.99 €
<b>Lampenkosten pro Jahr</b>	0.99 €	1.49 €
<b>Energiekosten pro Jahr</b>	11.70 €	8.19 €
<b>Gesamtkosten pro Jahr</b>	12.69 €	9.68 €
<b>Spareffekt insgesamt*</b>		3.01 €

BERECHNEN  
Wiederherstellen

**Abbildung 29:** Leuchtmittel Vergleich

Hier habe ich die passende Lampenart für eine ganz normale Deckenlampe gesucht. Die Ersparnis beträgt 3,01 €/Jahr. Man geht hier davon aus, dass die energiesparende Lampe eine doppelte Lebensdauer hat.

### 4.3 Lichtintensitätsmessung

Um eine Lichtintensitätsmessung durchzuführen, gibt es sogenannte Luxmeter. Diese Geräte sind sehr kostspielig (100€ aufwärts). Aus diesem Grund habe ich mir eine alternative Variante überlegt: Um die Lichtintensität der verschiedenen Lampen zu vergleichen, habe ich mir aus der Physiksammlung in der Schule ein paar Materialien ausgeborgt.

- 1.) Versuchsanleitung Elektronik, NTL – Schülerexperimente Physik
- 2.) Steckplatte für elektronische Bauteile
- 3.) Diverse Bauteile
- 4.) Multimeter
- 5.) Netzgerät
- 6.) Verbindungskabel

In der Versuchsanleitung gibt es 2 Versuche, die sich mit der Lichtintensität beschäftigen: EL 1.3 und EL 1.4. Ich habe die Versuchsanleitungen eingescannt und sie im Anhang beigelegt.

Beschreibung des benötigten Bauelements:

LDR – light dependent resistor



**Abbildung 30:** Foto eines lichtabhängigen Widerstandes

Mit diesem Halbleiterbauelement kann man die Beleuchtungsstärke messen, da der Widerstand bei zunehmender Beleuchtung kleiner wird.

Nun die Messergebnisse, bei einer Netzspannung von 7,5 V:

Lampenart	Abstand zu Lichtquelle	Spannung am LDR	Spannung am 10k $\Omega$ Widerstand
Tageslicht wolkig	-	5,8 V	1,7 V
Tageslicht sonnig	-	6,9 V	0,6V
LED, direkt	2m	3,2 V	4,3 V
Halogen, indirekt	2m	4,9 V	2,6 V
ESL 11W, indirekt	1,5m	3,3 V	4,2 V
40W Glühlampe, indirekt	2m	3,3 V	4,2 V
ESL 15W direkt	1,5m	3,5V	4V
40W direkt	1m	5,4V	2,1V
40W direkt	1,5m	4,5V	3V

Direkt... der LDR Widerstand wurde direkt zur Lichtquelle gehalten

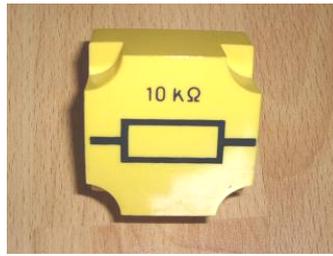
Indirekt... der LDR Widerstand hat von den Wänden reflektiertes Licht gemessen

### **Tabelle 7:** Messungen mit dem LDR

Physikalisch: Je höher die Spannung am 10k $\Omega$  Widerstand ist, desto weniger Spannung fällt am LDR ab. Daraus lässt sich schließen, dass der Widerstand am LDR mit zunehmender Lichtintensität steigt.

Auswertung: Je niedriger die Spannung am 10k $\Omega$  Widerstand ist, desto größer ist auch die Lichtausbeute. Durch sämtliche unbeachtete Messfehler, haben diese Messungen keine wissenschaftliche Aussage und dürfen nur als Information am Rande betrachtet werden.

Der bei EL 1.3 beschriebene Versuch hat nicht funktioniert. Das Multimeter hat bei unterschiedlichen Beleuchtungsstärken immer den gleichen Wert angezeigt. Ich habe die Anleitung dazu dennoch im Anhang beigefügt.



**Abbildung 31:** Foto eines Widerstandes



**Abbildung 32:** Foto eines Multimeters

**Aufgabe XVIII:** Gruppenarbeit im Physiksaal *siehe Anhang EL 1.3*

Material: Verschiedene Lampen, Fassungen und Spannungsquellen. Die weiteren Materialien sind in der Versuchsanleitung *EL 1.3* beschrieben.

Der Versuch wird nun wie in *EL 1.3* beschrieben durchgeführt. Die Lichtintensitätsmessung lässt sich in einer Unterrichtsstunde durchführen, jedoch ist mit einer längeren Vorbereitungszeit für die Unterrichtsstunde zu rechnen. Während der Stunde ist darauf zu achten, dass alle Schaltungen der Schüler kontrolliert werden, bevor sie an das Netzgerät angeschlossen werden. Für die Auswertung ist wiederum eine ganze Unterrichtsstunde geplant. Hier werden zuerst die Messergebnisse der Gruppen verglichen, anschließend sollen Mittelwerte errechnet werden. Hier lässt sich, je nach Wissensstand der Klasse auch ein Exkurs in die Unsicherheitenrechnung einbauen.

Zu dieser Aufgabe gibt es keine eigene Kopiervorlage für die Schüler/innen. Es können, falls in der Schule vorhanden, die originalen Versuchsanleitungen verwendet werden.

## 5 Umweltbewusstsein

### 5.1 Zusammenhang von Energiesparen und Umwelt

#### 5.1.1 Was ist Ökostrom

Bei Ökostrom wird in der Erzeugung darauf geachtet nur erneuerbare Ressourcen zu verwenden. Diese Graphik zeigt den Anteil an erneuerbaren Energien vom Gesamtstromverbrauch. Die Zahlen der Prozente beziehen sich alle auf 1997, also nicht auf den Prozentanteil 2010.

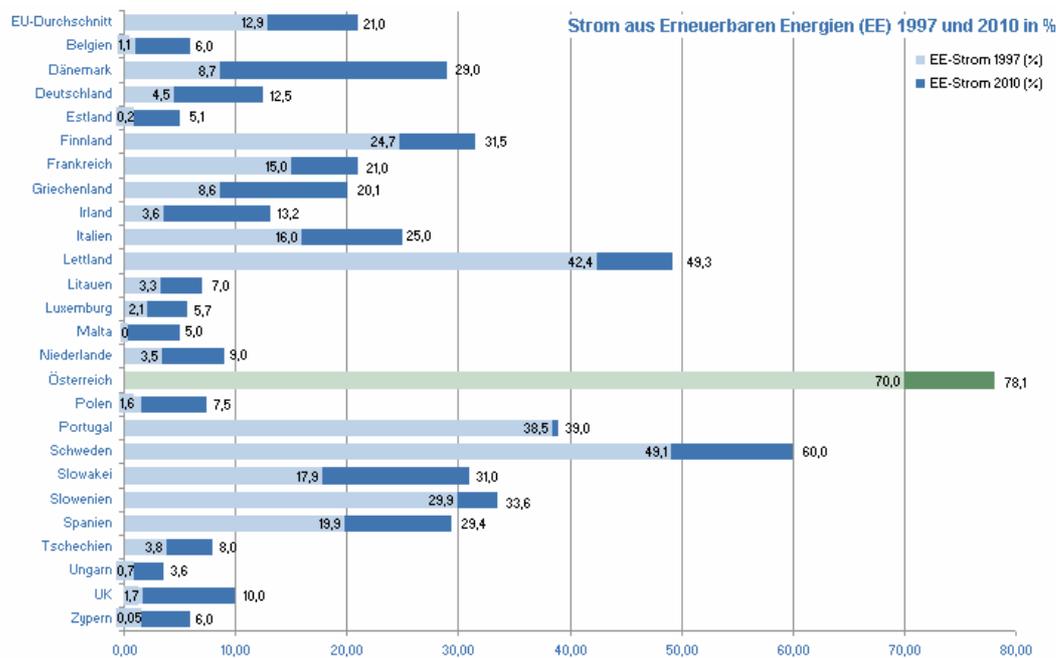


Abbildung 33: Strom aus erneuerbaren Energien

EU-Wert: 1997: 12,9%, Ö-Wert: 1997: 70%, Hier ist deutlich zu sehen, dass Österreich im Bereich der erneuerbaren Energien EU-weit vorne liegt.

In einer Informationsbroschüre für Lehrer/innen habe ich passende Arbeitsblätter zu diesem Thema gefunden.

## Aufgabe XIX: Arbeitsblatt – Die Erneuerbaren stellen sich vor

DIE ERNEUERBAREN STELLEN SICH VOR

Arbeitsblatt 4

Zum Thema auf Seite 8

## Arbeitsblatt: Die Erneuerbaren stellen sich vor

Finde die passenden Wörter und trage sie in die leeren Felder ein.  
(unter der Erde, Wind, Solaranlagen, Wasserrädern, Ebbe und Flut, Wärme, Strom, Sonnenenergie, Segelschiffen, Holz, Erde, Lebewesen, Strahlen)

## → Lass die Sonne rein –



Aus meinen S\_\_\_\_\_ Strahlen  
kann Energie gewonnen werden. Es gibt  
mehrere Methoden zur Gewinnung von  
S\_\_\_\_\_ Sonnenenergie. Zum

Beispiel kann meine Energie in Strom umgewandelt werden. Diese Technik nennt man Fotovoltaik.

Meine Strahlen können über S\_\_\_\_\_ Solaranlagen  
\_\_\_\_\_ aufgefangen werden und  
schließlich Wasser erwärmen. Vielleicht hast Du so  
etwas ja schon einmal auf Hausdächern gesehen?  
Übrigens – hast Du gewusst, dass meine Kraft  
auch im Wind, Holz, Wasser und Boden steckt?

## → Ich bin der Wind, das himmlische Kind



Luftschichten werden von meiner  
Freundin, der Sonne, erwärmt und es  
kommt zu einer Bewegung von Luftpa-  
keten. Die Luftströmungen

(W\_\_\_\_\_ Wind \_\_\_\_\_) können über Wind-  
kraftanlagen in S\_\_\_\_\_ Strom \_\_\_\_\_ umgewan-  
delt werden. Der Mensch macht sich bereits seit vie-  
len Jahrhunderten meine Kraft zu Nutzen. So wurde  
meine Antriebsfähigkeit schon damals zur Fort-  
bewegung von S\_\_\_\_\_ Segelschiffen \_\_\_\_\_ und  
Ballons genutzt.

## → Wasser Ahoi

Mit Hilfe von W\_\_\_\_\_ Wasserrädern \_\_\_\_\_ kann  
Strom aus meiner Bewegung gewonnen wer-  
den. Dabei wird meine Kraft beim Nach-Unten-  
Fließen in Energie umgewandelt. Auch durch  
E\_\_\_\_\_ Ebbe \_\_\_\_\_ und F\_\_\_\_\_ Flut \_\_\_\_\_ kann  
Energie in Gezeitenkraftwerken gewonnen werden.



## → Biomasse

Zu mir gehören alle lebenden und toten Pflanzen,  
Tiere und andere L\_\_\_\_\_ Lebewesen \_\_\_\_\_.  
Pflanzen erzeugen mich aus Sonnenenergie  
und Luft. Durch Verbrennung kann meine Energie in  
W\_\_\_\_\_ Wärme \_\_\_\_\_ umgewandelt werden.



Ich bin die älteste Form der Energiegewinnung  
der Menschheit. Schon lange kann mit Hilfe von  
H\_\_\_\_\_ Holz \_\_\_\_\_ Feuer und damit Wärme  
erzeugt werden.

## → Wärme von Innen – Erdwärme

Meine Energie ist in Form von Wärme in der  
E\_\_\_\_\_ Erde \_\_\_\_\_ gespeichert und kann  
zur Wärmeabgewinnung genutzt werden. Weil ich  
u\_\_\_\_\_ unter der Erde \_\_\_\_\_  
hause, ist meine Energie immer verfügbar, unab-  
hängig von der Tages- und Jahreszeit.



23

Abbildung 34: Arbeitsblatt – Erneuerbare Energien stellen sich vor

## Aufgabe XX: Arbeitsblatt – Finde die Energiequelle

Arbeitsblatt 5

Zum Thema auf Seite 8

FINDE DIE QUELLE

### Arbeitsblatt: Finde die Energiequelle

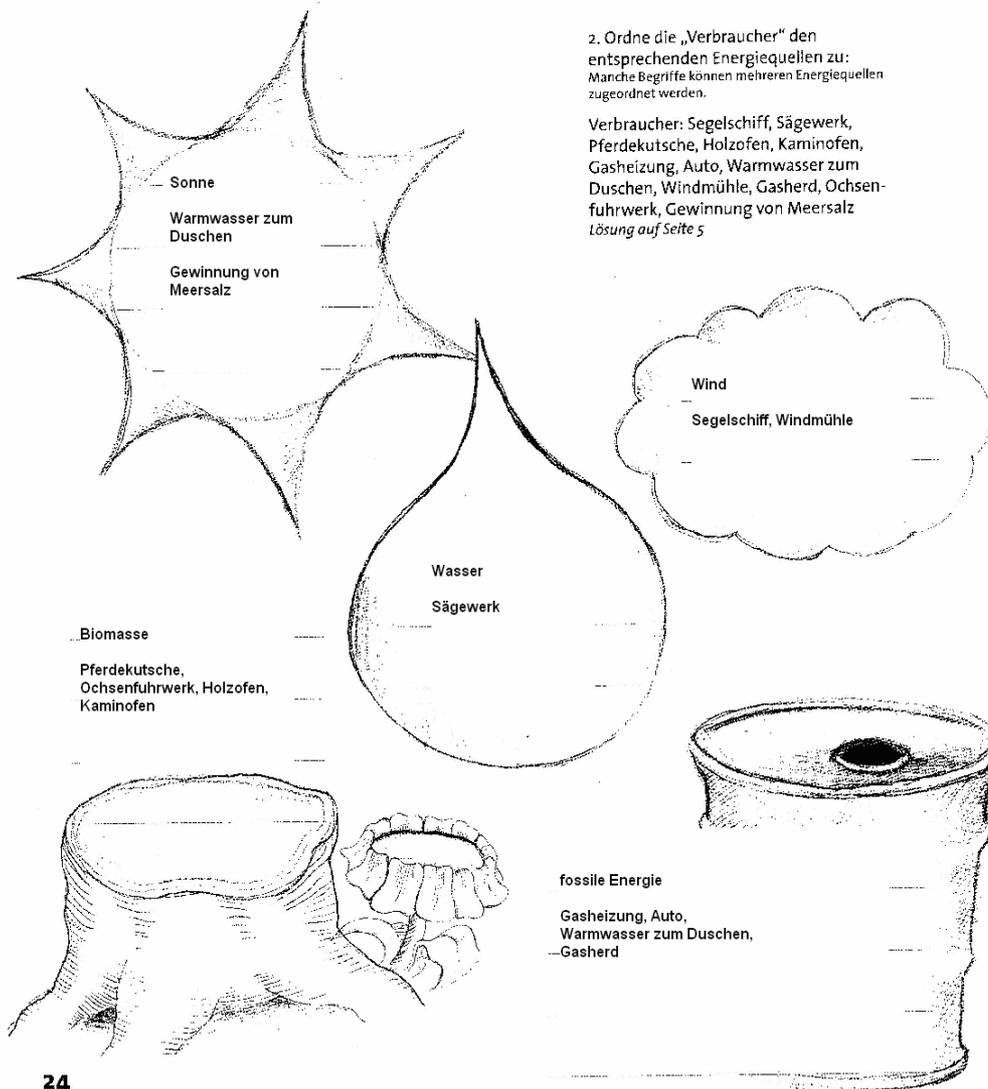
Es gibt verschiedene Möglichkeiten auf welche Art und Weise Energiequellen genutzt wurden und werden. 1. Schreibe die Energiequellen in die passenden Zeichnungen:

Sonne | Wind | Wasser | Biomasse (Holz, Getreide) | fossile Energie (Erdöl, Kohle, Gas)



2. Ordne die „Verbraucher“ den entsprechenden Energiequellen zu:  
Manche Begriffe können mehreren Energiequellen zugeordnet werden.

Verbraucher: Segelschiff, Sägewerk, Pferdekutsche, Holzofen, Kaminofen, Gasheizung, Auto, Warmwasser zum Duschen, Windmühle, Gasherd, Ochsenfuhrwerk, Gewinnung von Meersalz  
Lösung auf Seite 5



24

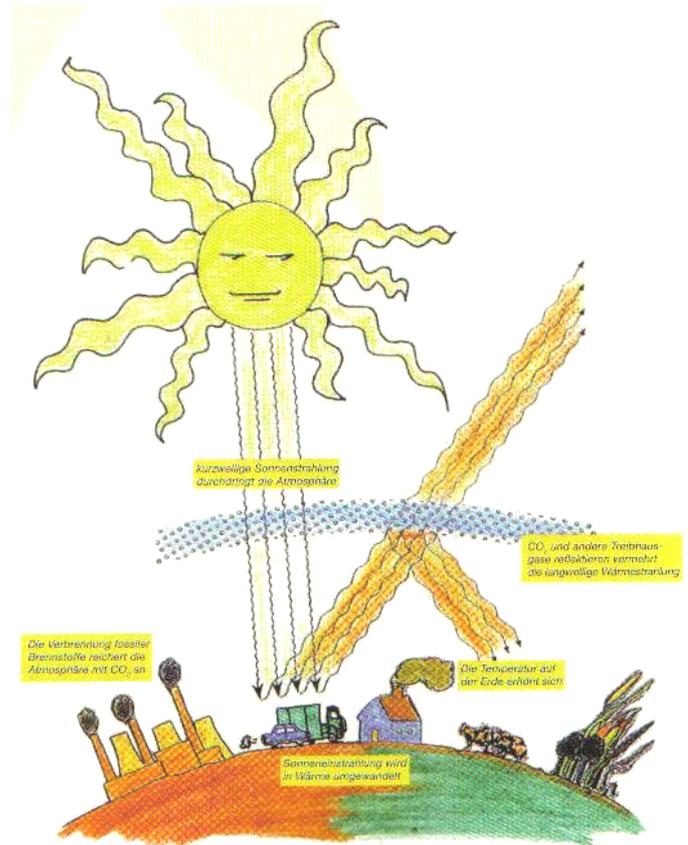
Abbildung 35: Arbeitsblatt – Finde die Energiequelle

### 5.1.2 Produktlabels

Produkt-Label sind in den Verkaufsräumen das wichtigste Kommunikationsmedium zwischen dem Herstellern und dem Käufer. Die Information auf dem Aufkleber hilft dem Käufer bei der Auswahl eines Artikels oder Produkts, dass seiner Vorstellung am nächsten kommt. Ein Produktlabel enthält Informationen über die Merkmale eines Produkts. Es kann ein Blatt Papier, ein Etikett aus Stoff oder Kunststoff sein, welches an dem Artikel oder der Packung des Artikels befestigt ist, um seine Herkunft, den Inhaber, die Marke, den Inhalt, die Verwendung, den Bestimmungsort oder anderen Merkmale zu erklären. Unter allen Labels gibt es umweltrelevante Aufkleber wie: Recycling, Energie Label und Umweltzeichen. [3]

## 5.2 Klimawandel

Der Klimawandel wird durch den Ausstoß von Gasen hervorgerufen. Diese Partikel in der Luft bewirken, dass von der Erde abgestrahlte Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung) die Atmosphäre nicht verlassen kann. Dieser Effekt wird auch Treibhauseffekt genannt. Dieser Name kommt von der Eigenschaft so genannter Treibhausgase, die denselben Effekt wie eine Glasscheibe haben. Hauptsächlich relevant ist hier das Gas  $\text{CO}_2$ , weswegen wir nun immer stärker versucht sind, den Ausstoß dieses Gases, welches bei Verbrennung entsteht, zu reduzieren. Es gibt, neben dem künstlichen Treibhauseffekt, der auf den Menschen zurückzuführen ist, auch den natürlichen Treibhauseffekt. Dieser bewirkt, dass die durchschnittliche Temperatur der Erde ca.  $15^\circ\text{C}$  statt  $-18^\circ\text{C}$  beträgt. Für den natürlichen Treibhauseffekt ist ebenfalls das  $\text{CO}_2$  verantwortlich. Klimaforscher prognostizieren einen Temperaturanstieg von mindestens  $1,4^\circ\text{C}$  in den nächsten Hundert Jahren. Dies klingt nicht besonders viel an, dennoch hat dieser Temperaturanstieg enorme Auswirkungen auf die Gletscher und Pole. Neben Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) sind auch Wasserdampf ( $\text{H}_2\text{O}$ ), Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ), Methan ( $\text{CH}_4$ ), halogenierte Kohlenwasserstoffe (FCKW) und Ozon ( $\text{O}_3$ ) für den Treibhauseffekt verantwortlich. [35]



**Abbildung 36:** Der Treibhauseffekt

### 5.2.1 Wirkungen der Klimaänderung

- Mehr Regen/ Mehr Stürme

Wärmere Temperaturen erhöhen die Energie des Klimasystems. Dies führt in einigen Gebieten zu heftigerem Regen auf Grund höherer Verdampfung von Wasser in Seen, Flüssen und Meeren. Die Regenmenge kann sich auch in bestimmten Gebieten ändern und könnte damit Auswirkungen auf bis zu 3 Milliarden Menschen oder die halbe Bevölkerung des Planeten haben.

- Mehr Dürre/ Mehr Brände

In Regionen, in denen mehr Regen fällt, führt die Klimaänderung zu größerer Verdampfung und Dürrebedingungen verschärfen sich. Das Risiko von Wald- oder Buschbränden wird größer.

- Hitzewellen und die Ausbreitung von Krankheiten

Hitzewellen könnten zu mehr Hitzeopfern führen, Krankheiten, wie Malaria, die ein wärmeres Klima bevorzugen, werden sich weiter ausbreiten.

- Gletscher, frühe Eisschmelze

- Meeresspiegel steigt
- Ökosystem-Verschiebungen und das Aussterben von Arten

Durch die Ökosystemverschiebung werden Spezies, die sich nicht schnell genug anpassen können aussterben. Die Korallenriffe sind heute schon in Gefahr, durch höhere Temperaturen, zerstört zu werden. [3]

5.2.2 CO<sub>2</sub>- Rechner**Aufgabe XXI: Berechne ob du klimafreundlich, ressourcenschonend und energiesparend lebst**

Die Tabellen habe ich direkt aus dem Buch – Bin ich eine Klimasau? - übernommen. Die Erklärungen dazu zusammengefasst. Arbeitsweise: Einzel, oder Gruppenarbeit. Bis zu 4 Personen pro Gruppe sind möglich. Für Schüler/innen weniger interessant und deswegen auch nicht in der Anleitung: Alle Arbeitsplatzbedingten CO<sub>2</sub>- Emissionen sind bei den einzelnen Punkten nicht zu beachten, sondern werden unter dem Punkt „Infrastruktur“ bei der Endauswertung dazu gezählt.

Berechne deine durchschnittliche Jahresemission an CO<sub>2</sub>. Daraus ist wird ersichtlich, wie energiesparend du lebst. Falls dir manche Angaben unbekannt sind, rate einfach. Emissionen am Arbeitsplatz bzw. in der Schule sind bei all den Angaben nicht zu berücksichtigen. Diese werden ganz am Ende unter dem Punkt „Infrastruktur“ addiert.

1.) **Konsum:** Lies zuerst die Erklärungen, suche dir dann den passenden Wert heraus und trage ihn dann in die untere Tabelle ein. Achtung: Die Basiswerte stehen schon in der Tabelle. Du brauchst nur mehr den zusätzlichen Verbrauch eintragen.

Basiswert und Zuschläge für Konsum in Tonnen CO <sub>2</sub> /Jahr					
	Basiswert	Zuschläge			
	effizienter Verbrauch	mittlerer Verbrauch	hoher Verbrauch	sehr hoher Verbrauch	exklusiver Verbrauch
Wohnung (A)	0,6	0,2–0,4	0,6	0,8	1,4
Fahrzeuge (B)	0,0	0,3	0,5	1,0	1,3
Einrichtung (C)	0,2	0,1	0,3	0,5	0,8
Kleidung (D)	0,2	0,1	0,2	0,3	0,5
Freizeit (E)	0,3	0,2	0,5	0,9	1,8
Persönlicher Bedarf (F)	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8
<b>Summe</b>	<b>1,5</b>				

Wohnung (A): Basiswert: bei 30m<sup>2</sup> pro Person; je 10m<sup>2</sup> mehr pro Person +0,2t  
Reihenhaus: + 0,6t/ Einfamilienhaus: + 0,8t/ Großes Einfamilienhaus: + 1,4t/  
Ökobauweise: Werte halbieren/ Holzhäuser: 0t

Fahrzeuge (B): Dies gilt nur für die Besitzer der Fahrzeuge. Motorrad 0,1t/  
Kleinklasse Pkw 0,2t/ Kompaktklasse Pkw 0,2t/ Mittelklasse Pkw 0,5t/

Oberklasse Pkw 0,8t/ Luxusklasse Pkw 1,3t

Einrichtung (C): Ökoeinrichtung und sparsam eingerichtet: neuer Basiswert = 0,1t

Kleidung (D): wenig Kleidung bzw. aus ökologischer Produktion: neuer Basiswert = 0,1t

Freizeit (E): dazu zählen Hotelaufenthalte, Ferienunterkünfte, Restaurant-, Café- und Barbesuche, Besuche von Freizeit-, Sport- und Kultureinrichtungen.

Persönlicher Bedarf (F): Kosmetik, Genussmittel, Bücher, CDs usw., Schreibwaren, Gebrauchsgegenstände und Geschenke

**Haushaltsgröße:** Single Haushalt: sparsam + 0,2 t/ normal + 0,4t

Ab 4 Personen: -0,4t

Konsum: Klimagase für Personen 1 bis 4								Durchschnitt 2,7	
	Basis	Wohnung	Fahrzeuge	Einrichtung	Kleidung	Freizeit	Persönlicher Bedarf	Korrektur Haushaltsgröße	Summe
Person 1	1,5								
Person 2	1,5								
Person 3	1,5								
Person 4	1,5								

2.) **Heizen und Warmwasser:** Hier zu beachten: Wohnungsgröße, Wärmedämmung und Heizung. Heizung: Fernwärme erzeugt weniger CO<sub>2</sub> als eine Gasheizung, wobei die genauen Werte beim Fernwärmeanbieter erfragt werden können (nimm einfach 90% der Gasheizung). Steinkohle: 20% mehr als Öl/ Braunkohle: 50% mehr als Öl/ Holz: nur 25% der Gaswerte/ Strom: doppelt so viel wie Öl

CO <sub>2</sub> -Emissionen in kg/m <sup>2</sup> Wohnfläche pro Jahr								
	Ölheizung				Gasheizung			
	älter als 30 Jahre	10-30 Jahre	jünger als 10 Jahre	Niedrig-Energiehaus	älter als 30 Jahre	10-30 Jahre	jünger als 10 Jahre	Niedrig-Energiehaus
Mehrfamilienhaus	56	42	29	14	40	30	21	11
Reihenhaus	61	46	33	16	44	33	23	12
Einfamilienhaus	73	56	39	18	52	38	27	14
<i>Quellen:</i> 2, 25, 29, eigene Berechnungen								

Heizen: Klimagas für Personen 1 bis 4				Durchschnitt 2,5
Emissionswert Tabelle	Wohnungsgröße in m <sup>2</sup>	Produkt (Spalte 1 x Spalte 2)/1000	Teilen durch Anzahl der Familienmitglieder	ERGEBNIS (Wert aus Spalte 4)

3.) **Verkehr:** Pkw: Gefahrene Kilometer im Jahr, bei Fahrgemeinschaften wird durch die Anzahl der Insassen dividiert. Biodiesel: wenn dieser ohne Waldrodung produziert wurde, darf der niedrige Emissionswert genommen werden.

CO <sub>2</sub> -Emissionen Pkw in Tonnen pro 1000 km				
Liter/100 km	Benzin/Diesel	Biodiesel	Autogas (LPG)	Erdgas (CNG)
5 Liter	0,14	0,30 (0,05)	0,09	0,17
7 Liter	0,19	0,41 (0,06)	0,13	0,23
9 Liter	0,25	0,53 (0,08)	0,17	0,30
11 Liter	0,31	0,67 (0,11)	0,21	0,36
<i>Quellen:</i> 2, 8, eigene Berechnungen				

Pkw-Verkehr: Klimagas für Personen 1 bis 4				Durchschnitt 1,4
	Gefahrene km	Emissionswert Tabelle	Produkt (Spalte 2 x Spalte 3)/1000	ERGEBNIS (Wert aus Spalte 4)
Person 1				
Person 2				
Person 3				
Person 4				

Öffentlicher Verkehr: Beispiel: bei 10 km Schulweg (5 km hin und 5 km zurück) wären das 2000 km im Jahr. Bei durchschnittlich 20 km am Tag: 7300 im Jahr.

Öffentlicher Verkehr: Klimagase für Personen 1 bis 4 Durchschnitt 0,2				
	Gefahrene km	Emissionswert	Produkt (Spalte 2 x Spalte 3)/1000	ERGEBNIS (Wert aus Spalte 4)
Person 1		0,05		
Person 2		0,05		
Person 3		0,05		
Person 4		0,05		

Flugverkehr: Beispiel: Urlaubsreise nach Griechenland, ca. 1000 km Luftlinie,  
dh. 2000 Flugkilometer

Flugverkehr: Klimagase für Personen 1 bis 4 Durchschnitt 0,2				
	Geflogene km	Emissionswert	Produkt (Spalte 2 x Spalte 3)/1000	ERGEBNIS (Wert aus Spalte 4)
Person 1		0,4		
Person 2		0,4		
Person 3		0,4		
Person 4		0,4		

4.) **Ernährung:** Gesund vegetarisch: Basiswert 0,5t/ Kinder unter 10 Jahren: -  
0,25t und Zuschläge halbieren/ Kräftige Esser: +0,5t/ Beispiel: Wer besonders  
gerne und viel nascht, der addiert bei Zuschlägen 0,1t.

<b>Basiswert und Zuschläge für Ernährung in Tonnen CO<sub>2</sub>/Jahr</b>				
	<b>Basiswert</b>	<b>Zuschläge</b>		
	<i>effizienter Verbrauch</i>	<i>geringer Verbrauch</i>	<i>mittelhoher Verbrauch</i>	<i>sehr hoher Verbrauch</i>
Fleischwaren	0,0	0,2	0,4	0,6
Molkereiprodukte	0,4	0,0	0,2–0,4*	0,8
Süßwaren	0,0	0,0	0,05	0,1
Imbiss-, Tiefkühl- und Fertignahrung	0,0	0,1	0,3	1,0
Lebensmittel, weltweiter Anbau	0,0	0,1	0,1	0,3
Lebensmittel, konventioneller Anbau	0,0	0,1	0,1	0,1
Gemüse, Obst, Brotwaren	0,1	0,0	0,0	0,0
Fertiggetränke	0,0	0,0	0,1	0,2
<b>Summe</b>	<b>0,5</b>			

\* 0,2 für vorwiegend fettarme Molkereiprodukte, 0,4 für Molkereiprodukte mit normalem Fettgehalt  
**Quellen:** 6, 9, 22, eigene Schätzungen

<b>Ernährung: Klimagase für Personen 1 bis 4</b>					<b>Durchschnitt 1,5</b>
	<b>Basis</b>	<b>Fleisch-waren</b>	<b>Molkerei-produkte</b>	<b>Weitere Zuschläge</b>	<b>SUMME</b>
Person 1	0,5				
Person 2	0,5				
Person 3	0,5				
Person 4	0,5				

5.) **Strom im Haushalt:** Der durchschnittliche Stromverbrauch eines Haushaltes liegt bei 3500 kWh. Wenn du es genauer wissen willst, schau auf deiner Stromrechnung zu Hause nach, oder such dir eine aktuelle Studie aus dem Internet und lies dort den Durchschnittsverbrauch ab. Wenn du nicht sicher bist, ob Ökostrom oder Normalstrom, nimm sicherheitshalber Normalstrom.

<b>Strom: Klimagase für Personen 1 bis 4</b>				<b>Durchschnitt 0,9</b>
<b>Verbrauch in kWh</b>	<b>Stromanbieter</b>	<b>Produkt (Spalte 1 x Spalte 2)/1000</b>	<b>Teilen durch Anzahl der Familienmitglieder</b>	<b>ERGEBNIS (Wert aus Spalte 4)</b>
	Normalstrom: 0,62			
	Ökostrom: 0,05			

6.) **Infrastruktur:** Hier kann man als einzelner nicht sparen. Dazu zählen Emissionen von Staat und Gemeinden für Gesundheit, Soziales, Verwaltung und Sicherheit. Dieser Wert ist mit 1t dazu zu zählen.

7.) **Abrechnung:** Trage nun alle Ergebnisse ein und rechne diese zusammen.

Klimagasemissionen für Personen 1 bis 4								Durchschnitt 11	
	Konsum	Heizen	Pkw	ÖV	Flug	Ernährung	Strom	Infrastruktur	SUMME
Durchschnitt	2,7	2,5	1,4	0,2	0,8	1,5	0,9	1,0	11,0
Person 1									
Person 2									
Person 3									
Person 4									

Hier kannst du überprüfen, in welchem Bereich du dich befindest.

Persönlicher Klimastil	
Emission Klimagase in Tonnen pro Kopf und Jahr	Bewertung
über 18	Klimasupersau
13 bis 18	Klimasau
9 bis 13	Klimaschwein
6 bis 9	Klimaschweinchen
4 bis 6	Sparschwein
unter 4	(Klima-)Glücksschwein

Allgemein wurde errechnet, dass eine Emission von 3t pro Jahr pro Erdbewohner keine Veränderung des Klimas hervorrufen würde. [6]

**Aufgabe XXII: (Hausaufgabe)** Recherchiere, was diese Emissionen bedeuten und warum es Sinn macht darüber nachzudenken. Schreibe einen Text über eine halbe A4 Seite und gib an, wo du die Informationen dazu gefunden hast.

*Erfahrungsbericht: Ich habe den Test mit 5 Schüler/innen der 7.Schulstufe in einer Supplierstunde durchgeführt. Die Schüler/innen wussten bis dahin noch gar nichts über die Gefahr dieser Emissionen. Die Schüler/Schülerinnen haben sich jedoch bei der Berechnung schwer getan. Die meisten wussten nicht, wie groß ihre Wohnung ist und wie beheizt wird.*

## 6 Kopiervorlagen für Schüler

I, S. 13

### Arbeitsblatt: Gestern, Heute, Morgen

Lies Dir die Sätze durch und bringe die Energiegeschichte in die richtige Reihenfolge:



Als erste „Energiequelle“ dient den Menschen die Nahrung. Daraus gewinnen sie Energie um die Muskeln einsetzen zu können. Es gibt noch keine technischen Hilfsmittel.



Kreuzfahrer und Händler bringen die Windmühlen nach Europa.



Das Feuer wird entdeckt. Die Menschen besitzen nun eine Energiequelle, die Licht, Wärme und auch Schutz spendet.



Die Atomenergie wird entdeckt. Damit kommt eine weitere Energiequelle dazu. Sie liefert im Vergleich zu anderen Energiequellen sehr viel Energie ist aber sehr gefährlich und birgt große Probleme (radioaktive Strahlung, Lagerung des Atommülls ist ungeklärt, Nebenprodukte werden für tödliche Waffen verwendet).



In etwa zu dieser Zeit wird auch Öl und Kohle entdeckt. Man verwendet Öl und Kohle als Licht- und Wärmequelle oder auch zum Versiegeln und Abdichten der Schiffe. Die eigene Muskelkraft und die tierische Muskelkraft spielen eine bedeutende Rolle.



Erste Wasser- und Windräder werden zum Wasserschöpfen in Mesopotamien (Zweistromland) eingesetzt. Auch in Ägypten dient der Wind erstmals zum Antrieb von Segelschiffen und Windmühlen.



Die Menschen werden sesshaft und entwickeln Viehzucht und Ackerbau. Sie nutzen auch die Muskelkraft der Tiere. Dafür müssen auch die Tiere mit Nahrung (Energie) versorgt werden.



Die Technik entwickelt sich weiter. Die Muskelkraft wird durch die Kraft von Maschinen ersetzt. Statt Wind und Wasser wird zunehmend Kohle und Erdöl verwendet. Kohle und Erdöl können schnell und einfach große Mengen an Energie liefern. Bei der Verbrennung entstehen jedoch Gase, die dazu beitragen die Erde zu erwärmen.



Heute kann man Energie aus Holz, Abfall, Kohle, Erdgas, Windkraft, Wasserkraft, Kernkraft, Sonne oder auch aus Erdwärme gewinnen.

**II, S. 16**

Daten für eine Photovoltaikanlage: 160 mal 90 Zentimeter liefern eine Spitzenleistung von 200 Watt.

- Berechne, wie viele Quadratmeter Solaranlagen es in Österreich geben müsste, um den gesamten Strombedarf - 2008 waren es 58.884 GWh - zu decken. Geh davon aus, dass 12 Stunden am Tag die Sonne optimal scheint.
- Österreich hat eine Fläche von 83.872 km<sup>2</sup>. Wie viel Prozent davon wären mit Solaranlagen bedeckt?
- Nimm an, dass 70% des Strombedarfs durch Wasserkraft gedeckt ist. Wie groß müsste dann die Fläche an Solarpanelen sein, um die fehlenden 30% (bei optimalen Bedingungen) zu erzeugen?

**III, S. 17**

In einem Prospekt stehen folgende Angaben:

### Beispiel Solaranlage Warmwasser

Eine Solaranlage zur Warmwasserbereitung mit 6 m<sup>2</sup> Kollektorfläche und 300 Liter Solarspeicher kostet komplett inkl. Installation und Umsatzsteuer rund € 6.500.-.

Die neue Wiener Solarförderung deckt hier € 1000.- als Sockelbetrag und € 70.- pro m<sup>2</sup> Absorberfläche. Das ergibt in Summe einen Förderbetrag von € 1.420.-.

In 25 Jahren liefert die 6 m<sup>2</sup> Solaranlage rund 50.000 kWh Energie für die Warmwasserbereitung. Bei heutigen Energiepreisen bedeutet das eine Einsparung von € 100.- bis € 350.- pro Jahr.

- Rechne nach, ob diese Angaben stimmen können.
- Berechne, wann sich diese Solaranlage amortisiert hat. Nimm den aktuellen Energiepreis und gehe davon aus, dass du bereits einen Stromanschluss hast und keine neuen Leitungen legen musst. Den schwankenden Strompreis musst du dabei nicht beachten. Gehe außerdem davon aus, dass du die 50 000 kWh ansonsten um einen Preis von (1) 17 Cent/kWh (2) 18 Cent/kWh (3) 15 Cent/kWh kaufen müsstest.

**IV, S. 18**

Recherchiere im Internet oder Zeitschriften, wieso der Staat Solarenergie nicht noch höher fördert.

## V, S. 21

Windenergie für Österreich!

Österreich hatte 2008 einen Stromverbrauch von 58.884 GWh. Das sind umgerechnet 58.884.000.000 kWh bzw. 58.884.000.000.000 Wh. Ein Windrad hat eine Spitzenleistung von 3600kW. Angenommen, es ginge das ganze Jahr Wind mit 13m/s und die Erzeugung ist 365 Tage 24 Stunden lang möglich. Wie viele Windräder müsste Österreich dann betreiben?

## VI, S. 29

### Stromrechner, Jahresverbrauch, Energiebörse

1.) Es gibt diverse Stromrechner im Internet. Die meisten davon sind mehr oder weniger ungenau, jedoch ist es in jedem Fall informativ so einen Energiespartest durchzuführen. [www.energyglobe.com](http://www.energyglobe.com), <http://www.energiesparcheck.at> (hier muss man sich allerdings registrieren um den gesamten Rechenvorgang durchzuführen)

Schreibe dir auf, wie viel Energie du sparen könntest und vergleiche den Wert mit deinen Mitschülern. Berechnet in Gruppen den Durchschnittsverbrauch in einem Jahr im eigenen Zuhause.

2.) Eine Excel - Tabelle erstellen, die die verschiedenen Strompreise vergleicht. Und damit die Kosten des Jahresstromverbrauch ausrechnen.

Empfohlene Seiten: <http://www.wienenergie.at/>, <http://www.e-control.at>

3.) Interessant ist auch die Seite der Energie- Börse: <http://www.eex.com/de>

Man kann sich hier z.B. ansehen, wie viel von den verschiedenen Kraftwerken erzeugt wird:

<http://www.eex.com/de/Transparenz/Kraftwerksdaten/Liste%20der%20Kraftwerke>

Diese Liste lässt sich nach Ländern ordnen, somit stehen am Anfang der Liste alle österreichischen Kraftwerke. Man kann auch z.B. Kraftwerkstypen als Ordnungsparameter angeben.

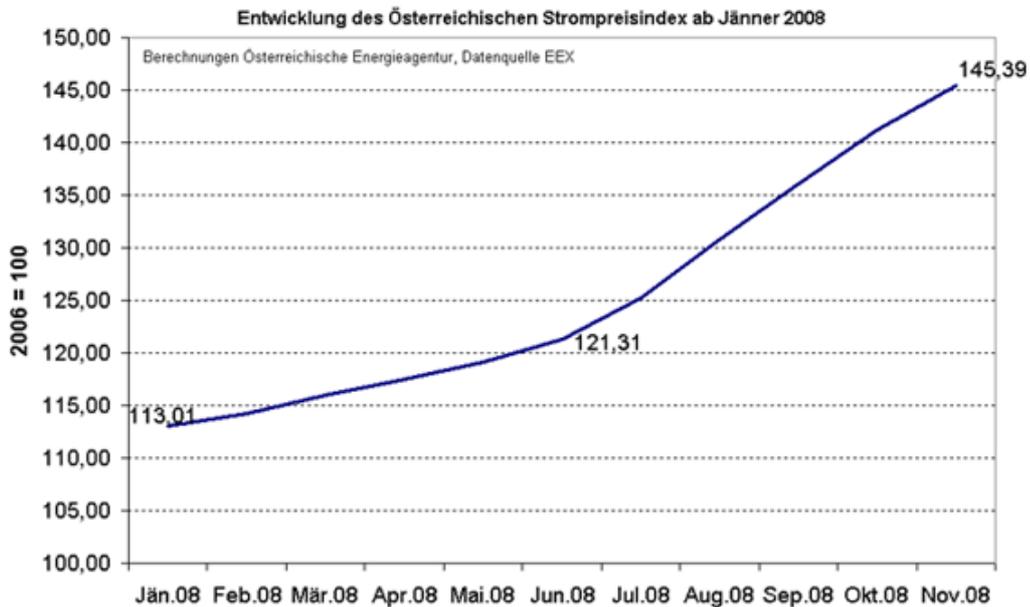
a) Finde heraus mit welchem Energieträger in Österreich die meisten Kraftwerke betrieben werden. Schreibe eine Liste mit der Anzahl der Kraftwerke und dem Rohstoff mit dem sie betrieben werden.

b) Welcher Energieträger liefert die meiste Energie fürs Stromnetz?

Zusatz: Wie viele Atomkraftwerke hat Österreich? Wie viele sind in unseren Nachbarländern in Betrieb?

**VII, S. 32**

Interpretiere folgendes Diagramm:



- 1) Kann aus dem Diagramm der Strompreis bestimmt werden?
- 2) Der Aktuelle Strompreis (Nov. 2008) beträgt: 0,1768 Euro für eine kWh. Wie hoch war der Preis 2006?
- 3) Nimm an, dass der Preis linear steigt, wie hoch wäre er dann 2010 und 2030?

**VIII, S. 33**

Recherchiere im Internet, wie hoch der aktuelle Strompreis bei eurem Anbieter daheim ist und vergleiche eure Stromrechnung von diesem Monat/Quartal bzw. Jahr mit der vom Vorjahr.

**IX, S. 36**

Such dir fünf verschiedene Geräte zu Hause und miss den Stromverbrauch. Schreibe deine Ergebnisse dann in eine Excel-Tabelle.

kWh	Messdauer	A max	W max	Kosten

**X, S. 36**

Umwandlung von Stunden, Minuten und Sekunden auf Stunden in einer Excel-Tabelle. Dies wird zur Auswertung der Messergebnisse benötigt. Das Strommessgerät gibt die Ergebnisse in Stunden, Minuten und Sekunden an. Finde eine Formel die das Ergebnis in Stunden umwandelt. Gib auch eine kurze Anleitung, wie du dabei vorgegangen bist.

Beispiel: Die Anzeige am Gerät zeigt „1:30:30“, das sind 1 Stunden, 30 Minuten und 30 Sekunden, also umgerechnet 1,50833 Stunden.

Messungen Stromsparen		gemessene Werte			errechnete Werte			Kosten in €						
Gerät/ Gerätinfo	Modus	Zeit	h	min	sec	Zeit [h]	Verbrauch	Stromkosten	A	W	Stromkosten P=U*I	1 h max	1 h normal	
Geschirrspüler	Normal	01:38:41	1	38	41	1,645	1,87	0,33	14,6	3216	0,331	3353,4	0,593	0,201
Tiefkühler/ alt		01:24:00	1	24	0	1,400	0,19	0,03	5,92	1080	0,034	1361,6	0,241	0,024
		21:22:20	21	22	20	21,372	3	0,53	5,87	1095	0,530	1350,1	0,239	0,025
Tiefkühler/ neu: A+		01:41:09	1	41	9	1,686	0,03	0	4,65	1074	0,005	1069,5	0,189	0,003
Kühlschrank/ alt	Normal	00:55:00	0	55	0	0,917	0,09	0,1	2,59	576	0,016	595,7	0,105	0,017
Kühlschrank/ neu: A		00:44:55	0	44	55	0,749	0,03	0	3,16	690	0,005	726,8	0,129	0,007
TW/ Flachbild	Stand-by	01:47:45	1	47	45	1,796	0,01	0	0,1	22	0,002	23	0,004	0,001
	Stand-by	01:31:52	1	31	52	1,531	0,01	0	1,85	421	0,002	425,5	0,075	0,001
	Stand-by	01:00:57	1	0	57	1,016	0,01	0	0,1	22	0,002	23	0,004	0,002
	Betrieb	00:52:03	0	52	3	0,868	0,11	0,01	0,65	145	0,019	149,5	0,026	0,022
Waschmaschine/ alt	40°	01:30:00	1	30	0	1,500	0,67	0,11	16,1	3581	0,118	3698,4	0,654	0,079
	30°	02:17:34	2	17	34	2,293	0,53	0,09	16,1	3601	0,094	3698,4	0,654	0,041
	30°	02:17:47	2	17	47	2,296	0,64	0,11	16,2	3616	0,113	3735,2	0,660	0,049
	30°	01:48:13	1	48	13	1,804	0,55	0,09	15,9	3504	0,097	3652,4	0,646	0,054
	30°	01:48:14	1	48	14	1,804	0,64	0,11	16,1	3551	0,113	3700,7	0,654	0,063
	60°	02:00:00	2	0	0	2,000	1,23	0,21	16	3579	0,217	3677,7	0,650	0,109
	30°	01:34:27	1	34	27	1,574	0,49	0,08	15,5	3509	0,087	3574,2	0,632	0,055
	40°	01:34:59	1	34	59	1,583	0,66	0,11	16	3538	0,117	3668,5	0,649	0,074
	30°	01:31:11	1	31	11	1,520	0,38	0,06	15,2	3442	0,067	3484,5	0,616	0,044
	60°	01:15:07	1	15	7	1,252	0,9	0,15	15,3	3636	0,159	3525,9	0,623	0,127
	Stand-by	04:40:31	4	40	31	4,675	0,05	0	0,05	11	0,009	11,5	0,002	0,002
Wasserkocher		00:00:04	0	4	0	0,067	0,14	0,02	9,03	2076	0,02475242	2076,9	0,367	0,371
Modem	Betrieb	22:51:30	22	51	30	22,858	0,11	0,01	0,09	21	0,01944833	20,7	0,004	0,001
Staubsauger	Betrieb	00:13:28	0	13	28	0,224	0,27	0,04	5,84	1300	0,04773681	1343,2	0,237	0,213
OH Projektor	Betrieb	00:11:54	0	11	54	0,198	0,05		1,41	309	0,00884015	324,3	0,057	0,045

**XI, S. 37**

Wie viel kostet der Betrieb einer alten Waschmaschine in einem Jahr?

**XII, S. 37**

Recherche: Wie viel kostet eine neue Waschmaschine und wie hoch sind die Kosten der einzelnen Waschprogramme?

Rechenaufgabe: Nach wie viel Jahre hat sich der Kauf einer neuen Waschmaschine ausgezahlt?

**XIII, S. 38**

Wie viel kostet der Betrieb eines alten Gefrierschranks bzw. eines neuen Gefrierschranks in einem Jahr?

Wie lange muss ein neuer Gefreirschrank, der 350€ gekostet hat, in Betrieb sein, bis sich der Neukauf ausgezahlt hat?

XIV, S. 43

**Arbeitsblatt: Licht im Wandel der Zeit**

Hier sind mehrere Möglichkeiten dargestellt, wie die Menschen im Laufe der Geschichte Licht erzeugten. Verbinde die Lichtquellen mit der dazu passenden Zeit.

Petroleumlampe

LEDs

Öllampen

offenes Feuer

Glühbirne und Leuchtstoffröhre

Gaslaterne

Kienspäne

Energiesparlampe

- Steinzeit
- Griechen/Römer
- Mittelalter
- vor 200 Jahren
- seit circa 150 Jahren
- auch seit circa 150 Jahren
- seit 30 Jahren
- seit 30 Jahren (2)

**XV, S. 52**

Die Zeit stoppen, bis eine Energiesparlampe ihre volle Leuchtkraft erreicht hat.

**XVI, S. 53**

Überlegen in welchen Räumen bzw. wo überall der Einsatz von Energiesparlampen Sinn macht.

Es werden Leuchtmittel mit Einsatzorten kombiniert:

Szenario Wohnung:

- Glühlampe
- Energiesparlampe
- Halogenstrahler
- LED- Lampe
- Leuchtstoffröhre

Zu kombinieren mit:

- Wohnzimmer
- Kinderzimmer
- Badezimmer
- Vorzimmer
- Arbeitszimmer
- Küche
- Abstellraum

Beispiel: In Räumen wo das Licht längere Zeit brennt, macht der Einsatz von Energiesparlampen Sinn. Wohnzimmer, Arbeitszimmer, etc. Außerhalb der Wohnung wären hier z.B. Straßenbeleuchtungen, Beleuchtung in öffentlichen Verkehrsmitteln und Gebäuden zu nennen. In Kellerräumen, Abstellräumen, Ampelanlagen, beim Auto, als Nachtlampe, etc. hingegen machen Energiesparlampen keinen Sinn.

**XVII, S. 54**

Suche unter folgendem Link für die Lampen zu Hause die passende Energiesparlampe:

[http://www.homelighting.philips.com/microsite/homelighting/de\\_de/index.php?usehistoryforguess=false](http://www.homelighting.philips.com/microsite/homelighting/de_de/index.php?usehistoryforguess=false)

Berechne für 5 deiner Lampenfassungen zu Hause die Energie- und Kostenärmste Lampenart. Notiere dir die einzelnen Ergebnisse und addiere sie. Achte auch darauf, nach wie vielen Jahren sich der Lampentausch ausgezahlt hat.

Beispiel:

**Betriebsstunden pro Tag**

Std. ?

**Energiekosten**

kWh ?







	Standardlampe	EcoClassic30
<b>Lampenleistung in Watt</b>	60 W	42 W
<b>Lampen-Lebensdauer</b> <span style="float: right;">?</span>	1 Jahr	2 Jahr
<b>Durchschnittspreis Lampe</b>	0.99 €	2.99 €
<b>Lampenkosten pro Jahr</b>	0.99 €	1.49 €
<b>Energiekosten pro Jahr</b>	11.70 €	8.19 €
<b>Gesamtkosten pro Jahr</b>	12.69 €	9.68 €
<b>Spareffekt insgesamt*</b>		3.01 €

BERECHNEN

Wiederherstellen

Ich habe hier die passende Lampenart für eine einfache Deckenlampe gesucht. Es ist eine Ersparnis von 3,01 € nach einem Jahr, wobei man hier davon ausgeht, dass die energiesparende Lampe eine doppelt solange Lebensdauer hat.

**XVIII, S. 57**

Lichtintensitätsmessung: Arbeitsblatt im Anhang

## XIX, S. 59

**Arbeitsblatt: Die Erneuerbaren stellen sich vor**

Finde die passenden Wörter und trage sie in die leeren Felder ein.  
(unter der Erde, Wind, Solaranlagen, Wasserrädern, Ebbe und Flut, Wärme, Strom, Sonnenenergie, Segelschiffen, Holz, Erde, Lebewesen, Strahlen)

**→ Lass die Sonne rein –**

Aus meinen S\_\_\_\_\_ kann Energie gewonnen werden. Es gibt mehrere Methoden zur Gewinnung von

S\_\_\_\_\_. Zum Beispiel kann meine Energie in Strom umgewandelt werden. Diese Technik nennt man Fotovoltaik.

Meine Strahlen können über S\_\_\_\_\_ aufgefangen werden und schließlich Wasser erwärmen. Vielleicht hast Du so etwas ja schon einmal auf Hausdächern gesehen? Übrigens – hast Du gewusst, dass meine Kraft auch im Wind, Holz, Wasser und Boden steckt?

**→ Ich bin der Wind, das himmlische Kind**

Luftschichten werden von meiner Freundin, der Sonne, erwärmt und es kommt zu einer Bewegung von Luftpaketen. Die Luftströmungen

(W\_\_\_\_\_) können über Windkraftanlagen in S\_\_\_\_\_ umgewandelt werden. Der Mensch macht sich bereits seit vielen Jahrhunderten meine Kraft zu Nutze. So wurde meine Antriebsfähigkeit schon damals zur Fortbewegung von S\_\_\_\_\_ und Ballons genutzt.

**→ Wasser Ahoi**

Mit Hilfe von W\_\_\_\_\_ kann Strom aus meiner Bewegung gewonnen werden. Dabei wird meine Kraft beim Nach-Untenfließen in Energie umgewandelt. Auch durch E\_\_\_\_\_ und F\_\_\_\_\_ kann Energie in Gezeitenkraftwerken gewonnen werden.

**→ Biomasse**

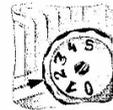
Zu mir gehören alle lebenden und toten Pflanzen, Tiere und andere L\_\_\_\_\_. Pflanzen erzeugen mich aus Sonnenenergie und Luft. Durch Verbrennung kann meine Energie in W\_\_\_\_\_ umgewandelt werden.



Ich bin die älteste Form der Energiegewinnung der Menschheit. Schon lange kann mit Hilfe von H\_\_\_\_\_ Feuer und damit Wärme erzeugt werden.

**→ Wärme von Innen – Erdwärme**

Meine Energie ist in Form von Wärme in der E\_\_\_\_\_ gespeichert und kann zur Wärmegegewinnung genutzt werden. Weil ich u\_\_\_\_\_ hause, ist meine Energie immer verfügbar, unabhängig von der Tages- und Jahreszeit.

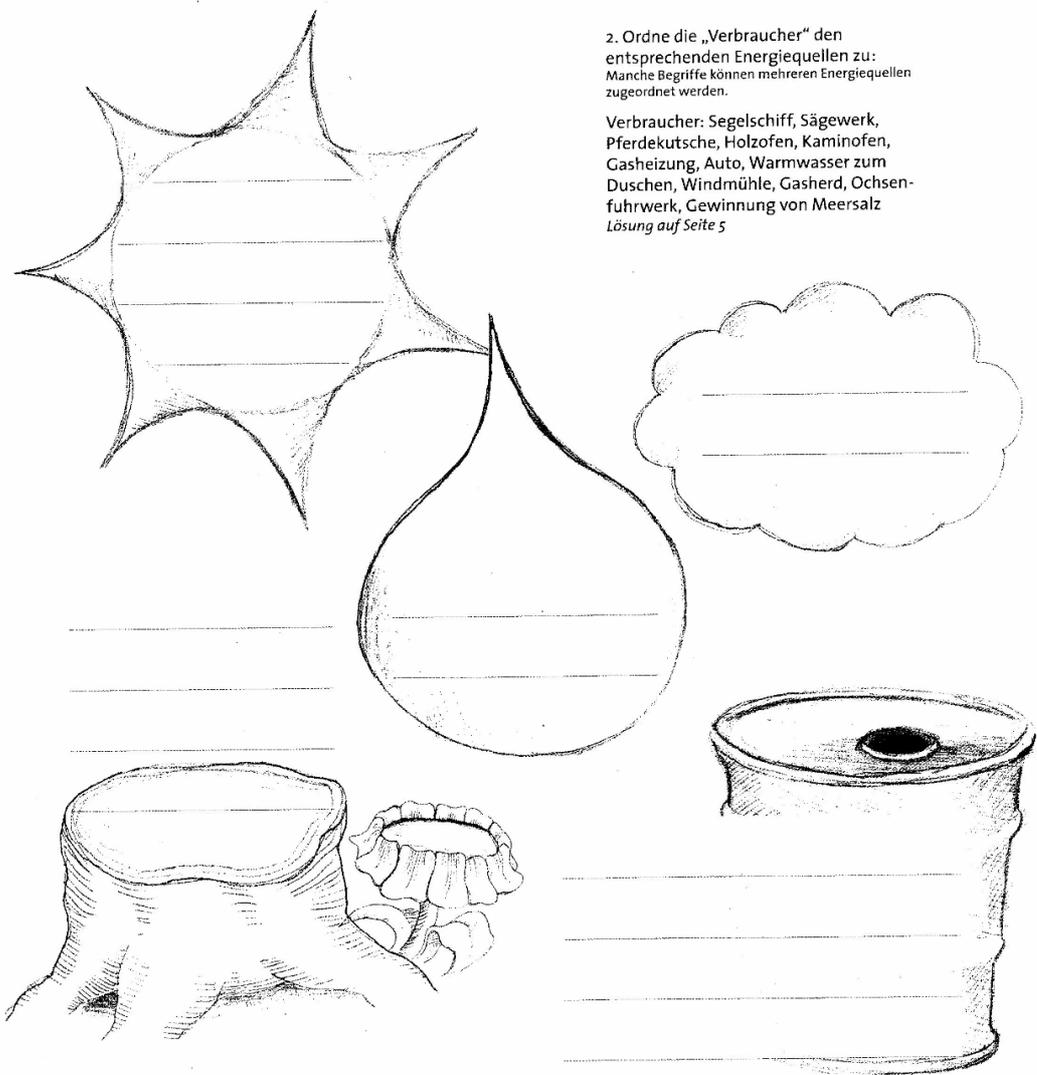


**XX, S. 60**

**Arbeitsblatt: Finde die Energiequelle**

Es gibt verschiedene Möglichkeiten auf welche Art und Weise Energiequellen genutzt wurden und werden. 1. Schreibe die Energiequellen in die passenden Zeichnungen:

Sonne | Wind | Wasser | Biomasse (Holz, Getreide) | fossile Energie (Erdöl, Kohle, Gas)



2. Ordne die „Verbraucher“ den entsprechenden Energiequellen zu:  
Manche Begriffe können mehreren Energiequellen zugeordnet werden.

Verbraucher: Segelschiff, Sägewerk, Pferdekuetsche, Holzofen, Kaminofen, Gasheizung, Auto, Warmwasser zum Duschen, Windmühle, Gasherd, Ochsenfuhrwerk, Gewinnung von Meersalz  
*Lösung auf Seite 5*

**XXI, S. 64**

Berechne deine durchschnittliche Jahresemission an CO<sub>2</sub>. Daraus ist wird ersichtlich, wie energiesparend du lebst. Falls dir manche Angaben unbekannt sind, rate einfach. Emissionen am Arbeitsplatz bzw. in der Schule sind bei all den Angaben nicht zu berücksichtigen. Diese werden ganz am Ende unter dem Punkt „Infrastruktur“ addiert.

1.) **Konsum:** Lies zuerst die Erklärungen, suche dir dann den passenden Wert heraus und trage ihn dann in die untere Tabelle ein. Achtung: Die Basiswerte stehen schon in der Tabelle. Du brauchst nur mehr den zusätzlichen Verbrauch eintragen.

Basiswert und Zuschläge für Konsum in Tonnen CO <sub>2</sub> /Jahr					
	Basiswert	Zuschläge			
	effizienter Verbrauch	mittlerer Verbrauch	hoher Verbrauch	sehr hoher Verbrauch	exklusiver Verbrauch
Wohnung (A)	0,6	0,2–0,4	0,6	0,8	1,4
Fahrzeuge (B)	0,0	0,3	0,5	1,0	1,3
Einrichtung (C)	0,2	0,1	0,3	0,5	0,8
Kleidung (D)	0,2	0,1	0,2	0,3	0,5
Freizeit (E)	0,3	0,2	0,5	0,9	1,8
Persönlicher Bedarf (F)	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8
<b>Summe</b>	<b>1,5</b>				

Wohnung (A): Basiswert: bei 30m<sup>2</sup> pro Person; je 10m<sup>2</sup> mehr pro Person +0,2t  
Reihenhaus: + 0,6t/ Einfamilienhaus: + 0,8t/ Großes Einfamilienhaus: + 1,4t/  
Ökobauweise: Werte halbieren/ Holzhäuser: 0t

Fahrzeuge (B): Dies gilt nur für die Besitzer der Fahrzeuge. Motorrad 0,1t/  
Kleinklasse Pkw 0,2t/ Kompaktklasse Pkw 0,2t/ Mittelklasse Pkw 0,5t/  
Oberklasse Pkw 0,8t/ Luxusklasse Pkw 1,3t

Einrichtung (C): Ökoeinrichtung und sparsam eingerichtet: neuer Basiswert = 0,1t

Kleidung (D): wenig Kleidung bzw. aus ökologischer Produktion: neuer Basiswert = 0,1t

Freizeit (E): dazu zählen Hotelaufenthalte, Ferienunterkünfte, Restaurant-, Café- und Barbesuche, Besuche von Freizeit-, Sport- und Kultureinrichtungen.

Persönlicher Bedarf (F): Kosmetik, Genussmittel, Bücher, CDs usw., Schreibwaren, Gebrauchsgegenstände und Geschenke

**Haushaltsgröße:** Single Haushalt: sparsam + 0,2 t/ normal + 0,4t

Ab 4 Personen: -0,4t

Konsum: Klimagase für Personen 1 bis 4									Durchschnitt 2,7
	Basis	Wohnung	Fahrzeuge	Einrichtung	Kleidung	Freizeit	Persönlicher Bedarf	Korrektur Haushaltsgröße	Summe
Person 1	1,5								
Person 2	1,5								
Person 3	1,5								
Person 4	1,5								

2.) **Heizen und Warmwasser:** Hier zu beachten: Wohnungsgröße, Wärmedämmung und Heizung. Heizung: Fernwärme erzeugt weniger CO<sub>2</sub> als eine Gasheizung, wobei die genauen Werte beim Fernwärmeanbieter erfragt werden können (nimm einfach 90% der Gasheizung). Steinkohle: 20% mehr als Öl/ Braunkohle: 50% mehr als Öl/ Holz: nur 25% der Gaswerte/ Strom: doppelt so viel wie Öl

CO <sub>2</sub> -Emissionen in kg/m <sup>2</sup> Wohnfläche pro Jahr								
	Ölheizung				Gasheizung			
	älter als 30 Jahre	10-30 Jahre	jünger als 10 Jahre	Niedrig-Energiehaus	älter als 30 Jahre	10-30 Jahre	jünger als 10 Jahre	Niedrig-Energiehaus
Mehrfamilienhaus	56	42	29	14	40	30	21	11
Reihenhaus	61	46	33	16	44	33	23	12
Einfamilienhaus	73	56	39	18	52	38	27	14
<i>Quellen: 2, 25, 29, eigene Berechnungen</i>								

Heizen: Klimagase für Personen 1 bis 4				Durchschnitt 2,5
Emissionswert Tabelle	Wohnungsgröße in m <sup>2</sup>	Produkt (Spalte 1 x Spalte 2)/1000	Teilen durch Anzahl der Familienmitglieder	ERGEBNIS (Wert aus Spalte 4)

3.) **Verkehr:** Pkw: Gefahrene Kilometer im Jahr, bei Fahrgemeinschaften wird durch die Anzahl der Insassen dividiert. Biodiesel: wenn dieser ohne Waldrodung produziert wurde, darf der niedrige Emissionswert genommen werden.

CO <sub>2</sub> -Emissionen Pkw in Tonnen pro 1000 km				
Liter/100 km	Benzin/Diesel	Biodiesel	Autogas (LPG)	Erdgas (CNG)
5 Liter	0,14	0,30 (0,05)	0,09	0,17
7 Liter	0,19	0,41 (0,06)	0,13	0,23
9 Liter	0,25	0,53 (0,08)	0,17	0,30
11 Liter	0,31	0,67 (0,11)	0,21	0,36
<i>Quellen: 2, 8, eigene Berechnungen</i>				

Pkw-Verkehr: Klimagase für Personen 1 bis 4				Durchschnitt 1,4
	Gefahrene km	Emissionswert Tabelle	Produkt (Spalte 2 x Spalte 3)/1000	ERGEBNIS (Wert aus Spalte 4)
Person 1				
Person 2				
Person 3				
Person 4				

Öffentlicher Verkehr: Beispiel: bei 10 km Schulweg (5 km hin und 5 km zurück) wären das 2000 km im Jahr. Bei durchschnittlich 20 km am Tag: 7300 im Jahr.

Öffentlicher Verkehr: Klimagase für Personen 1 bis 4 Durchschnitt 0,2				
	Gefahrene km	Emissionswert	Produkt (Spalte 2 x Spalte 3)/1000	ERGEBNIS (Wert aus Spalte 4)
Person 1		0,05		
Person 2		0,05		
Person 3		0,05		
Person 4		0,05		

Flugverkehr: Beispiel: Urlaubsreise nach Griechenland, ca. 1000 km Luftlinie, dh. 2000 Flugkilometer

Flugverkehr: Klimagase für Personen 1 bis 4 Durchschnitt 0,2				
	Geflogene km	Emissionswert	Produkt (Spalte 2 x Spalte 3)/1000	ERGEBNIS (Wert aus Spalte 4)
Person 1		0,4		
Person 2		0,4		
Person 3		0,4		
Person 4		0,4		

4.) **Ernährung:** Gesund vegetarisch: Basiswert 0,5t/ Kinder unter 10 Jahren: - 0,25t und Zuschläge halbieren/ Kräftige Esser: +0,5t/ Beispiel: Wer besonders gerne und viel nascht, der addiert bei Zuschlägen 0,1t.

Basiswert und Zuschläge für Ernährung in Tonnen CO <sub>2</sub> /Jahr				
	Basiswert	Zuschläge		
	effizienter Verbrauch	geringer Verbrauch	mittelhoher Verbrauch	sehr hoher Verbrauch
Fleischwaren	0,0	0,2	0,4	0,6
Molkereiprodukte	0,4	0,0	0,2–0,4*	0,8
Süßwaren	0,0	0,0	0,05	0,1
Imbiss-, Tiefkühl- und Fertignahrung	0,0	0,1	0,3	1,0
Lebensmittel, weltweiter Anbau	0,0	0,1	0,1	0,3
Lebensmittel, konventioneller Anbau	0,0	0,1	0,1	0,1
Gemüse, Obst, Brotwaren	0,1	0,0	0,0	0,0
Fertiggetränke	0,0	0,0	0,1	0,2
<b>Summe</b>	<b>0,5</b>			

\* 0,2 für vorwiegend fettarme Molkereiprodukte, 0,4 für Molkereiprodukte mit normalem Fettgehalt  
**Quellen:** 6, 9, 22, eigene Schätzungen

Ernährung: Klimagase für Personen 1 bis 4					Durchschnitt 1,5
	Basis	Fleisch-waren	Molkerei-produkte	Weitere Zuschläge	SUMME
Person 1	0,5				
Person 2	0,5				
Person 3	0,5				
Person 4	0,5				

5.) **Strom im Haushalt:** Der durchschnittliche Stromverbrauch eines Haushaltes liegt bei 3500 kWh. Wenn du es genauer wissen willst, schau auf deiner Stromrechnung zu Hause nach, oder such dir eine aktuelle Studie aus dem Internet und lies dort den Durchschnittsverbrauch ab. Wenn du nicht sicher bist, ob Ökostrom oder Normalstrom, nimm sicherheitshalber Normalstrom.

Strom: Klimagase für Personen 1 bis 4				Durchschnitt 0,9
Verbrauch in kWh	Stromanbieter	Produkt (Spalte 1 x Spalte 2)/1000	Teilen durch Anzahl der Familienmitglieder	ERGEBNIS (Wert aus Spalte 4)
	Normalstrom: 0,62			
	Ökostrom: 0,05			

6.) **Infrastruktur:** Hier kann man als einzelner nicht sparen. Dazu zählen Emissionen von Staat und Gemeinden für Gesundheit, Soziales, Verwaltung und Sicherheit. Dieser Wert ist mit 1t dazu zu zählen.

7.) **Abrechnung:** Trage nun alle Ergebnisse ein und rechne diese zusammen.

Klimagasemissionen für Personen 1 bis 4									Durchschnitt 11
	Konsum	Heizen	Pkw	ÖV	Flug	Ernährung	Strom	Infrastruktur	SUMME
Durchschnitt	2,7	2,5	1,4	0,2	0,8	1,5	0,9	1,0	11,0
Person 1									
Person 2									
Person 3									
Person 4									

Hier kannst du überprüfen, in welchem Bereich du dich befindest.

<b>Persönlicher Klimastil</b>	
<b>Emission Klimagase in Tonnen pro Kopf und Jahr</b>	<b>Bewertung</b>
über 18	Klimasupersau
13 bis 18	Klimasau
9 bis 13	Klimaschwein
6 bis 9	Klimaschweinchen
4 bis 6	Sparschwein
unter 4	(Klima-)Glücksschwein

Allgemein wurde errechnet, dass eine Emission von 3t pro Jahr pro Erdbewohner keine Veränderung des Klimas hervorrufen würde. [6]

### **XXII, S.69**

Recherchiere, was diese Emissionen bedeuten und warum es Sinn macht darüber nachzudenken. Schreibe einen Text über eine halbe A4 Seite und gib an, wo du die Informationen dazu gefunden hast.

## Literaturverzeichnis

- [1] ALBRECHT u.a.: Erlebnis Physik 3, 2002 E. Dorner, 4.Auflage 2006
- [2] BEYER Axel (Hrsg.): Energiesparen an Schulen, 2. Auflage 1999, Verlag Dr. R. Krämer, Hamburg 1998
- [3] BOGNER DI Thomas, et al.: Materialien-Handbuch, Energiesparen im Haushalt durch energieeffiziente Geräte, Österreichische Energieagentur, Oktober 2005
- [4] BÜCHTER Andreas, LEUDERS Timo: Mathematikaufgaben selbst entwickeln, 2005 Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG, Berlin
- [5] BUNDESMINISTERIUM für Umwelt, Jugend und Familie: Energiesparpotentiale für Österreich, Band16/1994
- [6] FÜSSER Klaus: Bin ich eine Klimasau?, 2008 Riemann Verlag, München, 1.Auflage
- [7] HERGET Prof. Dr. Wilfried, JAHNKE Prof. Dr. Thomas, KROLL Prof. Wolfgang: Produktive Aufgaben für den Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I, 2001 Cornelsen Verlag, Berlin, 1.Auflage, 4.Druck 2005
- [8] IFES, Institut für empirische Sozialforschung: Energiekonsum und Energiesparen in privaten Haushalten, September 1978
- [9] Versuchsanleitung Elektronik, NTL – Schülerexperimente Physik, P 9100-4F, Naturwissenschaftliche Technische Lehrmittel Handelsgesellschaft m.b.H.
- [10] RAINER Gerhard, HAWLE Maria, Klimabündnis Österreich: Energie, was ist das?, Unterrichtsmaterialien Energie und Klima für LehrerInnen der 2. – 6. Schulstufe
- [11] TIPLER Paul A.: Physik. Hrsg. der deutschen Auflage: Dieter Gerlich, Götz Jerke, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin, 3. korrigierter Nachdruck 2000 der 1.Auflage,1994
- [12] WEBER Dr.-Ing. Rudolf: Besser und sparsamer heizen!, Olythus Verlags Anstalt 1994

**Internetseiten**

- [13] <http://baumax.at/katalog/wohnen/blaetterkatalog/index.html?startpage=177>  
(19.4.2009)
- [14] <http://catalogx.myosram.com> (15.4.2009)
- [15] [http://diepresse.com/home/politik/eu/462281/index.do?\\_vl\\_backlink=/home/politik/eu/462317/index.do&direct=462317](http://diepresse.com/home/politik/eu/462281/index.do?_vl_backlink=/home/politik/eu/462317/index.do&direct=462317) (19.3.2009)
- [16] [http://energytech.at/pdf/kwk\\_oesterreich.pdf](http://energytech.at/pdf/kwk_oesterreich.pdf)(15.2.2009)
- [17] <http://megaman.at/> (16.4.2009)
- [18] [http://osram.de/osram\\_de/Consumer/Beleuchtung\\_fuer\\_Zuhause/Energiesparlampen/Warum\\_Energiesparlampen/LeistungEffizienz/index.html](http://osram.de/osram_de/Consumer/Beleuchtung_fuer_Zuhause/Energiesparlampen/Warum_Energiesparlampen/LeistungEffizienz/index.html)  
(15.4.2009)
- [19] <http://www.arte.tv/de/2115808,CmC=1410560.html> (20.4.2009)
- [20] <http://www.dekoratives-licht.de/grothe/Halogenlampe.jpg> (16.4.2009)
- [21] <http://www.dimplex.de> (26.3.2009)
- [22] [http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL\\_HOME/OKO/RECHTLICHE\\_GRUNDLAGEN/EUROPARECHT](http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/OKO/RECHTLICHE_GRUNDLAGEN/EUROPARECHT) (2.3.2009)
- [23] <http://www.eex.com/de> (4.3.2009)
- [24] <http://www.energiesparhaus.at/energie/vollkostenrechnung.htm> (26.3.2009)
- [25] [http://www.homelighting.philips.com/microsite/homelighting/de\\_de/index.php?usehistoryforguess=false](http://www.homelighting.philips.com/microsite/homelighting/de_de/index.php?usehistoryforguess=false) (20.4.2009)
- [26] [http://www.kernenergie.de/r2/documentpool/de/Gut\\_zu\\_wissen/Materialien/Downloads/056kernkraftwerke\\_europa2008\\_05.pdf](http://www.kernenergie.de/r2/documentpool/de/Gut_zu_wissen/Materialien/Downloads/056kernkraftwerke_europa2008_05.pdf) (12.3.2009)
- [27] <http://www.otag.de/> (15.2.2009)
- [28] [http://www.planet-schule.de/warum\\_chemie/halogen/themenseiten/t5/s1.html](http://www.planet-schule.de/warum_chemie/halogen/themenseiten/t5/s1.html) (22.4.2009)
- [29] <http://www.planet-wissen.de/pw/Artikel,,,,,,,,B212DA320A8067BEE034080009B14B8F,,,,,,,,,,,,.html> (20.4.2009)
- [30] <http://www.verbraucher.org/pdf/71.pdf> (16.4.2009)
- [31] <http://www.wko.at/statistik/eu/europa-bevoelkerung.pdf> (12.3.2009)
- [32] <http://www.zdf.de/ZDFde/download/0,6753,7003802,00.pdf> (15.2.2009)
- [33] [http://www2.philips.de/eu-richtlinie-lampen/samples/2\\_1\\_grafik\\_0\\_high.gif](http://www2.philips.de/eu-richtlinie-lampen/samples/2_1_grafik_0_high.gif)  
(19.4.2009)
- [34] [www.quietrevolution.co.uk/qr5.htm](http://www.quietrevolution.co.uk/qr5.htm) (5.3.2009)

**Zeitschriften und Prospekte**

- [35] Der Treibhauseffekt, Blick ins Solarzeitalter, Begleitkatalog von Wien Energie
- [36] Die Presse, Beilage: „forschung“, Ausgabe: Februar 2009
- [37] energy 1.09, Verbund
- [38] hi!tech, Innovationsmagazin von Siemens Österreich. Ausgabe 03/08
- [39] Profil Nr.12, 40.Jg.
- [40] Prospekt der Wien Energie: Nahe liegend. Fernwärme Wien
- [41] Prospekt: Solarberatung in Wien, Herausgeber: Magistrat der Stadt Wien, MA 27 EU – Strategie und Wirtschaftsentwicklung

## Abbildungsverzeichnis

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Quellenangaben ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit einzuholen. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

Abbildung 1: Energieverbrauch in Österreich .....	9
Physik-Schulbuch, Erlebnis Physik 3, BS. 75	
Abbildung 2: Energieverbrauch im Haushalt.....	10
Physik-Schulbuch, Erlebnis Physik 3, BS. 75	
Abbildung 3: Gesamte Versorgung 2006.....	10
<a href="http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/STROM/FACHTHEMEN/KWK%20NEU">http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/STROM/FACHTHEMEN/KWK%20NEU</a> (11.2.2009)	
Abbildung 4: Energieaufbringung in Österreich.....	11
Physik-Schulbuch, Erlebnis Physik 3, BS. 75	
Abbildung 5: Arbeitsblatt – Geschichte der Energienutzung .....	13
Energie, was ist das?, Unterrichtsmaterialien Energie und Klima, S.25	
Abbildung 6: Wärmekraftwerk .....	14
Erlebnis Physik3, BS. 27	
Abbildung 7: Beispiel Solaranlage Warmwasser.....	17
Prospekt: Solarberatung in Wien, Herausgeber: Magistrat der Stadt Wien, MA 27 EU – Strategie und Wirtschaftsentwicklung	
Abbildung 8: Antrieb eines Windrades.....	20
Zeitschrift: hi!tech, Innovationsmagazin von Siemens Österreich. Ausgabe 03/08 S.29	
Abbildung 9: Windrad für den Garten .....	22
<a href="http://www.quietrevolution.co.uk/qr5.htm">www.quietrevolution.co.uk/qr5.htm</a> (5.3.2009)	
Abbildung 10: Strompreiszusammensetzung.....	23
<a href="http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/STROM/STROMPREISE">http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/STROM/STROMPREISE</a> (11.2.2009)	

Abbildung 11: Veränderung des monatlichen Inlandsverbrauch .....	25
Quelle: <a href="http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/STROM/ZAHLENDATENFAKTEN/ENERGIESTATISTIK/Berichtsjahr2008/files/2008_StromVglOeNGes-12.xls">http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/STROM/ZAHLENDATENFAKTEN/ENERGIESTATISTIK/Berichtsjahr2008/files/2008_StromVglOeNGes-12.xls</a> (11.2.2009)	
Abbildung 12: Entwicklung des österreichischen Strompreisindex.....	32
<a href="http://www.kernenergie.de/r2/documentpool/de/Gut_zu_wissen/Materialien/Downloads/056kernkraftwerke_europa2008_05.pdf">http://www.kernenergie.de/r2/documentpool/de/Gut_zu_wissen/Materialien/Downloads/056kernkraftwerke_europa2008_05.pdf</a> (12.3.2009)	
Abbildung 13: Foto Strommessgeräte Vorderseite .....	34
Abbildung 14: Foto Strommessgeräte Hinterseite .....	34
Abbildung 15: Kurzübersicht der Energiesparlampenverordnung.....	40
<a href="http://megaman.at/">http://megaman.at/</a> (16.4.2009)	
Abbildung 16: Zeitliche Übersicht der im Handel erhältlichen Lampen .....	41
Quelle: <a href="http://www2.philips.de/eu-richtlinie-lampen/samples/2_1_grafik_0_high.gif">http://www2.philips.de/eu-richtlinie-lampen/samples/2_1_grafik_0_high.gif</a> (19.4.2009)	
Abbildung 17: Arbeitsblatt – Licht im Wandel der Zeit .....	43
Quelle: Energie, was ist das?, Unterrichtsmaterialien Energie und Klima, S.27	
Abbildung 18: Glühlampe .....	44
<a href="http://www.verbraucher.org/pdf/71.pdf">http://www.verbraucher.org/pdf/71.pdf</a> (16.4.2009)	
Abbildung 19: Umrechnung Verbrauch ESL – AGL (Glühlampe) .....	45
<a href="http://megaman.at/megamanenergiesparlampen/index.html">http://megaman.at/megamanenergiesparlampen/index.html</a> (16.4.2009)	
Abbildung 20: Preisliste der Lampen beim Baumax.....	46
<a href="http://baumax.at/katalog/wohnen/blaetterkatalog/index.html?startpage=177">http://baumax.at/katalog/wohnen/blaetterkatalog/index.html?startpage=177</a> (19.4.2009)	
Abbildung 21: Vergleich des CO <sub>2</sub> - Ausstoßes verschiedener Lampen.....	46
<a href="http://osram.de/osram_de/Consumer/Beleuchtung_fuer_Zuhause/Energiesparlampen/Warum_Energiesparlampen/LeistungEffizienz/index.html">http://osram.de/osram_de/Consumer/Beleuchtung_fuer_Zuhause/Energiesparlampen/Warum_Energiesparlampen/LeistungEffizienz/index.html</a> (15.4. 2009)	
Abbildung 22: Energievergleich verschiedener Leuchtmittel.....	47
<a href="http://megaman.at/megamanenergiesparlampen/index.html">http://megaman.at/megamanenergiesparlampen/index.html</a> (16.4.2009)	
Abbildung 23: Halogenlampe mit E27 Fassung.....	48
<a href="http://www.dekoratives-licht.de/grothe/Halogenlampe.jpg">http://www.dekoratives-licht.de/grothe/Halogenlampe.jpg</a> (16.4.2009)	
Abbildung 24: Foto - Energiesparlampe Globe, 90 LEDs .....	49
Abbildung 25: Foto – LED Lampe Classic .....	50
Abbildung 26: Foto – LED Strahler .....	50

---

Abbildung 27: Gruppenfoto zum Größenvergleich .....	51
Abbildung 28: Kostenvergleich verschiedener Lampen .....	51
<a href="http://www.verbraucher.org/pdf/71.pdf">http://www.verbraucher.org/pdf/71.pdf</a> (16. 4.2009)	
Abbildung 29: Leuchtmittel Vergleich .....	54
Abbildung 30: Foto eines lichtabhängigen Widerstandes.....	55
Abbildung 31: Foto eines Widerstandes .....	57
Abbildung 32: Foto eines Multimeters .....	57
Abbildung 33: Strom aus erneuerbaren Energien .....	58
<a href="http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/OKO/ZAHLEN_DATEN_FAKTEN/78PROZENTZIEL/ZIELE_EU">http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/OKO/ZAHLEN_DATEN_FAKTEN/78PROZENTZIEL/ZIELE_EU</a> (11. 2.2009)	
Abbildung 34: Arbeitsblatt – Erneuerbare Energien stellen sich vor .....	59
Energie, was ist das?, Unterrichtsmaterialien Energie und Klima, S.23	
Abbildung 35: Arbeitsblatt – Finde die Energiequelle .....	60
Energie, was ist das?, Unterrichtsmaterialien Energie und Klima, S.24	
Abbildung 36: Der Treibhauseffekt .....	62
Der Treibhauseffekt, Blick ins Solarzeitalter, Begleitkatalog von Wien Energie	
Abbildung 37: Versuchsanleitung – Lichtabhängiger Widerstand .....	93
NTL Schülerexperimente Physik, Versuchsanleitung Elektronik P 9100-4F, EL 1.3	
Abbildung 38: Versuchsanleitung – Messung der Beleuchtungsstärke.....	94
NTL Schülerexperimente Physik, Versuchsanleitung Elektronik P 9100-4F, EL 1.4	

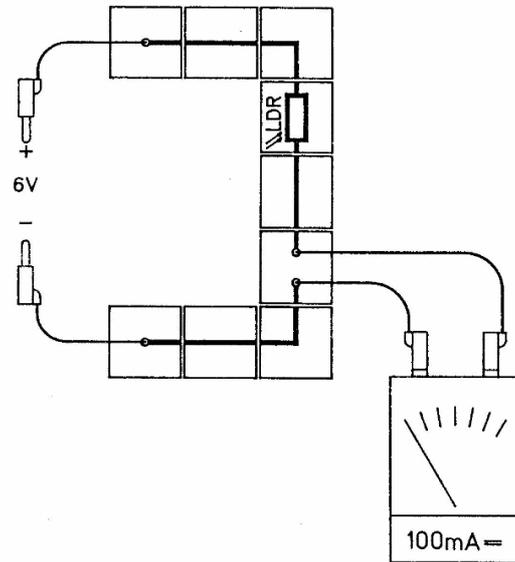
## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Strombilanz Österreich.....	24
<a href="http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/STROM/ZAHLENDATENFAKTEN/ENERGIESTATISTIK/Berichtsjahr2008/files/2008_StromVglOeNGes-12.xls">http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/STROM/ZAHLENDATENFAKTEN/ENERGIESTATISTIK/Berichtsjahr2008/files/2008_StromVglOeNGes-12.xls</a> (11.2.2009)	
Tabelle 2: Import-Export Bilanz elektrischer Energie .....	25
<a href="http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/STROM/ZAHLENDATENFAKTEN/ENERGIESTATISTIK/Berichtsjahr2008/files/2008_StromOeNImEx-12.xls">http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/STROM/ZAHLENDATENFAKTEN/ENERGIESTATISTIK/Berichtsjahr2008/files/2008_StromOeNImEx-12.xls</a> (11.2.2009)	
Tabelle 3: Bilanz der elektrischen Energie in Österreich.....	27
<a href="http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/STROM/ZAHLENDATENFAKTEN/ENERGIESTATISTIK/Berichtsjahr2008/files/2008_StromOeNBil-12.xls">http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/STROM/ZAHLENDATENFAKTEN/ENERGIESTATISTIK/Berichtsjahr2008/files/2008_StromOeNBil-12.xls</a> (11.2.2009)	
Tabelle 4: Erzeugung elektrischer Energie in Österreich nach Energieträgern.....	28
<a href="http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/STROM/ZAHLENDATENFAKTEN/ENERGIESTATISTIK/Berichtsjahr2008/files/2008_StromOeNERz-12.xls">http://www.e-control.at/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/STROM/ZAHLENDATENFAKTEN/ENERGIESTATISTIK/Berichtsjahr2008/files/2008_StromOeNERz-12.xls</a> (11.2.2009)	
Tabelle 5: Ergebnisse der Strommessungen.....	35
Tabelle 6: Beispiel Umwandlung von h/min/sec in h mittels Excel .....	36
Tabelle 7: Messungen mit dem LDR.....	56

## Anhang

## EL 1.3

## EIN BELICHTUNGSABHÄNGIGER WIDERSTAND (LDR)

**Material:**

Schaltplatte  
 STB Leitungen, Satz  
 1 STB LDR-Widerstand  
 1 MeBinstrument  
 4 Verbindungsleitungen  
 Stromversorgung

Wir lernen einen Bauteil kennen, dessen Widerstandswert von der Belichtung abhängt.

**Schaltung:** Aufbau gemäß Abbildung. An 6 Volt Gleichspannung ist eine Reihenschaltung aus dem LDR und einem Amperemeter (Meßbereich je nach Beleuchtungsstärke, zunächst 100 mA =).

**1. Versuch:** Der LDR wird belichtet (Tageslicht oder künstliche Beleuchtung).

Gemessene Stromstärke I: ..... mA = ..... A

**2. Versuch:** Der LDR wird abgedunkelt (z.B. mit dem Heft), der Meßbereich des Amperemeters wird auf 30 mA umgeschaltet.

Gemessene Stromstärke I: ..... mA = ..... A.

**Ergebnis:**

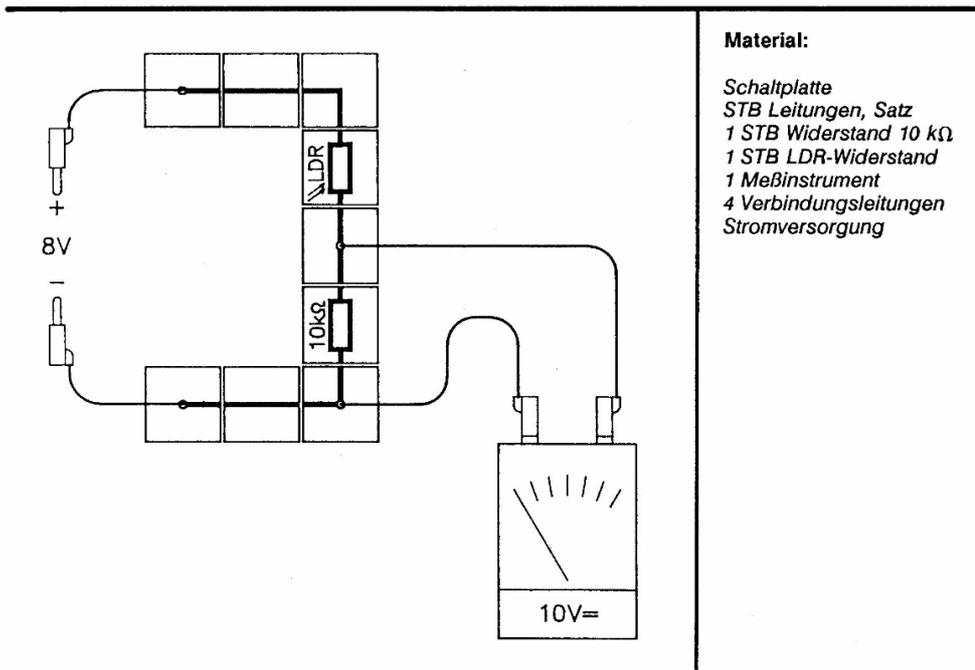
$$\text{Widerstandswert bei Belichtung: } R = \frac{6 \text{ Volt}}{\text{..... Ampere}} = \text{..... Ohm}$$

$$\text{Widerstandswert bei Dunkelheit: } R = \frac{6 \text{ Volt}}{\text{..... Ampere}} = \text{..... Ohm}$$

**Erkenntnis:** Bei Belichtung ist der Widerstandswert eines LDR kleiner.  
 "LDR" bedeutet "lichtabhängiger Widerstand" (engl.: light dependent resistor).

**Abbildung 37:** Versuchsanleitung – Lichtabhängiger Widerstand

## MESSUNG DER BELEUCHTUNGSSTÄRKE

**Material:**

Schaltplatte  
 STB Leitungen, Satz  
 1 STB Widerstand 10 kΩ  
 1 STB LDR-Widerstand  
 1 Meßinstrument  
 4 Verbindungsleitungen  
 Stromversorgung

Kann man die Beleuchtung eines Arbeitsplatzes mit dem Voltmeter überprüfen? Der Versuch zeigt, wie man wechselnde Belichtung eines LDR in wechselnde Spannung übersetzen kann.

**Schaltung:** An 8 V Gleichspannung sind der LDR und ein Widerstand 10 kΩ in Serie geschaltet. Das Voltmeter (Meßbereich 10 V=) mißt die Teilspannung am Ohmschen Widerstand. Die Teilspannung am LDR erhält man, indem man die Teilspannung am Ohmschen Widerstand von der Gesamtspannung subtrahiert.

**Versuch:** Wir ändern die Belichtung des LDR und überzeugen uns, daß das Voltmeter bei Dunkelheit einen geringeren, bei Helligkeit einen größeren Meßwert zeigt.

Ergebnis:	bei Dunkelheit	bei Helligkeit
Teilspannung am Widerstand 10 kΩ (groß/ klein)	.....	.....
Teilspannung am LDR	.....	.....
Widerstandswert des LDR	.....	.....

**Abbildung 38:** Versuchsanleitung – Messung der Beleuchtungsstärke

# Lebenslauf

## Persönliche Daten

Name	Ilse Lager
Wohnort	Wien
Geburtsdatum	18. August 1983 in Wien
Staatsangehörigkeit	Österreich
E-Mail Adresse	i.lagger@gmx.at

## Ausbildung

1989 bis 1993	Volksschule 16, Lorenz-Mandelgasse
1993 bis 2001	GRG 16 Maroltingergasse
Schulabschluss	12. Juni 2001, Matura
Seit Oktober 2001	Studentin (Lehramt Mathematik + Physik)
Studienjahr 2006/07	Auslandsjahr in Griechenland

## Bisherige Tätigkeiten

September 2003 bis August 2005	Erzieherin im Internat der Schulbrüder Strebersdorf
Seit Sommer 2001	Mitarbeiterin bei Sommerfreizeiten der Evangelischen Jugend
Seit April 2008	Lehrerin (Sondervertrag beim Stadtschulrat für Wien)

**SACHERSCHLIESSUNG**  
der  
**Fachbereichsbibliothek Mathematik, Statistik, Informatik der Universität Wien**

**Klassifikation**

**Aufstellungsort:**             HoA             HoD

**MSC2000:** 00A35 – 97D80 – 97U30

**CCS98:** - -

**ZDM88:** M13 – U33

**BK:** 31.04 – 81.65

**Schlagwortketten nach RSWK**

Energieeinsparung – Mathematikunterricht – Physikunterricht – Gymnasium –  
Unterstufe – Beispielsammlung (1234)

Kontrollvermerk der Fachbibliothek:

**14.5.2009**

.....  
Datum



.....  
Unterschrift