

NWA-Tag 2007:

Stoffwechsel und Energieumwandlungsprozesse

Elektrische Energie sparen

In dieser Ausarbeitung zum Thema „Elektrische Energie sparen“ werden didaktische Aspekte und mögliche Umsetzungswege aufgezeigt. Die Konkretisierung erfolgt an Visualisierungsmöglichkeiten von elektrischer Energie und an vorgestellten Schülerversuchen zum Energiesparen (beim Kochen, durch verschiedene Lampentypen und anderen Haushaltsgeräten).

Christina Kammerer
Ina Fleck
Sandra Moll

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	2
2. Energiesparen – was heißt das?	3
3. Didaktische Aspekte	4
3.1 Bezug zum Bildungsplan	4
3.2 Gegenwartsbedeutung	4
3.3 Zukunftsbedeutung.....	5
3.4 Umsetzungsaspekte	5
4. Möglichkeiten der Umsetzung – eine Mindmap.....	8
5. Literaturverzeichnis	10
6. Anhang	10
6.1 Visualisierung von elektrischer Energie.....	10
6.2 Energiesparen beim Kochen	12
6.3 Energiesparen durch unterschiedliche Lampentypen.....	19
6.4 Energiesparen durch Vermeidung der Leerlaufverluste	36

1. Einleitung

Elektrische Energie zu sparen, ist keine Erfindung der letzten Jahre. Die Möglichkeiten elektrische Energie zu sparen, war den Menschen mal mehr und mal weniger schon früher bekannt. Nur das Bedürfnis Energie zu sparen, wurde erst in den letzten Jahren akuter.

Dies hat mehrere Gründe. Die technischen Errungenschaften vermehrten sich enorm. Wir sind im digitalen Zeitalter angekommen. Fast nichts funktioniert ohne unseren Strom und das bei steigenden Strompreisen. Die Not im Geldbeutel ist eine große Motivation der Menschen sich mit dem Thema Stromsparen intensiv auseinanderzusetzen und auch umzusetzen. Neben dem finanziellen Aspekt ist die Brisanz der Umwelt nicht zu unterschätzen. Debatten über den CO₂-Ausstoß und den damit verbunden Klimawandel wecken das Umweltbewusstsein der Menschen.

Für die Schule heißt das nun, Energiesparen ist ein Muss für einen modernen NWA-Unterricht. Die Schüler sollen die Notwendigkeit des Energiesparens, insbesondere wegen Umweltaspekts, aber auch wegen der finanziellen Einsparmöglichkeiten, kennen. Doch wie kann man bei Schülern das Interesse für dieses wichtige und vielfältige Thema Energiesparen wecken? Die Schüler sollen Energiesparen zu Hause umsetzen. Wie können die Schüler die Energiespartipps erfahren und verinnerlichen? Welche Versuche und Projekte bieten sich an? Wie könnte man dieses Thema in unterschiedlichen Klassenstufen behandeln?

Diese Fragen sollen anhand dieses Skripts näher betrachtet werden.

Im folgenden Dokument wird der mit dem Begriff Energiesparen, das Sparen elektrischer Energie verbunden.

1. Energiesparen – was heißt das?

Energiesparen hat viele Sichtweisen. Wir lehnen uns an die Auslegung des Begriffs von Berge¹ an. Dabei wird unter Energiesparen verstanden:

- unnötiger Verbrauch vermeiden
z.B. trocknen der Wäsche im Wäschetrockner, unnötiger Dauerbetrieb (Fernseher ohne Zuschauer)
- das Senken des eigenen Energiebedarfs
z.B. Ersatz von Glühlampen durch Energiesparlampen
- Einsatz erneuerbarer Energiequellen
z.B. Solaranlage
- Verbesserung der Wirkungsgrade
z.B. Neuanschaffung von Kühlschränken
- Energierückgewinnung
z.B. beim Bremsen von Elektrofahrzeugen

Im Unterricht sollte insbesondere auf die Punkte zurückgegriffen werden, die für den Alltag der SchülerInnen eine Rolle spielen. Deshalb sollten zunächst im Zentrum des Energiesparens die Vermeidung unnötigen Verbrauchs und das Senken des eigenen Energiebedarfs stehen. Im weiteren Verlauf dieses Skripts wird nur auf die eben genannten Aspekte näher eingegangen.

¹ Berge, Otto Ernst (1997): Didaktische Aspekte des Energiesparens; Unterricht Physik Heft 39, S.4

2. Didaktische Aspekte

2.1 Bezug zum Bildungsplan

Im Leitgedanken zum Kompetenzerwerb im Bildungsplan 2004 wird verdeutlicht, dass sich die Fähigkeit zum naturwissenschaftlichen Arbeiten in den Kompetenzen „naturwissenschaftliches Wissen anwenden, naturwissenschaftliche Fragen erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, die die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen“² widerspiegeln.

Und genau diese Kompetenzen können die SchülerInnen bei der Behandlung des Themas „Energie sparen“ erreichen. Fragen wie, welche Art zu Kochen benötigt mehr Energie, tauchen auf. Diese können mit Versuchen untersucht werden. Die Schlussfolgerungen für die SchülerInnen können ihr Handeln in ihrer Umwelt nachhaltig beeinflussen. Die Konsequenzen für die Schlussfolgerungen der SchülerInnen werden nicht auf „später“ verschoben, wie es bei vielen Themen der Fall ist (z.B. zur Wahl gehen unter Berücksichtigung: Atomenergie ja-nein?). Je nach dem wie das Thema im Unterricht umgesetzt wird, kann der Kompetenzerwerb auf unterschiedlicher Weise erfolgen. Dabei steht der „Energiebegriff verstehen und anwenden“³ im fachlichen Mittelpunkt. Primärerfahrungen lassen sich durch zahlreiche Versuche sammeln (siehe 6.2 – 6.4). Aber auch Sekundärerfahrungen können mit Hilfe von Sachinformationen (siehe 3.4) erzielt werden. Eine Verbindung des Erwerbs fachlicher, sozialer, personaler und methodischer Kompetenzen lässt sich besonders im projektorientierten Arbeiten verwirklichen, welches sich bei dem Thema „Energiesparen“ anbietet.

2.2 Gegenwartsbedeutung

Das Thema Energiesparen hat für die SchülerInnen im Zeitalter des Klimawandels und der steigenden Strompreise eine große Bedeutung. Die SchülerInnen verwenden an einem Tag unzählige Male elektrische Energie. Dabei wird Energiesparen eine gewisse Rolle im Alltag einnehmen. Da wird der Fernseher über Nacht ausgeschaltet, da dieser sonst unnötig Strom verbraucht. Die kaputte Glühlampe wird mit einer Energiesparlampe ersetzt. Und beim Kochen wird der Herd früher ausgeschaltet und die Nachwärme genützt. Viele Energiespartricks werden im Alltag angewandt. Und manch einer wurde vielleicht schon als Energieverschwender bezeichnet.

² Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (Hrsg.): Bildungsplan 2004 Realschule, Ditzingen, 2004, S. 96

³ Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (Hrsg.): Bildungsplan 2004 Realschule, Ditzingen, 2004, S. 100

2.3 Zukunftsbedeutung

Um verantwortungsvoll mit elektrischer Energie umgehen zu können, ist die Kenntnis von unnötigen „Energiefresser“ erforderlich. Dazu gehört auch das Wissen über die Auswirkungen auf die Umwelt. Dieses Bewusstsein hilft, Energie im Alltag durch reflektierte Nutzung zu sparen und bei Neuanschaffung elektrischer Geräte gezielt auf dessen Wirkungsgrad und Energieverbrauch zu achten.

Insbesondere ist dies wichtig für eine Zukunft mit einem ungelösten Energieproblem.

2.4 Umsetzungsaspekte

Sprachliche Aspekte rund um den Energiebegriff

In der Alltagssprache haben sich die Begriffe

Strom für elektrische Energie

Energieverbrauch für Energieentwertung

Energiequellen für Energiewandler

durchgesetzt.

Im Naturwissenschaftlichen Unterricht sollte unserer Meinung nach nicht gegen diese Begriffe „angekämpft“ werden, da diese schon zu sehr verinnerlicht sind und in der Alltagssprache weiter verwendet werden. Den SchülerInnen sollte nur die physikalische „Übersetzung“ verdeutlicht werden und so im Einklang mit den physikalischen Begriffen und Gesetzen (z.B. mit der Energieerhaltung) gebracht werden.

Bei der Umsetzung dieses Themas sollte man sich zunächst klar darüber werden, wie man Unterrichten möchte. Fachsystematisch oder themenzentriert?

Im Folgenden soll nun die verschiedenen Aspekte der Umsetzung des Themas Energiesparen in einem themenzentrierten Unterricht verdeutlicht werden. Die vorgestellten Phasen bauen aufeinander auf.

Themenzentrierte Vorgehensweise

1. Bestandsaufnahme der Vorkenntnisse

Dies ist natürlich maßgeblich von der zu unterrichtenden Klassenstufe abhängig. Für „Energiesparen“ sollten folgende Begriffe wiederholt bzw. eingeführt (hier ist natürlich die altersabhängige didaktische Reduktion zu beachten) werden:

- Energie
- Leistung
- Energie und Leistung ($\text{Leistung} = \text{Energie} / \text{Zeit}$; $\text{Energie} = \text{Leistung} \times \text{Zeit}$)
- Kilowattstunde, Watt, Kilowatt
- Leistungsaufnahme ($\text{Leistung} = \text{Stromstärke} \times \text{Spannung}$)

Hierbei ist die **Veranschaulichung von 1kWh** von großer Bedeutung (siehe 5.1). Den SchülerInnen fehlt jegliche Vorstellung, wie viel Energie sie nützen und mit welcher körperliche Arbeit damit verbunden ist:

Für 1 kWh muss man:

- 10 Stunden körperliche Arbeit mit einer Leistung von 100 W
-> *SchülerInnen Dauerleistung z.B. Treppenhaus ermitteln lassen*
- 300 g Steinkohle⁴ verbrennen
- ca. 20 Cent zahlen

Mit 1 kWh kann man:

- 15 Hemden bügeln
- 70 Tassen Kaffee kochen
- sieben Stunden fernsehen
- zwei Tage lang einen 300-Liter-Kühlschrank nutzen
- einen Hefekuchen backen
- ein Mittagessen für vier Personen kochen
- eine Maschine Wäsche waschen
- 90 Stunden Licht einer Stromsparlampe mit elf Watt
- 17 Stunden Licht einer Glühlampe mit 60 Watt
- 40 Stunden lang mit dem CD-Player Musik hören⁵

2. *Persönliche Betroffenheit erzeugen*

Die persönliche Betroffenheit kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Dies kann mit Hilfe Zeitungsartikel über die aktuellen Debatten des Klimawandels und des Energiesparens erfolgen. Oder dem Herstellen des Zusammenhangs verschiedener Schlagwörter (z.B. CO₂-Ausstoß, Energiesparen, Energieverbrauch, Klimawandel, Kosten, fossile Brennstoffe, Energieerzeugung). Aber auch durch das Aufzeigen von Einsparpotential (Was wäre wenn, alle Haushalte ...; Wenn du immer ...).

Die SchülerInnen sollen die Bedeutung dieses Themas für sich und andere verinnerlichen und somit das Interesse zum Energiesparen geweckt werden.

3. *Alltagsbezug: Energiesparen im Haushalt*

Bei der methodischen Umsetzung des Themas sollte der Alltagsbezug im Mittelpunkt stehen. Das Interesse der SchülerInnen ist natürlich am größten wenn sie z.B. mit ihrem Handyladegerät oder ihrer Energiesparlampe experimentieren dürfen. Die gewonnen Erkenntnisse können sich sofort auf das Handeln der SchülerInnen auswirken, was einen nachhaltigen Lernerfolg sichert.

Dabei eignen sich unserer Meinung nach folgende Schwerpunkte:

Energiesparen beim Kochen (siehe 5.2)

Energiesparen durch unterschiedliche Lampentypen (siehe 5.3)

Energiesparen durch Vermeidung der Leerlaufverluste (siehe 5.4)

(unter Leerlaufverluste versteht man sowohl Standby wie auch Scheinaus)

⁴ Berge, Otto Ernst (1997): Didaktische Aspekte des Energiesparens; Unterricht Physik Heft 39, S.6

⁵ VDEW Verband der Elektrizitätswirtschaft: Stromverbrauch der Haushalte wächst gering;
<http://www.strom.de/vdew.nsf/id/43B5DEE6C5B3FE3CC12571ED002F6222?open&l=DE&ccm=300010> (20. Mai 2007)

In den Schwerpunkten sollen die SchülerInnen mit Hilfe von Experimenten mit Geräten aus dem Alltag Möglichkeiten des Energiesparens erkennen und konkrete Vorschläge für die Umsetzung im Alltag erarbeiten.

Die Nutzung von Informationsquellen zum Energiesparen (wenn kein Experiment möglich bzw. keine Zeit mehr dafür da ist) gehört auch in diese Phase.

4. *Energiesparen = Umwelt entlasten = Geldsparen*

Anhand des Schwerpunkts wird nun hochgerechnet (auf Jahreswerte) wie viel Geld eingespart werden kann (siehe 5.3) und wie viel CO₂ eingespart werden kann.

Hier kann auch noch der problematische Wirkungsgrad von Kraftwerken thematisiert werden. Deutsche Kraftwerke haben im Mittel einen Wirkungsgrad von 38%⁶.

Ein weiteres Konzept, welches mit einer so genannten Energiesparbox umgesetzt werden kann, kann man unter <http://www.no-e.de/LehrerhandreichungEnergiesparen.pdf> als PDF-Datei downloaden.

Nutzung von Informationsquellen

Es gibt unterschiedliche Interessensgruppen, die über das Thema Energiesparen informieren möchten und zum größten Teil Printmedien, aber auch „Informations-Software“ kostenlos zur Verfügung stellen.

Das Arbeiten mit Sekundärinformationen im naturwissenschaftlichen Unterricht sollte natürlich nicht im Zentrum stehen, aber die dabei zu erwerbenden Kompetenzen werden oft unterschätzt. Denn nur im direkten Umgang mit Informationen lernen die SchülerInnen diese unter naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten zu hinterfragen (z.B. Wie wurden die Daten erhoben?, Sind die Angaben realistisch?, Was für Interessen könnte der Herausgeber haben und wie können sich diese auf die Informationen auswirken?). Dieses bewusste Hinterfragen von Informationen ist für eine Entwicklung eines demokratiefähigen Bürgers entscheidend.

⁶ BINE Informationsdienst: Effiziente Kraftwerke; <http://www.bine.info/pdf/publikation/ba1704internetx.pdf> (20. Mai 2007)

Hier sind einige Links, in denen kostenlosen Informationsmaterial (zum Downloaden und Zuschicken) zur Verfügung steht:

http://www.bine.info/templ_meta.php/publikationen/basisenergie/464/link=clicked/

http://www.klimanet.baden-wuerttemberg.de/seiten/frames/fr_pra.htm

http://www.eon-energie.com/pages/eea_de/Verantwortung/Umwelt/Bewusstsein/index.htm#

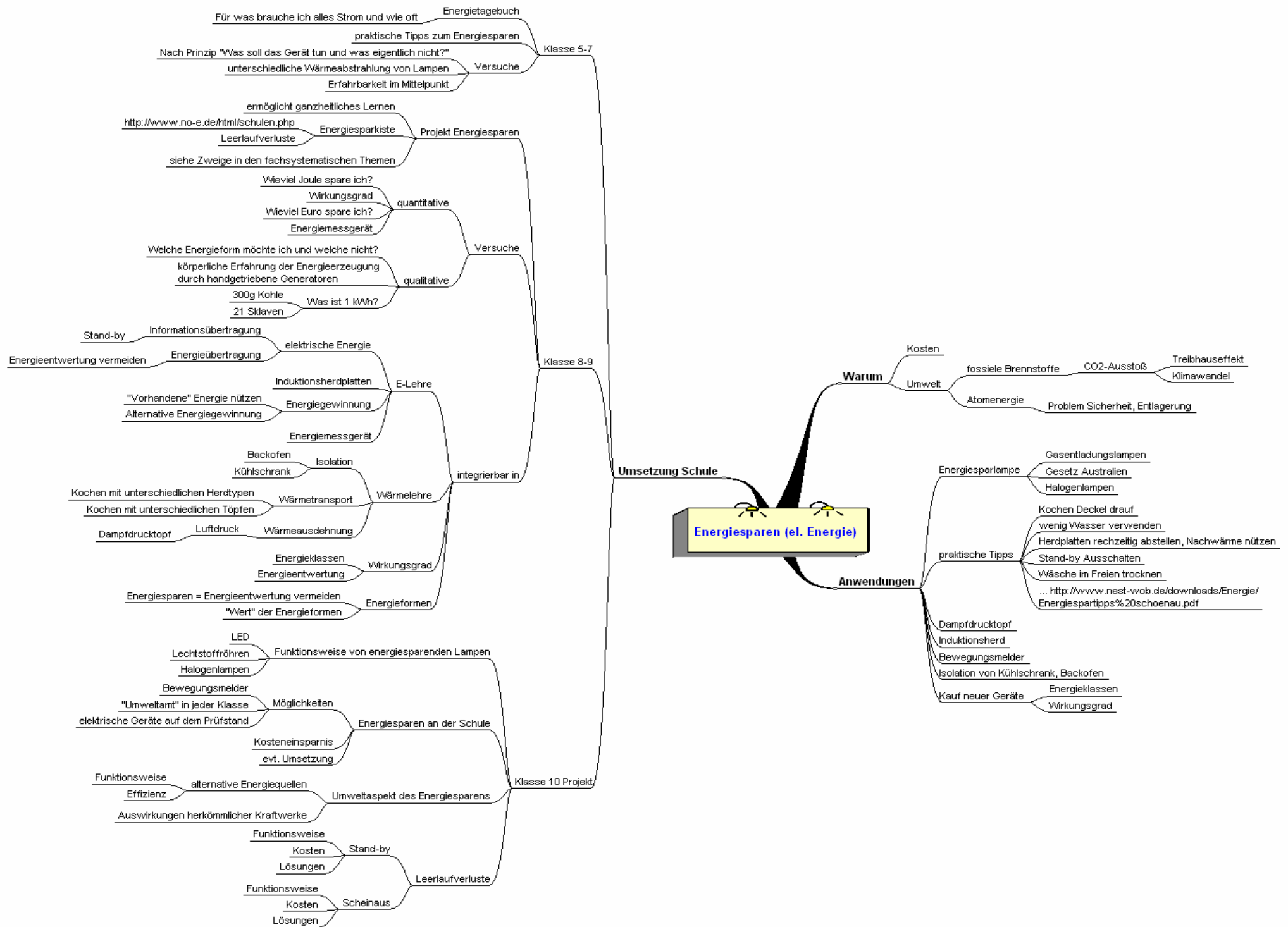
-> Bestellservice

Hier sind Links, die online Informationen bereitstellen:

<http://www.energiwelten.de/elexikon/lexikon/index3.htm>

<http://www.learn-line.nrw.de/angebote/agenda21/lexikon/index.htm>

3. Möglichkeiten der Umsetzung – eine Mindmap



4. Literaturverzeichnis

Berge, Otto Ernst (1997); Elektrische Energie; Unterricht Physik Heft 39, S.8-12

Berge, Otto Ernst (1997): Didaktische Aspekte des Energiesparens; Unterricht Physik Heft 39, S.4-6

BINE Informatinosdienst: Effiziente Kraftwerke;
<http://www.bine.info/pdf/publikation/ba1704internetx.pdf> (20. Mai 2007)

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (Hrsg.): Bildungsplan 2004 Realschule, Ditzingen, 2004

VDEW Verband der Elektrizitätswirtschaft: Wo kommt der Strom von morgen her?;
http://www.strom.de/vdew.nsf/id/DE_Versorgungssicherheit (20. Mai 2007)

VDEW Verband der Elektrizitätswirtschaft: Stromverbrauch der Haushalte wächst gering;
<http://www.strom.de/vdew.nsf/id/43B5DEE6C5B3FE3CC12571ED002F6222?open&l=DE&ccm=300010> (20. Mai 2007)

5. Anhang

5.1 Visualisierung von elektrischer Energie

Visualisierung vom täglichen Bedarf an elektrischer Energie

Visualisierung CO₂ Ausstoß von 1 kWh

Visualisierung 1 kWh = 7 Stunden fernsehen

Visualisierung 1 kWh = 10 Stunden körperliche Arbeit (mit 100 W)

340 Liter CO₂ –Ausstoß für 1 kWh elektrischer Energie

Raum 1m x 1m x 0,34m



mit durchschnittlichem Energiemix in Deutschland 2005 berechnet⁷⁸

⁷ Berge, Otto Ernst (1997); Elektrische Energie; Unterricht Physik Heft 39, S.8

⁸ VDEW Verband der Elektrizitätswirtschaft: Wo kommt der Strom von morgen her?; http://www.strom.de/vdew.nsf/id/DE_Versorgungssicherheit (20. Mai 2007)

5.2 Energiesparen beim Kochen

Im Folgenden sind 4 Stationen mit Versuchen.

Für jede Station gibt es ein mögliches Aufgabenblatt für die Schüler und anschließend sind für alle Stationen Anmerkungen für den Lehrer sowie die Lösungen verfasst.

Energiesparendes Kochen

Station 1: Kochplatte

Station 2: Glaskeramikkochfeld

Station 3: Induktionskochfeld

Station 4: Wasserkocher

Wasser kochen **Station 1: Kochplatte**

Materialien/Geräte: 1 Messbecher, 1 Thermometer, 1 Stoppuhr, 1 Topf,
1 Kochplatte

Foto:

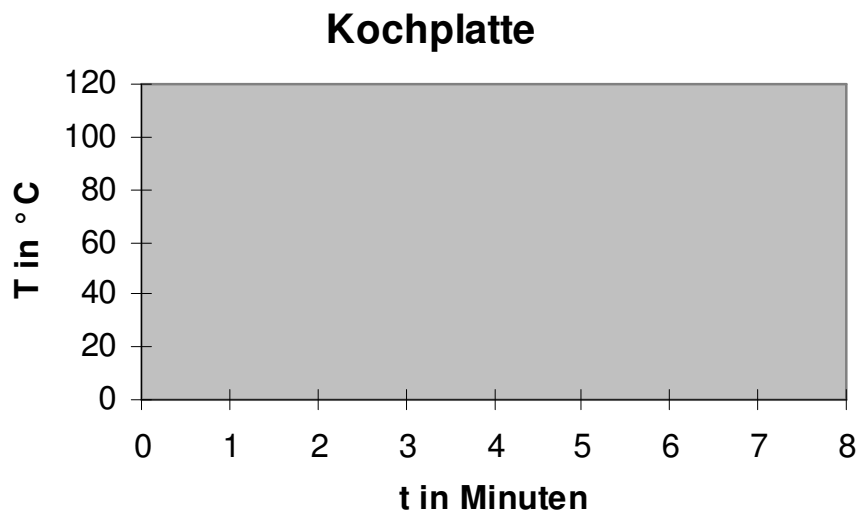


Wasser, Topf und
Platte werden
sehr heiß

- Durchführung:
- 1) Misst exakt 1 Liter Wasser mit dem Messbecher ab.
 - 2) Schüttet es in den Topf.
 - 3) Misst die Anfangstemperatur des Wassers.
 - 4) Schaltet die Platte auf die höchste Stufe.
 - 5) Misst nach 1, 2, 3,... Minuten die Temperatur des Wassers.
Achtung: Das Thermometer darf den Topfboden nicht berühren!
 - 6) Nach wie vielen Minuten siedet das Wasser?
 - 7) Schaltet die Platte aus.
 - 8) Lasst den Topf mit dem heißen Wasser stehen!

Tragt eure Messergebnisse in die Tabelle ein und zeichnet ein Zeit-Temperatur-Diagramm

Kochplatte									
	am Anfang	nach 1 Minute	nach 2 Minuten	nach 3 Minuten	nach 4 Minuten	nach 5 Minuten	nach 6 Minuten	nach 7 Minute	nach 8 Minuten
Temperatur in °C									



Wasser kochen

Station 2: Glaskeramikkochfeld

Materialien/Geräte: 1 Messbecher, 1 Thermometer, 1 Stoppuhr, 1 Topf,
1 Glaskeramikkochfeld

Foto:



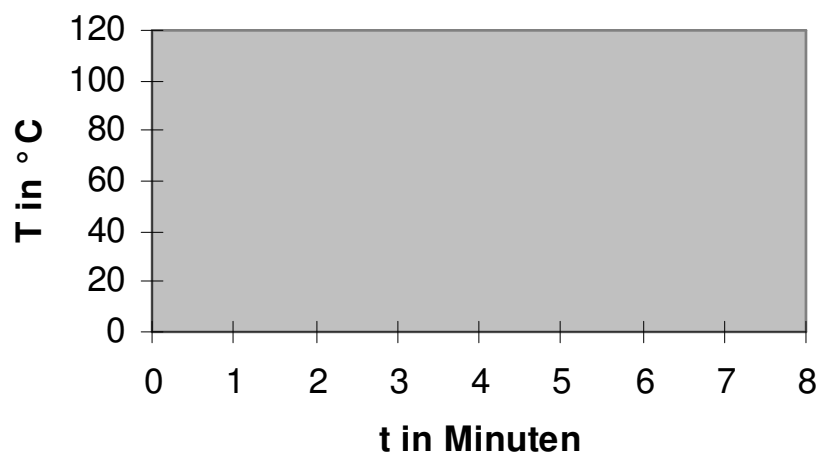
Wasser, Topf und
Platte werden
sehr heiß

- Durchführung:
- 1) Misst exakt 1 Liter Wasser mit dem Messbecher ab.
 - 2) Schüttet es in den Topf.
 - 3) Misst die Anfangstemperatur des Wassers.
 - 4) Schaltet die Platte auf die höchste Stufe.
 - 5) Misst nach 1, 2, 3,... Minuten die Temperatur des Wassers.
Achtung: Das Thermometer darf den Topfboden nicht berühren!
 - 6) Nach wie vielen Minuten siedet das Wasser?
 - 7) Schaltet die Platte aus.
 - 8) Lasst den Topf mit dem heißen Wasser stehen!

Tragt eure Messergebnisse in die Tabelle ein und zeichnet ein Zeit-Temperatur-Diagramm

Glaskeramikkochfeld									
	am Anfang	nach 1 Minute	nach 2 Minuten	nach 3 Minuten	nach 4 Minuten	nach 5 Minuten	nach 6 Minuten	nach 7 Minute	nach 8 Minuten
Temperatur in °C									

Glaskeramikkochfeld



Wasser kochen

Station 3: Induktionskochfeld

Materialien/Geräte: 1 Messbecher, 1 Thermometer, 1 Stoppuhr, 1 Topf (magnetisch),
1 Induktionskochfeld

Foto:



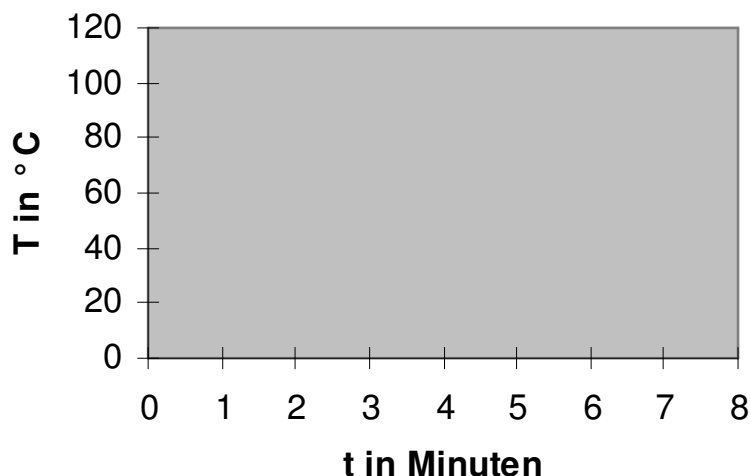
Wasser, Topf und
Platte werden
sehr heiß

- Durchführung:
- 1) Misst exakt 1 Liter Wasser mit dem Messbecher ab.
 - 2) Schüttet es in den Topf.
 - 3) Misst die Anfangstemperatur des Wassers.
 - 4) Schaltet die Platte auf die höchste Stufe.
 - 5) Misst nach 1, 2, 3,... Minuten die Temperatur des Wassers.
Achtung: Das Thermometer darf den Topfboden nicht berühren!
 - 6) Nach wie vielen Minuten siedet das Wasser?
 - 7) Schaltet die Platte aus.
 - 8) Lasst den Topf mit dem heißen Wasser stehen!

Tragt eure Messergebnisse in die Tabelle ein und zeichnet ein Zeit-Temperatur-Diagramm

Induktionskochfeld									
	am Anfang	nach 1 Minute	nach 2 Minuten	nach 3 Minuten	nach 4 Minuten	nach 5 Minuten	nach 6 Minuten	nach 7 Minute	nach 8 Minuten
Temperatur in °C									

Induktionskochfeld



Wasser kochen **Station 4: Wasserkocher**

Materialien/Geräte: 1 Messbecher, 1 Thermometer, 1 Stoppuhr, 1 Wasserkocher

Foto:



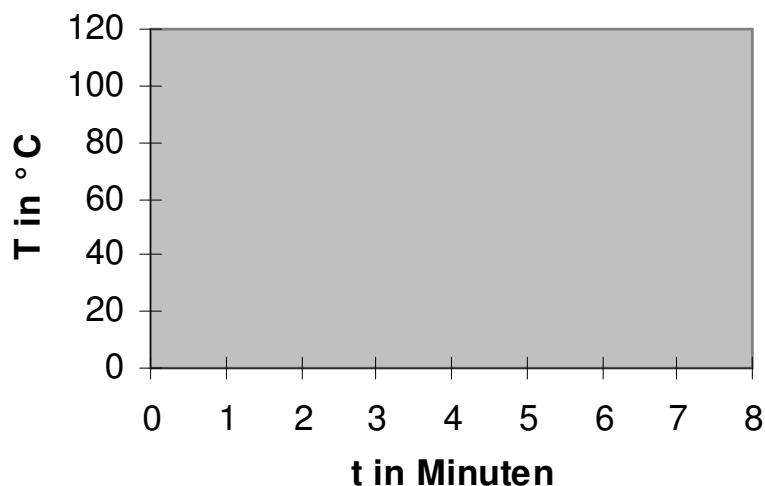
Wasser und
Wasserkocher
werden sehr heiß

- Durchführung:
- 1) Misst exakt 1 Liter Wasser mit dem Messbecher ab.
 - 2) Schüttet es in den Wasserkocher.
 - 3) Misst die Anfangstemperatur des Wassers.
 - 4) Dreht den Temperaturfühler auf die höchste Stufe.
 - 5) Schaltet den Wasserkocher an.
 - 6) Misst nach 1, 2, 3,... Minuten die Temperatur des Wassers.
Achtung: Das Thermometer darf das Metall nicht berühren!
 - 7) Nach wie vielen Minuten siedet das Wasser?
 - 8) Lasst den Wasserkocher mit dem heißen Wasser stehen!

Tragt eure Messergebnisse in die Tabelle ein und zeichnet ein Zeit-Temperatur-Diagramm

Wasserkocher									
	am Anfang	nach 1 Minute	nach 2 Minuten	nach 3 Minuten	nach 4 Minuten	nach 5 Minuten	nach 6 Minuten	nach 7 Minute	nach 8 Minuten
Temperatur in °C									

Wasserkocher



Wasser kochen **Station 1-4**

Anmerkungen für den Lehrer

- Es muss unbedingt auf die Gefahr von Verbrennungen hingewiesen werden –den Topf, die Herdplatte und das Wasser also nicht berühren.
- Bei dem Induktionskochfeld muss ein Topf mit magnetischem Boden verwendet werden.
- Bei der Kochplatte muss zuerst die Platte erhitzt werden, bevor sie die Wärme an den Topfboden und das Wasser abgeben kann.
- Bei dem Induktionskochfeld wird der Topfboden durch elektromagnetische Wechselfelder erhitzt. Das Kochfeld bleibt nahezu kalt.
- Aus Zeitgründen ist hier sinnvoll, die Stationen als Gruppenpuzzle durchzuführen.

Mögliche Lösungen:

Kochplatte 2000 W								
	am Anfang	nach 1 Minute	nach 2 Minuten	nach 3 Minuten	nach 4 Minuten	nach 5 Minuten	nach 6 Minuten	nach 6 Minuten 15 Sekunden
Temperatur in °C	23	26,9	32,9	44,9	62,5	78,1	95,8	98,5 (siedet)

Benötigte Energie bis zum Sieden: 208,3 W

Glaskeramikkochfeld 1600 W							
	am Anfang	nach 1 Minute	nach 2 Minuten	nach 3 Minuten	nach 4 Minuten	nach 5 Minuten	nach 5 Minuten 30 Sekunden
Temperatur in °C	23	34	54	70	82	92	98,5 (siedet)

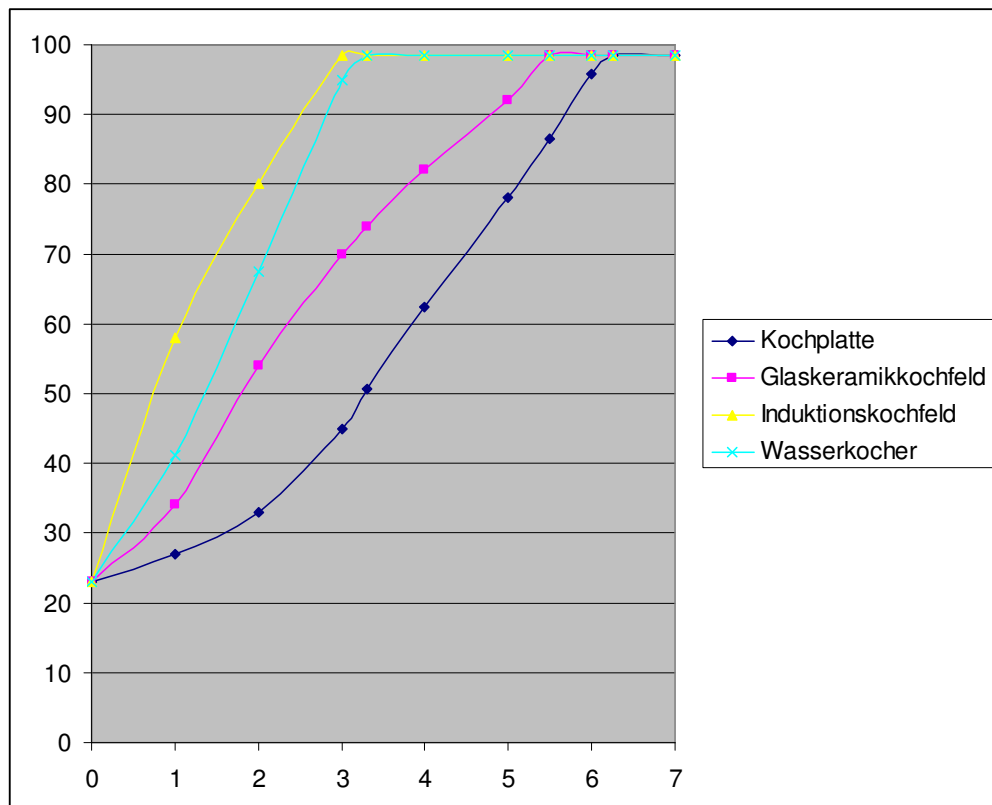
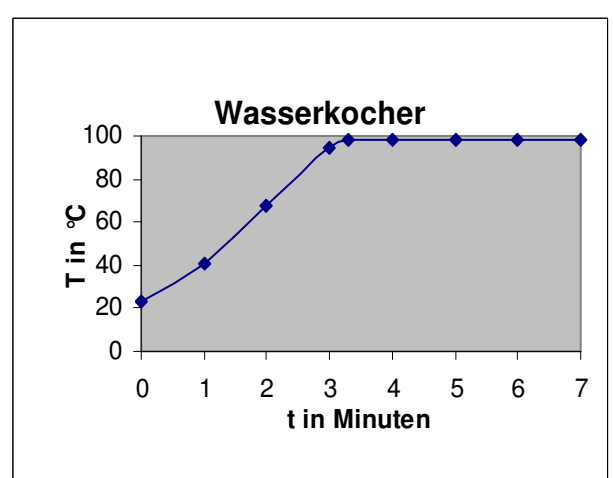
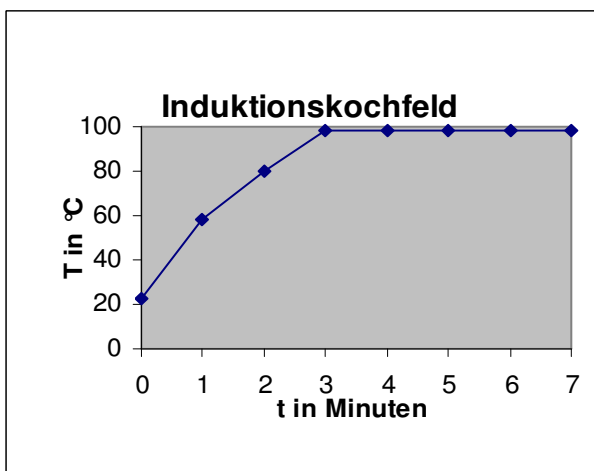
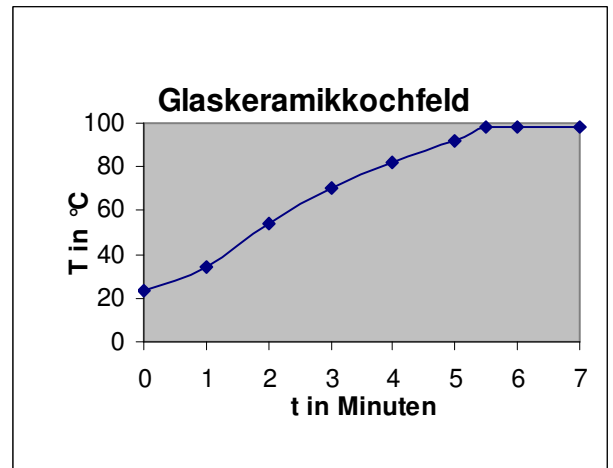
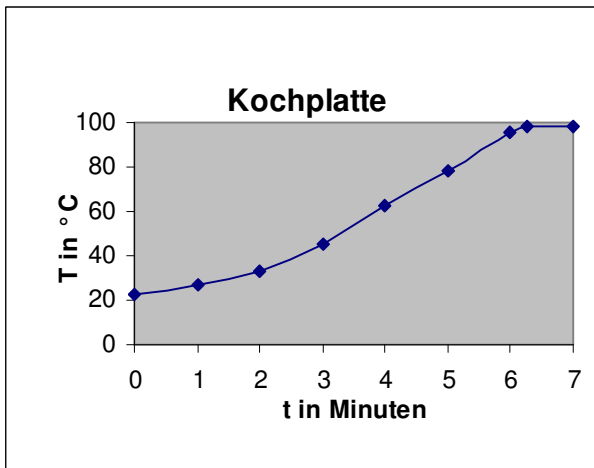
Benötigte Energie bis zum Sieden: 146,7 W

Induktionskochfeld 2300 W				
	am Anfang	nach 1 Minute	nach 2 Minuten	nach 3 Minuten
Temperatur in °C	23	58	80	98,5 (siedet)

Benötigte Energie bis zum Sieden: 115 W

Wasserkocher 2000W					
	am Anfang	nach 1 Minute	nach 2 Minuten	nach 3 Minuten	nach 3 Minuten 20 Sekunden
Temperatur in °C	23	41,1	67,5	94,9	98,5 (siedet)

Benötigte Energie bis zum Sieden: 110 W



5.3 Energiesparen durch unterschiedliche Lampentypen

Im Folgenden finden sich Versuche und Aufgaben zum Energiesparen.

Für jeden Versuch gibt es eine Anmerkungen für den Lehrer sowie ein mögliches Aufgabenblatt für die Schüler.

Energiesparende Lampen

Wärme erfassen

Versuch 1: Kann man Licht spüren?

Versuch 2: Schokolade schmelzen

Versuch 3: Welches Blech wird heißer?

„Verbrauch“ messen

Versuch 1: Energieeinsparung durch Energiesparlampen
Einfache Durchführung

Versuch 2: Energieeinsparung durch Energiesparlampen
Komplexe Durchführung

Aufgabe 1: Internetrecherche

Aufgabe 2: Kosteneinsparung?

Variante zu Aufgabe 2: Kosteneinsparung?

Wärme erfassen

Versuch 1: Kann man Licht spüren?

Materialien/Geräte: 1 Glühlampe (60 W), 1 Energiesparlampe (11 W),
2 Lampenfassungen mit Stecker

Skizze



Durchführung:

- 1) Schraubt die beiden Lampen in die Fassungen.
- 2) Steckt die Stecker in zwei benachbarte Steckdosen.
- 3) Haltet eine Hand in die Nähe der Glühlampe, die andere Hand in die Nähe der Energiesparlampe. Der Abstand soll gleich groß sein. (ca. 5-10 cm - wenn es euch zu heiß ist, geht mit beiden Händen weiter zurück.)
- 4) Schaltet die Lampen gleichzeitig ein. Was spürt ihr? Wartet bis die beiden Lampen etwa gleich hell leuchten.
Was spürt ihr, wenn ihr beide Lampen ausschaltet?
- 5) Notiert eure Beobachtungen und euer Ergebnis.

Beobachtungen:

Ergebnis:

Versuch 1: Kann man Licht spüren?

Anmerkungen für den Lehrer

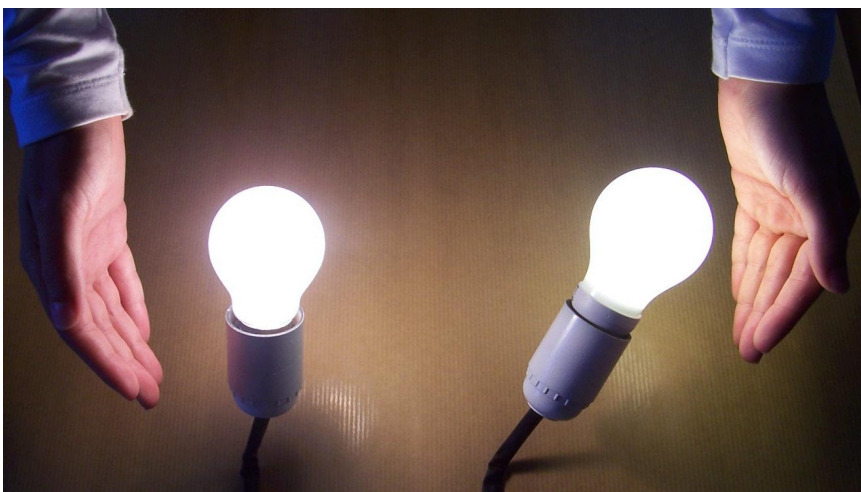
- Darauf achten, dass die Schüler mit beiden Händen den gleichen Abstand von den beiden Glühlampen einhalten. Natürlich muss auf die Gefahr von Verbrennungen hingewiesen werden – die Lampen also nicht berühren.
- zu Punkt 4): Durch das Ausschalten wird der Unterschied noch erfahrbarer. Einschalten – beobachten – ausschalten – beobachten – notieren.

Mögliche Lösungen:

Beobachtung: Die Hand an der Glühlampe wird wärmer als die an der Energiesparlampe.

Ergebnis: Die Glühlampe strahlt bei gleicher Helligkeit mehr Wärme ab als die Energiesparlampe.
Der größte Teil der zugeführten elektrischen Energie wird in Wärme umgewandelt, nur ein kleiner Teil in Licht.
Bei der Energiesparlampe wird mehr elektrische Energie in Licht umgewandelt.

(Glühlampe: nur ca. 5% der Energie in Licht, der Rest in Wärme
Energiesparlampe: ca. 25% in Licht)



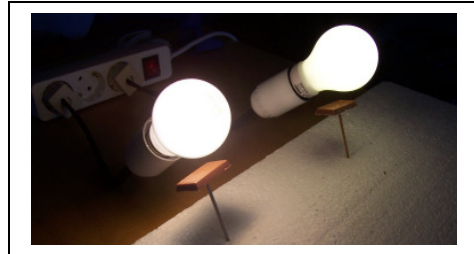
Die Energiesparlampe befindet sich bei dieser Anordnung rechts, zu erkennen am Vorschaltgerät beim Sockel.

Verwendet wurden hier eine Osram 60 W Glühlampe und eine Osram 10 W Energiesparlampe (gemessen 11 W, entspricht dann 60 W).

Versuch 2: Schokolade schmelzen

Materialien/Geräte: 1 Glühlampe (60 W), 1 Energiesparlampe (11 W),
2 Lampenfassungen mit Stecker
Schokoladestückchen, Zahnstocher, Styropor

Skizze



- Durchführung:**
- 1) Schraubt die beiden Lampen in die Fassungen.
 - 2) Steckt die Stecker in zwei benachbarte Steckdosen.
 - 3) Befestigt zwei Schokoladestückchen auf Zahnstochern, steckt diese dann in Styropor. Stellt je ein Stück Schokolade vor eine der beiden Lampen.
Abstand ca. 2-5 cm.
 - 4) Schaltet die Lampen gleichzeitig ein.
 - 5) Notiert eure Beobachtungen und eurer Ergebnis.

Beobachtungen:

Ergebnis:

Versuch 2: Schokolade schmelzen

Anmerkungen für den Lehrer

- Darauf achten, dass die Schüler mit der Schokolade den gleichen Abstand von den beiden Glühlampen einhalten.
- Die Energiesparlampe sollte die gleiche Form haben wie die „normale“ Glühlampe, damit die Abstrahlung beider Lampen verglichen werden kann.
- Das Ergebnis ist vergleichbar mit dem von Versuch 1)



Hier ist deutlich zu sehen, dass die Energiesparlampe auf der rechten Seite angebracht ist.

Ist kein Styropor vorhanden, kann man alternativ die Zahnstocher in Eierkartons stechen.



Mögliche Lösungen:

Beobachtung: Das Schokoladestück auf der Seite der Glühlampe schmilzt früher und schneller als das an der Energiesparlampe.

Ergebnis: Die Glühlampe strahlt bei gleicher Helligkeit mehr Wärme ab als die Energiesparlampe.
Der größte Teil der zugeführten elektrischen Energie wird hier in Wärme umgewandelt, nur ein kleiner Teil in Licht.
Bei der Energiesparlampe wird mehr elektrische Energie in Licht umgewandelt. Deshalb schmilzt die Schokolade bei der Energiesparlampe nicht so schnell.

(Glühlampe: nur ca. 5% der Energie in Licht, der Rest in Wärme
Energiesparlampe: ca. 25% in Licht)

Versuch 3: Welches Blech wird heißer?

Materialien/Geräte: 1 Glühlampe (60 W), 1 Energiesparlampe (11 W),
2 Lampenfassungen mit Stecker, 1 Stoppuhr
Digitales Thermometer, schwarz lackiertes Kupferblech

Skizze



Durchführung:

- 1) Schraubt die beiden Lampen in die Fassungen.
- 2) Steckst die Stecker in zwei benachbarte Steckdosen.
- 3) Bescheint nun ein Kupferblech mit der Glühlampe, das andere mit der Energiesparlampe. Der Abstand von Blech zur Lampe soll je ca. 5 cm betragen.
- 4) Messt mit dem Thermometer die Temperatur von beiden Blechen in Minutenabständen. Tragt die Messwerte in die Tabelle ein.
- 5) Notiert eure Beobachtungen und eurer Ergebnis.

Messwerte:

Zeit in min	1	2	3	4
Temperatur Blech 1 (60 W)				
Temperatur Blech 2 (11 W)				

Beobachtungen:

Ergebnis:

Versuch 3: Welches Blech wird heißer?

Anmerkungen für den Lehrer

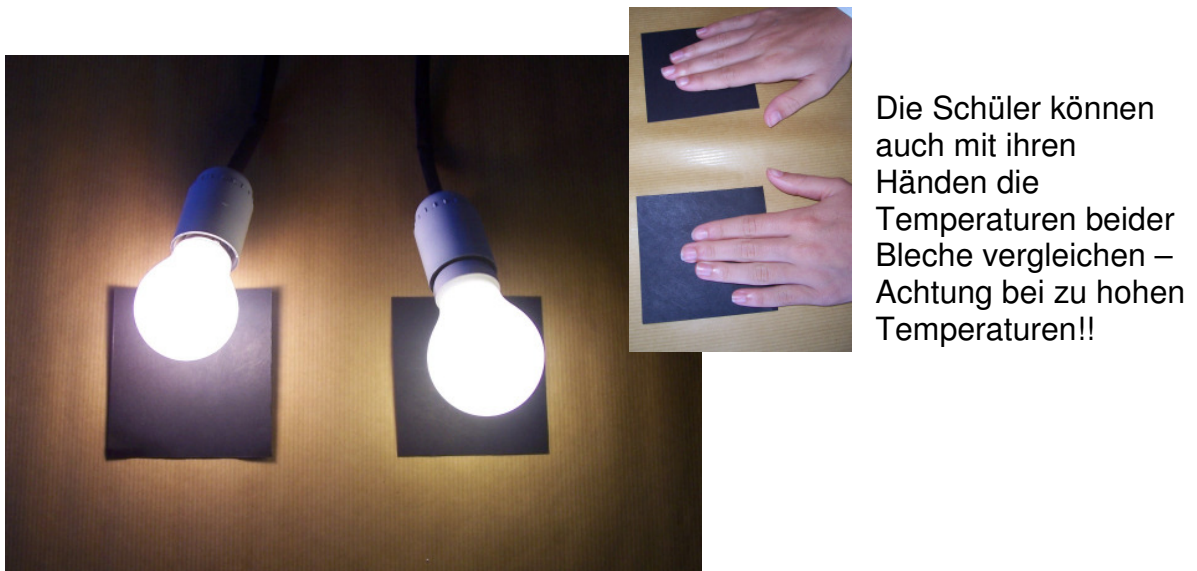
- Die Kupferbleche schwarz lackieren oder mit schwarzem Karton bekleben.
- Darauf achten, dass die Bleche im gleichen Abstand von der Lampe angebracht werden.
- Die Energiesparlampe sollte die gleiche Form haben wie die „normale“ Glühlampe, damit die Abstrahlung beider Lampen verglichen werden kann.
- Das Ergebnis ist vergleichbar mit dem von Versuch 1)

Mögliche Lösungen:

Beobachtung: Das Blech an der Glühlampe wird schneller warm, es erreicht eine höhere Temperatur als das an der Energiesparlampe.

Ergebnis: Die Glühlampe strahlt bei gleicher Helligkeit mehr Wärme ab als die Energiesparlampe.
Der größte Teil der zugeführten elektrischen Energie wird hier in Wärme umgewandelt, nur ein kleiner Teil in Licht. Deshalb erwärmt sich das Blech hier stärker.
Bei der Energiesparlampe wird mehr elektrische Energie in Licht umgewandelt.

(Glühlampe: nur ca. 5% der Energie in Licht, der Rest in Wärme
Energiesparlampe: ca. 25% in Licht)



Die Schüler können auch mit ihren Händen die Temperaturen beider Bleche vergleichen – Achtung bei zu hohen Temperaturen!!

Versuch 1: Energieeinsparung durch Energiesparlampen

Materialien/Geräte: 1 Glühlampe (60 W), 1 Energiesparlampe (11 W),
2 Lampenfassungen mit Stecker, 2 Energiemessgeräte

Skizze



Durchführung:

- Vor der Durchführung: Vermutet wie viel die Glühlampe mehr elektrische Energie benötigt als die Energiesparlampe.
- 1) Schraubt die beiden Lampen in die Fassungen.
 - 2) Steckt die Stecker in die Energiemessgeräte.
 - 3) Steckt die Energiemessgeräte in zwei benachbarte Steckdosen, so dass ihr beide Geräte gut ablesen könnt. Besitzt ihr nur 1 Messgerät, so führt die Messungen nacheinander durch.
 - 4) Vergleicht die Helligkeit und die benötigte Energie (in Wattstunden) beider Lampen.
 - 5) Notiert eure Beobachtungen und eurer Ergebnis.

Vermutung:

Die Glühlampe benötigt das _____-fache an elektrischer Energie, als eine Energiesparlampe.

Beobachtungen:

Ergebnis:

Versuch 1: Energieeinsparung durch Energiesparlampen

Anmerkungen für den Lehrer

- Die Schüler sollen vor Versuchsdurchführung vermuten, wie viel mehr Energie eine Glühlampe gegenüber einer Energiesparlampe benötigt. Dann ist es sinnvoll, den Schülern die Wattzahlen der beiden Lampen auf dem Versuchsblatt nicht anzugeben.
- Wie das Energiemessgerät abgelesen wird, sollte mit den Schülern vorher besprochen werden.
- Es bietet sich anschließend an, vertiefende Aufgaben zu bearbeiten.
Vergleiche Aufgabe 2: Berechnung der Stromkosten
Berechnung der Kosten mit Anschaffungspreis

Mögliche Lösungen:

Beobachtung: Die Glühlampe benötigt mehr elektrische Energie als die Energiesparlampe. (ca. das 5-fache)

Ergebnis: Bei der Glühlampe wird der größte Teil der zugeführten elektrischen Energie in Wärme umgewandelt, nur ein kleiner Teil in Licht.
Bei der Energiesparlampe wird mehr elektrische Energie in Licht umgewandelt. Deshalb benötigt diese Lampe weniger elektrische Energie.

(Glühlampe: nur ca. 5% der Energie in Licht, der Rest in Wärme
Energiesparlampe: ca. 25% in Licht)

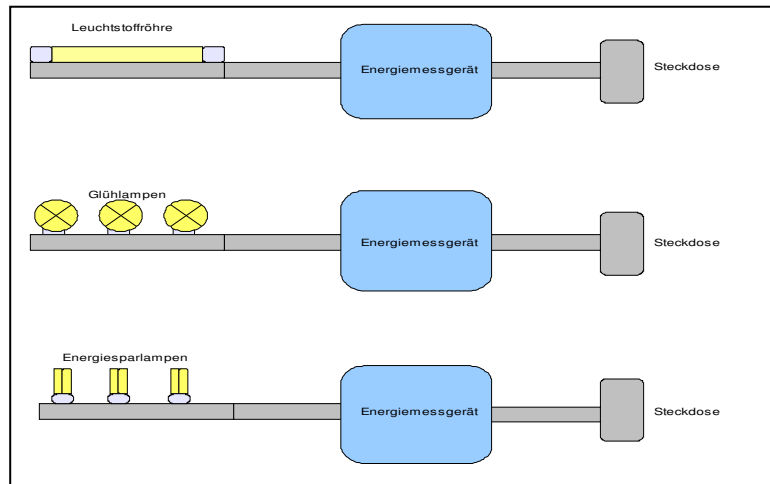


Die Messungen mussten hier nacheinander durchgeführt werden, im Bild die Glühlampe mit 60 Watt.

Versuch 2: Energieeinsparung durch Energiesparlampen

Materialien/Geräte: 1 Leuchtstoffröhre (58 W; 3700 lm)
 1 Energiesparlampe (13 W; 660 lm), 2 Energiesparlampen (23 W, 1500 lm)
 1 Glühlampe (75 W; 940 lm), 2 Glühlampen (100 W, 1360 lm)
 3 Energiemessgeräte, 1 Stoppuhr

Skizze



Fragestellung: Welche der Lampenarten Leuchtstoffröhre, Glühlampe oder Energiesparlampe benötigt bei längerer Betriebszeit am wenigsten Energie.

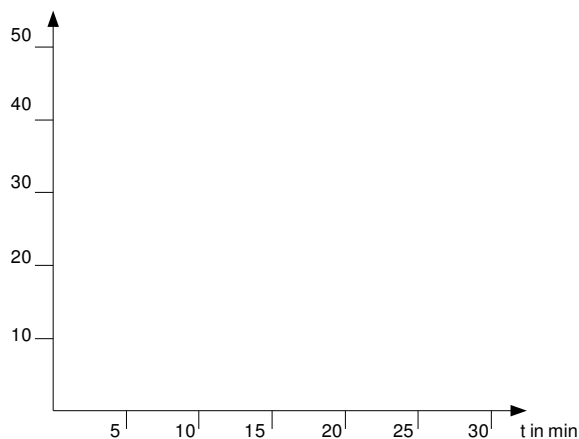
Durchführung: Schließt die Leuchtstoffröhre an ein Energiemessgerät an und lest den Verbrauch alle 5 Minuten ab, bis 30 min erreicht sind. Dasselbe macht ihr mit den Glühlampen und den Energiesparlampen. Die Leuchtmittel wurden so kombiniert, dass ca. 3600 lm erreicht werden.

Messtabelle:

	Energiebedarf in Wh					
	nach 5 min	nach 10 min	nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	nach 30 min
Glühlampe						
Energiesparlampe						
Leuchtstoffröhre						

Auswertung:

E in Wh



Ergebnis:

Versuch 2: Energieeinsparung durch Energiesparlampen

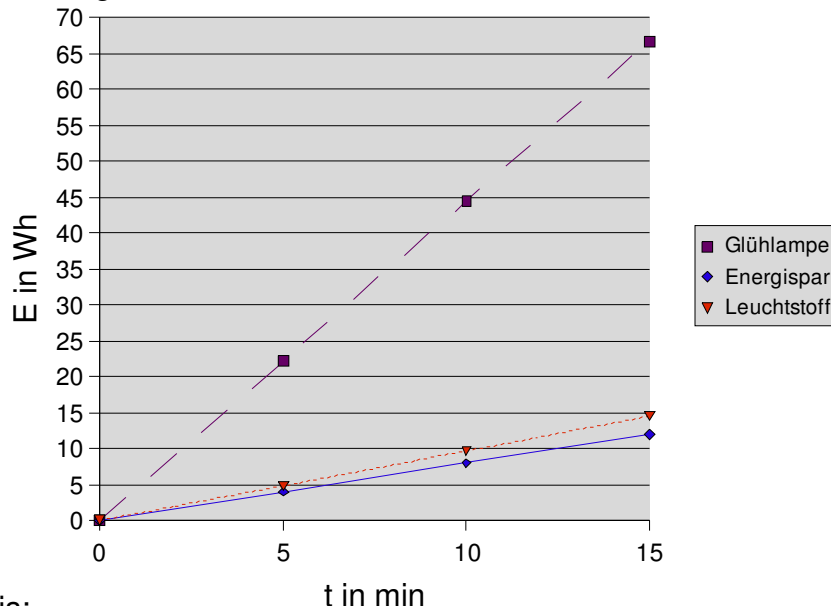
Anmerkungen für den Lehrer

- Dieser Versuch ist eine komplexe Variante von Versuch 1, je nach Ausstattung und Intention kann nur Versuch 1, nur Versuch 2 oder beide Versuche durchgeführt werden.
- Wie das Energiemessgerät abgelesen wird, mit den Schülern vorher besprechen.
- Die Messwerte können auch in kWh notiert werden, in Wh ist jedoch eine übersichtliche Auswertung möglich.

Mögliche Lösungen:

	Energiebedarf in Wh					
	nach 5 min	nach 10 min	nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	nach 30 min
Glühlampe	22,2	44,44	66,66	...		
Energiesparlampe	3,99	8,008	11,87	...		
Leuchtstoffröhre	4,82	9,68	14,54	...		

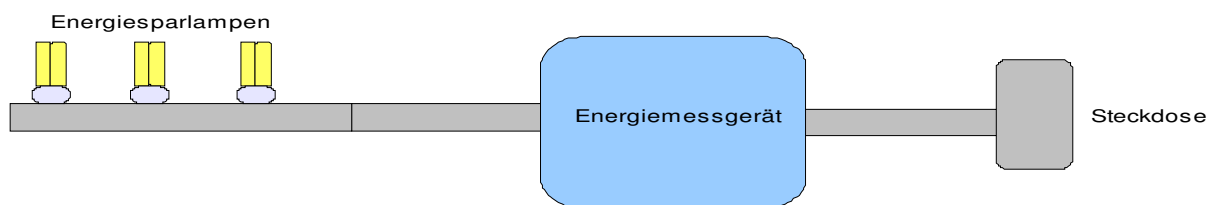
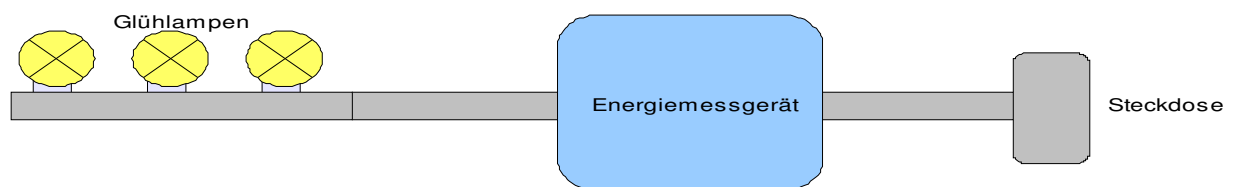
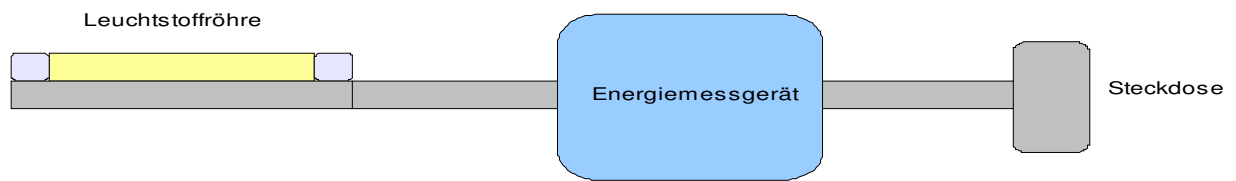
Auswertung:



Ergebnis:

Die Glühlampe benötigt am meisten Energie, es folgt die Leuchtstoffröhre, noch etwas weniger Energie benötigt die Energiesparlampe.

Versuchsaufbau Versuch 2: Energieeinsparung durch Energiesparlampen



Aufgabe 1: Internetrecherche

» **Sucht im Internet Informationen zu den verschiedenen Lampenarten:**

- a) **Energiesparlampe**
- b) **Leuchtstoffröhre**
- c) **Halogenlampe**
- d) **LED**

» **Die folgenden Informationen sollt ihr zu jeder Lampenart herausfinden:**

- **Wattzahl (bei gleicher Helligkeit wie eine 60 W Glühlampe)**
- **Lebensdauer**
- **Einsatzgebiet (lange oder kurze Brenndauer)**
- **Wirkungsgrad, Energieklasse**
- **Lichtstrom**

» **Einigt euch auf eine Form wie ihr eure Ergebnisse darstellen wollt: in einer Tabelle, als Wandplakat (pro Lampenart z.B. ein Plakat), als Informationsheft,.....**

Bevor ihr jedoch damit beginnt, sprecht euer Vorhaben mit eurem Lehrer ab.

Hier einige nützliche Links:

http://www.osram.de/osram_de/

<http://www.energiesparshop24.de/EnergieSparLampen>

<http://www.leifiphysik.de/> Klasse 8, el. Energie/Leistung, Energiesparlampe

Vergleicht eure Daten mit denen der „normalen“ Glühlampe:

Wattzahl:	60 W
Lebensdauer:	1000 h
Energieklasse:	E
Lichtstrom in Lumen:	710 lm

Aufgabe 2: Kosteneinsparung?

- » **Vergleiche die Energiekosten einer Glühlampe mit 60 W und einer Energiesparlampe mit 11 W für 10000 Stunden bei einem Preis von 0,20 € pro kWh.**

(Berechnung: Verbrauch (in kWh) = Leistung (in W) • Zeit (in h), wobei 1000 W

Rechnung:

= 1 kWh)

- » **Wie viel spart man insgesamt (Anschaffungskosten und Energiekosten) durch den Kauf einer Energiesparlampe für 12 € bei einer Lebensdauer von 10000 Stunden, wenn eine Glühlampe für nur**

Rechnung:

1 € nur 1000 Stunden hält.

- » **Wie würdest du dich nun entscheiden und deinen Eltern raten, wenn zuhause der Kauf neuer Lampen ansteht?**

Aufgabe 2: Kostenvergleich

Für insgesamt 8000 Beleuchtungsstunden müssen auf der einen Seite 8 Glühlampen mit je 1000 Stunden Lebensdauer eingesetzt werden. Sie kosten zusammen 8,00 €. Auf der anderen Seite erreicht eine einzige Energiesparlampe (Preis 15,80 €) diese Lebensdauer.

- » Stellt die Betriebskosten (inklusive Anschaffungskosten) von 60 W-Glühlampen und einer 11 W-Energiesparlampe während 8000 Betriebsstunden in einem Betriebsstunden-Betriebskosten-Diagramm eindrucksvoll gegenüber.

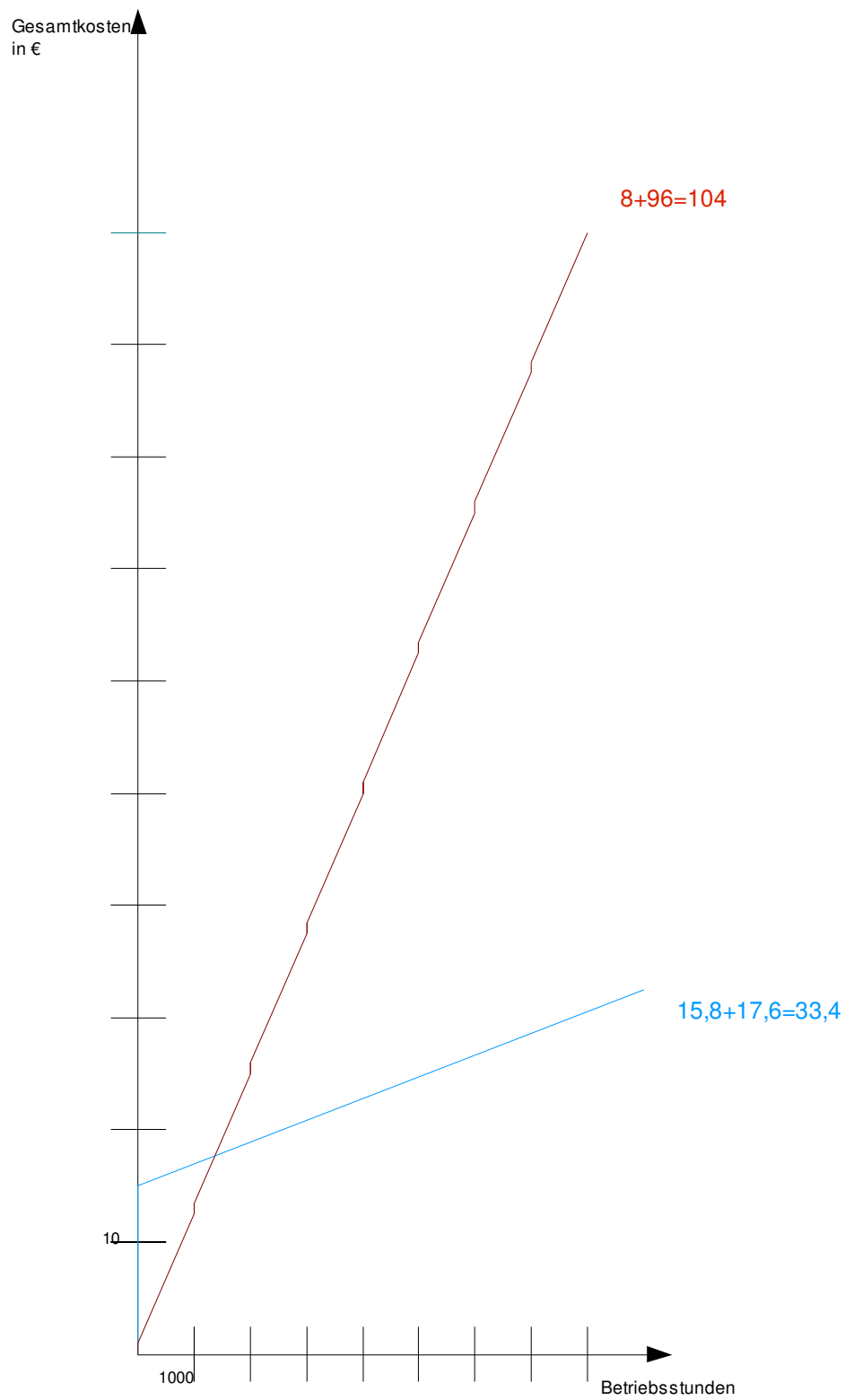
Geht davon aus, dass 1 kWh 0,20 € kostet.

(Berechnung: Verbrauch (in kWh) = Leistung (in W) • Zeit (in h), wobei 1000 W = 1 kWh)

x-Achse: 1000 Stunden entsprechen 1 cm

y-Achse: 10 € entsprechen 2 cm)

- » Entnimmt dem Diagramm, nach wie vielen Betriebsstunden die Energiesparlampe günstiger ist.
- » Wie viel Geld spart man mit der Energiesparlampe im Vergleich zum Glühlampen-Betrieb nach 8000 Betriebsstunden?



5.4 Energiesparen durch Vermeidung der Leerlaufverluste

Im Folgenden finden sich Versuche und Aufgaben zum Energiesparen.

Für jeden Versuch gibt es eine Anmerkungen für den Lehrer sowie ein mögliches Aufgabenblatt für die Schüler.

Leerlaufverluste

Versuch 1: Stand-By

Versuch 2: Scheinaus

Leerlaufverluste
Versuch 1: Stand-By

Materialien/Geräte: 1 Energiemessgerät, verschiedene Geräte im Stand-By-Betrieb

Skizze



Durchführung:

- 1) Überlegt welche Geräte ihr zu Hause im Stand-By-Betrieb habt.
- 2) Wählt eines davon aus und steckt das Energiemessgerät zwischen Gerät und Steckdose, wie in der Skizze oben.
- 3) Messt die Leistungsaufnahme im Stand-By
- 4) Überlegt wie viele Stunden am Tag das Gerät im Stand-By ist, rechnet dies auf das Jahr hoch. Errechnet nun daraus den Energiebedarf in kWh pro Jahr und die entstehenden Kosten.
- 5) Führt diese Messung mit verschiedenen Geräten durch. Welches davon hat die größte Leistungsaufnahme.

	Leistungsaufnahme im Stand-By in W	Einschaltzeit pro Tag in h	Einschaltzeit pro Jahr in h	Energiebedarf in kWh pro Jahr	Kosten pro Jahr (kWh kostet 0,2 €)
Radio					

Ergebnis:

Leerlaufverluste
Versuch 1: Stand-By

Anmerkungen für den Lehrer

- Die Schüler sollen vor der Versuchsdurchführung aufzählen, welche Geräte im Stand-By-Betrieb sie kennen.
Eine mögliche Auswahl:
 - TV
 - Satelliten-Receiver
 - PC/ Bildschirm
 - Mikrowelle
 - Radio (-wecker)
 - Fax
 - Kopierer
 - Drucker
- Wie das Energiemessgerät abgelesen wird, sollte mit den Schülern vorher besprochen werden.

Beispiele:



Alle Geräte dieses Bildes haben zusammen eine Leistung von 87 W im Stand-By!
(TV, Video, DVD, Receiver, CD, Radio, Kassette, Funk-Lautsprecher)



Leistungsaufnahme der Mikrowelle im Stand-By: 11 W

Mögliche Lösungen:

Ergebnis: Die Geräte in einem Haus im Stand-By-Betrieb haben zusammen eine Leistung von mehr als 100 W. Vergleichbar ist das mit einer 100 W Glühlampe, die rund um die Uhr eingeschaltet ist. Trotz der Annehmlichkeiten lohnt es sich die Geräte aus Kostengründen ganz auszuschalten.

Leerlaufverluste
Versuch 1: Scheinaus

Materialien/Geräte: 1 Energiemessgerät, 1 Handyladegerät

Skizze



- Durchführung:**
- 1) Überlegt euch, ob euer Handyladegerät im eingesteckten Zustand, ohne Handy, Energie verbraucht. Es ist doch eigentlich aus!
 - 2) Nehmt nun euer Handyladegerät, steckt es wie in der Skizze mit dem Energiemessgerät in die Steckdose.
 - 3) Was könnt ihr auf der Anzeige beobachten?
 - 4) Schlagt nach wie ein solches Ladegerät aufgebaut ist, könnt ihr damit eine Erklärung für eure Beobachtung finden?
 - 5) Gibt es mehr von diesen Geräten, die scheinbar aus sind?

Vorüberlegung:

Beobachtungen:

Ergebnis:

Leerlaufverluste
Versuch 1: Scheinaus

Anmerkungen für den Lehrer

- Die Schüler sollen vor der Versuchsdurchführung überlegen, ob ein Handyladegerät elektrische Energie verbraucht, obwohl es „aus“ ist.
- Wie das Energiemessgerät abgelesen wird, sollte mit den Schülern vorher besprochen werden.
- Der Aufbau und die Funktion eines Transformators kann und sollte je nach Klassenstufe besprochen werden.



Dieses Ladegerät hat eine Leistungsaufnahme von 44 W!!

Mögliche Lösungen:

Beobachtung: Die Anzeige zeigt eine Leistungsaufnahme an, es wird Energie benötigt, obwohl das Ladegerät „aus“ ist.

Ergebnis: In Ladegeräten ist ein Transformator verbaut. Auch ohne angeschlossenes Handy wird dort elektrische Energie in Wärme umgewandelt.
Alle Ladegeräte, Netzteile in denen ein Transformator verbaut ist, sind nur dann ganz aus, wenn sie keine Verbindung zum Stromnetz haben – nicht eingesteckt sind.
Anderenfalls sind sie in einem Zustand, der Scheinaus genannt wird.