

Zentrum für schulpraktische Lehrerbildung Leverkusen  
Seminar für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen  
Brückenstr. 10-12 — 51379 Leverkusen

**Unterrichtsentwurf für einen außerplanmäßigen  
Unterrichtsbesuch im Fach Physik im Rahmen einer  
Fachleiterkonferenz**

Studienreferendar:	Dr. Daniel J. Wieczorek
Ausbildungsschule:	Freiherr-vom-Stein-Gymnasium Leverkusen
Lerngruppe:	8x (y Schülerinnen, z Schüler)
<b>Thema der Unterrichtsreihe:</b>	Der Mensch als Energiewandler
<b>Thema der heutigen Stunde:</b>	Beispiele für alltägliche Energieumwandlungsprozesse, insbesondere mit Beteiligung des Menschen: Einführungsstunde in die Reihe “Der Mensch als Energiewandler” durch eine Präsentation der Schülervorstellungen in Gruppen mit anschließendem Lernen an Stationen.
Hausaufgabe zur heutigen Stunde:	Fotos anfertigen und ausdrucken, die alltägliche Energieumwandlungen zeigen
eingeführtes Physikbuch:	Fokus Physik 7-9

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufbau des Unterrichtsvorhabens</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Lernziele</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Didaktisch-methodische Überlegungen</b>	<b>4</b>
3.1	Sachanalyse . . . . .	4
3.2	Lernvoraussetzungen . . . . .	4
3.3	Didaktische Überlegungen . . . . .	4
3.4	Begründung der wesentlichen methodischen Entscheidungen . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Verlaufsplan</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>Erklärung</b>	<b>9</b>

**Vorbemerkung:** Da es sich um keinen offiziellen Unterrichtsbesuch im Rahmen der Ausbildung handelt, wird auf den Aufbau des Unterrichtsvorhabens, die Beschreibung der Lernausgangslage und die Sachanalyse verzichtet. Die wesentlichen methodischen Entscheidungen sind ebenfalls knapp gehalten, didaktische Erläuterungen zu den verwendeten Methoden bzw. Sozialformen finden sich z.B. im Methodenpool der Universität zu Köln (*Methodenpool*). Die fachdidaktische Bedeutung der Kontextorientierung wird knapp in den PIKO-Briefen erläutert (*PIKO-Briefe. Der fachdidaktische Forschungsstand kurzgefasst.*). Da die Mehrzahl der Arbeitsblätter unverändert aus der Publikation (*Der Mensch als Energiewandler. Ein Unterrichtskonzept für den Physikunterricht der Klassenstufe 7-8*) entnommen und aus Zeitgründen nicht in L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xgesetzt werden konnten, wurden die neu erstellten Arbeitsblätter dem aus Sicht des Autors etwas zu “verspielten” Layout angepasst.

## 1 Aufbau des Unterrichtsvorhabens

entfällt

## 2 Lernziele

Durch das gewählte Lernarrangement soll als Stundenziel erreicht werden, dass die Schülerinnen und Schüler<sup>1</sup> alltägliche Energieumwandlungsprozesse mit und ohne Beteiligung des Menschen nennen können.

Im Rahmen der Unterrichtsreihe wird angestrebt, dass die Schüler

- ein Modellexperiment zur Wärmedämmung durch Kleidung und Unterhautfettgewebe sowie eines zur Abkühlung durch Verdunstung von Schweiß beschreiben sowie den Begriff des Modellexperiments erläutern können,
- ein Experiment zum Nachweis der Wärmeabstrahlung durch den Menschen beschreiben können,
- ein Experiment beschreiben können, mit dem man die körperliche Leistungsfähigkeit des Menschen in Relation zur Leistung eines Tauchsieders setzen kann sowie in diesem Zusammenhang den Begriff Leistung erläutern können,
- die Größenordnung typischer menschlicher Energieumsätze in Ruhe und nach Anstrengung nennen und mit alltäglichen Energieumsätzen in Natur und Technik vergleichen können.

---

<sup>1</sup>Im folgenden Text wird zur besseren Lesbarkeit nur die Formulierung “Schüler” verwendet; es sind jedoch stets sämtliche Geschlechter gemeint.

## 3 Didaktisch-methodische Überlegungen

### 3.1 Sachanalyse

entfällt

### 3.2 Lernvoraussetzungen

entfällt

### 3.3 Didaktische Überlegungen

Die Unterrichtsreihe leistet in Bezug auf den Kernlehrplan einen Beitrag zur Anbahnung oder Ausschärfung einiger zum Basiskonzept „Energie“ gehörenden Kompetenzen, indem Energietransportketten behandelt werden und der quantitative Zusammenhang von umgesetzter Energiemenge, Leistung und Zeitdauer eines Prozesses in Natur und Technik betrachtet wird. Durch die Untersuchung der Wärmeabstrahlung wird ein natürlicher Anknüpfungspunkt zum Thema Energieentwertung geschaffen.

Der Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“ wird angesprochen, indem wohl erstmals im bisherigen Physikunterricht der Mensch durch die in ihm stattfindenden Energieumwandlungsprozesse deutlich als Teil der Physik in Erscheinung tritt, sodass auf den Menschen bezogene wissenschaftliche Fragestellungen auch physikalischer Antworten bedürfen. Zudem regt gerade die Station „Wie halten Menschen ihre Körpertemperatur“ zur eingehenderen Beschäftigung mit Modellexperimenten an. Letztlich wird durch die gewählte Sozialform und die abschließenden Schülervorträge ein Beitrag zur fachbezogenen Kommunikationskompetenz geleistet (*Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein Westfalen Physik 2014*).

Die Unterrichtsreihe weist für die Schüler eine unmittelbare Gegenwartsbedeutung auf, denn sie erleben sich selbst (ggf. erstmals) als Teil der Physik. Somit wird ein Beitrag geleistet, um den Menschen und die Bedingungen seiner Existenz zu verstehen, wodurch eine allgemein, aber insbesondere bei den Mädchen hohe Lernmotivation erwartet wird (Muckenfuß, 2006). Die Zukunftsbedeutung eines verständigen Umgangs mit dem Begriff Energie liegt angesichts knapper werdender fossiler Brennstoffe auf der Hand.

Die Inhalte vieler Stationen stehen jeweils exemplarisch für bestimmte Energieumwandlungsprozesse, die den Menschen betreffen, sodass die Reihe einen Beitrag zur kategorialen Bildung i.S.v. Klafki zu leisten vermag. Neben der konsequenten Kontextorientierung nach Muckenfuß bietet sich für die Schüler außerdem eine Gelegenheit, dem Phänomen der Wärmeabstrahlung durch den eigenen Körper durch

eine körperliche Erfahrung wie eine Messung zu begegnen und körperlich zu erfahren, wie anstrengend es ist, eine geringe Menge Wasser zu erhitzen.

Weitere didaktische Aspekte werden im ursprünglichen Entwurf der Reihe durch Komorek und Nawrath diskutiert, sodass an dieser Stelle darauf verzichtet wird. Einige Stationen wurden modifiziert, eine weitere wurde hinzugefügt:

Die Sammlung der Schule verfügt über eine Wärmebildkamera, sodass das Wärmebild nicht mehr mit Hilfe eines Infrarotthermometers selbst erstellt werden muss. Die immer wieder zu beobachtende Freude der Schüler beim Umgang mit der Kamera wird dabei nicht durch didaktische Nachteile erkauft, da das selbstständige Anfertigen des Bilds das Verständnis seiner Entstehung nicht verbessert.

Mangels eines Messgeräts für geringe elektrische Energieumsätze wird für den Tauchsieder angegeben, dass dieser 300J pro Sekunde umsetzt, sodass den Schülern gleichzeitig eine Interpretation der Aufschrift „300W“ zur Verfügung steht. Die Umrechnung in die für elektrische Energie gebräuchliche Einheit kWh wird dabei vorgegeben, sodass die Schüler berechnen können, wie lange man am Handgenerator kurbeln müsste, um durch Einspeisung ins Stromnetz 1 Euro zu verdienen.

Aufgrund der Klassenstärke musste eine weitere nicht-experimentelle Station hinzugefügt werden, an der eine Einordnung des menschlichen Grundumsatzes in alltägliche Größenordnungen geschehen soll: Mit 5000kJ könnte man den Heizwert von 160ml Benzin ersetzen, einen 65“-Fernseher 5,5h lang betreiben, eine Person mit Masse  $m=50\text{kg}$  10.000m hoch heben (wobei als didaktische Reduktion die Inhomogenität der Gravitationsfelds der Erde ignoriert wird), fast 15l Wasser zum Kochen bringen oder aber den “Brennwert” von 0,06mg Uran-235 ersetzen.

Das Thema Energie wurde zuletzt im Anfangsunterricht (Klasse 6) in einem Umfang von etwa sechs Unterrichtsstunden behandelt, sodass davon auszugehen ist, dass die Schüler über keine trügfähige mentale Repräsentation des Fachbegriffs verfügen. Auf Nachfrage haben viele Schüler am Ende der vorhergehenden Stunde angegeben, dass sie auch aus dem Chemieunterricht nicht oder nicht bewusst mit dem Energiebegriff vertraut sind. Im Sinne einer konstruktivistischen Sichtweise auf das Lernen setzt die Reihe daher bei den Alltagsvorstellungen der Schüler an. Als Hausaufgabe sollten die Schüler Fotos von alltäglichen Situation anfertigen und ausdrucken, die ihrer Meinung nach mit Energieumwandlungen zu tun haben; insbesondere sollen auch Fotos vorkommen, auf denen Menschen Energie umwandeln. Nach einer Präsentation einiger dieser Vorstellungen im Plenum und einer auf die folgenden Lernstationen ausgerichteten Zusammenfassung bzw. Ergänzung durch den Lehrer kann zum Stationenlernen übergegangen werden.

### 3.4 Begründung der wesentlichen methodischen Entscheidungen

Als Hausaufgabe sollten die Schüler Fotos anfertigen und ausdrucken, die ihrer Meinung nach mit Energieumwandlungen im Alltag zu tun haben. Dabei sollten insbesondere solche beachtet werden, an denen der Mensch beteiligt ist. Zu Beginn der Stunde soll dies aufgegriffen werden: Die Klasse erstellt in Kleingruppen Placemats. Auf diese Weise werden sich die Schüler zunächst noch einmal ihrer eigenen Vorstellungen gewahr, sie lernen beim Drehen des Placemats die Beiträge ihrer Gruppenmitglieder kennen und können sich zuletzt kooperativ auf ein bis zwei besser ausgearbeitete Gruppenvorschläge einigen. Da hier zunächst Vorkenntnisse bzw. Alltagsvorstellungen expliziert werden, hält sich der Lehrer während der Arbeitsphase weitgehend zurück und beobachtet lediglich.

Kurz vor Abschluss dieser Phase bietet er einigen Gruppen an, ihr Ergebnis der Klasse zu präsentieren. Hierzu werden die zentralen Felder der Placemats fotografiert und in eine Präsentation kopiert, die über den Beamer angezeigt wird. Auf diese Weise wird das Ergebnis für alle Schüler schnell verfügbar. Dem Lehrer kommt hierbei die Rolle des Moderators zu.

Auf die Durchführung als “Gallery Walk” wird einerseits aus Zeitgründen verzichtet und weil andererseits vermutet werden kann, dass Energieumwandlungen mehrfach vorkommen. Zuletzt fasst der Lehrer die Ergebnisse dieser ersten Annäherung an die Begriffe Energie bzw. Energieumwandlung zusammen und stellt kurz die anstehende Stationsarbeit ebenfalls am Beamer vor.

Da am Freiherr-vom-Stein-Gymnasium die 3. und 4. Stunde als Block unterrichtet wird und kein Gong ertönt, kann die Pause an diese Stelle flexibel eingesetzt werden. Der Unterricht wird anschließend in einem zweiten Physikraum fortgesetzt, in dem bereits die Stationen aufgebaut sind. Für den ersten Durchlauf wurde durch entsprechende Positionierung bereits eine Zuordnung zu Schülergruppen vorgenommen. Hierdurch werden Reibungsverluste durch Unentschlossenheit bei der Stationenwahl ausgeschlossen und gleichzeitig kann sichergestellt werden, dass folgende drei Stationen als erstes von einer Gruppe bearbeitet werden, die den Anforderungen möglichst ohne weitere Unterstützung gewachsen ist:

- Die Station, an der mit einem Tauchsieder und einer an den Dynamot angeschlossenen Heizspirale Wasser erwärmt wird, erfordert einen verantwortungsvollen Umgang mit diesen Geräten und ein genaues Befolgen der Rechenanleitung.
- An der Station zum Energieumsatz beim Atmen muss eine etwas umfangreichere Anleitung gelesen und umgesetzt werden.

- Die Styroporbox wird zunächst von einer möglichst ruhigen Gruppe bearbeitet, die die Wartezeit auf die Messwerte gut tolerieren kann.

Nach dem ersten Durchlauf werden die Gruppen zu “Experten” für ihre Station und können den später dort arbeitenden Gruppen als Ansprechpartner dienen, was die Sicherheit erhöht, dass die Stationen möglichst ohne Eingreifen des Lehrers bewältigt werden können. Die Verbindlichkeit für eine intensive Auseinandersetzung wird dabei zudem durch den Vortrag erhöht, den jede Gruppe über ihre erste bearbeitete Station vorbereiten soll.

## 4 Verlaufsplan

Phase	Lernschritt/Unterrichtsinhalt (Impulse, Schlüsselfragen, geplantes Lehrerverhalten, erwartetes Schülerverhalten)	Lernorganisation (Sozial-/Aktionsformen, Medien)
Begrüßung	L begrüßt die Klasse und stellt den Besuch vor	
Ein- stieg	L: Als HA hatte ich euch darum gebeten, dass ihr Fotos von alltäglichen Energieumwandlungen anfertigt und ausdruckt. Vor euch liegt eine Vorlage für ein sog. Placemat und ein kleiner Zettel mit dem Arbeitsauftrag. Lest diesen Zettel bitte zunächst durch. S lesen (2min) L: Nun erklärt bitte jemand von euch, was genau zu tun ist. S erklären Placemat, stellen ggf. Fragen bei Unklarheiten.	LV  EA UG
Erar- beitung	S erstellen das Placemat  L beobachtet Arbeitsphase, bietet einigen Gruppen an, anschließend im Plenum zu präsentieren  L fotografiert zentrales Feld der betreffenden Placemats  L kopiert Fotos in eine Präsentation	EA/GA;  Fotos, Placemat
Präsen- tation	S präsentieren ihre Ergebnisse am Beamer und diskutieren mit der Klasse  L moderiert falls nötig	SV/UG; Beamer
Zwi- schen- siche- rung	L fasst zusammen und zeigt kurz die für die Stationenarbeit relevanten Energieumwandlungen	LV; Beamer
Über- leitung	L erläutert kurz die anstehende Stationenarbeit	LV; Beamer
Pause mit Raumwechsel nach PhÜ zur Stationenarbeit		

## 5 Quellenverzeichnis

**Duit, R. et al.** *PIKO-Briefe. Der fachdidaktische Forschungsstand kurzgefasst.*

<http://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-physik/piko/pikobriefe032010.p>  
abgerufen am 20.09.2015.

*Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein Westfalen Physik* (2014). Düsseldorf.

**Muckenfuß, H.** (2006). *Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts.* Berlin: Cornelsen.

**Nawrath D.; Komorek, M.** *Der Mensch als Energiewandler. Ein Unterrichtskonzept für den Physikunterricht der Klassenstufe 7-8.* <http://www.energieportal.uni-oldenburg.de/sites/default/files/material/Mensch%20als%20Energiewandler.pdf>,  
abgerufen am 20.11.2015.

**Reich, K.(Hg.)** *Methodenpool.* <http://methodenpool.uni-koeln.de>, abgerufen am 01.03.2016.

## 6 Erklärung

Ich versichere, dass ich die Schriftliche Arbeit eigenständig verfasst, keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt und die Stellen der Schriftlichen Arbeit, die anderen Werken dem Wortlaut oder Sinn nach entnommen sind, in jedem einzelnen Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht habe. Das Gleiche gilt auch für beigegebene Zeichnungen, Kartenskizzen und Darstellungen. Anfang und Ende von wörtlichen Textübernahmen habe ich durch An- und Abführungszeichen, sinngemäße Übernahmen durch direkten Verweis auf die Verfasserin oder den Verfasser gekennzeichnet.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift

## Anhang

- Kopiervorlage für den Arbeitsauftrag
- Stationskarten und Arbeitsblätter
- Hinweise für die abschließende Präsentation

## Kopiervorlage für den Arbeitsauftrag

Auf deinem Gruppentisch liegt ein A2-Blatt mit vier äußeren Feldern und einem inneren Feld (ein sog. "Placemat").

- Klebe deine Fotos mit einem kleinen Klebestreifen auf ein äußeres Feld (so, dass du sie nachher ggf. wieder ablösen kannst). Notiere dort, welche Energieumwandlungen deiner Meinung nach dargestellt werden (5min).
- Das Placemat wird nun um 90 Grad gedreht, sodass du das Feld deines Nachbarn lesen kannst. Ergänze es, falls deiner Meinung nach etwas fehlt. Wiederhole diesen Schritt, bis du alle Felder gesehen hast (je 2min).
- Einigt euch nun in der Gruppe auf 1-2 Energieumwandlungen, die ihr gemeinsam im zentralen Feld darstellen wollt und führt dies aus (5min).

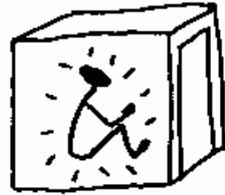
Auf deinem Gruppentisch liegt ein A2-Blatt mit vier äußeren Feldern und einem inneren Feld (ein sog. "Placemat").

- Klebe deine Fotos mit einem kleinen Klebestreifen auf ein äußeres Feld (so, dass du sie nachher ggf. wieder ablösen kannst). Notiere dort, welche Energieumwandlungen deiner Meinung nach dargestellt werden (5min).
- Das Placemat wird nun um 90 Grad gedreht, sodass du das Feld deines Nachbarn lesen kannst. Ergänze es, falls deiner Meinung nach etwas fehlt. Wiederhole diesen Schritt, bis du alle Felder gesehen hast (je 2min).
- Einigt euch nun in der Gruppe auf 1-2 Energieumwandlungen, die ihr gemeinsam im zentralen Feld darstellen wollt und führt dies aus (5min).

Auf deinem Gruppentisch liegt ein A2-Blatt mit vier äußeren Feldern und einem inneren Feld (ein sog. "Placemat").

- Klebe deine Fotos mit einem kleinen Klebestreifen auf ein äußeres Feld (so, dass du sie nachher ggf. wieder ablösen kannst). Notiere dort, welche Energieumwandlungen deiner Meinung nach dargestellt werden (5min).
- Das Placemat wird nun um 90 Grad gedreht, sodass du das Feld deines Nachbarn lesen kannst. Ergänze es, falls deiner Meinung nach etwas fehlt. Wiederhole diesen Schritt, bis du alle Felder gesehen hast (je 2min).
- Einigt euch nun in der Gruppe auf 1-2 Energieumwandlungen, die ihr gemeinsam im zentralen Feld darstellen wollt und führt dies aus (5min).

## Der Mensch als Wärmestrahler



**Material:** Styroporbox, Thermometer, Stoppuhr (Smartphone)

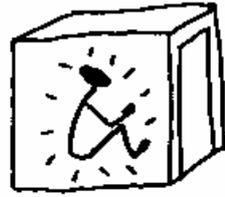
### Was ist zu tun?

1. Legt das Thermometer in die Box. Der Temperaturfühler gehört in den markierten Bereich.
2. Eine oder einer von Euch setzt oder hockt sich in die Box. Die anderen legen den Deckel auf und „schließen die Tür“.
3. Bittet den Insassen bzw. die Insassin um die Temperatur (untere Anzeige „OUT“ ablesen!). Startet die Stoppuhr, bittet alle 30 Sekunden um einen aktuellen Wert und notiert diesen.
4. Nach 5 Minuten darf eine zweite Person in die Box. Sie sollte eine merklich andere Körpermasse haben als die erste Person. Wiederholt dann das obige Experiment.

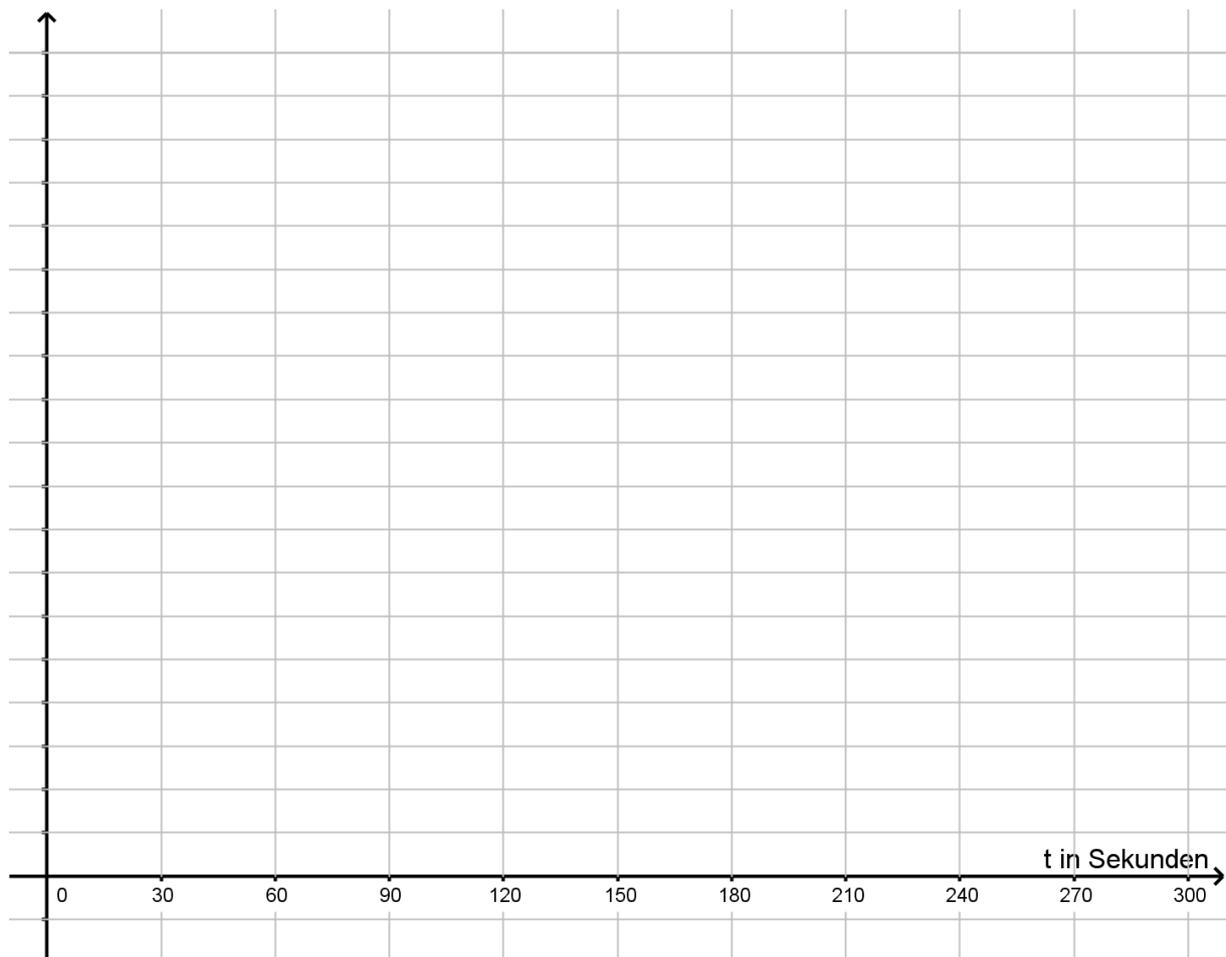
Körpermassen    Person 1:  $m_1 =$                       kg                      Person 2:  $m_2 =$                       kg

Zeit in Sekunden	Temperatur 1 in °C	Temperatur 2 in °C
0		
30		
60		
90		
120		
150		
180		
240		
300		

## Der Mensch als Wärmestrahler



Aufgabe 1) Nutze die vorgegebenen Achsen, um deine Messergebnisse graphisch darzustellen. Überlege dir zuerst, welche Skalenbeschriftung sinnvoll ist!



Aufgabe 2) Beantworte die Fragen a und b schriftlich

- Welcher Zusammenhang zwischen Temperaturerhöhung in der Box und der Zeit fällt dir auf?
- Welcher Zusammenhang zwischen Temperaturerhöhung in der Box und der Masse der Person fällt dir auf? (Tipp: Betrachte einzelne Zeitpunkte)

## Station "Atmen und Energie umwandeln"



In dieser Station erarbeiten die Schülerinnen und Schüler den Zusammenhang zwischen der Atmung (Sauerstoffaufnahme) und dem Energieumsatz des Menschen.

Dafür werden zunächst im Experiment das Atemvolumen und die Atemfrequenz der Schüler ermittelt.

Mit Hilfe einer Anleitung kann im nächsten Schritt daraus der Energieumsatz des Menschen ermittelt werden.

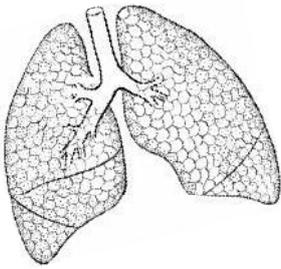
In einem weiteren Versuch werden Atemvolumen, Atemfrequenz und der daraus resultierende Energieumsatz bei sportlicher Belastung ermittelt und mit dem Grundumsatz verglichen.



Messung des Atemvolumens durch atmen in einen Beutel



Anschließende Volumenmessung in einer Wasserwanne



## Bestimmung des Energieumsatzes mit Hilfe des Atemvolumens



### Material:

- 1 Glaswanne mit Wasser	- 1 Mundstück
- 1 Plastikflasche mit offenem Boden	- 1 Stoppuhr
- 1 dünner Schlauch mit Klemme und Kunststofftüte an einem Ende	- 1 Stuhl



Schritt 3: Deckel öffnen und Mundstück von unten einführen.

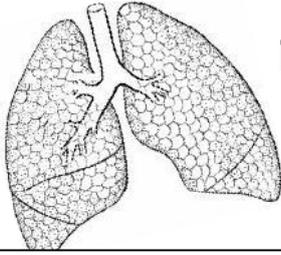


Flasche herunterdrücken bis sie voll Wasser ist und Deckel verschließen.

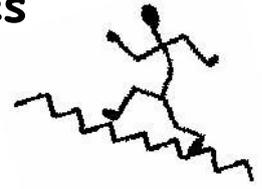
### *Was ist zu tun?*

Nur einer aus der Gruppe bestimmt aus Zeitgründen das Atemvolumen. Die anderen Gruppenmitglieder bedienen die Messgeräte bzw. protokollieren.

1. Miss zunächst die Anzahl deiner **Atemzüge** für 30 Sekunden und multipliziere die gemessene Anzahl mit 120, somit erhältst du deine Atemfrequenz in einer Stunde. Trage diesen Wert in Tabelle 1 (auf der nächsten Seite) ein.
2. **Ausatmen in eine Tüte:** Entleere zuerst die Tüte am Schlauch durch Hinausdrücken der Luft. Lege nun das Mundstück an und atme mehrmals mit normalen Atemzügen zuerst nur durch die Nase ein und aus. Atme dann einmal **normal** durch das Mundstück in der Tüte. Ein Mitschüler verschließt mit der Klemme den Schlauch.
3. **Bestimmung des Volumens:** Öffnet dazu zunächst den Deckel der Plastikflasche etwas und führt den Schlauch mit Mundstück unten in die Flasche. Taucht die Flasche vollständig ein, so dass sie voll Wasser ist und verschließt den Deckel (wie auf den Bildern).  
 Öffnet jetzt die Klemme und drückt die ausatmete Luft in die Flasche. Lest mit Hilfe der Skala auf der Flasche ab, wie viel Wasser dabei verdrängt wurde.  
 Tragt diesen Wert in der Einheit **Liter (nicht ml)** in die Tabelle 1 beim Atemvolumen ein.



# Bestimmung des Energieumsatzes mit Hilfe des Atemvolumens



4. Wiederholt

Punkt 2 und 3 zwei- bis dreimal!

5. Erhöhe nun deine  
Atemfrequenz, indem du so schnell wie du kannst 20 mal mit beiden Beinen auf den Stuhl rauf und runter steigst. Atme anschließend direkt in das Mundstück aus und trage den abgelesenen Wert (Einheit: Liter) in Tabelle 2 ein.

6. Verfahre  
genauso wie in Punkt 1 und trage diesen Wert in Tabelle 2 ein.

7. Wiederholt die Punkte 5 und 6 zweimal!

Bildet die Mittelwerte der Messungen und jeweils den Sauerstoffverbrauch pro Stunde. Berechnet abschließend mit der unter den Tabellen befindlichen Gleichung den Energieumsatz.

Zur Vereinfachung können wir annehmen, dass man im Durchschnitt  $\frac{1}{4}$  des Sauerstoffgehaltes der Luft in der Lunge aufnimmt. Der Sauerstoffanteil der Luft beträgt ca. 21%, also entspricht  $\frac{1}{4}$  von 21% einer Sauerstoffaufnahme von ca. 5%. Das Atemvolumen muss folglich mit 5% = 0,05 multipliziert werden!

Tabelle 1 (ohne sportliche Belastung)



Atemfrequenz pro h	Atemfrequenz pro h	Atemvolumen in Liter	Atemvolumen in Liter

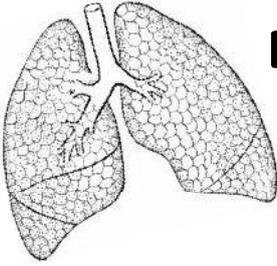
Mittelwert

Mittelwert  $\times$  0,05

X

=

(Sauerstoffverbrauch  
V in l/h)



## Bestimmung des Energieumsatzes mit Hilfe des Atemvolumens

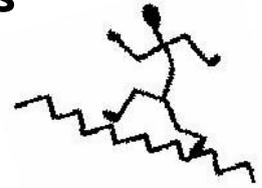


Tabelle 2 (mit sportlicher Belastung )

Atemfrequenz pro h	Atemfrequenz pro h	Atemvolumen in Liter	Atemvolumen in Liter

Mittelwert

Mittelwert × 0,05

x

=

(Sauerstoffverbrauch

V in l/h)

### Berechnung des Energieumsatzes Q:

Energieumsatz Q (in kJ/h) = Sauerstoffverbrauch V (in l/h) × 20,41 kJ/l

**Ohne Belastung:**

$$\text{Energieumsatz} = \frac{\quad}{h} \times 20,41 \frac{\text{kJ}}{l} = \frac{\quad}{h}$$

**Mit Belastung:**

$$\text{Energieumsatz} = \frac{\quad}{h} \times 20,41 \frac{\text{kJ}}{l} = \frac{\quad}{h}$$

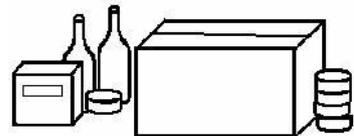
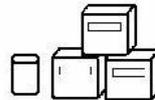


## Brennwert von Lebensmitteln



Es ist dir bestimmt schon aufgefallen, dass du auf fast allen Lebensmittelverpackungen Angaben über die Nährwerte des jeweiligen Nahrungsmittels erhältst. In dieser Station sollst du dir diese einmal genauer anschauen.

**Material:** Kiste mit mehreren leeren Verpackungen und Flaschen von Lebensmitteln.



### Aufgabe 1.

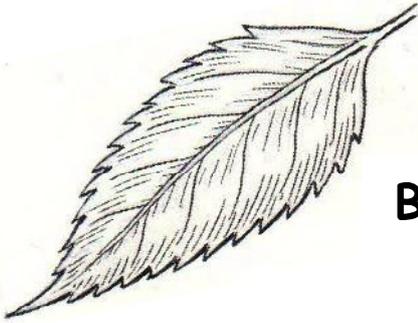
Nimm dir aus der Kiste verschiedene Verpackungen heraus und suche die darauf abgedruckten Nährwerttabellen.

Trage die Daten in die folgende Tabelle ein. Beachte dabei, dass du die **Angaben pro 100g** aufschreibst.



Beispiel einer Nährwerttabelle

Produktname	1 Brennwert in kJ	2 Brennwert in kcal	3 Eiweiß in g	4 Kohlenhydrate in g	5 Fett in g



# Brennwert von Lebensmitteln



## Aufgabe 2:

In deiner Tabelle findest du zwei Angaben zum Brennwert. Findest du einen Zusammenhang?

Der Brennwert gibt die Energiemenge an, die das jeweilige Nahrungsmittel (je 100g) für den menschlichen Körper bereithält. Dabei bedeuten die Abkürzungen kJ Kilojoule, kcal Kilokalorie. Wie viel Kilojoule sind eine Kilokalorie?

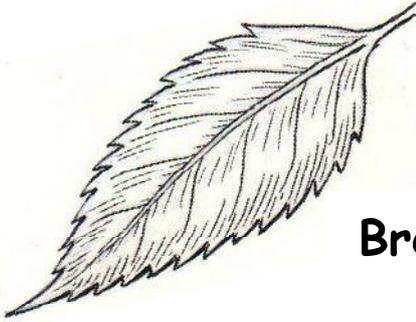
1 kcal = \_\_\_\_\_ kJ

## Aufgabe 3:

Die einzigen Energielieferanten für den menschlichen Körper sind Eiweiße, Kohlenhydrate (Stärke, Zucker) und Fette. 1g Eiweiß oder Kohlenhydrate liefert dem Körper ca. 17kJ, 1g Fett ca. 40kJ. Berechne mit Hilfe der Spalten 3-5 in der Tabelle, ob die Brennwerte korrekt von den Herstellern angegeben wurden. Verwende dabei folgende Tabelle:



Produktname	1 Brennwert in kJ	2 Eiweiß in kJ	3 Kohlenhydrate in kJ	4 Fette in kJ	Summe



## Brennwert von Lebensmitteln



### Aufgabe 4:

Der Grundumsatz eines Menschen liegt zwischen 1200 und 2050 kcal zuzüglich seines Leistungsumsatzes, d.h. der Energiemenge, die man für jede Art von Bewegung benötigt.

Gehe davon aus, dass dein Körper täglich etwa 2000 kcal an Energie benötigt. Suche dir drei von den von dir untersuchten Lebensmitteln aus und schreibe in die Tabelle wie viel du von diesen an einem Tag essen müsstest, um deinen täglichen Bedarf zu decken.

Tag1	Produktname	Kcal pro 100g	Menge des Produkts	Kcal über das Produkt
	1			
	2			
	3			

Gesamt: \_\_\_\_\_  
ca. 2000 kcal

Tag2	Produktname	Kcal pro 100g	Menge des Produkts	Kcal über das Produkt
	1			
	2			
	3			

Gesamt: \_\_\_\_\_  
ca. 2000 kcal



## Wie halten Menschen ihre Körpertemperatur?



### Aufgabe 1

Lese dir den Text: „Der Wärmehaushalt des Menschen“ sorgfältig durch, markiere wichtige Aussagen und beantworte die „Fragen zum Text“.

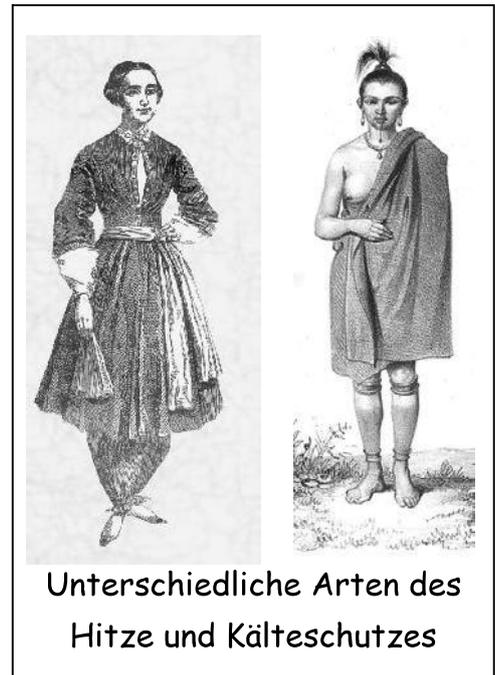
### Der Wärmehaushalt des Menschen

Der Mensch zählt zu den Warmblütern. Seine Körpertemperatur im Inneren seines Körpers ist konstant, sie liegt bei ungefähr  $37^{\circ}\text{C}$  (Das kennst du vielleicht: Wenn du krank bist, wird Fieber gemessen und so geprüft, ob deine Körpertemperatur auf über  $37^{\circ}\text{C}$  angestiegen ist.). Diese konstante Temperatur ist für uns lebenswichtig, damit die biologischen Prozesse im Körper optimal ablaufen können. Damit liegt unsere Körpertemperatur normalerweise deutlich über der Umgebungstemperatur.

In kühler Umgebung gibt der Mensch über die Haut ständig Energie ab. Die im Körper produzierte Wärme wird dabei vom Herz über das erwärmte Blut durch die Arterien zur Haut (und auch zur Lunge) transportiert und dort in die umgebende Luft abgegeben. Durch warme Kleidung wird diese Energieabgabe des Körpers verringert.

Es gibt aber auch Situationen, in denen der Mensch zu viel Wärme erzeugt. Bei den Energieumwandlungen im Körper entsteht nämlich immer auch Wärme. So wird zum Beispiel bei körperlicher Arbeit oder beim Sport vor allem in den Muskeln zu viel Wärme erzeugt, so dass der Körper einen Teil an die Umgebung abgegeben muss.

Gefördert wird diese Energieabgabe, wenn Wind herrscht oder man sich selbst bewegt, da dann die erwärmte Luft schneller wegbewegt wird. Auch das Schwitzen dient zur Förderung der Energieabgabe. Der Körper scheidet dabei Wasser aus, das auf der Haut verdunstet und so Energie aus dem Inneren des Körpers nach außen in die Umgebung transportiert.



Unterschiedliche Arten des Hitze und Kälteschutzes



## Wie halten Menschen ihre Körpertemperatur?



### Fragen zum Text:

- 1) *Nenne Situationen, in denen Menschen versuchen, die Energieabgabe in Form von Wärme über die Haut zu verringern. Finde eine Überschrift, die diese Situationen kennzeichnet.*
- 2) *Nenne Situationen, in denen die Energieabgabe über die Haut gefördert werden soll. Finde auch hier eine Überschrift, die diese Situationen charakterisiert.*
- 3) *Welche Strategien und Mechanismen dienen jeweils in 1 und 2 zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur von 37°C?*



## Wie halten Menschen ihre Körpertemperatur?

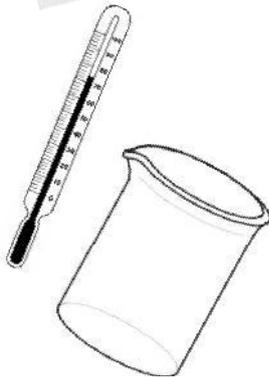


### Aufgabe 2

Lies dir den Text durch und führe das Experiment 1 durch. Trage dabei den Temperaturverlauf in die Grafik ein.

#### Benötigtes Material:

4 Bechergläser (300 ml, hoch)	1 Becherglas (300 ml, breit)
verschiedene „Kleidungsstücke“	Wasserkocher
Öl zur Simulation der Fettschicht eines Menschen	Föhn
Küchenpapier	4 Thermometer

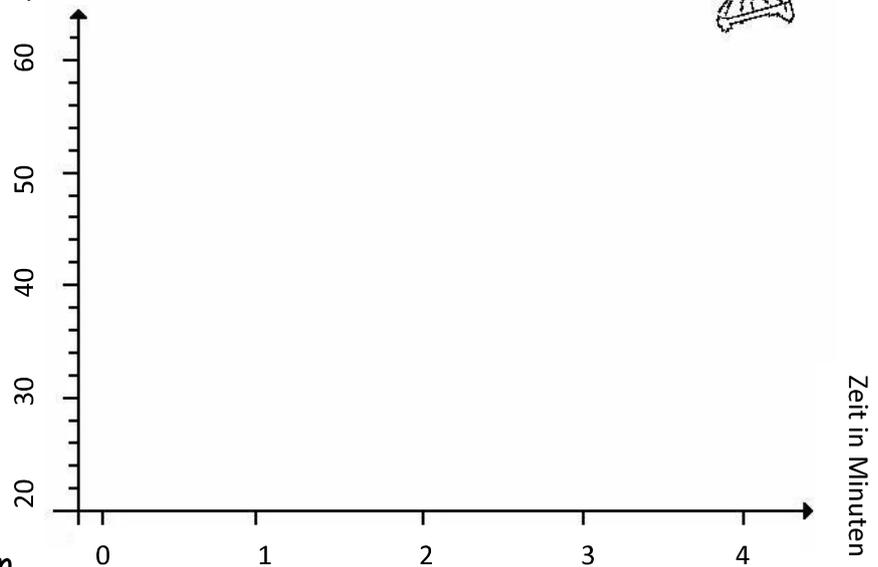


Stell dir vor, es ist Winter, es beginnt zu schneien... Aus Erfahrung (und aus dem Text) weißt du, dass Kleidung und auch unsere Fettschicht für unsere Körpertemperatur von großer Bedeutung ist:

#### Experiment 1:

Plant selbst einen Versuch, mit dem ihr die Wirkung von Kleidung und Fettschicht untersuchen könnt. Füllt dazu die Gläser mit warmem Wasser (ca. 50°C). Ihr könnt die bereit liegenden Materialien und auch eigene verwenden. (Die Fettschicht könnt ihr simulieren,

Temperatur in C°



indem ihr das schmale Becherglas in ein breites Becherglas stellt und den Zwischenraum mit Öl füllt, nachdem ihr das heiße Wasser in das schmale Becherglas gefüllt habt.)

**Dokumentiert euer Vorgehen und eure Ergebnisse genau.** Lest dafür in regelmäßigen Zeitabständen die Temperatur ab und tragt sie in die Grafik ein.



## Wie halten Menschen ihre Körpertemperatur?



### Aufgabe 3

Lies den Text auf dieser Seite und führe das Experiment 2 durch. Trage auch hier den Temperaturverlauf in die Grafik ein.

Nun stellt euch vor, es ist Sommer, die Sonne scheint, ihr spielt Fußball...., ein leichter Wind kommt auf.....



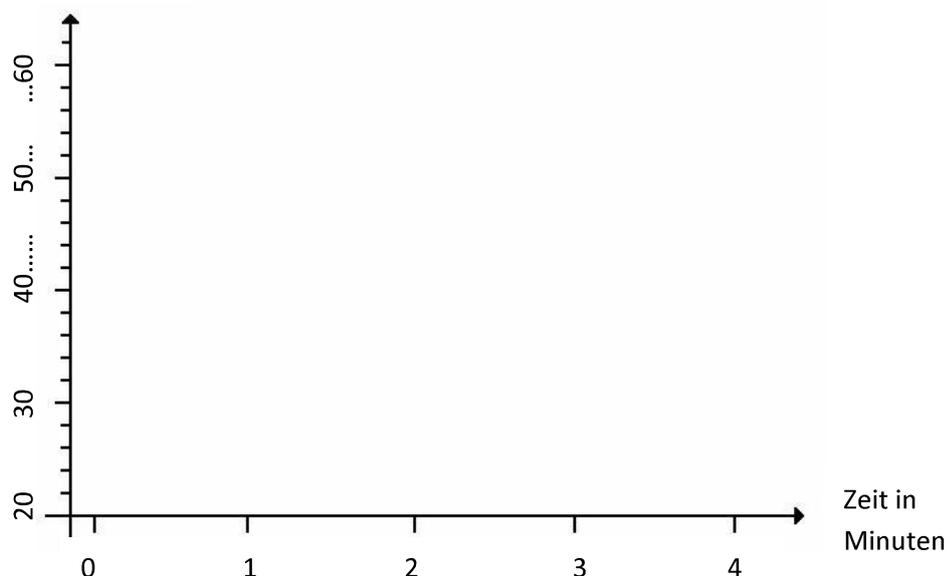
### Experiment 2:

Diese Situation sollt ihr in einem weiteren Versuch nachstellen:

Nehmt wieder eins der Gläser, füllt es mit heißem Wasser und stellt ein Thermometer hinein. Wickelt ein nasses Papiertuch um das Glas, der Föhn kann die Rolle des „leichten Windes“ übernehmen. Beobachtet die Wassertemperatur.

Dokumentiert auch hier eurer Vorgehen und eure Ergebnisse. Messt auch hier in regelmäßigen Abständen die Wassertemperatur und tragt sie in die Grafik ein.

Temperatur in C°



Welcher Mechanismus zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur wird mit diesem Versuch dargestellt?

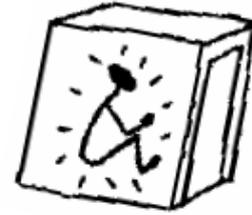
## **Infokarte: Wasser erhitzen**

Das Wasser musst du selbst auf 50°C erwärmen:

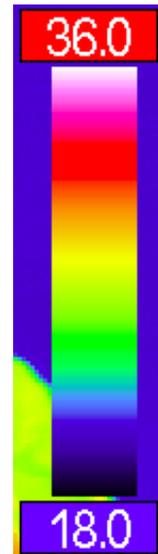
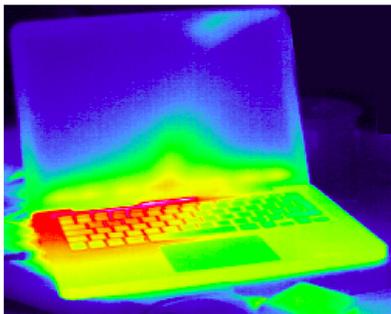
1. Fülle 1,5l Leitungswasser in den Wasserkocher.
2. Stelle bei geöffnetem Deckel ein großes Thermometer in den Wasserkocher, stecke ihn ein und schalte ihn ein.
3. Schalte ihn aus, sobald die gewünschte Temperatur erreicht ist und ziehe den Stecker.



## Dein eigenes Wärmebild



**Material:** Wärmebildkamera



Wärmebild eines Notebooks, von drei Menschen, Temperaturskala

**Infotext:** Mit Hilfe von Wärmebildkameras kann man verschiedene Temperaturen der Oberfläche eines Gegenstandes oder eines Lebewesens farblich darstellen. Die Farben entsprechen dabei den gemessenen Temperaturen. Rechts findest du eine Skala, die den Temperaturen bestimmte Farben zuordnet.

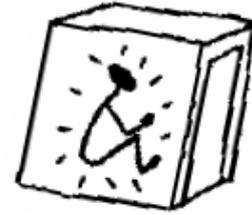
Während z.B. ein Schwein eine Hauttemperatur von 33-35 °C hat, liegen die Außentemperaturen eines Hauses etwa zwischen 28 °C und 32 °C. Die Temperaturen der menschlichen Haut unterscheiden sich um einige Grad Celsius, je nachdem, an welcher Körperstelle du misst.

### **Aber wie funktioniert eine Wärmebildkamera eigentlich?**

Ein eingebautes Infrarot-Thermometer erkennt die verschiedenen Temperaturen einer Oberfläche aufgrund der abgegebenen Wärmestrahlung. Wenn eine Wärmebildkamera ein Bild erstellt, ordnet sie den Temperaturen automatisch eine bestimmte Farbe zu und stellt diese z.B. auf einem Bildschirm dar.



## Dein eigenes Wärmebild

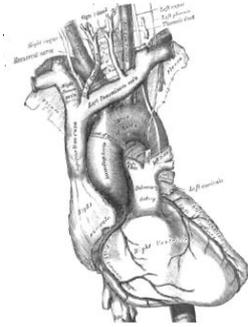


### Arbeitsanweisung:

- 1.) Unterhalb des Bildschirms sind drei Tasten. Mit der linken schaltet ihr die Kamera ein; sie braucht ca. 90s zum Aufwärmen.
- 2.) Notiert für alle Gruppenmitglieder die Temperaturen der entsprechenden Körperteile in der Tabelle:

Körperteil	Temperatur	Körperteil	Temperatur
Stirn		Außenfläche der Hand	
Wangen		Innenfläche der Hand	
Nase		Haare	
Zunge		Oberarm	
Kinn		Unterarm	
Hals		Brustbereich	

- 3.) Speichert jetzt von jedem eurer Gruppenmitglieder ein Wärmebild durch Drücken des „Abzugs“ am Zeigefinger. Diese Bilder könnt ihr später digital erhalten.
- 4.) Wenn ihr jetzt noch Zeit habt, könnt ihr eure Umgebung mit der Kamera untersuchen (bitte nur live, keine Bilder speichern).



**Dicke Arme und fettes  
Portemonnaie gleichzeitig?  
Durch körperliche Arbeit Geld  
verdienen durch Stromeinspeisung?**



Bei diesem Versuch sollst du ermitteln, wie lange du am Handgenerator kurbeln müsstest, um 1€ zu verdienen. Hierfür sollst du zwei Arten der Wassererwärmung vergleichen. Durch die Übertragung der Ergebnisse des Versuchs A auf den Versuch B kannst dann abschätzen, wie lange du für 1€ kurbeln müsstest!

**Material:** 2 Bechergläser, Handgenerator, 2 Kabel, Heizspirale am Stativ, Digitalthermometer, Stoppuhr

### **Versuch A**

Erwärme 500ml Wasser mit einem herkömmlichen Tauchsieder um 20°C und stoppe die dafür benötigte Zeit.

Stelle dazu den Temperaturfühler in das Becherglas, schließe den Tauchsieder an die Steckdose an und rühre mit ihm das Wasser um.

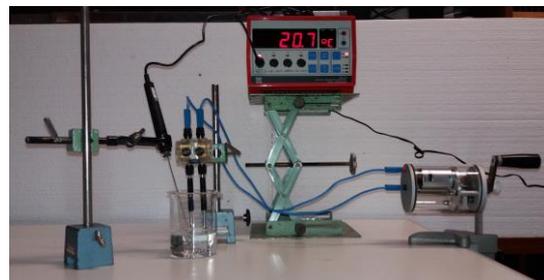


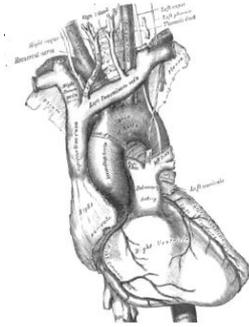
Du musst danach den Tauchsieder **sofort wieder ausstecken!**

### **Versuch B**

Erwärme 100ml Wasser durch Kurbeln am Handgenerator um 5°C und stoppe die dafür benötigte Zeit.

Stelle dazu erst die angeschlossene Heizspirale in das Becherglas und platziere dann den Temperaturfühler mittig ins Wasser.





**Dicke Arme und fettes  
Portemonnaie gleichzeitig?  
Durch körperliche Arbeit Geld  
verdienen durch Stromeinspeisung?**



### **Auswertung Versuch A und B:**

Berechne, wie lange du kurbeln müsstest, um 1€ zu verdienen, wenn dir das Energieversorgungsunternehmen 0,10€ pro kWh (Kilowattstunde) zahlt.

Schritt 1: Der Tauchsieder gibt pro Sekunde 300J Energie an das Wasser ab (Leistung  $P=300W$ ). Berechne, wie viel Energie über den gemessenen Zeitraum zur Erwärmung von 500ml Wasser um  $20^{\circ}C$  abgegeben wurde!

$$\Delta E_{20^{\circ},500ml} = P \times t = 300 \frac{J}{s} \times \quad s = \quad J$$

Schritt 2: Wie viel Energie hätte der Tauchsieder für die Erwärmung von 100ml um  $5^{\circ}$  umgewandelt? (Ein Viertel des Temperaturunterschieds, ein Fünftel des Wassers)

$$\Delta E_{5^{\circ},100ml} = \frac{\Delta E_{20^{\circ},500ml}}{4 \times 5} = \frac{J}{20} = \quad J$$

Schritt 3: Rechne deine „erkubelte“ Energie in die Einheit kWh um. Dabei gilt  $1kWh=3.600.000J$ .

$$\Delta E_{5^{\circ},100ml} = \frac{J}{3.600.000 \frac{J}{kWh}} = \quad kWh$$

Schritt 4: Wie häufig müsstest du den Kurbelvorgang wiederholen, um 10kWh (entspricht 1€) umzuwandeln?

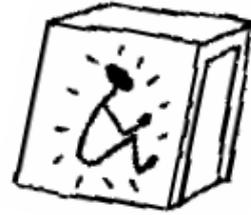
$$N = \frac{10kWh}{\Delta E_{5^{\circ},100ml}} = \frac{10kWh}{kWh} =$$

Schritt 5: Wie lange müsstest du schließlich kurbeln?

$$t_{gesamt} = N \times t =$$



## Alltägliche Energieumwandlungen im Vergleich zum Grundumsatz des Menschen



Der Grundumsatz eines Menschen ist diejenige Energie, die er bei ansonsten völliger Untätigkeit benötigt, um seine Körperfunktion aufrechtzuerhalten. Bei einem Erwachsenen kann man grob von  $5000\text{kJ}=5.000.000\text{J}$  pro Tag ausgehen. In den folgenden Aufgaben sollst du diese Energiemenge in Beziehung zu anderen alltäglichen Energiemengen setzen:

- 1.) Beim Verbrennen von 1ml Benzin werden etwa  $31\text{kJ}$  frei. Wieviel Benzin entspricht der Grundumsatz von  $5000\text{kJ}$ ?
- 2.) Ein moderner 65"-LED-Fernseher benötigt zum Betrieb ca.  $250\text{J}$  pro Sekunde. Wie lange könnte man den Fernseher mit  $5000\text{kJ}$  betreiben?
- 3.) Die  $m=1\text{kg}$  hat ein Gewicht  $F=10\text{N}$ . Hebt man sie vom Boden aus  $1\text{m}$  hoch, dann verrichtet man an ihr die Arbeit  $W=F*s=10\text{N}*1\text{m}=10\text{J}$ . Das bedeutet, dass man  $10\text{J}$  Energie benötigt, um diesen Vorgang durchzuführen.  
Wie viele Stockwerke (Deckenhöhe  $2,50\text{m}$ ) kann eine Person mit Masse  $m=50\text{kg}$  hochgehoben werden, wenn  $5000\text{kJ}$  zur Verfügung stehen?
- 4.) Mit  $4,2\text{kJ}$  kann man einen Liter Wasser um  $1^\circ\text{C}$  erwärmen. Wie viel Wasser mit Temperatur  $20^\circ\text{C}$  könnte man mit  $5000\text{kJ}$  zum Kochen bringen?
- 5.) In den „Brennstoffen“ von Atomkraftwerken steckt sehr viel Energie:  $1\text{mg}=0,001\text{g}$  Uran-235 haben einen Brennwert von  $79000\text{kJ}$ ! Wie viel (oder „wie wenig“) Uran-235 enthält dann  $5000\text{kJ}$ ?

## Eine Präsentation erstellen

Ihr sollt zum Abschluss der Stationenarbeit eine Präsentation (z.B. mit Impress, PowerPoint, der Beamer-Klasse von LaTeX...) zur Station

---

erstellen.

Folgende Hinweise können euch bei der Erstellung helfen:

- Sucht eine geeignete Überschrift für eure Präsentation.
- Macht in einer kurzen Einleitung deutlich, worum es bei eurer Station geht und was euer Experiment im Zusammenhang mit dem Menschen darstellt. Überlegt euch z.B., wofür euer Experiment ein Modell ist/sein könnte.
- Stellt den Aufbau, die Durchführung und eure Beobachtung des Experiments übersichtlich dar. Bilder können dabei helfen und zum Beispiel einen langen Text verkürzen oder ersetzen. Ihr dürft zu diesem Zweck Bilder von eurer Arbeit mit eurem Smartphone machen.
- Stellt eure Auswertung und Deutung des Versuches vor. Beschreibt dabei auch, was sich an diesem Experiment für die Energieumwandlung beim Menschen erkennen lässt. Andere sollen nachvollziehen, was ihr gemacht habt.
- Was war spannend, schwierig, lustig, langweilig, ...?
- Nehmt Bezug auf eure Einleitung: Ist das Experiment ein gutes Modell für eine Energieumwandlung beim Menschen gewesen, was hättet ihr euch besser oder anders vorstellen können...
- Gestaltet eure Präsentation ansprechend: verwendet eine einheitliche Schriftart und einheitliche Schriftgrößen für die Folien, schreibt möglichst nur Stichpunkte auf die Folien, verwendet keine „lustigen“, aber unprofessionellen Effekte wie hineinfliegende Texte o.ä.
- Bringt eure Präsentation auf einem USB-Stick mit in den Unterricht.
- Achtet darauf, dass jeder eurer Gruppe einen Teil beiträgt.

## **Eine Präsentation erstellen**

Ihr sollt zum Abschluss der Stationenarbeit eine Präsentation (z.B. mit Impress, PowerPoint, der Beamer-Klasse von LaTeX...) zur Station

### **Brennwert von Lebensmitteln**

---

erstellen.

Folgende Hinweise können euch bei der Erstellung helfen:

- Sucht eine geeignete Überschrift für eure Präsentation.
- Macht in einer kurzen Einleitung deutlich, worum es bei eurer Station geht.
- Nennt und erläutert die Ergebnisse eurer Auswertung der verschiedenen Lebensmittel.
- Recherchiert bitte im Internet, wie man den Energiegehalt von Lebensmitteln misst und erklärt das Verfahren kurz auf 1-2 Folien.
- Nehmt bitte auch kurz Stellung zu folgender Frage: Ist die Planung der Ernährung auf der alleinigen Basis dieser Tabellen (wie es z.B. beim berüht-berüchtigten „Kalorienzählen“ passiert) überhaupt sinnvoll?
- Gestaltet eure Präsentation ansprechend: verwendet eine einheitliche Schriftart und einheitliche Schriftgrößen für die Folien, schreibt möglichst nur Stichpunkte auf die Folien, verwendet keine „lustigen“, aber unprofessionellen Effekte wie hineinfliegende Texte o.ä.
- Bringt eure Präsentation auf einem USB-Stick mit in den Unterricht.
- Achtet darauf, dass jeder eurer Gruppe einen Teil beiträgt.

## Eine Präsentation erstellen

Ihr sollt zum Abschluss der Stationenarbeit eine Präsentation (z.B. mit Impress, PowerPoint, der Beamer-Klasse von LaTeX...) zur Station

### Alltägliche Energieumwandlungen

---

erstellen.

Folgende Hinweise können euch bei der Erstellung helfen:

- Sucht eine geeignete Überschrift für eure Präsentation.
- Macht in einer kurzen Einleitung deutlich, worum es bei eurer Station geht.
- Nennt die Beispiele und präsentiert eure Rechnungen.
- Recherchiert bitte im Internet Daten für fünf weitere Vergleiche, die ihr spannend findet (z.B. mit der Sonne: wie viel Strahlungsenergie trifft an einem Sommernachmittag auf eine Fläche von  $1\text{m}^2$ ?) und nehmt diese in eure Präsentation auf.
- Gestaltet eure Präsentation ansprechend: verwendet eine einheitliche Schriftart und einheitliche Schriftgrößen für die Folien, schreibt möglichst nur Stichpunkte auf die Folien, verwendet keine „lustigen“, aber unprofessionellen Effekte wie hineinfliegende Texte o.ä.
- Bringt eure Präsentation auf einem USB-Stick mit in den Unterricht.
- Achtet darauf, dass jeder eurer Gruppe einen Teil beiträgt.