

Dieses Unterrichtsmaterial steht - soweit nicht die Rechte anderer berührt sind - unter der folgenden Creative Commons Lizenz: (CC BY-NC-SA 3.0).



(Weiterbearbeitung und Weitergabe unter den Bedingungen: Namensnennung der Autoren (siehe folgende Seite), nicht-kommerziell und Weitergabe unter gleichen Bedingungen. Nähere Informationen sind zu finden unter: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/>)

Inhaltsverzeichnis

Der Mensch als Energiewandler

Thema	Seite
Vorwort	1
Erfahrungsbericht zum Unterrichtskonzept	5
Infoseite: Einstiegsphase	9
Station "Der Mensch als Wärmestrahler"	11
Teilstation A: "Wärmeabstrahlung in eine Styroporbox"	12
Teilstation B: "Dein eigenes Wärmebild"	15
Station "Atmen und Energie umwandeln"	19
Station "Nahrung und Energie"	23
Station "Wie halten Menschen ihre Körpertemperatur?"	31
Station "Anstrengung und Energie"	37
Erstellung von Kurzreferaten, Postern und Concept Maps	41
Erstellung einer Concept Map	42
Erstellung eines Posters	43
Erstellung eines Vortrages	44
Energiequiz	45

Vorwort

Die in diesem Heft vorliegenden Unterrichtsmaterialien basieren auf einem Unterrichtskonzept, das im Projekt "Physik im Kontext piko-OL" unter der Frage nach einer geeigneten Bildung für einen verantwortungsvollen Umgang mit Energie entstanden ist. piko-OL ist Teil des bundesweiten Programms "Physik im Kontext"; in Oldenburg haben drei Gruppen von Lehrkräften in den Jahren 2007 bis 2010 Unterrichtskonzepte zu verschiedenen Kontexten erarbeitet. Diese reichen von Anwendungskontexten für den einführenden Mechanikunterricht bis hin zum Kontext der Radio Frequency Identifikation RFID, also moderner Kodiersysteme, die unseren Alltag mehr und mehr mitbestimmen. Einen Schwerpunkt der piko-OL-Arbeiten ist aber die Energiebildung gewesen.

Das vorliegende Unterrichtskonzept ist für die Jahrgangsstufen 7/8 entwickelt worden, in denen gemäß dem niedersächsischen Kerncurriculum für das Fach Physik das Thema Energie und damit der physikalische Energiebegriff eingeführt werden sollen. Es greift dabei das in den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz verankerte Basiskonzept Energie auf, das neben den Basiskonzepten Materie, System und Wechselwirkung einen roten Faden durch den Physikunterricht der Sekundarstufe I bilden soll.

Das entwickelte Material und das Unterrichtskonzept sind in der Schulpraxis erprobt worden und sowohl an Gymnasien als auch mit etwas anderen Schwerpunkten an Haupt- und Realschulen einsetzbar. Der vorliegende Reader enthält Arbeitsblätter und Lehrerinformationen zu einem Stationenlauf, in dem Experimente zu fünf verschiedenen Energieumwandlungen des menschlichen Körpers dargestellt sind. Diese Experimente stellen Modelle für die ablaufenden Prozesse der Energieumwandlung dar. Die Besonderheit des Konzepts besteht darin, dass nicht in erster Linie von der Struktur des Fachs Physik ausgegangen worden ist, sondern zunächst von der Struktur des Kontextes „Der Mensch als Energiewandler“. Dies hat mehrere Gründe.

Zum einen ist dieser Kontext komplex genug, um Energieumwandlungen in unterschiedlicher Form zu untersuchen. Zum anderen ist dieser Kontext relevant genug, dass es sich lohnt, ihn näher zu untersuchen, denn etwas über die Prozesse im und am menschlichen Körper zu erfahren und zu erarbeiten, hilft, diesen Kontext besser zu verstehen. Und dies ist durchaus ein Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts, auch des Physikunterrichts. Zudem ist es so, dass aus Studien zum Interesse von Schülerinnen und Schülern bekannt ist, dass sie sich für Anwendungskontexte interessieren, die mit ihrem eigenen Körper zu tun haben, und zwar Jungen und Mädchen gleichermaßen.

Dass die Experimente Modelle für reale Prozesse darstellen und als solche verstanden werden sollen, hat mit dem Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu tun, Modellverständnis zu entwickeln. Schülerinnen und Schüler sollen nachvollziehen, dass im Zentrum der Naturwissenschaft nicht zu klären steht, wie etwas „wirklich ist“, sondern mit welchen Modellen man einen Zusammenhang konsistent beschreiben kann, so dass er auf andere zurückgeführt werden kann und Konsequenzen vorhergesagt werden können. Eine solche Sicht auf Naturwissenschaften, insbesondere auf Physik, gehört zu einem aufgeklärten naturwissenschaftlichen Weltbild, das hier angestrebt wird. Dieses Ziel, das Wesen der Naturwissenschaft zu vermitteln, ist nicht leicht zu erreichen, zumal gerade im hier in Rede stehenden Alter ein „naiver Realismus“ vorherrscht. Denn im Alter von 13 bis 16 Jahren, da sich alles in einem und um einen herum ändert, möchte man zumindest von der Physik wissen, wie die Dinge wirklich sind.

Dass Experimente nicht nur zur Untersuchung von Phänomenen oder Hypothesen dienen können, sondern Modelle für scheinbar gut bekannte Prozesse darstellen können, soll auch Schülerinnen und Schülern einen Zugang zum Modellverständnis ermöglichen. Damit soll vermieden werden, dass Modelle als bloße Ideen der Wissenschaft

eingestuft werden, die mehr oder weniger beliebig sind, richtig oder falsch sein können, auf jeden Fall wenig mit der Realität zu tun haben. Unsere Erfahrungen aus der Erprobung des vorliegenden Konzepts bestätigen weitgehend, dass auch Schülerinnen und Schüler der Klasse 7 einen Zugang zum Modelldenken gewinnen, wenn Modelle in Form von Experimenten konkret werden.

Folgende Ziele werden mit der Unterrichtseinheit zum Kontext "Der Mensch als Energiewandler" im Detail verfolgt: Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... sollen Energieumwandlungsprozesse am Beispiel des menschlichen Körpers kennenlernen,
- ... sie sollen am eigenen Körper erfahren, wie sich Energieumwandlungen beim Menschen bemerkbar machen,
- ... sie sollen nachvollziehen, dass die eingesetzten Experimente Modelle für die Umwandlung von Energie im oder am menschlichen Körper darstellen
- ... und sie sollen Verbindungen zwischen diesen verschiedenen Energieumwandlungen am menschlichen Körper herstellen.
- Darüber hinaus sollen sie einen ersten Zugang zur Quantifizierung von Energie bekommen und dabei Vergleiche zur eigenen Leistungsfähigkeit ziehen.
- Sie sollen durch das Unterrichtskonzept schließlich Methoden der Präsentation eigener physikalischer Ergebnisse erwerben,
- ... Interesse für naturwissenschaftliche (physikalische) Fragestellungen entwickeln
- ... und Experimente und Modelle als geeignetes Mittel für die Beschreibung und Untersuchung naturwissenschaftlicher Phänomene und Hypothesen kennenlernen.

Das Unterrichtskonzept legt nicht zwingend fest, wie viele Unterrichtsstunden dafür eingesetzt werden sollen. In der angesprochenen Erprobung am Gymnasium ist es für 11 Unterrichtsstunden konzipiert gewesen, was dem Umfang des Themas Energie in der Klasse 7 gemäß Kerncurriculum nicht entgegensteht. Auch ein Umfang von 4

Doppelstunden ist geeignet, den Kern des Konzepts zu transportieren. Dann müsste der Unterrichtsgang sich in eine Einstiegsphase von einer Unterrichtsstunde gliedern, in der für Energieumwandlungen im und am menschlichen Körper sensibilisiert wird (z.B. durch einen kurzen Filmausschnitt und durch die Nutzung des Deckblatts des Readers, auf dem Energieumwandlungen assoziativ dargestellt sind). Es folgt eine Stationsarbeit mit fünf Stationen, die jeweils auf eine Unterrichtsstunde angelegt sind. Der Stationsarbeit müsste eine Doppelstunde folgen, in der die Schülergruppen ihre Ergebnisse präsentieren und in der zum Abschluss z.B. in Form eines Concept Maps die gewonnenen Erkenntnisse gemeinschaftlich fixiert werden.

An der Entwicklung des Unterrichtskonzepts hatten folgende Lehrkräfte der Gruppe piko-Energie einen maßgeblichen Anteil. Sie entwickelten Arbeitsblätter und modellhafte Experimente:

Barbara Becker-Fränzle, Liebfrauenschule Oldenburg
Klaus Gerd Bruns, pensioniert, ehemals Graf-Anton-Günter-Schule Oldenburg
Dr. Manfred Dromowicz, Liebfrauenschule Cloppenburg
Hendrik Freye, Albertus-Magnus-Gymnasium Friesoythe
Andrea Garmann, Liebfrauenschule Oldenburg
Ralph Hamberg, Clemens-August-Gymnasium Cloppenburg
Matthias Moos, Graf-Anton-Günter-Schule Oldenburg
Jörg Scheffer, Altes Gymnasium Oldenburg
Hans-Günter Wasner, Liebfrauenschule Oldenburg
Anne Wendt, Kooperative Gesamtschule Wiesmoor
Lutz Weusmann, Kooperative Gesamtschule Rastede
Lutz Witte, Albertus-Magnus-Gymnasium Friesoythe

Oldenburg, Mai 2011, Dennis Nawrath und Michael Komorek

Kontakt

Dr. Dennis Nawrath
Fachbereich 1 Physik/Elektrotechnik
Institut für Didaktik der
Naturwissenschaften – Physikdidaktik
Universität Bremen
Postfach 330440
28334 Bremen
Tel. 0421 218 62023
E-Mail: dennis.nawrath@uni-bremen.de

Prof. Dr. Michael Komorek
Institut für Physik
Abteilung Didaktik und Geschichte der Physik
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
26111 Oldenburg
Tel. 0441 798 2736
E-Mail: michael.komorek@uni-oldenburg.de

Erfahrungsbericht zum Unterrichtskonzept

Jörg Scheffer hat das Unterrichtskonzept in einer seiner Klassen an seiner damaligen Schule, dem Clemens-August-Gymnasium in Cloppenburg, erprobt. Im folgenden Interview gibt er Auskunft über seine Erfahrungen mit der Einheit "Der Mensch als Energiewandler".

Zur Planung des Unterrichts

Dennis Nawrath: Lieber Jörg, zunächst einmal herzlichen Dank, dass du bereit warst, das Unterrichtskonzept zu erproben. Mich würde zunächst interessieren, wie hoch der Aufwand bei der Vorbereitung dieses kontextorientierten Unterrichts "Der Mensch als Energiewandler" war. Wie würdest du den Aufwand im Vergleich zu Deinem sonstigen Unterricht beschreiben?

Jörg Scheffer: Der Aufwand erschien mir anfangs noch recht hoch. Das liegt vor allem daran, dass sehr viele Stunden auf einmal vorbereitet werden mussten. Insbesondere die Materialvorbereitung, der Druck der Arbeitsblätter und der Aufbau der Experimente bedeuteten zunächst einmal Mehraufwand. Im Laufe der Unterrichtseinheit relativierte sich dieses aber, da die gleichen Stationen mehrfach genutzt und nicht neu aufgebaut werden mussten.

Michael Komorek: Welchen experimentellen Mehraufwand gab es genau?

Jörg Scheffer: Die meisten Experimente sind schnell zusammengestellt und aufgebaut. Schwierig erwiesen sich die Stationen zur Bestimmung des Brennwertes von Nahrungsmitteln mit dem Verbrennungskalorimeter und zur Station "Mensch als Wärmestrahler". Hier musste zunächst ein Styroporkasten gebaut werden. Aufgrund des Aufwands dieser Stationen haben wir gemeinsam alternative Stationen entwickelt, die mit weniger Aufwand in den Stationenlauf integriert werden können. Allerdings kann der Styroporkasten nun von mir und von Kollegen genutzt werden.

Zur Motivation und zur Einschätzung des Lernerfolgs

Michael Komorek: Wie wirkte sich aus Deiner Sicht das Unterrichtskonzept auf die Motivation und das Interesse der Schülerinnen und Schüler aus?

Jörg Scheffer: Die Schüler haben sehr begeistert und überwiegend engagiert mitgearbeitet.

Michael Komorek: Wie machte sich das bemerkbar?

Jörg Scheffer: In der Einheit steht das eigenständige Experimentieren sehr im Vordergrund. Trotzdem ist es durch entsprechende einführende und zusammenführende



Phasen möglich, als Lehrkraft Einfluss auf den Unterrichtsgang zu nehmen. Das eigenständige Experimentieren ist bislang jedoch sehr ungewohnt und kann zu Schwierigkeiten und zuweilen auch zur Frustration führen. Hier bewährte sich die Methode des wartenden Experten als sinnvolle Hilfe für die Gruppe und als Erfolgserlebnis für den Experten: Ein Schüler, der in der vorangegangenen Stunde eine Station durchführte, klärt zu Beginn der nächsten Stunde mit der nachfolgenden Gruppe Fragen zur Durchführung der Station. Das stärkte auch das Untereinander im Klassenverband. Eine besondere Motivation war es ebenfalls für die Auswertung eines Experiments verantwortlich zu sein. Feststellen ließ sich das am Eifer und den teils sehr guten Ergebnissen.

Dennis Nawrath: Du beschreibst den Unterricht also als motivierend und interesselördernd. Das ist schon mal sehr viel. Aber wie sieht es mit dem Lernen aus: Was haben die Schüler tatsächlich über Energie und Energieumwandlungen gelernt?

Jörg Scheffer: Die Schüler haben gelernt, dass Energieumwandlungen nicht nur am Generator und anderen technischen Geräten stattfinden, sondern auch Teil ihrer unmittelbaren Erfahrungswelt sind. Bislang hatte ich oft das Gefühl, dass Größenordnungen bei der Bestimmung von Energien schwierig zu verstehen sind: Ein paar

Joule genügen, um einen Gegenstand anzuheben, eine Tafel Schokolade enthält hingegen mehrere Tausend Joule. Hier hat die Einheit Möglichkeiten der Orientierung und Einschätzung gegeben. Insbesondere, dass der Begriff "Brennwert" wörtlich zu nehmen ist, war für die Schülerinnen und Schüler vor der Einheit vollkommen unvorstellbar und wurde durch die Einheit erfahrbar. Die Erstellung der Poster, Referate und Concept Maps half zudem bei der Ergebnissicherung.

Dennis Nawrath: Haben die Schülerinnen und Schüler deiner Meinung nach verstanden, dass die Experimente modellhaft für Energieumwandlungen beim Menschen stehen?

Jörg Scheffer: Diese Frage würde ich aufgrund der Erfahrungen bei der Erstellung der Concept Maps bejahen. Hier mussten die Schülerinnen und Schüler den Zusammenhang zwischen den modellhaften Experimenten und Energieumwandlungen des menschlichen Körpers herstellen. Dies ist ihnen gelungen. Der Unterricht konnte den Schülern Modelle als Mittel zur Veranschaulichung näher bringen. Man könnte sogar noch einen Schritt weitergehen und gemeinsam mit den Schülern weitere alternative Modelle für die gleichen Energieumwandlungen entwickeln und die unterschiedlichen Modelle miteinander vergleichen.

Zur Durchführung des Unterrichts

Michael Komorek: War Deine Rolle im Unterricht eine andere als sonst?

Jörg Scheffer: In der Einstiegsphase und während der Durchführung der Experimente war meine Rolle keine andere als in meinem sonst üblichen Unterricht. In den Phasen der Ergebnissicherung (Poster und Plakate sowie Concept Maps) war meine Rolle aber schon eine andere. Hier ist der Anteil der von den Schülern selbst erkannten und zum Unterricht beitragenden Inhalte viel größer. Als Lehrer hatte ich eher die Rolle eines Moderators, ähnlich wie sonst eher im Oberstufenunterricht. Bei Fragen und Unklarheiten konnte ich aber dennoch eingreifen und die Schüler unterstützen.

Dennis Nawrath: Hat sich der Mehraufwand aus deiner Sicht gelohnt?

Jörg Scheffer: Der Mehraufwand rentiert sich zeitlich spätestens nach der dritten Durchführung, da man fortan geübt und routiniert mit den Materialien umgehen kann.

Michael Komorek: Gibt es weitere Eindrücke zur Unterrichtseinheit?

Jörg Scheffer: Die Einheit ist aus meiner Sicht erfreulich erfrischend im sonst doch eher theorielastigen Thema "Energie". Eine Besonderheit liegt darin, dass die Schülerinnen und Schüler Zusammenhänge zwischen Experimenten herstellen. Die Experimente wirken auf den ersten Blick sehr unterschiedlich, hängen aber doch miteinander zusammen.

Denis Nawrath und Michael Komorek danken für das Interview.

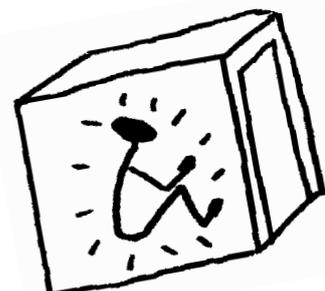


Infoseite: Einstiegsphase

Ziel der Einstiegsphase ist es, sowohl den Aspekt, dass Energie umgewandelt werden kann, als auch konkrete Prozesse der Energieumwandlung anzusprechen. Dabei kann und sollte an Erfahrungen, die Schülerinnen und Schüler mit dem Thema Energie im Alltag haben, angeknüpft werden, wenngleich es im Unterrichtskonzept nicht darum geht, Alltagswissen zu vertiefen, sondern den physikalischen Energiebegriff zu vermitteln, der deutlich vom Alltagsverständnis abweichen kann. Damit findet eine Sensibilisierung für die Prozesse statt, die in den fünf Stationen untersucht werden sollen.

Der Aspekt der Energieumwandlung kann durch das Zeigen von Filmsequenzen demonstriert werden. Bei Erprobungen wurde dafür ein Film von zwei Minuten Länge eingesetzt, in dem eine Person zunächst Nahrung zu sich nimmt und anschließend durch die zugeführte Energie in der Lage ist, auf einem Trimmer kinetische Energie in elektrische Energie umzuwandeln, um die Lampen eines Hauses zu betreiben.

Die elektrische Energie wird demnach schließlich in Lichtenergie und Wärmeenergie umgewandelt. Die Umwandlungskette wird in der anschließenden Diskussion



mit den Schülerinnen und Schülern analysiert bzw. mithilfe ihrer Alltagsvorstellungen von Energie „rekonstruiert“. Dabei stehen physikalische Begriffe noch nicht im Vordergrund.

An der Tafel werden die Beschreibungen der Schülerinnen und Schüler für die Umwandlungen von einer in eine andere Energieform gesammelt. Entsprechende Filmausschnitte können beispielsweise auf www.youtube.de gesucht werden. Statt des Zeigens eines Filmausschnitts könnten die Umwandlungen auch in einem Demonstrationsexperiment gezeigt werden, wobei gerade auch der Aspekt der Umwandlung von Energie aus der Nahrung berücksichtigt werden sollte.

In einem zweiten Schritt werden den Schülerinnen und Schülern Bilder gezeigt, die thematisch die Energieumwandlungen der nachfolgenden fünf Stationen behandeln. Bilder, die thematisch zusammenpassen, können gemeinsam an der Tafel gruppiert werden. Dabei können auch die Ikonen des vorliegenden Readers genutzt werden. Folgende Aspekte sollten auf den Bildern zu sehen sein:

- Anstrengung (z.B. eine schwitzende Person oder ein Rennradfahrer)
- Mensch als Wärmestrahler (z.B. das Bild einer Wärmebildkamera)
- Isolierende Kleidung (z.B. das Bild eines Eskimos, der warme isolierende Felle trägt)
- Atmung als Grundlage für den Energieumsatz (z.B. eine Person, die außer Puste ist)
- Nahrung als Energiequelle (z.B. Nahrungsmittel mit Nährwertangaben oder Popeye, der nach dem Verzehr von Spinat stark ist)

Zur Vorbereitung des Unterrichts könnten auch Schülerinnen und Schüler selbst Fotos mitbringen, die ihrer Meinung nach mit der Umwandlung von Energie zu tun haben. Diese könnten dann gemeinsam ausgewertet werden.

Station "Der Mensch als Wärmestrahler"



Diese Station besteht aus zwei Teilen. Jeweils eine Gruppe beschäftigte sich entweder mit der Teilstation A oder der Teilstation B.

Thematisch behandeln beide Station den "Menschen als Wärmestrahler". Denkbar ist es auch, sich für eine der beiden Teilstationen zu entscheiden und diese in doppelter Ausführung aufzubauen.

Teilstation A: Wärmeabstrahlung in eine Styroporbox

In dieser Teilstation begibt sich eine Person mit einem Thermometer in eine Styroporbox. Durch die Wärmeabgabe des eigenen Körpers erhöht sich die Temperatur im Inneren der Styroporbox. Der Körper funktioniert wie eine Heizung und gibt Wärmeenergie ab. An dieser Station bekommen die Teilnehmer die Chance, diesen Prozess zu erfahren und zu messen.



„Probesitzen“ in der vorbereiteten Styroporbox mit Thermometer

Ergänzende Hinweise: Styroporplatten können in Baumärkten günstig erworben werden. Bei der Erprobung wurden Styroporplatten mit Paketband zusammengeklebt, auch Styroporkleber ist geeignet. Eine Platte diente als Tür. Sie konnte von den Schülerinnen und Schülern vorsichtig angelehnt werden. Besondere Vorsicht muss bei Platzangst von Schülerinnen und Schülern gewahrt werden. Da die Styroporplatten lichtdurchlässig sind, empfanden in den Erprobungen keine Schülerin bzw. kein Schüler die Zeit in der Styroporbox als bedrängend oder beängstigend.

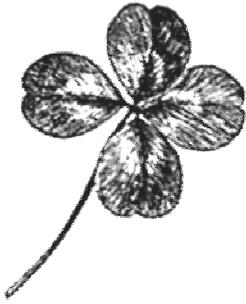
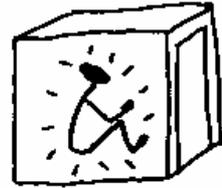


Tabelle für Messwerte

-Der Mensch als Wärmestrahler-



Ihr braucht:

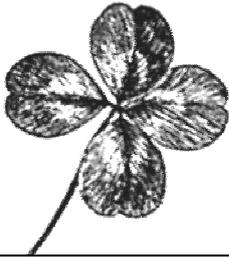
- 1 Styroporbox
- 1 Thermometer
- 1 Stoppuhr



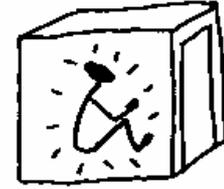
Was ist zu tun?  ?

1. Messt die Anfangstemperatur T_A in der Styroporbox.
2. Eine oder einer von Euch sitzt dann für 5 Minuten in der geschlossenen Box. Messt nun die Endtemperatur T_E .
3. Tragt die Messwerte in die Tabelle ein.
4. Berechnet die Temperaturveränderung ΔT .
5. Wiederholt das Experiment mit der gleichen Person für 10 Minuten.
6. Wiederholt die Experimente mit einer Person, die eine andere Masse hat.

Person	m in kg	t in Sek.	T_A in °C	T_E in °C	ΔT in K



Auswertung und Beobachtungen



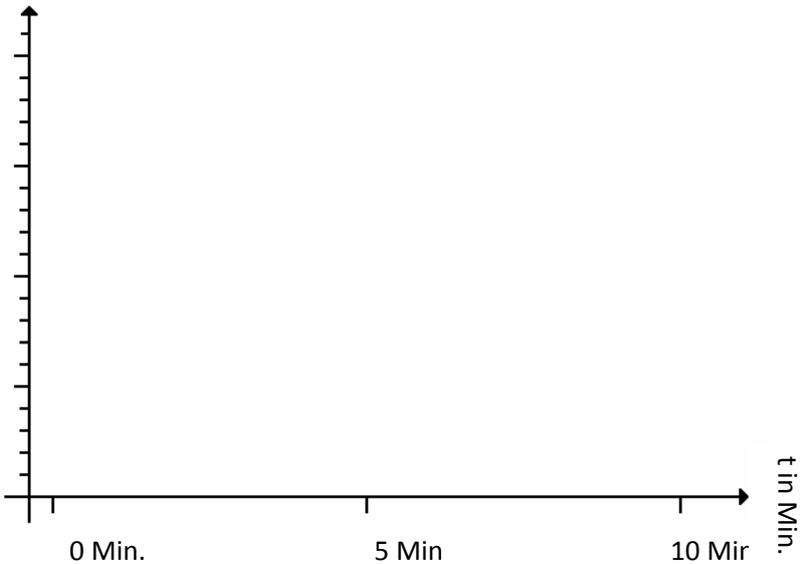
Aufgabe 1.

Nutze die vorgegebenen Achsen um deine Messergebnisse graphisch darzustellen.

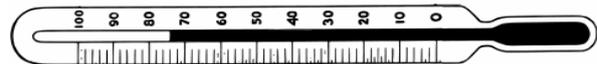
Tipp: Überlege dir zuerst, welche Skalenbeschriftung sinnvoll ist.



T in C°



Aufgabe 2.



Beantworte die Fragen A und B schriftlich

A. Welcher Zusammenhang zwischen Temperaturerhöhung in der Box und der Zeit fällt Dir auf? (die Masse m bleibt konstant)

B. Welcher Zusammenhang zwischen Temperaturerhöhung in der Box und der Masse des Kindes fällt Dir auf? (Zeit t bleibt konstant)

Hinweis: In guter Näherung gilt für das Körpervolumen die Beziehung:

Volumen V in l \approx Masse m in

Der Mensch als Wärmestrahler



Teilstation B: Dein eigenes Wärmebild

Mit Hilfe von Wärmebildkameras kann man verschiedene Temperaturen der Oberfläche eines Gegenstandes oder Lebewesens farblich darstellen. Die Hauttemperatur eines Menschen variiert z.B. zwischen ca. 28 und 32 Grad Celsius. Temperaturen werden bei einer Wärmebildkamera bestimmten Farben oder Graustufen zugeordnet. Ein in die Kamera eingebautes Infrarot-Thermometer erkennt die verschiedenen Temperaturen einer Oberfläche aufgrund der abgegebenen Wärmestrahlung. Eine Zuordnung zu einer bestimmten Farbe wird dabei automatisch vorgenommen und auf einem Bildschirm dargestellt.

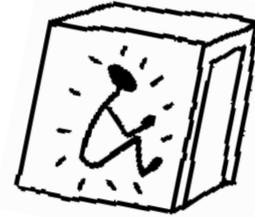
In dieser Teilstation erstellen die Schülerinnen und Schüler ein Wärmebild ihres eigenen Oberkörpers.

Da eine Wärmebildkamera sehr teuer in der Anschaffung ist, wird hier auf ein einfaches Infrarotthermometer zurückgegriffen. Dies kann bei Elektronikanbietern für ca. 20-30 Euro angeschafft werden. Hier sollte darauf geachtet werden, dass eine Ausführung **ohne** Laser (zum Beispiel das Modell IR 230 von Voltkraft) erworben wird, so dass man z.B. auch die Temperatur eines Auges messen kann.

Mit Hilfe eines solchen Infrarotthermometers messen die SchülerInnen ihre Körpertemperatur an verschiedenen Stellen (z.B. Nase, Stirn, Oberarm, Handinnenfläche, Handaußenfläche) und ordnen den Temperaturen Farben oder Graustufen zu.

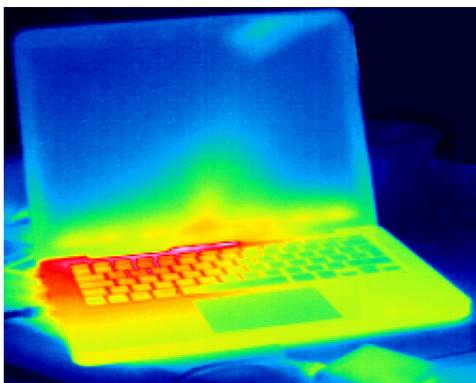


Dein eigenes Wärmebild



Material:

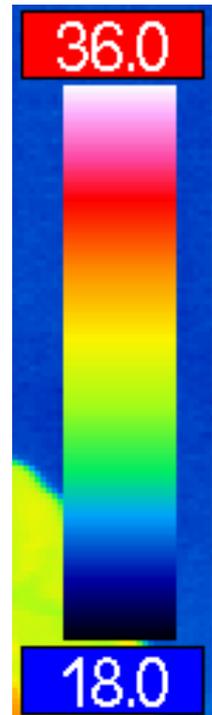
- 1 Infrarot-Thermometer
- 1 Farb-Temperatur-Skala
- Farbige Stifte



Wärmebild von einem Notebook



Wärmebild von drei Menschen.



Temperaturskala einer Wärmebildkamera

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.

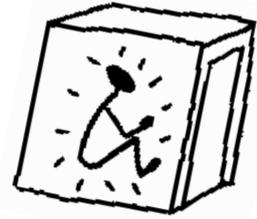
Während z.B. ein Schwein eine Hauttemperatur von 33-35 °C hat, liegen die Außentemperaturen eines Hauses etwa zwischen 28 °C und 32 °C. Die Temperaturen der menschlichen Haut unterscheiden sich um einige Grad Celsius, je nachdem, an welcher Körperstelle du misst.

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:

Mit Hilfe eines solchen Infrarot-Thermometers kannst du die Temperatur an verschiedenen Stellen deines Körpers messen und sie anschließend mit Hilfe der rechts stehenden Skala einer Farbe oder Graustufe zuordnen. So kannst du ein eigenes Wärmebild erstellen:

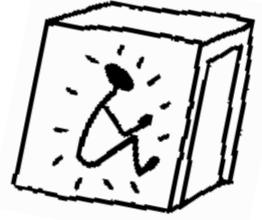
- 1) **Miss** zuerst die Temperatur an verschiedenen Körperstellen und trage sie in die Tabelle ein.
- 2) **Ordne** den Temperaturen anschließend mit Hilfe der Skala eine Farbe zu.
- 3) **Male** die Temperaturlandkarte deines Körpers mit den entsprechenden Farben oder Graustufen aus. Einige Körperstellen sind in der Tabelle vorgegeben, miss die Hauttemperatur aber auch an weiteren Stellen. Je mehr Stellen du ausmisst, desto genauer wird deine Temperaturlandkarte. Einer von euch misst dabei immer die Temperaturen eines anderen Gruppenmitglieds. Das dritte Gruppenmitglied schreibt die Werte auf.

Messwertetabelle

<i>Körperteil</i>	<i>Temperatur</i>	<i>Farbe</i>	<i>Körperteil</i>	<i>Temperatur</i>	<i>Farbe</i>
Stirn			Außenfläche der Hand		
Wangen			Innenfläche der Hand		
Nase			Haare		
Zunge			Oberarme		
Kinn			Unterarm		
Hals			Brustbereich		

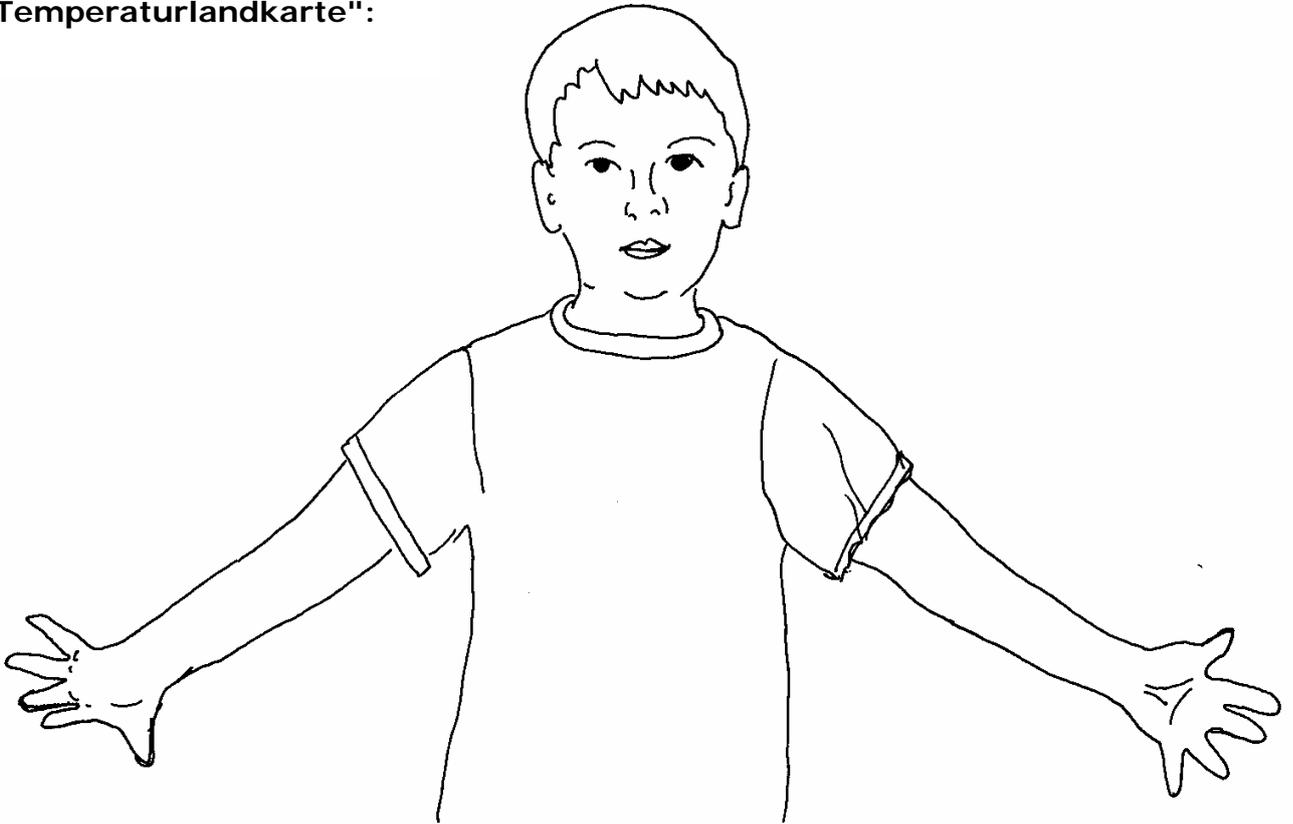


Dein eigenes Wärmebild



Anschließend könnt ihr eure eigene Temperaturlandkarte erstellen.

"Temperaturlandkarte":



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.

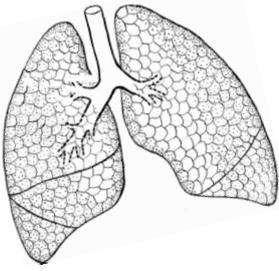
In einem weiteren Versuch werden Atemvolumen, Atemfrequenz und der daraus resultierende Energieumsatz bei sportlicher Belastung ermittelt und mit dem Grundumsatz verglichen.



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.

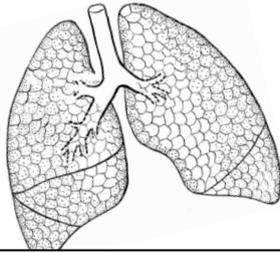


Flasche herunterdrücken bis sie voll Wasser ist und Deckel verschließen.

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 ausgeatmete 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

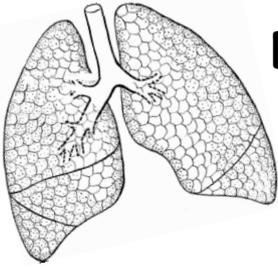
Mittelwert

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 \times 0,05

\times

=

(Sauerstoffverbrauch

V in l/h)

Berechnung des Energieumsatzes Q:

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

Ohne Belastung:

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

Mit Belastung:

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

Station "Nahrung und Energie"



In dieser Station ermitteln die Schülerinnen und Schüler den Energiegehalt von Lebensmitteln. Dafür werden Lebensmittel gemeinsam mit Propanol in einem Verbrennungskalorimeter verbrannt.

Diese Station sollte eng von der Lehrkraft begleitet werden, da sie im Stationenlauf die größten experimentellen Anforderungen hat.

Da in einigen Schulen möglicher Weise keine Verbrennungskalorimeter zur Verfügung stehen und der Umgang mit diesen Geräten chemische Kenntnisse erfordert, über die nicht jede Physiklehrkraft verfügt, wurde ergänzend eine



Verbrennungskalorimeter im Einsatz

Station unter Verwendung von Lebensmittelverpackungen mit einem entsprechendem Rechercheauftrag entwickelt. Nährwertangaben pro 100 g von verschiedenen Lebensmitteln (Cornflakes, Getränkeflaschen, Nudelpackungen etc.) werden zusammengestellt und verglichen und auf den täglichen Energiebedarf des Menschen bezogen, um Nährwertangaben einschätzen zu können.

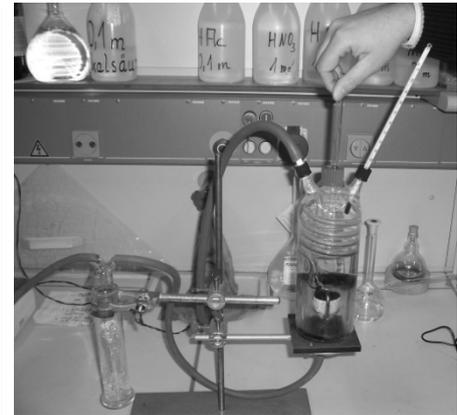


Bestimmung des Energiegehaltes von ausgewählten Lebensmitteln



Material

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| - Kalorimeter | - Waage |
| - Thermometer | - Tiegelzange |
| - Gasflasche (Sauerstoff) | - Wasserstrahlpumpe |
| - Porzellantiegel | - Messpipette (1ml) |
| - Waschflasche | - Propanol (1ml) |
| - Messzylinder (500mL) | - Zwieback (1g) |
| - Trichter | - Schlauchmaterial |
| - Feuerzeug | - Stativmaterial |



Ein Kalorimeter im Einsatz

Arbeitsanweisung:

Kalibrierung des Kalorimeters

1. Fülle in zwei Schritten mit dem Messzylinder 700 ml Wasser mit einem Trichter in den Glaskolben des Kalorimeters.
2. **Notiere die Temperatur** des Wassers in der Apparatur.
3. **Miss 1 ml Propanol** mit der Messpipette ab und fülle es in den Porzellantiegel.
4. Stelle den Porzellantiegel auf die Halterung des Kalorimeters.
5. Drehe die Wasserstrahlpumpe auf.
6. Drehe danach die Sauerstoffzufuhr so weit auf, dass ein Sauerstoffstrom deutlich zu erkennen ist.
7. Entzünde nun das Propanol und stelle den Glaszylinder des Kalorimeters vorsichtig aber schnell auf die Kunststoffplatte der Versuchsapparatur.
8. Rühre das Wasser mit dem Glasstab (Rührer) und beobachte die Temperatur.
9. **Sobald die Flamme erloschen ist**, schlieÙe die Sauerstoffzufuhr an der Gasflasche, stelle die Wasserstrahlpumpe ab, **rühre noch 2 Minuten** und **notiere die Endtemperatur**.

Nächste Seite!



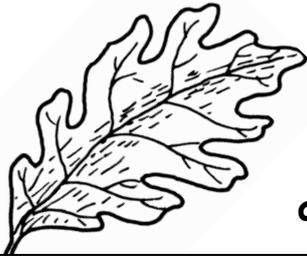
Bestimmung des Energiegehaltes von ausgewählten Lebensmitteln



II. Messung der Wassererwärmung durch die Lebensmittelverbrennung

1. Fülle in zwei Schritten mit dem Messzylinder 700 ml Wasser mit einem Trichter in den Glaskolben des Kalorimeters.
2. **Notiere die Temperatur** des Wassers in der Apparatur.
3. **Wiege 1 g** des ausgewählten Lebensmittels (z.B. Zwieback) in dem Porzellantiegel der Apparatur **ab und notiere die Masse** des Tiegels mit Lebensmittel.
4. **Miss 1 ml Propanol** mit der Messpipette **ab** und lass den Propanol auf das Lebensmittel tropfen.
5. Fahre mit der Versuchsdurchführung von I.4. bis I.9. fort.
6. Lasse den Porzellantiegel abkühlen und **wiege den Tiegel** nach der Messung. **Notiere** die Masse.
7. **Bestimme die Masse** des verbrannten Lebensmittels. (Differenz der Masse des Tiegels vor der Verbrennung mit Inhalt und der Masse des Tiegels nach der Verbrennung mit Inhalt).

Weiter auf der nächsten Seite!



Bestimmung des Energiegehaltes von ausgewählten Lebensmitteln

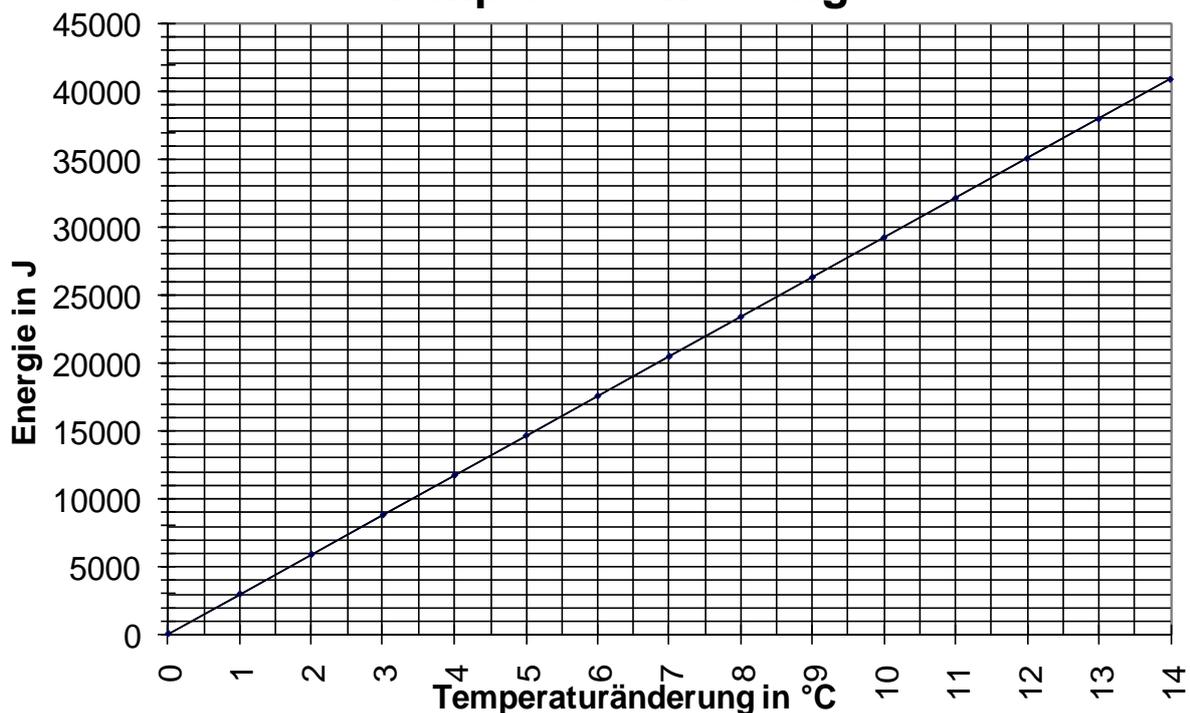


III. Bestimmung des Energiegehaltes des Lebensmittels

Die Bestimmung des Energiegehaltes des Lebensmittels erfolgt über die Erwärmung des Wassers. Zur Erwärmung von 700 ml um 1°C wird ein bestimmter Energiebetrag benötigt. Aus dem Diagramm kann der jeweilige Energiebetrag zur beobachteten Erwärmung des Wassers abgelesen werden.

1. **Bilde die Differenz** der Temperatur nach und vor der Messung zur Bestimmung des Energiegehaltes von Propanol (Kalibrierung). **Lies** aus dem Diagramm den Energiegehalt ab.
2. **Bilde die Differenz** der Temperatur nach und vor der Messung zur Bestimmung des Energiegehaltes des Lebensmittels. **Lies** aus dem Diagramm den Energiegehalt ab.
3. Die Differenz aus dem Energiegehalt des Lebensmittels (mit Propanol) und dem des Propanols liefert den Energiegehalt des Lebensmittels für die verbrannte Masse.

Abhängigkeit der Energie von der Temperaturänderung



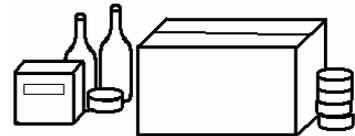
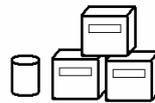


Brennwert von Lebensmitteln



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.

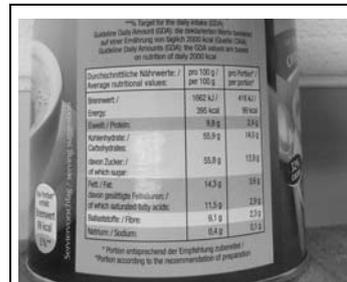
Material: Kiste mit mehreren leeren Verpackungen und Flaschen von Lebensmitteln.



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

Station "Wie halten Menschen ihre Körpertemperatur?"



Der Mensch hält als Warmblütler seine Temperatur konstant auf ca. 37 °C. Niedrige Temperaturen oder sportliche Betätigung führen dazu, dass sich die Temperatur des Körpers ändert. In kühler Umgebung gibt der Mensch daher Energie ab, um die Körpertemperatur zu erhalten. Bei sportlicher Betätigung schwitzt der menschliche Körper, um Wärme über Verdunstung abzugeben.

In der Station "Frieren, Schwitzen, Isolieren" werden mit Hilfe von Bechergläsern, einem Föhn, Stoffen und Speiseöl modellhaft Prozesse des Isolierens und Wärmeabtransports von heißem Wasser nachvollzogen und auf den Wärmehaushalt des Menschen bezogen.

Neben dem modellhaften Experiment leitet ein Infotext in die Thematik der Station ein.



Schüler testen eine möglich
Isolierung



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°C (Das kennst du vielleicht: Wenn du krank bist, wird Fieber gemessen und so geprüft, ob deine Körpertemperatur auf über 37°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

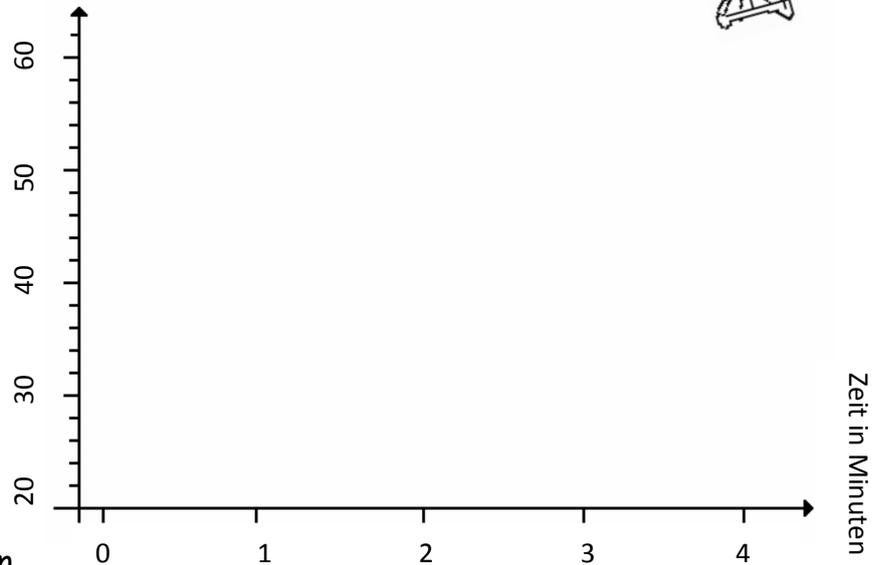


Stell dir vor, es ist Winter, es beginnt zu schneien... Aus Erfahrung (und aus dem Text) weißt du, dass Kleidung und auch unsere Fettschicht für unsere Körpertemperatur von großer Bedeutung ist:

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.....

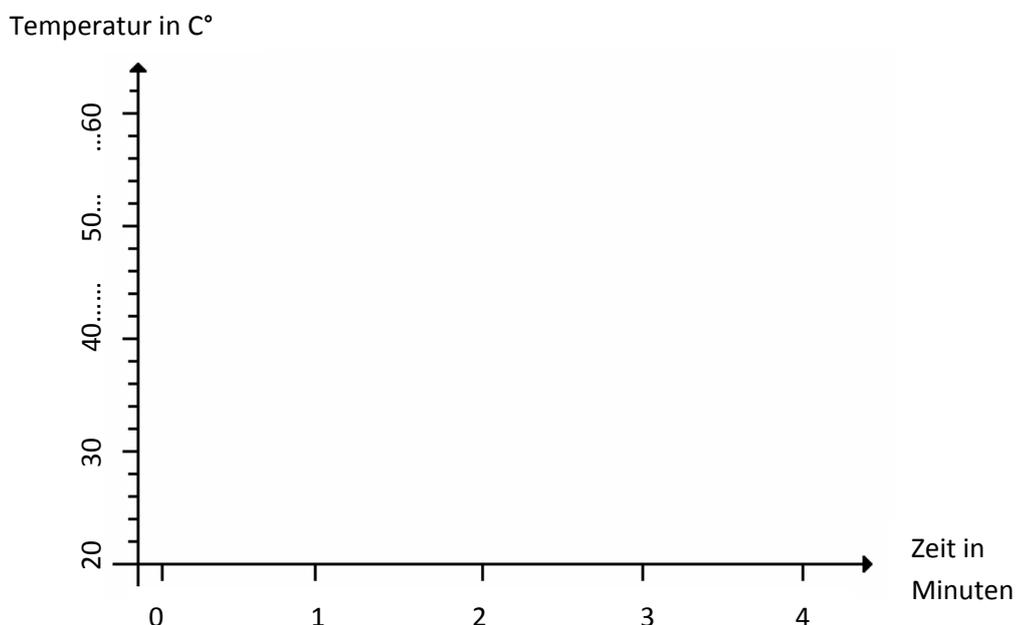


Experiment 2:

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.



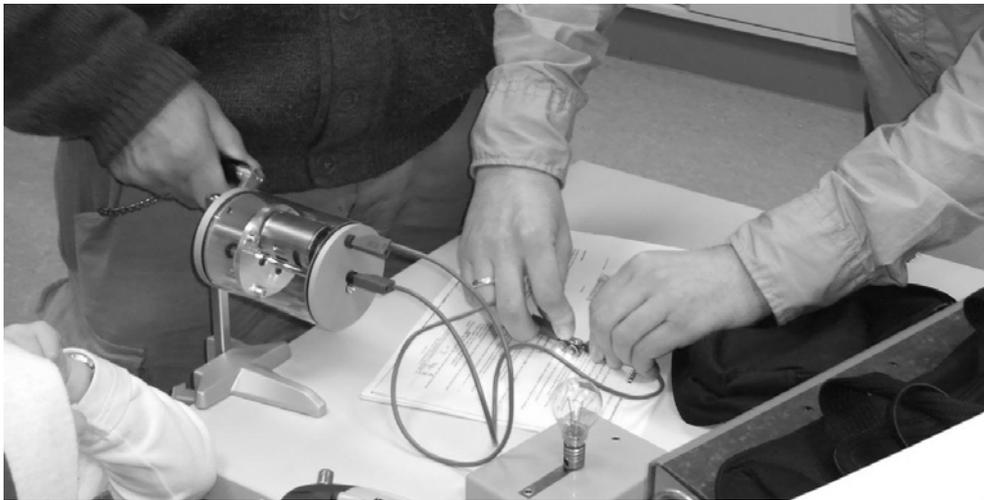
Welcher Mechanismus zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur wird mit diesem Versuch dargestellt?

Station "Anstrengung und Energie"



Jeder Haushalt benötigt zum Betrieb elektrischer Geräte elektrische Energie. Diese wird von den Energieversorgern bereitgestellt. Die elektrische Energie wird mit Hilfe von Generatoren aus anderen Energieformen umgewandelt (z.B. Kernenergie, Windenergie oder potentielle Energie bei Wasserkraftwerken).

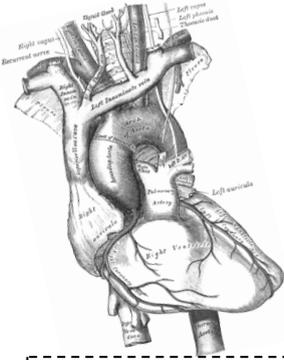
Um einen Eindruck dafür zu bekommen, wie viel Energie dabei umgewandelt wird, wird in dieser Station von den Schülerinnen und Schülern



Lehrkräfte testen einen Dynamo mit einer Glühlampe

aufgebrachte Bewegungsenergie in elektrische Energie umgewandelt. Dafür steht ein Dynamo (zum Beispiel aus dem Cornelsen Experimentierkasten „Dynamo“) bereit.

In einem weiteren Versuch wird die Energie ermittelt, die nötig ist, um Wasser mit einem Wasserkocher zu erhitzen. Beide Energien werden in Relation gesetzt.



Waschbrettbauch und fettes Portemonnaie gleichzeitig? Mit dem Fitnessrad Geld verdienen durch Stromerzeugung?



Arbeitsanweisungen:

Die beiden Versuche können parallel durchgeführt und anschließend gemeinsam ausgewertet werden.

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

Material:



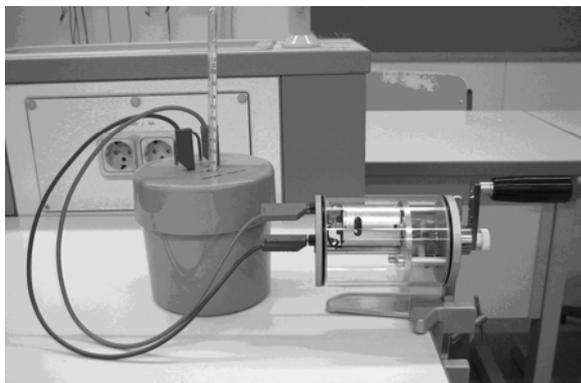
2 Bechergläser	1 Tauchsiedergefäß (Kalorimeter)
1 Dynamo	1 Thermometer (evtl. digital)
2 Kabel	1 Energiemessgerät (klein f. Tauchsieder)
1 Stoppuhr	1 Energiemessgerät (groß f. Dynamot)
1 Tauchsieder	

Versuch A:

Erwärme 100 ml Wasser durch Kurbeln am Dynamot um 3°C.

Miss die hierzu benötigte Zeit.

Stelle das Becherglas in das Tauchsiedergefäß, damit die Heizwendel von Wasser bedeckt ist.



$$V = 0,1 \text{ l}$$

$$\Delta\theta = 3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t = \text{_____ s}$$

Versuch B:

Erwärme 0,4 l Wasser um 30 °C mit einem herkömmlichen Tauchsieder. Miss mit einem Energiezähler die hierzu benötigte Energie.

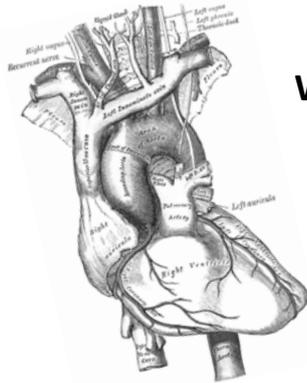
Lass dir die Bedienung des Messgerätes vom Lehrer erklären.



$$V = 0,4 \text{ l}$$

$$\Delta\theta = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta E = \text{_____ kWh}$$



**Waschbrettbauch und fettes Portemonnaie gleichzeitig?
Mit dem Fitnessrad Geld verdienen durch
Stromeinspeisung?**



Auswertung Versuch A und B:

Berechne, wie lange du kurbeln müsstest, um 1 € zu verdienen, wenn dir das Energieversorgungsunternehmen 0,50 € pro kWh zahlt (bezuschusster Preis).
Schritt 1: Wie viel Energie hätte der Tauchsieder für die Erwärmung von 0,4 l um 3 °C umgewandelt?

$$\Delta E_{3^{\circ}C} = \frac{\Delta E}{10} = \frac{\quad}{10} = \quad \text{kWh}$$

Schritt 2: Wie viel Energie hätte der Tauchsieder für die Erwärmung von 0,1 l um 3 °C umgewandelt?

$$\Delta E_{3^{\circ}C;0,1l} = \frac{\Delta E_{3^{\circ}C}}{4} = \frac{\quad}{4} = \quad \text{kWh}$$

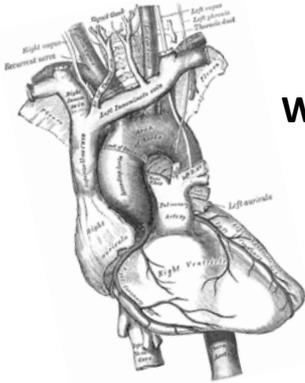
Schritt 3: Wie häufig müsste der obige Kurbelvorgang wiederholt werden, damit man 2 kWh (= 1€) umwandelt?

$$N = \frac{2 \text{ kWh}}{\Delta E_{3^{\circ}C;0,1l}} = \frac{2 \text{ kWh}}{\quad} =$$



Schritt 4: Wie lange müsstet ihr schließlich kurbeln?

$$t_{\text{gesamt}} = N \times t = \quad = \quad \text{s}$$



Washboardbauch und fettes Portemonnaie gleichzeitig? Mit dem Fitnessrad Geld verdienen durch Stromeinspeisung?



Versuch C: Wer leistet mehr: du oder ein Wasserkocher?

1. **Füllt** 100 ml Wasser aus dem "Kran" in das kleine **Becherglas**. **Stellt** das Becherglas in das Tauchsiedergefäß, also **nicht ausgießen**.
2. **Misst** zunächst die **Ausgangstemperatur** (.....) und steckt den Deckel auf das Gefäß.
3. **Bereitet** mithilfe der Anleitung das Energiemessgerät **vor**, **startet die Stoppuhr** und fangt an zu **kurbeln**.
4. **Kurbelt** so lange, bis ihr **2000 Joule** elektrische **Energie** vom Dynamo zum Tauchsieder übertragen habt und stoppt die Zeit.
5. **Lest** die benötigte **Zeit ab** und **misst die Endtemperatur**.

Benötigte Zeit:

Endtemperatur:

Temperaturunterschied:

6. **Berechnet** eure persönliche **Leistung P** in Watt.

$$\text{Leistung} = \frac{\text{Energie}}{\text{Zeit}} =$$

7. **Schätzt eure Leistung** im Vergleich mit einem herkömmlichen Wasserkocher (**siehe Bild**) ein.



Erstellung von Kurzreferaten, Postern und Concept Maps

Für die gemeinsame Sicherung und den Vergleich der Ergebnisse hat sich die Erstellung von kurzen Vorträgen und Referaten als hilfreich für die Festigung des Erlernten und für die Förderung prozessbezogener Kompetenzen der Kommunikation erwiesen. Der Lehrkraft gibt dies die Möglichkeit, Ergebnisse und Leistungen zu kontrollieren und eventuell bestehende Fragen und Unklarheiten im Klassenplenum zu diskutieren. Die Schülerinnen und Schülern können sich mit einer der fünf Stationen intensiver auseinandersetzen. Wenn Zeit vorhanden ist, kann die entsprechende Gruppe "ihre Station" noch einmal anlaufen und ggf. weiterführende Fragen untersuchen, Skizzen oder Fotos anfertigen (und auszudrucken) oder gegebenenfalls Messungen wiederholen.

Hier bietet sich die Möglichkeit der Differenzierung! Denn man könnte eine eher leistungsstarke Gruppe an die Station Verbrennungskalorimeter schicken, die tendenziell am anspruchvollsten ist oder ihr Zusatzaufgaben geben.

Für die Erstellung des Kurzreferats oder eines Plakats erhalten die Schülerinnen und Schüler Hinweise und Empfehlungen. Für die Vorstellung der Plakate und die Referate sollten ca. zwei Unterrichtsstunden eingeplant werden.

Zum Abschluss der Unterrichtseinheit sollen von den Schülerinnen und Schüler im Plenum Concept Maps an der Tafel erstellt werden, um die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Energieumwandlungen des Körpers nachvollziehen zu können. Wie ein Concept Map anzufertigen ist, könnte zum Beispiel über das nachfolgende Infoblatt nahegebracht werden.

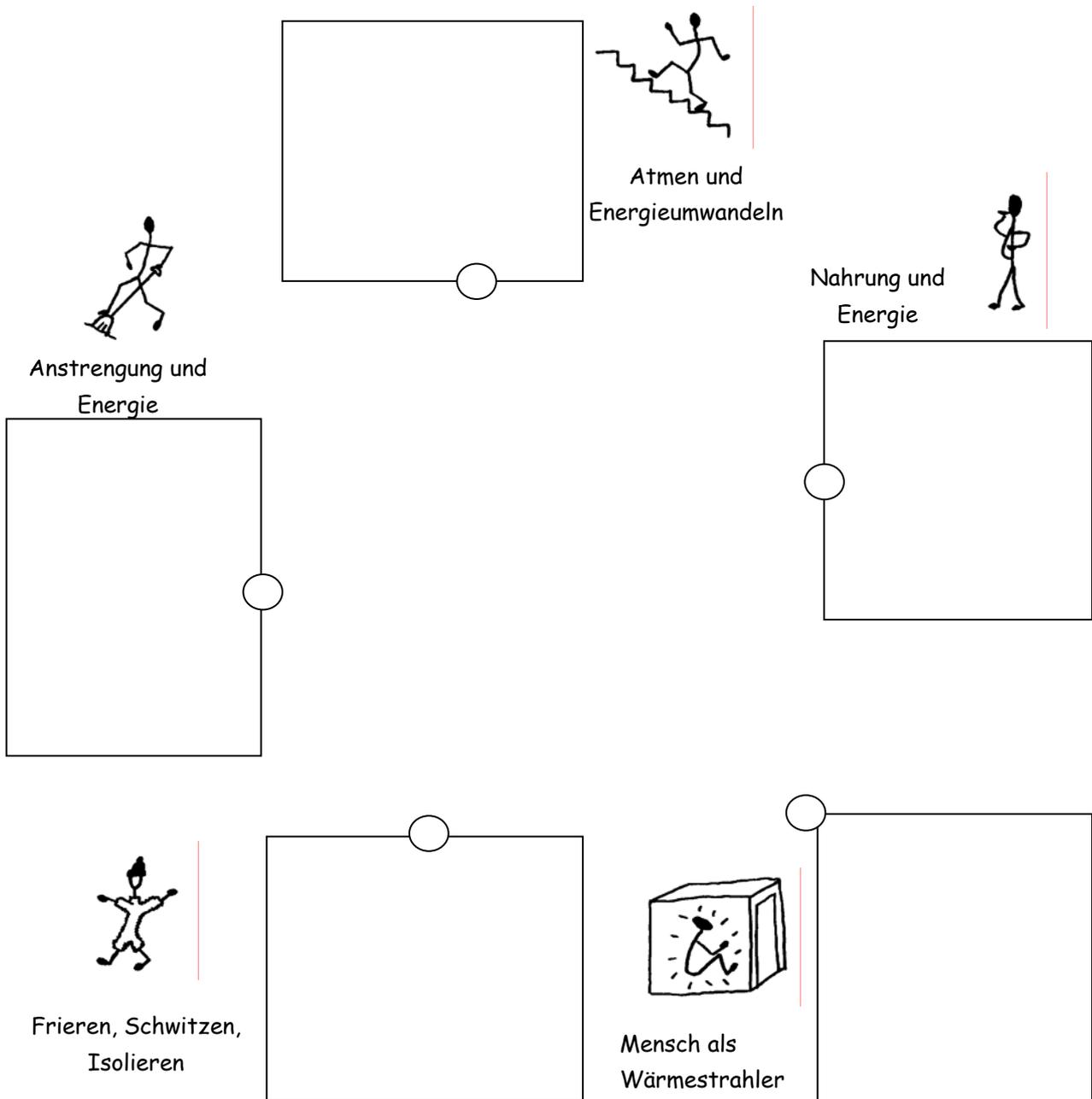


Erstellung einer Concept Map

Du sollst die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Stationen zur Energieumwandlung in einer Concept Map darstellen.

Aufgabe 1: Beschreibe in dem Kasten neben der Station in Stichworten, welche menschlichen Energieumwandlungsprozesse an der Station behandelt werden.

Aufgabe 2: Stelle Zusammenhänge zwischen den einzelnen Stationen her, indem du sie durch Pfeile verbindest und diese beschriftest. Ein Beispiel: Die Nahrungsaufnahme ist wichtig, um für anstrengende Tätigkeiten Energie zur Verfügung zu haben.





Erstellung eines Posters

Ihr sollt zum Abschluss der Stationsarbeit zur Station



ein Poster erstellen.

Folgende Hinweise können euch bei der Erstellung des Plakats helfen:

- Sucht eine geeignete Überschrift für euer Poster.
- 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.
- 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 das Poster ansprechend und übersichtlich, indem ihr zum Beispiel die Reihenfolge eurer Beiträge durch Zahlen angebt oder die Beiträge mit Pfeilen verbindet. Vielleicht verwendet ihr verschiedene Farben....
- Achtet darauf, dass jeder eurer Gruppe einen Teil beiträgt.



Erstellung eines Vortrages

Ihr sollt zum Abschluss der Stationsarbeit zur Station



einen kurzen Vortrag erstellen und halten.

Folgende Hinweise können euch bei der Vorbereitung helfen:

- Beginnt mit einer Einleitung, in der ihr deutlich macht, worum es bei eurer Station geht und welchen Standpunkt sie im Gesamtzusammenhang "Energieumwandlung beim Menschen" einnimmt. Überlegt euch z.B., wofür euer Experiment ein Modell ist/sein könnte.
- Stellt den Aufbau, die Durchführung und eure Beobachtung des Experiments dar.
- Stellt eure Auswertung und Deutung des Versuches vor. Beschreibt dabei auch, was sich an diesem Experiment für die Energieumwandlung beim Menschen erkennen lässt.
- 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....

➤

Achte beim Halten des Vortrags darauf, dass

- jeder aus eurer Gruppe einen Teil übernimmt.
- ihr das, was ihr berichten wollt, nicht vorlest, sondern frei vorstellt.
- Macht euch nur Stichpunkte, vielleicht auf kleinen, nummerierten Zetteln, die euch als Gedächtnisstütze dienen können.



Energiequiz



1) Jeder Mensch strahlt Wärme ab, auch wenn er nicht durch Anstrengung ins Schwitzen kommt. Schätzt, wie viel Energie ein erwachsener Mensch als Wärmestrahlung in jeder Sekunde an seine Umgebung abgibt:

- a) So viel wie eine 15 Watt-Glühbirne
- b) So viel wie eine 40 Watt-Glühbirne
- c) So viel wie eine 80 Watt-Glühbirne



2) In welchem Alter benötigt der Mensch die größte Menge Energie, die er pro Tag über die Nahrung aufnehmen muss?

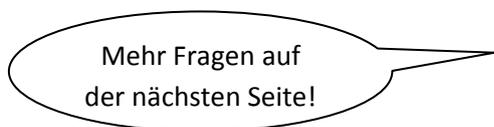
- a) Im Alter von 1-4 Jahren
- b) Im Alter von 7-10 Jahren
- c) Im Alter von 13-15 Jahren
- d) Im Alter von 25-50 Jahren

3) Auch wenn man einfach im Garten sitzt und ein Buch liest, benötigt der menschliche Körper eine bestimmte Menge an Energie, um z.B. die Körpertemperatur zu halten. Schätzt, wie viel Mal mehr Energie man im Vergleich dazu benötigt, wenn man schwere Arbeit verrichtet, z.B. in einem Getränkemarkt Kisten schleppt?

- a) Doppelt so viel
- b) Viermal so viel
- c) Acht mal so viel

4) Wie viele Windkraftanlagen müssten ständig voll in Betrieb sein, damit sie so viel Energie bereitstellen wie ein Kernkraftwerk?

- a) 10
- b) 100
- c) 1000
- d) 10000



5) Wie heißt das Gerät, das mit Hilfe von Drehbewegungen elektrischen Strom erzeugt?

- | | | | |
|-----------------|--------------------------|------------------|--------------------------|
| a) Elektromotor | <input type="checkbox"/> | b) Generator | <input type="checkbox"/> |
| c) Turbine | <input type="checkbox"/> | c) Umwandler | <input type="checkbox"/> |
| e) Propeller | <input type="checkbox"/> | f) Transformator | <input type="checkbox"/> |

6) Wie viel mal mehr Energie verwendet ein Einwohner aus den USA im Vergleich zu einem Einwohner aus Portugal?

- a) Doppelt so viel
- b) Dreimal so viel
- c) Zehnmal so viel



7) In welchem Bundesland stehen die meisten Windkraftanlagen?

- | | | | |
|------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| a) Niedersachsen | <input type="checkbox"/> | b) Schleswig-Holstein | <input type="checkbox"/> |
| c) Bayern | <input type="checkbox"/> | d) Sachsen-Anhalt | <input type="checkbox"/> |



8) Bei einer normalen Glühbirne wird nur 5% der elektrischen Energie in Licht umgewandelt. Der Rest wird in Wärme umgewandelt. Wie viel Prozent der elektrischen Energie wird bei einer Energiesparlampe ungefähr in Licht umgewandelt?

- a) 6%
- b) 28%
- c) 50%
- d) 100%

9) In Deutschland benötigen wir heutzutage etwa zehnmal so viel elektrische Energie wie vor 40 Jahren. Nennt die drei wichtigsten Gründe dafür:

- a)
- b)
- c)

10) In der Nahrung steckt sehr viel Energie, die unser Körper nutzen kann. In einem Schokoriegel z.B. findet man die Energie von 1.000.000 J (Joule). Ist das viel oder wenig? Schätzt, was man mit dieser Energie anfangen kann, z.B. wenn man einen Schokoriegel verbrennt.

- a) 10 Liter Wasser ca. um 20°C erwärmen
- b) ein Auto etwa 100 m hochheben
- c) ungefähr zwei Stunden schwer arbeiten

