

Inhaltsverzeichnis

Kompetenzorientierter Physikunterricht	2
Die Leitgedanken zum Kompetenzerwerb	2
Kompetenzmatrices	8
Kompetenzen und Inhalte in den Klassenstufen 7-12 (<i>nur</i> 4-std. Kurs!).....	13
Umsetzungsbeispiel 1: Die Massendichte in Klassenstufe 7/8	21
Planung und Ablauf	21
Kopiervorlagen	32
Umsetzungsbeispiel 2: Pendeln im Physikunterricht – Idee für Kl. 10, 11 oder 12	38
Planung und Ablauf	38
Umsetzungsbeispiel 4: Energie in Klasse 7	43
Planung und Ablauf	43
Kopiervorlagen	55
Umsetzungsbeispiel 5: Nachhaltiger Umgang mit Energie Klasse 9/10.....	77
Planung und Ablauf	77
Kopiervorlagen	83

Kompetenzorientierter Physikunterricht

Die Leitgedanken zum Kompetenzerwerb

Was verstehen wir in der Physik unter Kompetenzen?

Gerhard Ziener [1] beschreibt den Begriff der „Kompetenz“ als ein Bündel aus dreierlei Dingen: Erstens *Wissen*, zweitens *Fähigkeiten* und drittens *Einstellungen bzw. Haltungen* dazu. Für den Physikunterricht in Baden-Württemberg klären die Bildungsstandards [2], dass die Physik erstens ein *physikalisches Grundlagenwissen*, zweitens spezielle *Fachmethoden* und drittens die Möglichkeit der *Bewertung naturwissenschaftlicher Thesen und Fragestellungen* vermitteln soll.

Speziell zum Bereich der Fachmethoden benennen die „Leitgedanken zum Kompetenzerwerb“ die Fähigkeit, physikalische Phänomene genau zu beobachten und zu beschreiben, zu experimentieren, Modell- und Konzeptbildung sowie deren ständig zu hinterfragende Möglichkeiten und Grenzen.

Wer den gymnasialen Physikunterricht besucht hat, soll die Welt mit anderen Augen sehen [2a]:

„Der Physikunterricht fördert das Denk- und Vorstellungsvermögen der Schülerinnen und Schüler“. Schülerinnen und Schüler sollen „physikalische Fragen erkennen und sachgerechte Entscheidungen treffen können, die die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen“.

Letztlich bildet der Physikunterricht die Schülerinnen und Schüler dazu aus, Verantwortung für Mensch und Umwelt zu übernehmen, aktiv Lösungsansätze für die großen globalen Probleme der Gegenwart und der Zukunft zu finden [2a]:

„Der Physikunterricht soll so aufgebaut sein, dass die Lernenden in der Lage sind, an der zukunftsfähigen Gestaltung der Weltgesellschaft – im Sinne der Agenda 21 – aktiv und verantwortungsvoll mitzuwirken und im eigenen Lebensumfeld einen Beitrag zu einer gerechten, umweltverträglichen und nachhaltigen Weltentwicklung zu leisten.“

Die in der Physik vermittelten und ausgebauten Kompetenzen sollen also nicht mehr und nicht weniger bewirken als aus den Schülerinnen und Schülern verantwortungsvolle, kritisch reflektierende und handelnde Bürgerinnen und Bürger mit technisch-naturwissenschaftlichem Sachverstand zu machen.

Welche übergeordneten Kompetenzen strebt der Physikunterricht an?

Die folgende Tabelle gibt die in den Leitgedanken zum Kompetenzerwerb an verschiedenen Stellen genannten vier übergeordneten Kompetenzen an, die der gymnasiale Physikunterricht in Baden-Württemberg anstrebt: Im Bereich der Erkenntnisgewinnung sind dies physikalische Fachmethoden, es sind Kompetenzen aus dem Bereich der Kommunikation, die Reflexion des eigenen Handelns bzw. die Bewertung von Fragen aus dem Alltag nach physikalischen Gesichtspunkten sowie personale und soziale Kompetenzen. Die ersten drei dieser genannten Kompetenzbereiche (Fachmethoden, Kommunikation und Reflexion) orientieren sich an Begrifflichkeiten, die von der EPA für Abiturprüfungen vorgegeben wurden. Sie wurden jedoch in diesem Heft – jeweils in Klammern dahinter stehend – um die im Rahmen der KMK-Bildungsstandards eingeführten Begrifflichkeiten ergänzt.

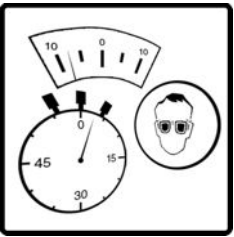


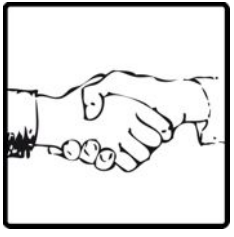
Diese übergeordneten Kompetenzen finden sich vor jeder Beispiel-Unterrichtseinheit in diesem Heft in Form einer Visualisierung in Matrixform sowie einer Bewertung, welche Kompetenzbereiche in der jeweiligen Einheit besonders trainiert werden, auf gelbem Papier wieder.

Diese Art der Darstellung soll der Leserin bzw. dem Leser einen schnellen Überblick über die in der jeweiligen Einheit angestrebten Kompetenzen ermöglichen. Unterstützt werden soll der schnelle Überblick durch die den übergeordneten vier Kompetenzen zugeordneten Piktogramme, welche sich ebenfalls vor jeder Unterrichtseinheit wiederfinden.

Zu beachten ist dabei folgendes: Nicht jede Unterrichtseinheit trainiert alle Kompetenzbereiche gleichermaßen. Es kommt vielmehr darauf an, innerhalb eines Schuljahres mit unterschiedlichen Unterrichtseinheiten alle Kompetenzbereiche zu fördern. Daher sind auch nicht alle Intensitätsbalken bei jeder Einheit auf die Höchchststufe gesetzt worden. Die Visualisierung dient ja gerade dazu, zu erkennen, welcher Kompetenzbereich besonders trainiert wird. Um das ganze Schuljahr im Blick zu behalten, dient eine dem Heft angehängte Übersichtstabelle, in der eingetragen werden kann, welche Kompetenzbereiche in welcher Unterrichtseinheit besonders gefördert werden sollen.

Weitere Informationen über Kompetenzmatrices, deren Wortlaut und Anwendungsgebiet finden Sie im folgenden Abschnitt (KMK-Matrix, EPA-Matrix, BW-Matrix etc.).

Ergänzt werden die übergeordneten Kompetenzen durch die Bildungsstandards für die Klassenstufen 8 und 10 sowie die Kursstufe. Diese finden sich in strukturierter Form in der Tabelle auf den Seiten nach der Beschreibung zu den Kompetenzmatrices wieder. Alle Kurzbezeichnungen in den Unterrichtseinheiten beziehen sich auf die im folgenden Abschnitt abgedruckte Tabelle.

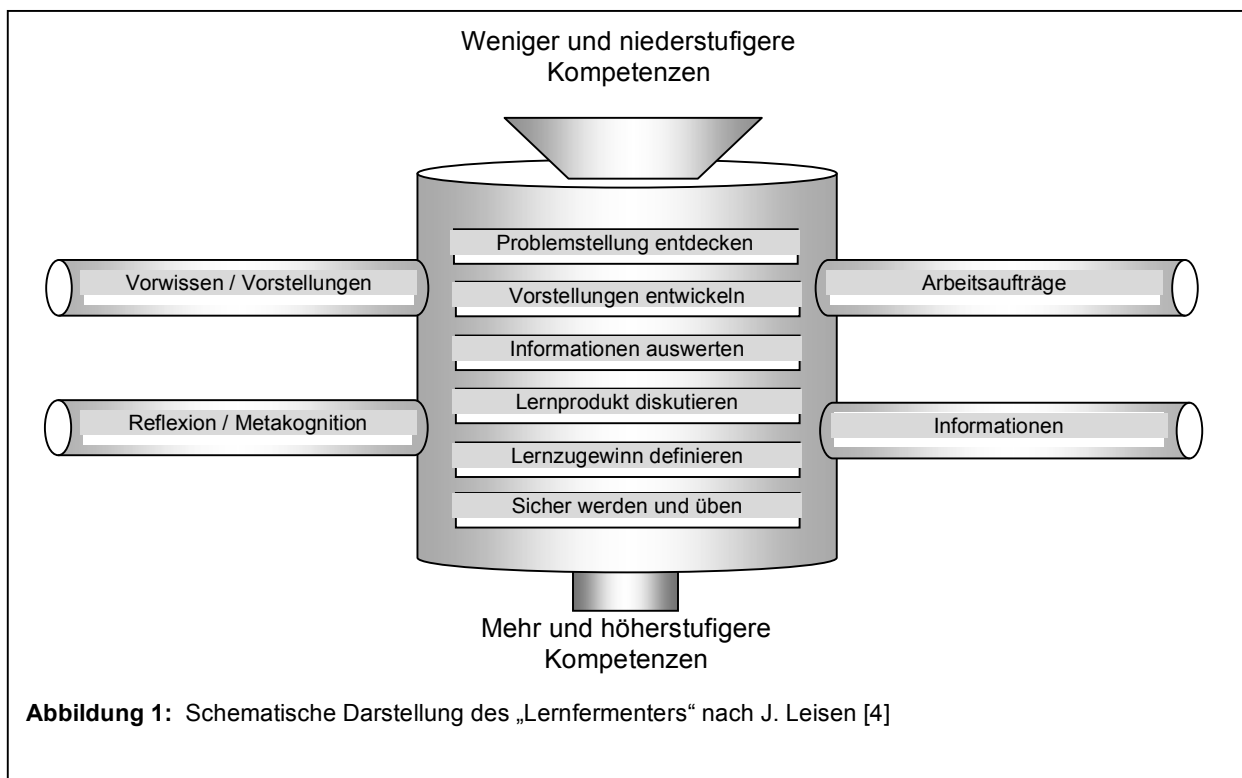
Bereiche	Symbol	Wortlaut
Fachmethoden		<p>Die Fachmethoden der Physik werden an geeigneten Physik-Inhalten vermittelt, hierbei spielen physikalische Konzepte, Modelle und Strukturen eine wichtige Rolle. Fachmethoden und Fachinhalte bauen eine für andere Fächer/Fächerverbünde nutzbare Denk- und Arbeitshaltung auf.</p>
		<p>Die Physik erfordert ein klares Erfassen und Mitteilen von Sachverhalten, die Beobachtung von quantitativ erfassbaren Größen, die Formulierung von Hypothesen und Modellvorstellungen und daraus resultierenden Vorhersagen, die experimentell überprüft werden können. Hierbei ist die Reduzierung von komplexen Randbedingungen auf eine experimentell erfassbare Problemsituation ein entscheidender Faktor.</p>
Kommunikation		<p>Voraussetzung für den Aufbau eines tragfähigen Physikverständnisses ist eine hinreichende Lesefähigkeit. Sie wird in der Physik mit der Fähigkeit zur Verbalisierung physikalischer Problemstellungen, zur Veranschaulichung in Bildern, zur Benutzung der Fachsprache und zur Darstellung in einer mathematischen Schreibweise weiter ausgebaut.</p>
		<p>Der Physikunterricht bietet vielfältige Möglichkeiten, die sprachliche Bildung der Schülerinnen und Schüler zu fördern, da neben mathematischen Formulierungen auch das Sprechen, das Schreiben und das Argumentieren eine wichtige Rolle spielen.</p>
Reflexion		<p>Wichtig ist auch das Verständnis von grundlegenden physikalischen Konzepten und Modellen, deren Tragfähigkeit ständig hinterfragt werden muss, um die Grenzen physikalischen Denkens erkennen zu können. Schlussfolgerungen zu ziehen bedarf der Fähigkeit, Informationen und Daten auf der Grundlage physikalischer Gesetze zu beurteilen, auszuwählen und anzuwenden.</p> <p>Der Physikunterricht soll so aufgebaut sein, dass die Lernenden in der Lage sind, an der zukunftsfähigen Gestaltung der Weltgesellschaft – im Sinne der Agenda 21 – aktiv und verantwortungsvoll mitzuwirken und im eigenen Lebensumfeld einen Beitrag zu einer gerechten, umweltverträglichen und nachhaltigen Weltentwicklung zu leisten.</p>
Personale und soziale Kompetenzen		<p>Das im Physikunterricht erworbene Grundlagenwissen und die dort gelernten Fachmethoden können im Alltag gewinnbringend eingesetzt werden. Neben der Entwicklung kognitiver Fähigkeiten muss der Physikunterricht auch die emotionalen Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen und ihre personale und soziale Kompetenz fördern. So werden bei Teamarbeit und im Physik-Praktikum vor allem die kooperativen Fähigkeiten entwickelt.</p>

Wie soll der Physikunterricht gestaltet sein, damit der beschriebene Kompetenzerwerb darin stattfinden kann?

In den „Didaktischen Grundsätzen“ der Leitgedanken finden sich viele Hinweise zur Unterrichtsgestaltung [2a]:

- Der Unterricht soll von den *Schülervorstellungen* bzw. *Präkonzepten* ausgehen. Das bedeutet insbesondere, dass die Konzepte der Schülerinnen und Schüler bekannt sein müssen, man muss sie also erheben (z. B. durch Fragebögen vor einer Unterrichtseinheit).
- Auch die Entwicklung der *Sprachebene im Unterricht* ist wichtig: Zunächst muss die Muttersprache der Schülerinnen und Schüler im Physikunterricht ihren Raum bekommen. Erste Beobachtungen werden daher von den Lernenden in ihren eigenen Worten formuliert, erst im Anschluss werden die Fachsprache und geeignete Modellebenen zur Beschreibung der Sachverhalte behutsam eingeführt. Am Ende des Lernprozesses sollen die Schülerinnen und Schüler die neuen Lerninhalte in der physikalisch richtigen Form beschreiben können.
- Der Physikunterricht soll *Mädchen und Jungen* gleichermaßen ansprechen und fördern. Während technische Aspekte häufiger von Jungen als von Mädchen als interessant wahrgenommen werden, ist der Bezug zu Mensch und Natur etwas, was oft beide Geschlechter anspricht. Daher sollten Fragestellungen wie „Wie wirkt sich ... aus?“ ebenso Teil des Unterrichtes sein wie Fragen der Form „Wie funktioniert ...?“. Weibliche Vorbilder sind zwar im Bereich der Physik immer noch selten, aber ihr Wirken sollte zum Unterrichtsthema werden (z. B. die Biographien von Lise Meitner und Marie Curie beim Thema „Struktur der Materie“).
- Auf der Ebene der *Unterrichtsmethodik* muss neben frontalen Unterrichtsformen das *entdeckende, handlungsorientierte Lernen im Team* eine tragende Rolle spielen. Eng damit verbunden sind *offene Problemstellungen* und entdeckendes Lernen, die verschiedene Vorgehens- und Lösungsweisen zulassen. Einen festen Platz im Physikunterricht haben auch *Schülerreferate* und *Experimentalvorträge*, die den Kompetenzerwerb für die Schülerinnen und Schüler spürbar machen. Ohne unterrichtliche Methodenvielfalt sind Kompetenzen im Sozialbereich sowie viele Kompetenzen im Zusammenhang mit der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise nicht zu erreichen! Zudem ermöglichen Schülerarbeitsaufträge eine spürbare *Binnendifferenzierung*, so dass den unterschiedlichen Kompetenzniveaus der Lernenden Rechnung getragen werden kann.
- Die Physik als Naturwissenschaft pflegt einen beispielhaften Umgang mit Fehlern, der im Unterricht unbedingt ebenfalls transportiert werden soll. Fehler können auftreten in Messprozessen, aber auch beim Lernen. Solche Fehler sind nicht zu unterdrücken, sondern als Lernchancen zu nutzen. In den Bildungsstandards ist dazu zu lesen:
- „Fehler werden in der Lernphase zwangsläufig gemacht und gehören zum Lernprozess ... Vor allem im handlungsorientierten Unterricht, bei der Teamarbeit oder im Physik-Praktikum können die Denk- und Arbeitswege der einzelnen Schülerinnen und Schüler beobachtet werden. Auf diese Weise kann die Lehrkraft bei individuellen Problemen helfen.“ [2a]

Eine Darstellung des kompetenzorientierten Unterrichtes von J. Leisen bzw. des Studienseminars Koblenz [3;4] versucht, die Akzentverschiebung vom herkömmlichen zum kompetenzorientierten naturwissenschaftlichen Unterricht mit Hilfe des „Lernfermenter-Modells“ zu beschreiben, welcher schematisch in Abbildung 1 dargestellt werden soll:



Betrachtet wird der im „Lernfermenter“ stattfindende Lernprozess und nicht mehr – wie bisher üblich – vorrangig der Lehrprozess. Das Lernen wird in die sechs Lernschritte „Problemstellung entdecken“, „Vorstellungen entwickeln“, „Informationen auswerten“, „Lernprodukt diskutieren“, „Lernzugewinn definieren“ und „Sicher werden und üben“ eingeteilt. Diese Schritte laufen während des Lernens im „Lernfermenter“ ab, wobei die Geschwindigkeit und die Frequenz der Durchläufe durch diese Schritte individuell sehr unterschiedlich ausfallen können. Leisen ergänzt dazu [3]:

„Ein Fermenter ist ein „Gärtopf“ (= Lernsituationen), in dem minderwertige „Rohstoffe“ (= Kompetenzen vor dem Lernen) durch einen „Gärprozess“ (= Lernprozess) in eine höherwertiges „Gärprodukt“ (= Kompetenzen nach dem Lernen) veredelt werden. Im Lernfermenter werden weniger und niederstufigere Kompetenzen zu mehr und höherstufigen Kompetenzen veredelt. Im Lernfermenter reifen die Kompetenzen im Lernprozess heran. Ein bekanntes Beispiel für einen Fermenter ist der Sudkessel einer Brauerei. Der „Gärprozess“ (= Lernprozess) wird z. B. vom Braumeister (= Lehrkraft) von außen überwacht und durch Zuflüsse gesteuert. Zwischendurch zieht der Braumeister immer wieder Proben, um den „Gärstand“ (= Lernstand) zu überprüfen (= diagnostizieren).“

Die Lehrkraft hat lediglich die Aufgabe, diesen Lernprozess zu steuern, wobei ihr verschiedene Mechanismen zur Steuerung bzw. „Zuflüsse zum Lernfermenter“ zur Verfügung stehen.

Den ersten Steuerungsmechanismus stellt dabei die *Aktivierung von Vorwissen und Schülervorstellungen* dar. Dies kann methodisch sehr abwechslungsreich geschehen, wie auch die im Rahmen der ZPG stattfindende Fortbildungsreihe zum kompetenzorientierten Physikunterricht eindrücklich darstellt: Die Lehrkraft kann mittels individuellen Fragebögen oder auch bereits bestehenden Kompetenztests Vorstellungen und Vorwissen ermitteln, Besprechungen in Schüler-Kleingruppen entlang vorbereiteter Fragebögen, Concept Cartoons, die schriftliche oder mündliche Bewertung von vorbereiteten Zitaten, Problemstellungen verschiedenster Art oder auch Begriffsnetze können dabei hilfreich sein [5].

Die zweite Möglichkeit der Steuerung des Lernprozesses hat die Lehrkraft über ihre *Arbeitsaufträge*, welche nach Leisen die entscheidende Stellgröße im Kompetenzentwicklungsprozess sind. Arbeitsaufträge berücksichtigen Kompetenzstand („Gärzustand“), sie zielen auf ein auswertbares Lernprodukt und legen den Weg dorthin offen, sie sind gestuft und individualisiert und beinhalten Strategien für Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung. Gut zu verbinden sind Schülerarbeitsaufträge u.a. auch mit dem Lerntagebuch oder Forschungstagebuch.

Die dritte Steuerungsmöglichkeit sind die *Informationen*, die die Lehrkraft an die Schülerinnen und Schüler gibt. Die Möglichkeiten für den Informationstransfer sind ebenso bekannt wie vielfältig: Lehrervortrag, fragend-entwickelnder Unterricht, Filme und Recherchen, diverse Medien etc. Mit der Wahl des Informationstransfers wird mehr oder weniger steuernd in den Lernprozess eingegriffen.

Als vierte und letzte Steuermöglichkeit nennt Leisen die *Reflexion* bzw. *Metakognition*. Diese kann z. B. durch bewertendes Vergleichen unterschiedlicher Lernprodukte durch Schüler geschehen, auch denkbar im Lerntagebuch. Der Lernzuwachs kann durch vergleichende Tests vor und nach einer Unterrichtssequenz erfahrbar gemacht werden, auch einige der „Methodenwerkzeuge“ [5] sind durchaus geeignet, Schülerinnen und Schülern nochmal zum Strukturieren und Überdenken ihres Wissens anzuregen. In diesem Heft findet sich am Ende jeder Einheit eine kleine Kompetenzeinstufung, die Schülerinnen und Schüler selbst durchführen können, aber auch in Partnerarbeit, um sich gegenseitig eine Rückmeldung geben zu können (s. auch „Faltblätter“ aus dem ZPG-Material [5]). Auch der Lernweg selbst kann zum Gegenstand des Unterrichtes werden, indem z. B. verschiedene Lerntagebuch-Einträge miteinander verglichen werden.

Literatur und Quellenangaben:

- [1] Ziener, Gerhard: *Bildungsstandards in der Praxis. Kompetenzorientiert unterrichten*, (Klett/Kallmeyer) Seelze-Velber 2006
- [2] Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (Hrsg.): *Bildungsplan 2004. Allgemein bildendes Gymnasium*, Stuttgart 2004
- [2a] Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (Hrsg.): *Bildungsplan 2004. Allgemein bildendes Gymnasium*, Stuttgart 2004, S. 180
- [3] Kompetenzorientiertes Lehren und Lernen in <http://www.studienseminar-koblenz.de/bildungswissenschaften/lernfermenter.htm>
- [4] J. Leisen: *Ausrichtung des Physikunterrichts an Kompetenzen – Was folgt daraus für Lehrer und für Schüler?*, Vortrag auf dem Didaktik- Workshop TU-Karlsruhe 23.5.2008
- [5] Modul 9 der ZPG Physik 2009 in <http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/physik/gym/fb1>

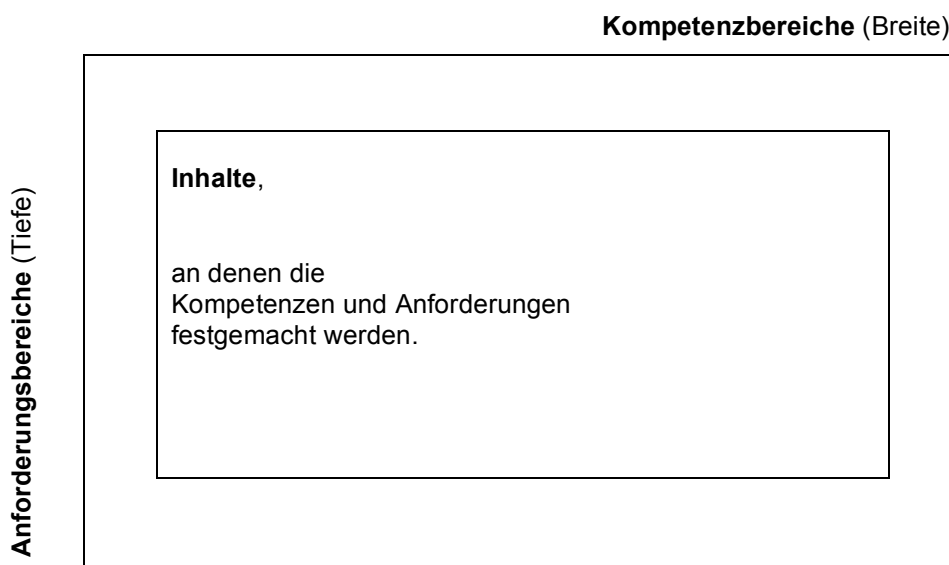
Kompetenzmatrices

Was ist eine Kompetenzmatrix?

Zur Planung von Unterricht und zur Erstellung von Tests kann eine Kompetenzmatrix verwendet werden. In ihr lässt sich übersichtlich darstellen, welche Bereiche in welchem Maß abgedeckt sind. Jeder kompetenzorientierte Unterricht und jeder kompetenzorientierte Test braucht drei Dinge:

- Er braucht Anforderungen in passender Tiefe, durch eine passende Mischung aus leichten, mittleren und schweren Anteilen (**Anforderungsbereiche**).
- Er verlangt Qualifikationen und Kompetenzen in hinreichender Breite (**Kompetenzbereiche**).
- Er macht die Anforderungs- und Kompetenzbereiche an geeigneten und relevanten Inhalten fest (**Inhalte**).

Diese drei Dinge lassen sich nach J. Leisen [1] in folgendem Schema darstellen:



Die genaue Gestaltung der Anforderungs- und Kompetenzbereiche unterscheidet sich oft – je nachdem welche Institution die Matrix erstellt hat, und unter welcher übergeordneten Aufgabenstellung sie erstellt wurde. So sind z. B. bei PISA die Anforderungsbereiche in fünf Stufen unterteilt, im Rahmen der EPA-Physik (Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Physik) hingegen nur in drei, da die drei Bereiche Reproduktion, Reorganisation und Transfer von Lehrkräften intuitiv verwendet werden.

Welche Kompetenzmatrices gelten für Baden-Württemberg?

Bei der Planung von Physikunterricht in Baden-Württemberg begegnen der Lehrkraft verschiedene Kompetenzmatrices, die sich im Detail unterscheiden, jedoch vom Ansatz her ähnlich sind:

Die von der KMK erstellten **Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Physik (EPA-Physik)**, die auch in der Abiturprüfung in Baden-Württemberg gelten, sind in 4 Kompetenz- und 3 Anforderungsbereiche aufgeteilt.

Die Kompetenzbereiche lauten:

- **Fachkenntnisse:** Physikalisches Wissen erwerben, wiedergeben und nutzen
- **Fachmethoden:** Erkenntnismethoden der Physik sowie Fachmethoden beschreiben und nutzen
- **Kommunikation:** In Physik und über Physik kommunizieren
- **Reflexion:** Über die Bezüge der Physik reflektieren

Die Anforderungsbereiche sind folgendermaßen beschrieben:

- Im **Anforderungsbereich I** beschränken sich die Aufgabenstellungen auf die **Reproduktion** und die Anwendung einfacher Sachverhalte und Fachmethoden, das Darstellen von Sachverhalten in vorgegebener Form sowie die Darstellung einfacher Bezüge.
- Im **Anforderungsbereich II** verlangen die Aufgabenstellungen die **Reorganisation** und das Übertragen komplexerer Sachverhalte und Fachmethoden, die situationsgerechte Anwendung von Kommunikationsformen, die Wiedergabe von Bewertungsansätzen sowie das Herstellen einfacher Bezüge.
- Im **Anforderungsbereich III** verlangen die Aufgabenstellungen das problembezogene **Anwenden** und Übertragen komplexer Sachverhalte und Fachmethoden, die situationsgerechte Auswahl von Kommunikationsformen, das Herstellen von Bezügen und das Bewerten von Sachverhalten.

Insgesamt ergibt sich folgende Matrix (nach [2]):

		Kompetenzbereiche			
		Fachkenntnisse	Fachmethoden	Kommunikation	Reflexion
Anforderungsbereiche	I	Wiedergeben von Sachverhalten	Beschreiben und Einsetzen von Fachmethoden	Darstellen von Sachverhalten in vorgegebenen Formen	Angeben von Bezügen
	II	Anwenden von Sachverhalten eines bestimmten Gebietes	Anwenden von Fachmethoden	situationsgerechtes Anwenden von Kommunikationsformen	Herstellen einfacher Bezüge und Wiedergeben von Bewertungsansätzen
	III	problembezogenes Erarbeiten, Einordnen, Nutzen und Werten von Wissen	problembezogenes Auswählen und Anwenden von Fachmethoden	situationsgerechtes Auswählen und Einsetzen von Kommunikationsformen	Herstellen von Bezügen und Bewerten von Sachverhalten

Kompetenzmatrix der EPA-Physik

Die **Physik-Bildungsstandards für Baden-Württemberg** legen eine Aufteilung der Kompetenzbereiche in die vier Bereiche „Fachmethoden“, „Fachinhalte“ (Nummern 7–13 im Bildungsstandard), „Kommunikation“ und „Reflexion“ nahe.

Zu den Anforderungsbereichen steht in den Bildungsstandards nichts; dies ist die Aufgabe der Niveauekonkretisierungen, die an Beispielen das Niveau festlegen. Dabei sind die Inhalte der Niveauekonkretisierungen für die Lehrkräfte bei der Planung und Durchführung des Unterrichts nicht verpflichtend, die Niveaubeschreibungen hingegen schon. Es werden drei Niveaustufen A, B, C definiert [3]:

- Im **Niveau A** beschränken sich die Aufgabenstellungen auf die **Reproduktion** und Anwendung bekannter oder geübter Sachverhalte und Fachmethoden, die Anwendung geübter Kommunikationsformen in einfachen Situationen und die Einbettung in unterrichtlich bekannte oder einfache Kontexte.
- Im **Niveau B** verlangen die Aufgabenstellungen die **Reorganisation** und das Übertragen bekannter komplexerer Sachverhalte und Fachmethoden, die Anwendung bekannter Kommunikationsformen in komplexeren Situationen und die selbstständige Einbettung in unterrichtlich bekannte aber komplexerer Kontexte.
- Im **Niveau C** verlangen die Aufgabenstellungen das **Anwenden** und Übertragen neuartiger oder komplexer Sachverhalte und ungeübter Fachmethoden, die Anwendung von Kommunikationsformen in neuartigen oder komplexen Situationen und die selbstständige Einbettung in neuartige aber komplexe Kontexte.

Insgesamt ergibt sich für Bildungsstandards und Niveauekonkretisierungen folgende Kompetenzmatrix:

		Kompetenzbereiche			
		Fachwissen	Fachmethoden	Kommunikation	Reflexion
Niveau A	Einfache physikalische Sachverhalte wiedergeben	Einfache Darstellungen von Sachverhalten verstehen	Sachbezogene Fragen stellen, zu Fragen Stellung nehmen	Das Experiment als Prüfstein physikalischer Aussagen am Beispiel darstellen	
Niveau B	Konzeptwechsel vollziehen	Begrenzttes Wissen nach Anleitung erschließen	Auf Beiträge eingehen, Aussagen sachlich begründen	Zwischen physikalischen und anderen Komponenten einer Bewertung unterscheiden	
Niveau C	Physikalisches Wissen transferieren und verknüpfen	Begrenzttes Wissen selbst erwerben und dokumentieren	Auf angemessenem Niveau begrenzte Themen diskutieren	Physikalische Erkenntnisse als Basis für die Bewertung eines Sachverhalts nutzen	

Kompetenzmatrix der Bildungsstandards Baden-Württemberg

Die drei Niveaustufen A, B, C sind nicht identisch mit den drei Anforderungsbereichen I, II, III der EPA. Die Niveaubeschreibungen können sich auf nur einen, zwei oder drei dieser Anforderungsbereiche beziehen. Beispielsweise können innerhalb des Anforderungsbereichs I die Anwendung von einfachen oder von zunehmend anspruchsvolleren Verfahrensweisen in A, B und C beschrieben sein. Genauer wird dies in [4] erläutert.

Die dritte Kompetenzmatrix begegnet der Physiklehrkraft im Rahmen der von der KMK erstellten, bundesweit gültigen **Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss** [5]. Diese Standards wurden fast zeitgleich zu den Standards in Baden-Württemberg erstellt. Daher stimmen die beiden Kompetenzmatrices nicht vollständig überein, sind sich aber sehr ähnlich. In den KMK-Standards findet man vier Kompetenzbereiche „Fachwissen“, „Erkenntnisgewinnung“, „Kommunikation“ und „Bewertung“ und die aus den EPA bekannten Anforderungsbereiche I, II, III. Insgesamt ergibt sich damit folgende Matrix (verkürzt aus [5]):

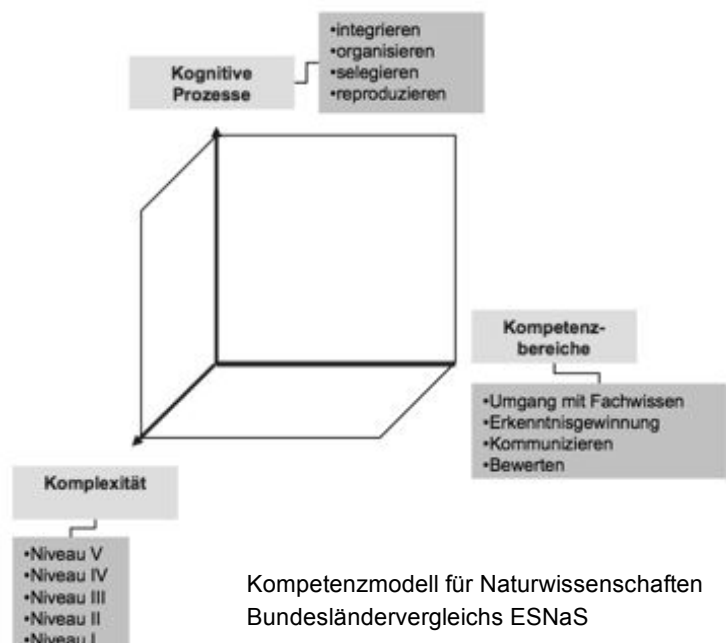
		Kompetenzbereiche			
		Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
Anforderungsbereiche	I	Wissen wiedergeben	Fachmethoden beschreiben	Mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten	Vorgegebene Bewertungen nachvollziehen
	II	Wissen anwenden	Fachmethoden nutzen	Geeignete Darstellungsformen nutzen	Vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren
	III	Wissen transferieren und verknüpfen	Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden	Darstellungsformen selbständig Auswählen und nutzen	Eigene Bewertungen vornehmen

Kompetenzmatrix der KMK-Standards für den Mittleren Bildungsabschluss

Gibt es noch weitere Kompetenzmodelle?

Zwei weitere Kompetenzstrukturen sind zurzeit im Entstehen.

Die eine wird vom IQB in Berlin im Rahmen des 2012 stattfindenden **naturwissenschaftlichen Bundesländervergleichs ESNaS** (Evaluation der naturwissenschaftlichen Standards für die Sekundarstufe I) entwickelt. Hierbei werden die KMK-Standards für den mittleren Bildungsabschluss getestet, d.h. alle Schularten aller Bundesländer mit denselben Aufgaben für Physik, Chemie und Biologie. Das zugehörige Kompetenzmodell stellt sich als dreidimensionale Matrix dar, in der als dritte Dimension die Komplexität von Aufgaben erfasst wird (aus [6]):



Eine weitere Kompetenzmatrix wird voraussichtlich im Rahmen der Neuentwicklung von **bundesweiten Bildungsstandards für die Sekundarstufe II** entstehen. Allerdings ist hier noch nichts bekannt, da die Arbeit erst Ende 2009 begonnen hat.

Welche Kompetenzmatrix ist die „richtige“?

Die oben beschriebenen Kompetenzmatrices sind sich trotz ihrer Unterschiede sehr ähnlich. Es geht immer darum, eine übersichtliche Klassifikation von Unterricht bzw. Test zu erreichen. Aber es gibt nicht „die eine“ Kompetenzmatrix, sondern eine Vielzahl – je nachdem, in welchem Rahmen man arbeitet.

- Für die **Abiturprüfung** in Baden-Württemberg ist die EPA-Matrix die richtige – zukünftig die der KMK-Bildungsstandards für die Sekundarstufe II.
- Für die **DVA** (in Physik wieder ab 2011) ist die aus Bildungsstandard und Niveaunkonkretisierungen zusammengesetzte Matrix die passende.
- Für den **Ländervergleich** (in Physik im Jahre 2012) ist das – wenngleich kompliziertere – dreidimensionale Modell des IQB relevant.

Diese drei Situationen sind jedoch eigentlich nur für die jeweiligen Aufgabensteller von Bedeutung.

Für den „normalen Unterricht“ genügt es, sich mit der aus Bildungsstandard und Niveaunkonkretisierungen zusammengesetzten Matrix auseinanderzusetzen, die hier nochmals verkürzt abgebildet ist. Jede Aufgabe, jede Unterrichtseinheit und jeder Jahresplan (Schulcurriculum) kann mit einer solchen Matrix auf Breite, Tiefe und Inhalt hin untersucht werden.

	Fachwissen	Fachmethoden	Kommunikation	Reflexion
Reproduktion	Inhalt	Inhalt	Inhalt	Inhalt
Reorganisation	Inhalt	Inhalt	Inhalt	Inhalt
Anwendung / Transfer	Inhalt	Inhalt	Inhalt	Inhalt

Welche Kompetenzmatrix wird in diesem Heft verwendet?

Die Unterrichtsbeispiele in diesem Heft sind zum einen hinsichtlich ihrer Trainingsintensität klassifiziert (siehe oben), zum anderen aber auch in eine Kompetenzmatrix eingeordnet. Da für die nachfolgende Fortbildungsreihe der Sekundarstufe II die Matrix der EPA verpflichtend ist, wird auch in diesem Heft die EPA-Matrix zugrunde gelegt, um für den Leser eine einheitliche Darstellung zu erreichen.

Literatur und Quellenangaben:

- [1] J. Leisen: *Einheitliche Prüfungsanforderungen Physik*. MNU 57/3, 2004.
- [2] *Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Physik*. KMK, 2004.
- [3] *Einführung in die Physik-Niveaunkonkretisierungen*. LS, 2004.
- [4] *Vorwort zu den Niveaunkonkretisierungen*. LS, 2009.
- [5] *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. KMK, 2004.
- [6] A. Kauertz: *Vom Kompetenzmodell zum Testheft – Grundprinzipien, Rahmenbedingungen und Möglichkeiten der Qualitätssicherung*. Vortrag am LS, 2008. http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/testung/ESNaS_Nov08-Kauertz.pdf

Kompetenzen und Inhalte in den Klassenstufen 7-12 (nur 4-std. Kurs!)

Bereiche	Abkürzung	Jahrgangsstufe	Wortlaut: „Die Schülerinnen und Schüler können ...“	Unterrichtseinheiten in diesem Heft
1. Naturbetrachtung unter bestimmten Aspekten	Naturbetrachtung 1.1	7/8	<ul style="list-style-type: none"> • zwischen Beobachtung und physikalischer Erklärung unterscheiden; 	
		9 bis 12	<ul style="list-style-type: none"> • zwischen Beobachtung und physikalischer Erklärung unterscheiden; • zwischen ihrer Erfahrungswelt und deren physikalischer Beschreibung unterscheiden; 	
		7/8	<ul style="list-style-type: none"> • an einfachen Beispielen die physikalische Beschreibungsweise anwenden; 	
		9/10	<ul style="list-style-type: none"> • an Beispielen die physikalische Beschreibungsweise anwenden; 	
		11/12	<ul style="list-style-type: none"> • die physikalische Beschreibungsweise anwenden; 	
		9/10	<p>Außerdem wissen die Schülerinnen und Schüler, dass naturwissenschaftliche Gesetze und Modellvorstellungen Grenzen haben.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sie können an Beispielen erläutern, dass naturwissenschaftliche Gesetze und Modellvorstellungen Grenzen haben; 	
		11/12	<ul style="list-style-type: none"> • die naturwissenschaftliche Arbeitsweise Hypothese, Vorhersage, Überprüfung im Experiment, Bewertung, ... in ersten einfachen Beispielen anwenden; 	
		7/8	<ul style="list-style-type: none"> • die naturwissenschaftliche Arbeitsweise Hypothese, Vorhersage, Überprüfung im Experiment, Bewertung, ... anwenden; 	
		9/10	<ul style="list-style-type: none"> • die naturwissenschaftliche Arbeitsweise Hypothese, Vorhersage, Überprüfung im Experiment, Bewertung, ... anwenden; 	
		11/12	<ul style="list-style-type: none"> • bei einfachen Zusammenhängen ein Modell erstellen, mit einer geeigneten Software bearbeiten und die berechneten Ergebnisse reflektieren; 	
2. Physik als theoretische Wissenschaft	Wissenschaft 2.1	9/10	<ul style="list-style-type: none"> • ein Modell erstellen, mit einer geeigneten Software bearbeiten und die berechneten Ergebnisse reflektieren; 	
		11/12	<ul style="list-style-type: none"> • die naturwissenschaftliche Arbeitsweise Hypothese, Vorhersage, Überprüfung im Experiment, Bewertung, ... anwenden; 	
		9/10	<ul style="list-style-type: none"> • bei einfachen Zusammenhängen ein Modell erstellen, mit einer geeigneten Software bearbeiten und die berechneten Ergebnisse reflektieren; 	
		11/12	<ul style="list-style-type: none"> • ein Modell erstellen, mit einer geeigneten Software bearbeiten und die berechneten Ergebnisse reflektieren; 	

3. Formalisierung und Mathematisierung in der Physik	Formalisierung 3.1	7/8	<ul style="list-style-type: none"> • bei einfachen Beispielen den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren; 	
	Formalisierung 3.2	9 bis 12	<ul style="list-style-type: none"> • den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren; 	
		7/8	<ul style="list-style-type: none"> • einfache funktionale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen, die zum Beispiel durch eine Formel vorgegeben werden, verbal beschreiben und interpretieren; 	
		9 bis 12	<ul style="list-style-type: none"> • funktionale Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen, die zum Beispiel durch eine Formel vorgegeben werden, verbal beschreiben und interpretieren; 	
		7/8	<ul style="list-style-type: none"> • einfache, auch bisher nicht im Unterricht behandelte Formeln zur Lösung von physikalischen Problemen anwenden; 	
	Formalisierung 3.3	9 bis 12	<ul style="list-style-type: none"> • vorgegebene (auch bisher nicht im Unterricht behandelte) Formeln zur Lösung von physikalischen Problemen anwenden; 	
	Formalisierung 3.4	11/12	<ul style="list-style-type: none"> • funktionale Zusammenhänge selbstständig finden; 	
	Methoden 4.1	7/8	<ul style="list-style-type: none"> • einfache Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen; 	
		9 bis 12	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen; 	
	Methoden 4.2	7/8	<ul style="list-style-type: none"> • erste Experimente unter Anleitung planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und angeben, welche Faktoren die Genauigkeit von Messergebnissen beeinflussen; 	
		9/10	<ul style="list-style-type: none"> • Experimente unter Anleitung planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen; 	
		11/12	<ul style="list-style-type: none"> • Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen; 	
7/8		<ul style="list-style-type: none"> • an ersten einfachen Beispielen Strukturen erkennen und Analogien hilfreich einsetzen; 		
Methoden 4.3	9/10	<ul style="list-style-type: none"> • Strukturen erkennen und Analogien hilfreich einsetzen; 		
	11/12	<ul style="list-style-type: none"> • selbstständig Strukturen erkennen und Analogien hilfreich einsetzen; 		

5. Anwendungsbezug und gesellschaftliche Relevanz der Physik		Methoden 4.4	9/10	<ul style="list-style-type: none"> • computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum unter Anleitung einsetzen; 	
			11/12	<ul style="list-style-type: none"> • computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen; 	
		Methoden 4.5	9/10	<ul style="list-style-type: none"> • die Methoden der Deduktion und Induktion an einfachen im Unterricht behandelten Beispielen erläutern; 	
			11/12	<ul style="list-style-type: none"> • die Methoden der Deduktion und Induktion anwenden; 	
		Methoden 4.6	9 bis 12	<ul style="list-style-type: none"> • geeignete Größen bilanzieren; 	
		Anwendungsbezug 5.1	7/8	<ul style="list-style-type: none"> • bei einfachen Problemstellungen Fragen erkennen, die sie mit Methoden der Physik bearbeiten und lösen; 	
			9 bis 12	<ul style="list-style-type: none"> • Fragen erkennen, die sie mit Methoden der Physik bearbeiten und lösen 	
		Anwendungsbezug 5.2	7/8	<ul style="list-style-type: none"> • erste physikalische Grundkenntnisse und Methoden für Fragen des Alltags sinnvoll einsetzen; 	
			9 bis 12	<ul style="list-style-type: none"> • physikalische Grundkenntnisse und Methoden für Fragen des Alltags sinnvoll einsetzen; 	
		Anwendungsbezug 5.3	7/8	<ul style="list-style-type: none"> • erste Zusammenhänge zwischen lokalem Handeln und globalen Auswirkungen erkennen und dieses Wissen für ihr eigenes verantwortungsbewusstes Handeln einsetzen; 	
			9 bis 12	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge zwischen lokalem Handeln und globalen Auswirkungen erkennen und dieses Wissen für ihr eigenes verantwortungsbewusstes Handeln einsetzen. 	
		Anwendungsbezug 5.4	7/8	<p>Die Schülerinnen und Schüler kennen charakteristische Werte der behandelten physikalischen Größen und können sie für sinnvolle physikalische Abschätzungen anwenden.</p>	
	9 bis 12	<p>Die Schülerinnen und Schüler kennen charakteristische Werte der behandelten physikalischen Größen und können sie für sinnvolle physikalische Abschätzungen anwenden.</p>			

6. Physik als ein historischer-dynamischer Prozess	Historie 6.1	7/8	Die Schülerinnen und Schüler kennen erste einfache Beispiele dafür, dass physikalische Begriffe nicht statisch sind, sondern sich historisch oft aus alltagsprachlichen Begriffen heraus entwickelt haben.	
		9 bis 12	Die Schülerinnen und Schüler können an Beispielen darstellen, dass physikalische Begriffe und Vorstellungen nicht statisch sind, sondern sich in einer fortwährenden Entwicklung befinden.	
	Historie 6.2	9 bis 12	Die Schülerinnen und Schüler können an Beispielen darstellen, welche Faktoren zu Entdeckungen und Erkenntnissen führen (Intuition, Beharrlichkeit, Zufall, ...).	
	Wahrnehmung 7.1	7 bis 12	Die Schülerinnen und Schüler können den Zusammenhang und den Unterschied zwischen der Wahrnehmung beziehungsweise Sinnesempfindung und ihrer physikalischen Beschreibung bei folgenden Themenstellungen darstellen:	<ul style="list-style-type: none"> Wahrnehmung: Lautstärke, Tonhöhe, Hören – Messung: Amplitude, Frequenz
Wahrnehmung 7.2	<ul style="list-style-type: none"> Wahrnehmung: Schwere – Messung: Schwerkraft 			
Wahrnehmung 7.3	<ul style="list-style-type: none"> Wahrnehmung: Schwere – Messung: Schwerkraft, Gravitationsfeldstärke 			
	<ul style="list-style-type: none"> Wahrnehmung: Helligkeit und Schatten, Farben, Sehen – physikalische Beschreibung: Streuung, Reflexion, Brechung 			
Wahrnehmung 7.4		<ul style="list-style-type: none"> Wahrnehmung: Helligkeit und Schatten, Farben, Sehen – Messung: Intensität, Frequenz Wahrnehmung: warm, kalt, Wärmeempfindung – Messung: Temperatur 		

8. Grundlegende physikalische Größen			
Größen 8.1	7 bis 12	Die Schülerinnen und Schüler können mit grundlegenden physikalischen Größen umgehen.	<ul style="list-style-type: none"> • Zeit, Masse, Massendichte, Temperatur, Druck
	7/8		<ul style="list-style-type: none"> • Energie
Größen 8.2	9 bis 12	Bzw. in 9/10: Neben dynamischen Betrachtungsweisen kennen die Schülerinnen und Schüler die Erhaltungssätze und können sie vor- teilhaft zur Lösung physikalischer Fragestellungen einsetzen.	<ul style="list-style-type: none"> • Energie (Energieerhaltung)
Größen 8.3	7/8	Die Schülerinnen und Schüler kennen technische Möglichkeiten zum „Energiesparen“ und zur Reduzierung von „Entropieerzeugung“.	<ul style="list-style-type: none"> • elektrische Stromstärke, elektrisches Potenzial, elektrische Spannung, qualitativ: elektrische Ladung
	9 bis 12		<ul style="list-style-type: none"> • elektrische Stromstärke, elektrisches Potenzial, elektrische Spannung, elektrische Ladung (Ladungserhaltung)
Größen 8.4	7/8	Die Schülerinnen und Schüler können mit weiteren grundlegenden physikalischen Größen umgehen:	<ul style="list-style-type: none"> • Kraft, Geschwindigkeit, qualitativ: Impuls
	9 bis 12		<ul style="list-style-type: none"> • Kraft, Geschwindigkeit, Impuls Impulserhaltung, Beschleunigung
Größen 8.5	9 bis 12		<ul style="list-style-type: none"> • Entropie (Entropieerzeugung)
Größen 8.6	9 bis 12		<ul style="list-style-type: none"> • qualitativ: Zentripetalkraft, Drehimpuls (Drehimpulserhaltung)
Größen 8.7	11/12		<ul style="list-style-type: none"> • elektrische Feldstärke, Kapazität • magnetische Flussdichte, Induktivität • Frequenz, Periodendauer, Amplitude, Wellenlänge, • Ausbreitungsgeschwindigkeit
Analogien 9.1	7 bis 10	Die Schülerinnen und Schüler	<ul style="list-style-type: none"> • Schall und Licht

			<p>können Strukturen und Analogien erkennen Bzw. in 11/12: Die Schülerinnen und Schüler können das magnetische und elektrische Feld als physikalisches System beschreiben und die Grundlagen der Maxwelltheorie verstehen, in der die Elektrodynamik auf vier Aussagen zurückgeführt wird; ihre Vorstellungen und Ausdrucksweisen über Schwingungen und Wellen in eine angemessene Fachsprache und mathematische Beschreibung überführen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Schwingung - harmonische mechanische und elektromagnetische Schwingung, Differenzialgleichung • mechanische und elektromagnetische Welle (unter Einbezug von Licht) - harmonische Welle, einfache mathematische Beschreibung, Überlagerungen von Wellen (stehende Welle, Interferenz), Reflexion, Streuung, Brechung, Beugung, Polarisation • qualitativ: Energiespeicher, Beschreibung von mechanischen und elektrischen Energietransporten • Energiespeicher, Beschreibung von mechanischen, elektrischen und thermischen Energietransporten • Energiespeicher und Energietransport auch in Feldern • qualitativ: Strom, Antrieb (Ursache) und Widerstand • Strom, Antrieb (Ursache) und Widerstand • qualitative Beschreibung von Feldern (Gravitationsfeld, magnetisches Feld, elektrisches Feld) • Feld - qualitativ: Gravitationsfeld - elektrisches und magnetisches Feld, Lorentzkraft, Wechselwirkung mit Materie, Induktion, Naturkonstanten 	
		11/12			
		7/8			
Analogien 9.2		9/10			
		11/12			
Analogien 9.3		7/8			
		9 bis 12			
Analogien 9.4		9/10			
		11/12			

10. Naturerscheinungen und technische Anwendungen	Naturerscheinung 10.1	7/8	<p>Die Schülerinnen und Schüler können elementare Erscheinungen in der Natur und wichtige Geräte funktional beschreiben und physikalische Modelle auch in ihrem Alltag gewinnbringend einsetzen.</p> <p>Bzw. in 9/10:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können weitere Erscheinungen in der Natur und wichtige Geräte funktional beschreiben. Sie sind immer mehr in der Lage, physikalische Modelle auch in ihrem Alltag gewinnbringend einzusetzen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Erde: atmosphärische Erscheinungen, Erdmagnetfeld 	
		9 bis 12		<ul style="list-style-type: none"> • Erde: atmosphärische Erscheinungen, Treibhauseffekt, Erdmagnetfeld 	
	Naturerscheinung 10.2	7 bis 12		<ul style="list-style-type: none"> • Mensch: physikalische Abläufe im menschlichen Körper, medizinische Geräte, Sicherheitsaspekte 	
	Naturerscheinung 10.3	7 bis 12		<ul style="list-style-type: none"> • Alltagsgeräte (zum Beispiel Elektromotor) 	
	Naturerscheinung 10.4	7 bis 12		<ul style="list-style-type: none"> • Energieversorgung: Kraftwerke und ihre Komponenten (zum Beispiel Generator) – auch regenerative Energieversorgung (zum Beispiel Solarzelle, Brennstoffzelle) 	
	Naturerscheinung 10.5	9 bis 12		<ul style="list-style-type: none"> • Informationstechnologie und Elektronik – auch einfache Schaltungen mit elektronischen Bauteilen 	
11. Struktur der Materie	Materie 11.1	9/10	<p>Die Schülerinnen und Schüler können Teilchenmodelle an geeigneten Stellen anwenden und kennen eine zeitgemäße Atomvorstellung.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Atomhülle, Atomkern 	
		11/12	<p>Bzw. in 11/12:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können Teilchenmodelle an geeigneten Stellen anwenden</p>	<p>Atomhülle</p> <p>1. Energie-Quantisierung, grundlegende Gedanken der Schrödingergleichung und ihre Bedeutung für die Atomphysik</p> <p>Atomkern</p>	

Umsetzungsbeispiel 1: Die Massendichte in Klassenstufe 7/8

Planung und Ablauf

1. In dieser Unterrichtseinheit trainierte Kompetenzen:

Übergeordnete Kompetenzen		Trainingsintensität				
		1	2	3	4	5
Fachmethoden (Erkenntnisgewinnung)						
Kommunikation						
Reflexion (Bewertung)						
Personale und soziale Kompetenzen						

Diese Kompetenzen werden an folgenden Inhalten (Bildungsstandards Kompetenzen Nr. 7 bis 13) trainiert:

- Grundlegende phys. Größen: Die Massendichte (8.1)

2. Exemplarische Kompetenzanalyse:

a. Beispiel: Die übergeordnete Kompetenz „Fachmethoden“

In den Bildungsstandards Gymnasium 2004, S. 180 ist folgende Formulierung zu lesen:

"Die Schülerinnen und Schüler und Schüler können einfache Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, erste Experimente unter Anleitung planen, durchführen, auswerten, graphisch veranschaulichen und angeben, welche Faktoren die Genauigkeit von Messergebnissen beeinflussen sowie an ersten einfachen Beispielen Strukturen erkennen und Analogien hilfreich einsetzen."

Was kann ein Kind, wenn es diese Kompetenz hat?

Anforderungsbereich I	Anforderungsbereich II	Anforderungsbereich III
<p><u>Beschreibung:</u></p> <p>Beschreiben und Einsetzen von Fachmethoden</p>	<p><u>Beschreibung:</u></p> <p>Anwenden von Fachmethoden</p>	<p><u>Beschreibung:</u></p> <p>problembezogenes Auswählen und Anwenden von Fachmethoden</p>
<p><u>Beispiel:</u></p> <p>Bestimmung der Masse von 1 cm³ Holz.</p> <p>Bestimmung der Masse und des Volumens eines unregelmäßigen Körpers.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler und Schüler können eine Tabelle in ein m-V-Diagramm übertragen und können dieses anschließend interpretieren.</p>	<p><u>Beispiel:</u></p> <p>Klärung der Frage, ob unsere Massenstücke aus reinem Eisen sind.</p> <p>Beschreiben können, wo überall Messfehler auftreten.</p>	<p><u>Beispiel:</u></p> <p>Wieso tauchen U-Boote? Wie könnte man dies simulieren und experimentell bestätigen?</p> <p>In einer Diskussion hierzu fachlich korrekt Stellung beziehen können.</p> <p>Bestimmung der Masse eines großen Steinquaders über die Dichtebestimmung eines ähnlichen kleineren Steins. Bewusstmachen der Fehler bei den Messungen und Abschätzungen für die Auswirkungen auf das Ergebnis treffen können.</p>

b. Beispiel: Die inhaltliche Kompetenz

„Grundlegende physikalische Größen: Massendichte“

In den Bildungsstandards Gymnasium 2004, S. 183 ist folgende Formulierung zu lesen:

„Die Schülerinnen und Schüler und Schüler können mit grundlegenden physikalischen Größen umgehen.

- ... *Massendichte* ...“

Was kann ein Kind, wenn es diese Kompetenz hat?

Anforderungsbereich I	Anforderungsbereich II	Anforderungsbereich III
<u>Beschreibung:</u> Wiedergeben von Sachverhalten	<u>Beschreibung:</u> Anwenden von Sachverhalten eines bestimmten Gebietes	<u>Beschreibung:</u> problembezogenes Erarbeiten, Einordnen, Nutzen und Werten von Wissen
<u>Beispiel:</u> <i>Die Schülerinnen und Schüler können die Dichte eines kleinen Holzquaders bestimmen. Die Schülerinnen und Schüler wissen, dass alle ausgeteilten Holzquader dieselbe Dichte besitzen, unabhängig von deren Form</i>	<u>Beispiel:</u> <i>Am Beispiel „Dichten im Weltall“ können die Schülerinnen und Schüler Änderungen des Volumens auf eine Dichteänderung übertragen.</i>	<u>Beispiel:</u> <i>Die Schülerinnen und Schüler können unter Bestimmung der Dichte das Volumen oder die Masse eines großen Körpers richtig bestimmen. Hierbei wird eine richtige Abschätzung der Messfehler gemacht.</i>

3. Didaktischer Kurzkomentar:










In der Einheit „Massendichte“ lernen die Schülerinnen und Schüler eine neue Größe kennen, die einem Stoff und nicht seiner Form oder Masse zugeordnet ist. Eine bewusst nicht konkret gestellte Frage bringt die Schülerinnen und Schüler selbst auf Ideen, eine Vergleichsgröße aus Messdaten zu errechnen. Alle Schüler sollen in Gruppen verschieden große Holzquader (aus demselben Holz) auf ihre Größe und Masse hin untersuchen. Schon hier müssen die Schülerinnen und Schüler selbst *Experimente durchführen (KOMPETENZ 4)*. *Messfehler (KOMPETENZ 4)* können schon an dieser Stelle *thematisiert* werden. Jede Schülergruppe hat zwei Messgrößen, aus denen man mit *Hilfe der Mathematik (KOMPETENZ 3)* eine Größe errechnen kann, die den Stoff (in diesem Fall das für jede Gruppe selbe Holz) charakterisiert. Eine graphische Auftragung der Messdaten (mit Messfehlern!) gibt Anlass zu einer Diskussion *über die Abhängigkeit der beiden physikalischen Größen (KOMPETENZ 3)*.

Mit Hilfe des Arbeitsblatts „Dichten im Weltall“ (das zuvor verbal mit Hilfe einer Folie besprochen wurde) üben die Schülerinnen und Schüler *die Abhängigkeiten und Zusammenhänge nochmals ein (auch mit Hilfe von Formeln, die neu für die Schülerinnen und Schüler sind) (KOMPETENZ 3)*. Abhängigkeiten lassen sich auch sinnvoll in *Diagrammen veranschaulichen*. Obwohl, dass sich alle Holzklötzchen in Form und Masse unterscheiden, liegen die zugehörigen Messpunkte auf einer Ursprungsgeraden. Ein kleiner Holzklötz schwimmt auf dem Wasser – aber geht ein großer und somit auch „schwerer“ Klotz unter? Diese zentrale Frage motiviert die Schüler *Hypothesen zu formulieren, die im Nachfolgenden experimentell bestätigt (KOMPETENZ 5)* werden können. *Die Schülerinnen und Schüler finden selbst die Lösung (KOMPETENZ 5)* und können u.a. erklären, weshalb U-Boote ab- und auftauchen können. Im Sinne eines Spiralcurriculums kann auf diese Kenntnisse bei der Behandlung des Auftriebs von Körpern zurückgegriffen werden. Die Geschichte von Archimedes, der dem König bei der Aufklärung eines Schwindels helfen soll, motiviert die Schülerinnen und Schüler ein physikalisches Experiment zu planen, das den Schwindel aufdecken könnte. Die Schülerinnen und Schüler lernen bei dem Verfassen des Endes der Geschichte, sich physikalisch präzise auszudrücken und stichhaltige Argumente, die durch Versuchsergebnisse gestützt werden, zur Aufklärung des Schwindels zu finden (*Lese- und Schreibkompetenz; KOMPETENZ 2*).

Drei *Problemstellungen aus dem Alltag (KOMPETENZ 5)* sollen durch Versuche vor Ort mit nicht präzisierten Hilfsmitteln (es sind also keine fertigen Versuchsaufbauten oder Arbeitsblätter vorhanden) gelöst und anschließend den anderen Gruppen präsentiert werden. Die Schüler lernen sich zu organisieren und zielgerichtet, physikalische begründet, zu arbeiten (*Teamfähigkeit; kooperative Fähigkeiten*). Eine schriftliche Planung und Notation während des Versuches wird erwartet. Ebenso soll auf *Faktoren, die die Genauigkeit des Messergebnisses beeinflussen, eingegangen werden (auch in welcher Dimension) (KOMPETENZ 4)*. Der richtige Umgang mit (Mess-) Fehlern wird hier trainiert. *Der eigene Kompetenzzuwachs wird bei der Präsentation erkannt.*

4. Ablauf der Unterrichtseinheit:

a. Tabellarische Stundenübersicht:

Std.	Thema	Angestrebte Kompetenzen		Eingesetzte U-Methoden
		Übergeordnet	Standard	
1	Einführung der Dichte als Stoffeigenschaft		Größen 8.1 Anwendungsbezug 5.1+5.2 Naturbetrachtung 1.1+1.2 Methoden 4.1 Formalisierung 3.1+3.2	Unterrichtsgespräch Messversuche an kleinen Holzklötzchen Arbeitsaufträge: Dichten im Weltall
2	Übungen zur Dichte		Anwendungsbezug 5.1+5.2+5.4 Größen 8.1 Methoden 4.1+4.3 Formalisierung 3.1	Ankleben von Karteikärtchen mit Messwerten an die Tafel Erstellung eines Diagramms Schwimmen – Schweben - Sinken
3	Schwimmen – Schweben – Sinken im Alltag	   	Anwendungsbezug 5.1+5.2+5.4 Wissenschaft 2.1 Methoden 4.1 Formalisierung 3.1+3.2 Größen 8.1	Präsentationen der Hausaufgaben Alltagssituationen: „Wo ist es kälter – oben oder unten?“ Eier auf Frische testen Experimental-Arbeitsauftrag: „Bau eines U-Boots“ Geschichte mit Archimedes motivieren
4+5 (als Doppelstunde)	Dichten im Alltag	  	Methoden 4.1+4.2 Formalisierung 3.1 Größen 8.1	Fertig geschriebene Geschichten vorlesen lassen Experimente planen (schriftliche Vorlage für die Lehrkraft) Teamarbeit (Aufgaben werden vorher genau vereinbart) Präsentation der Ergebnisse (samt Fehlerbetrachtung)

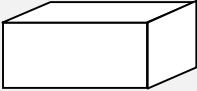
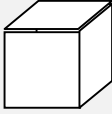
b. Ablauf der Einzelstunden

1. Stunde: Einführung der Dichte als Stoffeigenschaft

Zeit (ca.)	Schüler- und Lehreraktivitäten	Medien und Methoden
10	<p>L: „Was ist schwerer: Eisen oder Holz?“</p> <p>Einen großen Holzklötz und einen kleinen Eisenklötz nebeneinander legen.</p> <p>L: „Wieso gab es die Meuterei?“</p> <p>Klärung, dass ein Vergleich der Massen nur bei gleichen Volumina sinnvoll ist. Die Frage war also nicht eindeutig gestellt. Man müsste beide Körper auf dasselbe Volumen bringen; z. B.: 1 cm^3.</p>	<p>Unterrichtsgespräch; Problematierung</p>
20	<p>L: „Wie könnte man die Masse von 1 cm^3 der beiden Stoffe bestimmen, ohne die Klötze zu zerstören?“</p> <p>Holzquader verschiedener Größen in der Klasse verteilen und diese ausmessen lassen. Masse von 1 cm^3 selbst errechen lassen.</p> <p>Jede Gruppe schreibt die Messwerte für Masse und Volumen auf je ein verschiedenfarbiges Kärtchen.</p> <p>Anschließend dasselbe mit verschiedenen Eisenquadern durchführen lassen.</p>	<p>Impuls</p> <p>Schülerversuche</p>
35	<p>Sinnvolle Definition des Dichtebegriffs durch die Schüler geben lassen. Wie lautet der Impuls / die Frage?</p> <p>Für die S ist es nicht einsichtig, eine neue Größe definieren zu müssen; das Problem von oben haben sie ja gelöst!</p> <p>Bestimmung der beiden Dichten: Eisen und Holz.</p>	<p>Vorschläge sammeln; Karteikärtchen in der richtigen Konstellation (?) durch die Gruppen an die Tafel kleben.</p> <p>Tafelanschrieb</p>
45	<p>Folie: „Dichten im Weltall“ besprechen und Arbeitsblatt mit Aufgaben austeilen.</p>	<p>Impulse durch die Lehrkraft</p> <p>In Partnerarbeit beginnen und als Hausaufgabe fertig stellen.</p>

Tafelanschrieb der Stunde (Vorschlag):

Was ist „schwerer“: Holz oder Eisen?

Holz	Eisen
 <p>Masse: 168g Volumen: $V = l * b * h$ $= 210\text{cm}^3$</p> <p>Ein 1cm^3 großes Würfelchen hätte die Masse von $168\text{g}/210=0,8\text{g}$</p>	 <p>Masse: 7g Volumen: $V = 1\text{cm}^3$</p> <p>Das 1cm^3 Würfelchen hat eine Masse von 7g</p>

Liegen gleiche Volumina verschiedener Stoffe vor, so kann man diese vergleichen.

Definition der Dichte als Stoffkonstante:

$$\text{Dichte} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}}$$
$$\rho = \frac{m}{V}$$

Einheit der Dichte:
 $1\text{g}/\text{cm}^3$

Dichte von Eisen:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{7\text{g}}{1\text{cm}^3} = 7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Dichte von Holz:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{168\text{g}}{210\text{cm}^3} = 0,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

2. Stunde: Übung zur Dichte

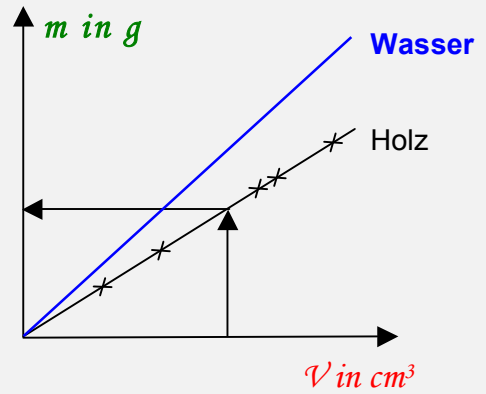
Zeit (ca.)	Schüler- und Lehreraktivitäten	Medien und Methoden
5	Hausaufgabenkontrolle	
20	<p>Karteikärtchen zu den Schülerversuchen (Volumen und Masse) als Tabelle an die Tafel ankleben</p> <p>L: Man möchte die Masse eines gewissen Volumens (z. B. 150 cm^3) wissen, das nicht aufgeführt ist. Wie könnte man vorgehen?</p> <p>V-m-Diagramm für Holz zeichnen lassen</p> <p>Feststellungen durch die Schüler treffen lassen</p>	<p>Diagramm aufnehmen</p> <p>Schüler-Lehrer Dialog</p> <p>Diktat durch die Schüler</p> <p>Begründen, weshalb alle Punkte auf einer Geraden liegen.</p>
25	<p>L: Könnte man diesen Wert aus der Zeichnung auch errechnen?</p> <p>Schüler bestimmt an der Tafel über einen Dreisatz (eher wohl Zweisatz) die Masse.</p>	<p>Impuls</p> <p>Schüler erklärt an der Tafel</p>
27	<p>Motivation: Lehrkraft legt einen kleinen Holzklötz auf Wasser → er schwimmt.</p> <p>L: Würde ein größerer (somit schwerer Klotz) untergehen?</p> <p>L: Woran liegt dies?</p> <p>S: An der Dichte im Vergleich zum Wasser (Stoff als solcher¹ ist leichter)</p>	<p>Impuls</p> <p>Versuch mit verschiedenen großen Holzklötzen</p> <p>Hypothese formulieren</p>
35	Bestimmung der Dichte von Wasser	Schüler führen frontal Versuch durch und notieren an der Tafel.
45	<p>Bestätigung der Vermutung, dass Körper mit einer kleineren Dichte als 1 g/cm^3 schwimmen und solche, die eine größere Dichte besitzen, untergehen.</p> <p>Solche Körper, die die durchschnittliche Dichte 1 g/cm^3 besitzen schweben.</p>	<p>Versuche durch die Schülerinnen und Schüler erarbeiten und durchführen lassen:</p> <p>Schwimmen, Schweben und Sinken.</p> <p>Experimentell bestätigen.</p>

Tafelanschrieb der Stunde (Vorschlag):

Daten verschieden großer Holzklötzchen:

Volumen	Masse
88cm ³	70g
104cm ³	81g
210cm ³	168g
250cm ³	200g
290cm ³	230g

Welche Masse hat das Volumen von 150 cm³?

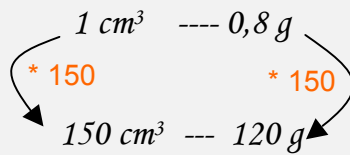


Alle Messwerte liegen auf einer Ursprungsgeraden im V-m-Diagramm.

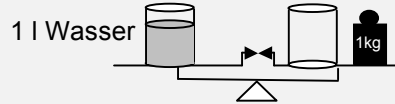
Rechnerische Bestimmung der Masse von 150cm³:

Die Dichte beträgt 0,8 g/cm³

Dies bedeutet:



Bestimmung der Dichte von Wasser

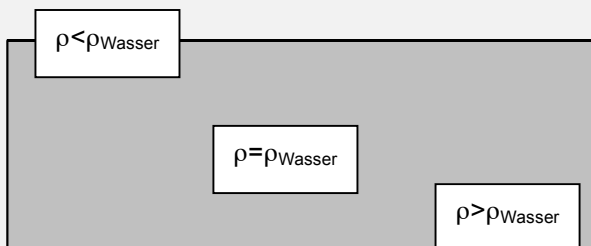


1 dm³ Wasser hat die Masse von 1 kg

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ dm}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

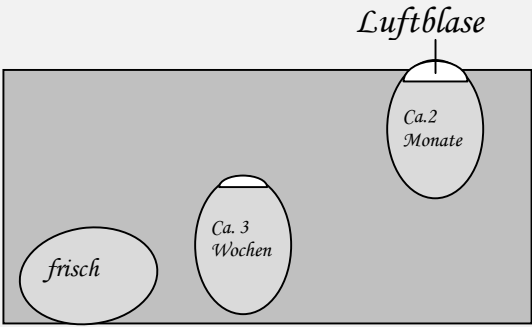
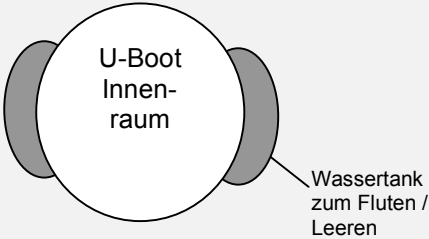
Schwimmen - Schweben - Sinken



3. Stunde: Schwimmen – Schweben – Sinken im Alltag

Zeit (ca.)	Schüler- und Lehreraktivitäten	Medien und Methoden
10	Präsentation der Hausaufgabe: Schwimmen – Schweben - Sinken	Bilder mit dem Beamer zeigen und dokumentieren
15	Temperaturverteilung im See. Temperatur im Winter: Wo herrschen tiefere Temperaturen: auf dem Booden oder auf dem Balkon?	Arbeitsblatt zusammen besprechen
24	Eiertest durchführen und durch Schüler erklären lassen.	Tafelanschrieb
40	Funktionsweise eines U-Boots klären (Per Folie) 1.) Bau eins U-Boot aus einer Plastik-Colaflasche, einem Schlauch mit Plastikspritze und einer Beschwerung. 2.) Baue aus einem Luftballon einem Schlauch und einer Plastikspritze ein „Gefährt“, das auf und abtauchen kann. <i>Worin liegt der Unterschied des Flaschen- und Luftballon-U-Boots?</i> Evtl. als Hausaufgabe: <ul style="list-style-type: none"> • Bau eines ähnlichen U-Bootes • „Flaschenteufel“ erklären und mitbringen. 	Schematische Skizze. Schüler leiten an, was man tun müsste – Bestätigung im Versuch. Experimente Zielfrage
45	Geschichte zu Archimedes vorlesen lassen und stichwortartig fertig erzählen lassen (das Ende der Geschichte ist offen gelassen). <i>Aufgaben:</i> <i>Welche Dichte muss Gold im Vergleich zu Silber haben?</i> <i>Schreibe ein mögliches Ende für die Geschichte, wie Archimedes vorgegangen sein könnte.</i> Quelle der Geschichte: http://www.physikfuerkids.de/historie/archi/archi01.html	Vorlesen der Geschichte

Tafelanschrieb der Stunde (Vorschlag):

<p style="text-align: center;"><i>Eiertest</i></p>  <p style="text-align: center;"><i>Die Eierschale ist poröse und es dringt mit der Zeit Luft in das Ei ein. Die durchschnittliche Dichte sinkt.</i></p>	<p style="text-align: center;"><i>U-Boot</i></p>  <p style="text-align: center;"><i>Werden die Wassertanks geflutet, so nimmt die Masse bei selbem Volumen zu → Die durchschnittliche Dichte wird größer</i></p>
---	--

4.+5. Stunde: Dichten im Alltag (Teamarbeit)

Zeit (ca.)	Schüler- und Lehreraktivitäten	Medien und Methoden
10	Besprechung der Hausaufgabe: Archimedes und die Krone des Königs	Schüler lesen ihre Geschichten vor.
30	<p>Vorstellung der drei Teamaufgaben:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sind unsere Massenstücke in der Sammlung aus echtem Eisen? 2. Wie viel kosten 2 m³ Sand (dieses Problem hatte ich beim Anlegen des Gartens) 3. Welche Masse hat ein großer Steinquader im Hof? 	<p>Tafelanschrieb</p> <p>Analoges Vorgehen zu Archimedes oder mit einem Überlaufgefäß.</p> <p>Internetrecherche führt zu der Information, dass nicht das Volumen gezahlt werden muss, sondern die Masse von Sand. → Schüler müssen erst die Dichte von Sand bestimmen, um anschließend über einen Dreisatz die Masse von 2 m³ bestimmen zu können.</p> <p>Die Schüler müssen erst einen Stein ähnlicher Konsistenz suchen und dessen Dichte bestimmen. Anschließend wird per Dreisatz die Masse des großen Steins über das Volumen hochgerechnet.</p>

45	<p>Teams mit Spielkarten zufällig bestimmen.</p> <p>Wichtig sind:</p> <p>L: Klare Aufforderung zu einer schriftlichen Planung der Versuche machen.</p> <p>Aufteilung der Aufgaben innerhalb der Gruppe muss klar und transparent sein (auch gegenüber der Lehrkraft)</p>	<p>Planungsphase</p> <p>Aufgaben in den Gruppen klären</p>
65	<p>Versuche werden durchgeführt (jeder in der Gruppe hat seine Aufgabe hierbei: eine schreibt, ein anderer liest ab, der nächste variiert, ...)</p>	<p>Versuchsdurchführung</p>
	<p>Lehrkraft geht herum und gibt Tipps (für die Notation; bei der mathematischen Berechnung; bei Einheitenproblemen; ...)</p>	<p>Massenbestimmungen: Analoges Vorgehen zu der Bestimmung der Strecke bei dem Zusammenhang $s \sim t$.</p>
	<p>L: Jeder muss in der Präsentation einen Part übernehmen.</p> <p>Eine Fehleranalyse muss gemacht werden:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Wo können Fehler entstehen? b. In welchen Größenordnungen liegen die Fehler? 	<p>Absprache in den Gruppen und Anfertigung von Karteikärtchen.</p> <p>Reflexion</p>
90	<p>Präsentation durch die Schüler.</p> <p>Hausaufgabe: Jede Gruppe fertigt ein Merkblatt für die anderen Gruppen an.</p>	<p>Präsentation der Gruppen</p> <p>Nachvollziehen und kritische Fragen durch die anderen Schüler</p>

Aufgaben:

- 1.) Zur Erde:
 - a. Welche Dichte hat die Erde im Schnitt an der Oberfläche?
 - b. Welche Folgerungen kann man für die Dichte im Erdinneren aus den Daten ziehen?
 - c. Hängt die Dichte der Erde an ihrer Oberfläche von deren Größe ab?

- 2.) Zur Sonne:
 - a. Im Vergleich zur Erde beträgt die mittlere Dichte der Sonne nur $1,4 \text{ g/cm}^3$. Welche Schlussfolgerungen kannst du hieraus ziehen, wenn du bedenkst, dass die Sonne wesentlich mehr Masse besitzt als die Erde?
 - b. Die Erde wird sich in ca. 5.5 Mrd. Jahren zu einem roten Riesen aufblähen (sie wird dann ca. das 100 000-fache ihres jetzigen Volumens besitzen). Wie verändert sich hierbei ihre Dichte (unter der Annahme, dass die Masse in etwa konstant bleibt)?
 - c. Danach wird die Sonne kollabieren zu einem weißen Zwerg. Die Massendichte beträgt dann circa 1 t/cm^3 .
Benenne Gegenstände, die ca. 1 t Masse besitzen und schätze ihr Volumen ab.
Um welchen Faktor ist das Volumen größer als bei einem 1 cm^3 - Würfel?
Um welchen Faktor unterscheiden sich die mittleren Dichten (selbst gewählter Gegenstand und weißer Zwerg)?

- 3.) Neutronensterne haben eine enorm hohe Dichte.
 - a. Bestimme deren Massendichte in t/cm^3 .
(Ein Supertanker hat eine Masse von circa $14\,000 \text{ t}$)
 - b. Überschreitet ein Stern das circa 3-fache der Sonnenmasse, so entsteht ein „Schwarzes Loch“. Die Dichte, bis zu der Materie komprimiert werden muss, um durch ihre Gravitationskraft zu einem Schwarzen Loch zu kollabieren, ist umgekehrt proportional zum Quadrat der Masse.
Wie verhalten sich die Dichten zweier Schwarzer Löcher, falls die Masse des einen doppelt so groß ist wie die von dem anderen?

Zusatz: Das wie vielfache Erdvolumen besitzt die Sonne heute?

Heimversuche Schwimmen - Schweben - Sinken

1.) Bei einem Latte Macchiato wird vorsichtig Kaffee auf heiße Milch gegossen. Zum Schluss kommt noch eine Schaumkrone auf den Kaffee.

- a. Bestimme zu Hause in einem Versuch die Dichte von Milch. Welches Ergebnis vermutest du auf Grund der Tatsache, dass der Kaffee auf der Milch „schwimmt“.
- b. Weshalb schwimmt der Milchschaum auf dem Kaffee, wobei die heiße Milch doch unterhalb des Kaffees ist. Begründe mit den mittleren Dichten.



2.) Ist „Cola-light“ wirklich leichter?

Dokumentiere deine Versuche mit einer Digitalkamera. Drucke die Bilder aus und klebe diese zu deiner Ausarbeitung.

- a. Welchen Hauptunterschied haben normales Cola und Cola-light?

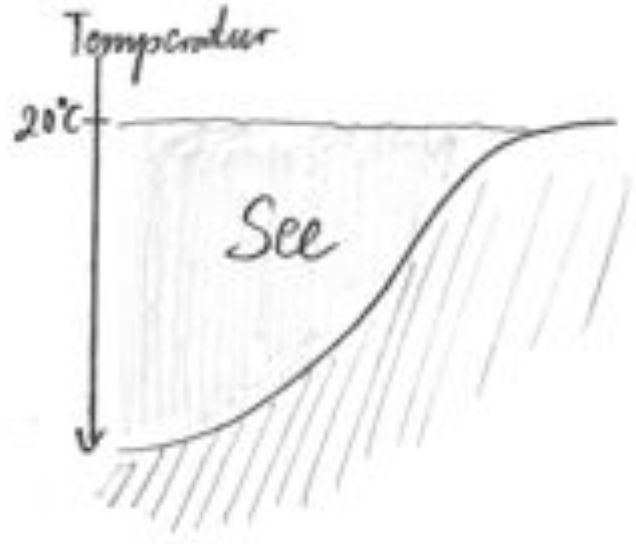
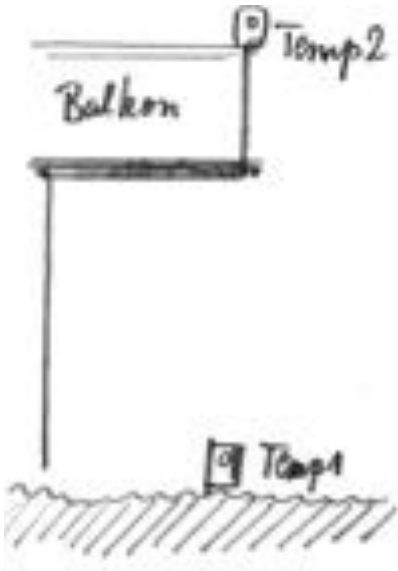
Fülle zwei kleine Plastikflaschen randvoll mit Cola bzw. Cola-light. Und stelle diese in einen kleinen mit Wasser befüllten Eimer.

- b. Beschreibe deine Beobachtung und erkläre diese.

Kippe nun in das Wasser Salz (nicht zu knapp) und durchmische es.

- c. Welche Beobachtung kann man machen? Begründe diese.

Temperatur und Dichte



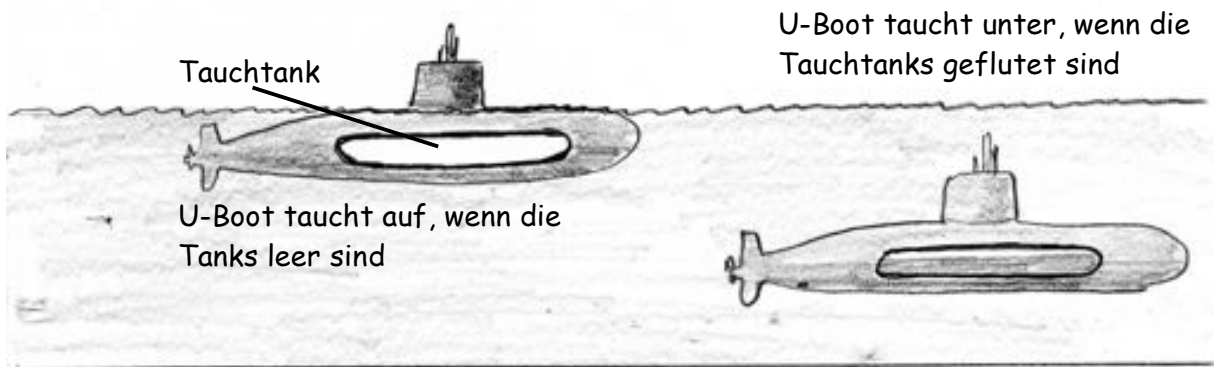
Ist Temperatur 1 oder 2 höher?

Trage den Temperaturverlauf mit der Tiefe ein.

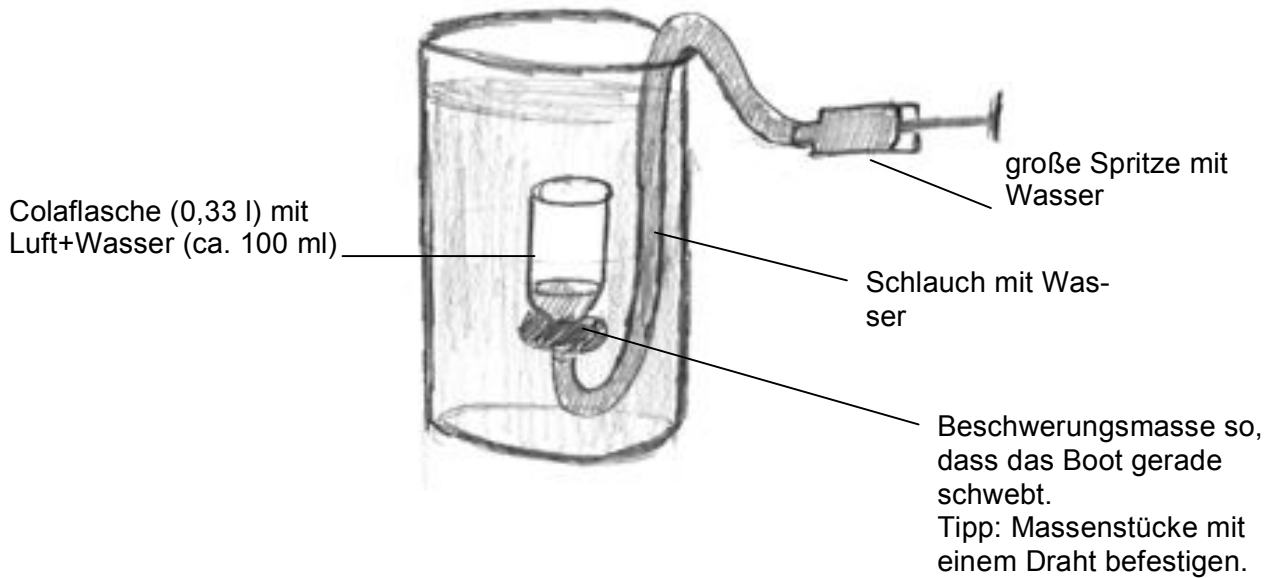
Simulation:

http://www.schulserver.hessen.de/ssa_bow/beerfelden/oberzent/physik/druck/schwimmen.htm

Folie :



Flaschen-U-Boot



Das Betreiben des „U-Boots“ gelingt am besten in einer Regentonne oder in einem See. Sollte nicht genügend Platz für den senkrechten Betrieb zur Verfügung stehen, so kann man das Massenstück auch etwa in der Mitte der Flasche anbringen, so dass die „Boot“ relativ waagrecht im Wasser liegt (Nachteil: Das Boot bekommt leicht Schiefelage, jedoch ist ein Ab- und Auftauschen somit leichter möglich.)

Den Schwebезustand der Colafalsche kann man zusammen mit den Schülern erarbeiten: Eine Colafalsche voll mit Wasser schwebt fast im Wasser (die Masse der Colafalsche spielt fast keine Rolle). Nun entleert man 200ml Wasser und dreht die Falsche wieder zu. Natürlich schwimmt sie nun (wieso?).

→ Welche Zusatzmasse müsste man ungefähr anbringen, um den Schwebезustand wieder zu erreichen (evtl. auch Fehler diskutieren => die angehängte Masse hat ja auch ein gewisses Volumen ...)

Hier kannst du deine gewonnenen Kenntnisse und Fertigkeiten überprüfen:

Kompetenzstufe		--	-	+	++
A	Ich kenne die Formel zur Dichteberechnung.				
A	Ich weiß wie man das Volumen eines unregelmäßigen Körpers bestimmen kann.				
A	Ich kann einer anderen Person erklären, was die Dichte eines Stoffes aussagt.				
A	Ich habe verstanden, wie Archimedes dem König helfen konnte.				
A	Ich weiß, wie sich die Dichte eines Stoffs verändert, wenn sich das Volumen eines Körpers verdoppelt - und die Masse konstant bleibt - und sich die Masse auch verdoppelt.				
A	Ich kann ein eindeutiges Kriterium nennen, wann ein Körper sinkt, schwebt oder schwimmt.				
B	Ich kann experimentell die Dichte von festen Körpern und von Flüssigkeiten bestimmen.				
B	Ich kann das Prinzip eines U-Boots erklären.				
B	Ich weiß wie man einen Körper herstellen könnte, der in einer Flüssigkeit schwebt und kann mein Vorgehen begründen.				
B	Ich kann die Masse eines großen Steinquaders (aus Granit) bestimmen (mit allen Experimenten).				
C	Ich könnte die Masse eines langen Baumstamms bestimmen. (Volumen eines Stamms: $V = \text{Länge} * 3,141 * \text{Radius}^2$); Achtung: Holz schwimmt.				
C	Ich kann ein Modell eines U-Boots selbst bauen und auch richtig erklären, weshalb es tauchen, im Wasser schweben und schwimmen kann.				
C	Ich weiß in welchen Fällen Messfehler eine große Rolle beim Ergebnis spielen und in welchen Fällen man sie vernachlässigen kann.				

Umsetzungsbeispiel 2: Pendeln im Physikunterricht – eine Idee für Kl. 10, 11 oder 12

Planung und Ablauf

1. In dieser Unterrichtseinheit trainierte Kompetenzen:

Übergeordnete Kompetenzen		Trainingsintensität				
		1	2	3	4	5
Fachmethoden (Erkenntnisgewinnung)						
Kommunikation						
Reflexion (Bewertung)						
Personale und soziale Kompetenzen						

Diese Kompetenzen werden an folgenden Inhalten (Bildungsstandards Kompetenzen Nr. 7 bis 13) trainiert:

- Modellvorstellungen und Weltbilder (*Modelle 13.1+13.2*)
 - Technische Entwicklungen und ihre Folgen (*Folgen 12.3*)
- Darüber hinaus sämtliche bisher behandelten Inhalte, je nachdem, was die Schülerinnen und Schüler in diesen Unterrichtsgang einbringen

2. Exemplarische Kompetenzanalyse:

a. Beispiel: Die übergeordnete Kompetenz „Fachmethoden“

In den Bildungsstandards zu lesen ist folgende Formulierung:

„Die Physik erfordert ein klares Erfassen und Mitteilen von Sachverhalten, die Beobachtung von quantitativ erfassbaren Größen, die Formulierung von Hypothesen und Modellvorstellungen und daraus resultierenden Vorhersagen, die experimentell überprüft werden können. Hierbei ist die Reduzierung von komplexen Randbedingungen auf eine experimentell erfassbare Problemsituation ein entscheidender Faktor.“

Was kann ein Kind, wenn es diese Kompetenz hat?

Anforderungsbereich I	Anforderungsbereich II	Anforderungsbereich III
<p><u>Beschreibung:</u> Beschreiben und Einsetzen von Fachmethoden</p>	<p><u>Beschreibung:</u> Anwenden von Fachmethoden</p>	<p><u>Beschreibung:</u> problembezogenes Auswählen und Anwenden von Fachmethoden</p>
<p><u>Beispiele:</u> Eine Schülerin bzw. ein Schüler kann bei einem vorgegebenen Experiment die naturwissenschaftliche Arbeitsweise nachvollziehen.</p>	<p><u>Beispiele:</u> Eine Schülerin bzw. ein Schüler kann für eine Hypothese ein geeignetes Experiment entwickeln, mit dem diese Hypothese getestet werden kann.</p>	<p><u>Beispiele:</u> Eine Schülerin bzw. ein Schüler kann mithilfe einer Versuchsreihe eine parawissenschaftliche Behauptung (z.B. Pendeln) auf ihre Naturwissenschaftlichkeit hin untersuchen.</p>

b. Beispiel: Der Inhalt „Technische Entwicklungen und ihre Folgen“

In den Bildungsstandards zu lesen ist folgende Formulierung:

„Die Schülerinnen und Schüler können bei technischen Entwicklungen Chancen und Risiken abwägen und lernen Methoden kennen, durch die negative Folgen für Mensch und Umwelt minimiert werden.“

Was kann ein Kind, wenn es diese Kompetenz hat?

Anforderungsbereich I	Anforderungsbereich II	Anforderungsbereich III
<p><u>Beschreibung:</u> Wiedergeben von Sachverhalten</p>	<p><u>Beschreibung:</u> Anwenden von Sachverhalten eines bestimmten Gebietes</p>	<p><u>Beschreibung:</u> problembezogenes Erarbeiten, Einordnen, Nutzen und Werten von Wissen</p>
<p><u>Beispiele:</u> Eine Schülerin bzw. ein Schüler kann Beispiele für parawissenschaftliche Theorien nennen und Risiken aufzählen, die durch solche Theorien für Mensch und Gesellschaft entstehen können.</p>	<p><u>Beispiele:</u> Eine Schülerin bzw. ein Schüler kann eine vorgegebene Theorie auf ihre Wissenschaftlichkeit hin untersuchen und dadurch Chancen und Risiken benennen.</p>	<p><u>Beispiele:</u> Eine Schülerin bzw. ein Schüler kann ein in der Werbung genanntes Verfahren auf seine Wissenschaftlichkeit hin einschätzen, untersuchen und bewerten. Die Schülerin bzw. der Schüler kann sich Maßnahmen überlegen, mit denen andere vor den negativen Folgen gewarnt werden können.</p>

3. Didaktischer Kurzkomentar:

Ein wichtiges Ziel des Physikunterrichts ist es, den Schülerinnen und Schülern die naturwissenschaftliche Arbeitsweise (Hypothese, Vorhersage, Überprüfung im Experiment, Bewertung, ...) zu vermitteln. Dieses kann natürlich im Rahmen des „normalen“ Unterrichts geschehen, indem man im Rahmen von Optik, Akustik, E-Lehre etc. auf diese Kompetenz eingeht. Man stellt dabei den Inhalt in den Vordergrund und vermittelt nebenbei Kompetenzen. Wenn man jedoch versucht, einen kompetenzorientierten Unterricht zu gestalten, so besteht die Schwierigkeit darin, die Kompetenzen wirklich in den Vordergrund zu stellen; die Schülerinnen und Schüler sollen diese an geeignet gewählten Inhalten erwerben.

Ein solcher Versuch soll im vorliegenden Unterrichtsgang unternommen werden: Die naturwissenschaftliche Arbeitsweise soll dadurch vermittelt werden, dass sie in Kontrast zu nicht-naturwissenschaftlichen Theorien gesetzt wird. Da diese im Rahmen des „normalen“ Physikcurriculums schwer zu finden sind, werden als Inhalt die Parawissenschaften gewählt. Eine einfache Parawissenschaft ist das „esoterische Pendeln“. An ihm kann man Schülerinnen und Schülern der Kursstufe die naturwissenschaftliche Arbeitsweise näher bringen und ihnen den Unterschied zwischen Wissenschaften und Parawissenschaften erläutern.

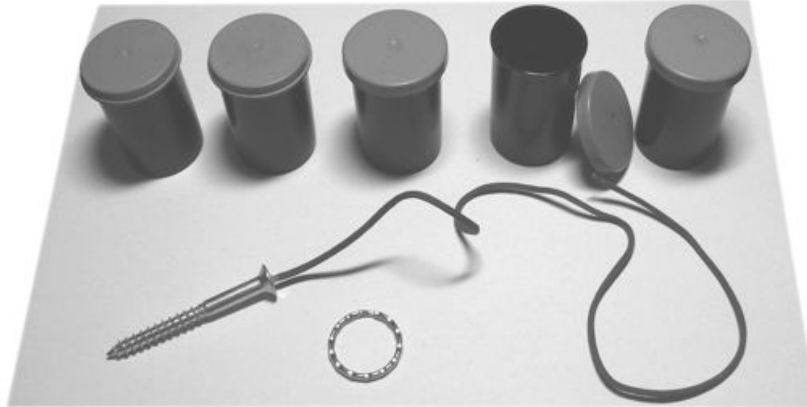
Es stehen also die Kompetenzen aus dem Bildungsplan im Vordergrund:

- zwischen Erfahrungswelt und deren physikalischer Beschreibung unterscheiden;
- die naturwissenschaftliche Arbeitsweise Hypothese, Vorhersage, Überprüfung im Experiment, Bewertung, ... anwenden und reflektieren;
- Möglichkeiten reflektieren, durch die negative Folgen für Mensch und Umwelt minimiert werden.

Die im Bildungsplan genannten Fachinhalte sind nebensächlich, aber trotzdem notwendig.

4. Ablauf der Unterrichtseinheit:

Experiment: Der Unterricht beginnt mit einem Experiment: Auf dem Tisch stehen fünf schwarze Filmdosen mit Deckel. Die Lehrkraft zeigt der Klasse, dass vier von ihnen leer sind und im fünften ein Metallring liegt. Die Dosen werden verschlossen. Die Schülerinnen und Schüler sollen nun die Reihenfolge verändern, während die Lehrkraft im Nebenraum wartet. Alle in der Klasse sollen genau sehen können, in welcher Dose der Ring ist.



Nachdem die Lehrkraft den Klassenraum wieder betreten hat, erklärt sie, dass sie herausfinden kann, in welcher Dose der Ring ist, und holt ein seltsames Pendel (z.B. mit einer großen Schraube oder einem anderen, technisch aussehenden Gerät als Pendelkörper) aus der Tasche – ein wenig Brimborium und Tamtam kann nicht schaden.

Nun wird über jeder Filmdose gependelt; über der Dose mit dem Metallring fängt das Pendel an zu kreisen. Die Dose wird geöffnet und der Metallring gezeigt. Zauberei oder Zufall? Das Experiment wird wiederholt, um die Klasse von den „magischen“ Fähigkeiten der Lehrkraft zu überzeugen.

Hypothese: Welches Phänomen steckt hinter dem Experiment? Die Schülerinnen und Schüler sammeln Hypothesen, welche physikalischen oder sonstigen Effekte das Experiment erklären könnten. Hier sind vier Ideen einer 12. Klasse:

- Der Ring ist magnetisch.
- Der Deckel der Dose mit dem Ring ist markiert.
- Das Pendel hat einen elektrischen Detektor eingebaut.
- Eine Kamera ist installiert, die im Nebenraum auf einem Monitor beobachtet werden kann.

Neues Experiment: Die Schülerinnen und Schüler überlegen zu jeder Hypothese, wie das Experiment verändert werden muss, damit die Hypothese überprüft werden kann, das bedeutet hier, wie der jeweilige Effekt ausgeschlossen werden kann. Für die oben genannten Hypothesen wurden z. B. folgende Veränderungen vorgeschlagen:

- Der Ring wird durch ein Stück Kunststoff (Stiftkappe) ersetzt.
- Die Dosen werden ohne Deckel mit der Öffnung nach unten auf den Tisch gestellt.
- Das Pendel wird durch ein anderes ersetzt, z. B. einen Stift als „Zauberstab“
- Ein Schüler begleitet die Lehrkraft als Zeuge in den Nebenraum.

Überprüfung der Hypothese: Nach jedem neuen Experiment – bei dem die Lehrkraft natürlich immer noch durch ihre übersinnlichen Kräfte die richtige Dose findet, wird die Hypothese

hinterfragt und das Experiment verändert. Welche „übersinnlichen Fähigkeiten“ wirklich hinter dem Experiment stecken, wird am Ende des Textes beschrieben.

Naturwissenschaftliche Arbeitsweise: Nun bietet es sich an, mit der Klasse die naturwissenschaftliche Arbeitsweise zu besprechen: Hypothese, Vorhersage für ein Experiment, Durchführen des Experiments, Falsifizieren der Hypothese oder Vertrauen in die Hypothese. Hier lohnt sich ein Tafelanschrieb als Flussdiagramm und Beispiele aus der Physik (passend zum vorausgegangenen Unterricht).

Karl Popper schreibt dazu in [1]:

„Fällt die Entscheidung positiv aus, werden die singulären Folgerungen anerkannt, verifiziert, so hat das System die Prüfung vorläufig bestanden; wir haben keinen Anlass, es zu verwerfen. Fällt eine Entscheidung negativ aus, werden Folgerungen falsifiziert, so trifft ihre Falsifikation auch das System, aus dem sie deduziert wurden. Die positive Entscheidung kann das System immer nur vorläufig stützen; es kann durch spätere negative Entscheidungen immer wieder umgestoßen werden. Solange ein System eingehenden und strengen deduktiven Nachprüfungen standhält und durch die fortschreitende Entwicklung der Wissenschaft nicht überholt wird, sagen wir, dass es sich bewährt.“

Parawissenschaften: Wenn die naturwissenschaftliche Arbeitsweise verstanden ist, kann man andere Theorien auf ihre Naturwissenschaftlichkeit hin untersuchen: Religion oder einmalige Ereignisse sind nicht falsifizierbar, also nicht naturwissenschaftlich überprüfbar. (Hier bietet sich sogar eine Kooperation mit dem Fach Religion an.)

Andererseits gibt es jedoch eine Fülle von Theorien, die wissenschaftlich überprüft werden können (falsifizierbar sind), obwohl sie von sich behaupten, über die „normale“ Wissenschaft hinauszugehen, sogenannte Parawissenschaften. E. Wunder [2] definiert diese als

„Aussagensysteme, die explizit oder implizit den Anspruch auf Wissenschaftlichkeit oder auf Überprüf- beziehungsweise Belegbarkeit mit Methoden der Wissenschaft stellen, bei denen jedoch der mehr oder minder starke Zweifel besteht, ob sie diesen Anspruch auch einlösen können.“

Beispiele für solche Parawissenschaften sind:

- Astrologie
- Bermuda Dreieck
- Erdstrahlen
- Homöopathie
- Wasserbehandlung
- Kornkreise
- Okkultismus
- Uri Gellers Fähigkeiten

Eine ausführliche Liste von Themen mit populärwissenschaftlichen Grundlagentexten und Literaturtipps findet man auf der Homepage der GWUP, der Gesellschaft zur wissenschaftlichen Untersuchung von Parawissenschaften [3].

Welches der Themen man mit der Klasse bespricht, hängt natürlich vom Interesse der Schüler ab. Besonders interessant sind im Allgemeinen die Themen, die in den Medien aktuell sind (Uri Geller, Kornkreise, ...), die eine besondere Gefährdung für Jugendliche darstellen (Okkultismus, Spiritismus, ...) oder die von vielen als „wahr“ angesehen werden (Homöopathie, Bach Blütentherapie, ...). Vor allem die Paramedizin [4] regt dabei äußerst engagierte Diskussionen an, die eine stark allgemeinbildende Wirkung haben.

James Randi: Eine weiteres Beispiel für den Umgang mit Parawissenschaften, ist die *One Million Dollar Paranormal Challenge*: 1996 gründete der Kanadier James Randi [5] die *James Randi Educational Foundation* (JREF). Diese Organisation fördert die Untersuchung

paranormalen Behauptungen und versucht, sie unter kontrollierten Testbedingungen zu testen. Sie hat ein Preisgeld von einer Million Dollar für die erfolgreiche Demonstration übernatürlicher Fähigkeiten unter wissenschaftlichen Testbedingungen ausgesetzt. Niemand konnte bisher das Geld durch seine „Fähigkeiten“ gewinnen!

Referate und GFS: Um das Thema zu vertiefen und die naturwissenschaftliche Arbeitsweise zu wiederholen, lohnen sich Referate und GFS. Besonders die Themen, die einen physikalischen Hintergrund haben, lassen sich in den weiteren Unterricht gut einbauen (Bermuda-Dreieck, Magnetfeldtheorie, Beeinflussung durch den Mond, ...).

Erfahrungen des Autors: Die Schülerinnen und Schüler der Klassen, in denen das oben beschriebene Konzept getestet wurde, zeigten nicht nur während der Einheit großes Interesse am Thema, sondern kamen auch in den darauf folgenden Monaten von selbst immer wieder auf die Parawissenschaften zurück, brachten Zeitungsartikel und Zitate mit, hielten mehrere Referate und GFS. Auch in Religion konnten sich diese Schülerinnen und Schüler – nach Aussage der Kollegen – stärker als andere in Themen wie „Glaube und Naturwissenschaft“ einbringen und fundierter diskutieren.

Literatur und weitere Informationen:

- [1] Popper, Karl: *Lesebuch*. UTB, 2. Auflage, 1997.
- [2] E. Wunder: *Parawissenschaft – was ist das?* In: *Skeptiker*. Band 10, 1997.
- [3] <http://www.gwup.org/infos/themen-nach-gebiet>
- [4] Für objektive Hintergründe zu diesem Thema lohnt sich das Buch *Trick or Treatment – The Undeniable Facts about Alternative Medicine*, geschrieben vom Wissenschaftsjournalisten Simon Singh und vom ersten Professor für Alternativmedizin in Großbritannien, Edzard Ernst. Die deutsche Ausgabe ist unter dem Titel *Gesund ohne Pillen – was kann die Alternativmedizin?* bei Hanser erschienen.
- [5] Weitere Informationen zu James Randi: <http://www.randi.org/>

Der Trick: Vor dem Unterricht wird eine Schülerin oder ein Schüler als Assistent ins Vertrauen gezogen.

Wenn der Lehrer nach dem Vertauschen der Dosen aus dem Nebenraum zurückkommt, soll die Schülerin bzw. der Schüler heimlich mit den Fingern einer Hand die Nummer der richtigen Dose zeigen.

Natürlich muss vereinbart werden, ob von links nach rechts oder von rechts nach links gezählt wird.

Ob das Geheimnis am Ende den Schülerinnen und Schülern verraten wird, bleibt der Lehrkraft überlassen. Der Autor hat das Geheimnis seinen Klassen gegenüber nicht verraten.

Umsetzungsbeispiel 4: Energie in Klasse 7

Planung und Ablauf

1. In dieser Unterrichtseinheit trainierte Kompetenzen:

Übergeordnete Kompetenzen		Trainingsintensität				
		1	2	3	4	5
Fachmethoden (Erkenntnisgewinnung)						
Kommunikation						
Reflexion (Bewertung)						
Personale und soziale Kompetenzen						

Diese Kompetenzen werden an folgenden Inhalten (Bildungsstandards Kompetenzen Nr. 7 bis 13) trainiert:

- Grundlegende phys. Größen: Energie (*Größen 8.2*)
- Strukturen und Analogien (*Analogien 9.2*)
- Naturerscheinungen und techn. Anwendungen (*Naturerscheinung 10.1+10.4*)

2. Exemplarische Kompetenzanalyse:

a. Beispiel: Die übergeordnete Kompetenz „Kommunikation“

In den Bildungsstandards Gymnasium 2004, S. 180 ist folgende Formulierung [1a] zu lesen:

„Der Physikunterricht bietet vielfältige Möglichkeiten, die sprachliche Bildung der Schülerinnen und Schüler zu fördern, da neben mathematischen Formulierungen auch das Sprechen, das Schreiben und das Argumentieren eine wichtige Rolle spielen.“

Was kann ein Kind, wenn es diese Kompetenz hat?

Anforderungsbereich I	Anforderungsbereich II	Anforderungsbereich III
<u>Beschreibung:</u> Darstellen von Sachverhalten in vorgegebenen Formen	<u>Beschreibung:</u> situationsgerechtes Anwenden von Kommunikationsformen	<u>Beschreibung:</u> situationsgerechtes Auswählen und Einsetzen von Kommunikationsformen
<u>Beispiele:</u> <i>Eine Schülerin kann einen Tafelanschrieb zu einer bestimmten Energieübertragung wiedergeben. Ein Schüler kann die im Unterricht besprochenen und notierten Eigenschaften der Energie aufzählen.</i>	<u>Beispiele:</u> <i>Ein Schüler kann im Unterricht besprochene Energieübertragungsprozesse in eigene Worte fassen und benutzt dabei die Begriffe Energie, Energieträger und -speicher so wie im Unterricht kennen gelernt. Eine Schülerin kann eine Argumentation zum Thema „Warum wir zuhause Energie effizienter nutzen sollten“ in einem 2-Minuten-Kurzvortrag halten.</i>	<u>Beispiele:</u> <i>Eine Schülerin kann einen kritischen Leserbrief zu einem Zeitungsartikel zum Thema Atomkraftwerke schreiben. Sie kann dabei z. B. einige fachliche Fehler des Artikels richtigstellen. Ein Schüler kann anderen an selbst gewählten Beispielen erklären, weshalb meist hinter Argumenten der „Klimaskeptiker“ Wirtschaftsinteressen stecken.</i>

b. Beispiel: Der Inhalt „Grundlegende Größen: Energie“

In den Bildungsstandards Gymnasium 2004, S. 183 ist folgende Formulierung (*Größen 8.2*) [1b] zu lesen:

„Die Schülerinnen und Schüler können mit grundlegenden physikalischen Größen umgehen.

- *Energie*“

Was kann ein Kind, wenn es diese Kompetenz hat?

Anforderungsbereich I	Anforderungsbereich II	Anforderungsbereich III
<u>Beschreibung:</u> Wiedergeben von Sachverhalten	<u>Beschreibung:</u> Anwenden von Sachverhalten eines bestimmten Gebietes	<u>Beschreibung:</u> problembezogenes Erarbeiten, Einordnen, Nutzen und Werten von Wissen
<p style="text-align: center;"><u>Beispiele:</u></p> <p><i>Eine Schülerin kann formulieren, dass Energie nicht vernichtet werden kann, sondern z. B. sie aus einer leuchtenden Glühbirne nicht verloren, sondern mit Wärme und mit Licht in die Umgebung geht.</i></p> <p><i>Ein Schüler sagt, dass Energie speicherbar ist – z. B. in der Spannung einer Feder.</i></p>	<p style="text-align: center;"><u>Beispiele:</u></p> <p><i>Dass Energie nicht erzeugt und nicht vernichtet werden kann, ist nur eine andere Formulierung für den Energieerhaltungssatz. In den meisten Fällen, in denen die Energie scheinbar verschwindet, geht sie mit der Wärme in die Umgebung über.</i></p> <p><i>Bei einer Energieübertragung muss ich danach schauen, von wo nach wo die Energie übertragen wird und mit welcher zweiten Größe sie dabei verbunden ist. Z. B. kann Energie bei einer Kernspaltung vom Kern über Bewegung an andere Materialien übertragen werden.</i></p>	<p style="text-align: center;"><u>Beispiele:</u></p> <p><i>Wenn in Physik die Elektrizitätslehre behandelt wird, sucht ein Schüler bereits nach der 2. Größe, die die Energie im elektrischen Bereich begleitet. Wenn behandelt wurde, dass dies die elektrische Ladung ist, fällt ihm auf, dass neben der Energieerhaltung auch die Ladungserhaltung gilt: Auch elektrische Ladungen können weder erzeugt noch vernichtet werden.</i></p> <p><i>Entsprechendes in anderen Bereichen</i></p>

3. Didaktischer Kurzkomentar:

Auf welche Kompetenzen baut die U-Einheit auf?

In dieser Unterrichtseinheit wird der Energie-Begriff aus Biologie, Geographie und Alltag zunächst erhoben (schriftliche Präkonzept-Abfrage) und dann im Unterricht aufgegriffen: Energie ist immer an etwas gebunden.

Wie baut die U-Einheit auf diese Kompetenzen auf?

In einer ersten Hausaufgabe soll „etwas Energie mitgebracht“ werden, was die Schülerinnen und Schüler in Form von Batterien, Schokolade, dem eigenen Körper usw. tun können¹. Weitere Eigenschaften der Energie werden herausgearbeitet: Energie ist speicherbar, übertragbar und weder erzeugbar noch vernichtbar (Energieerhaltung). Dabei wird stark auf den Alltagsbezug geachtet: Wo spielt die Energie bei natürlichen und vom Menschen beeinflussten Abläufen eine Rolle? Inwiefern ist der Energieumsatz beim Menschen durch seine Ernäh-

¹ Ideen zu diesem Unterrichtsgang sind den Sprengelfortbildungsmaterialien meiner beiden Kollegen Reiner Kienle und Georg Kirchgessner entnommen.

rung regelbar? In der ersten Doppelstunde steht also die inhaltliche Kompetenz „physikalische Größen: Energie“ im Vordergrund. Neben dem fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch wird in dieser Stunde ein schriftlich zu bearbeitender Arbeitsauftrag ausgegeben, so dass die Schülerinnen und Schüler anhand der Fragestellung „Wer braucht alles Energie wofür?“ auch ihre Sprachkompetenz schulen.

Die Kopplung der Energie an eine zweite Größe wird in der zweiten Doppelstunde propädeutisch eingeführt, indem Energieübertragungsketten untersucht und im Energieflussdiagramm dargestellt werden. Dabei genügt jeweils die Feststellung, dass Energie „über Bewegung“, „über Elektrizität“, „über Wärme“ bzw. „über Drehbewegung“ weitergegeben wird. Diese Begriffe werden erst im Folgeunterricht der nächsten Jahre in Richtung „Impuls“, „elektrische Ladung“, „Entropie“ bzw. „Drehimpuls“ ausgeschärft. Das Energieübertragungskonzept als wiedererkennbare Struktur kann und soll dabei immer wieder aufgegriffen werden.

Die Analyse der Umgangssprache erlaubt einen reflektierten Einsatz der Begriffe „Energieverbrauch“ und „Energieerzeugung“, ein Vergleich mit dem ebenfalls umgangssprachlichen Begriff „Wasserverbrauch“ ermöglicht eine gute Analogie: Auch Wasser wird nicht wirklich „verbraucht“ – es verschwindet also nicht im „Nichts“ –, sondern lediglich „verschmutzt“. Insbesondere wird in der vierten Doppelstunde die Übertragungskette im Kraftwerk herausgearbeitet und damit die inhaltliche Kompetenz „Naturerscheinung und technische Anwendung – Energieversorgung: Kraftwerke und ihre Komponenten“ angestrebt. Durch die schriftliche Bearbeitungsform des Schülerarbeitsauftrages wird erneut geübt, physikalische Sachverhalte sprachlich zu fassen, sowie neu gelernte Fachbegriffe, Strukturen und Analogien am konkreten Beispiel des Wärmekraftwerkes zu festigen.

Ein vertiefter Einblick in Strukturen und Analogien soll am Beispiel der verschiedenen Möglichkeiten der Energiespeicherung in der dritten Doppelstunde erfolgen: Die Schülerinnen und Schüler können diese Energiespeicher mit Hilfe von Legekärtchen an „Physik-Spielzeug“² einüben und dabei selbst kontrollieren, inwiefern sie diese inhaltliche Kompetenz erworben haben (vollständiger Satz mit Arbeitsblättern ist im Internet herunterzuladen unter <http://www.ls-bw.de/allg/publikationen/online>).

Bereits im Zusammenhang mit dem Begriff des „Energieverbrauchs“ können die Schülerinnen und Schüler feststellen, dass am Ende einer Energieübertragungskette die Energie „mit der Wärme“ in die Umgebung scheinbar verschwindet und so einer weiteren Nutzung durch den Menschen nur noch teilweise zur Verfügung steht. Dem aktuellen Interesse der Schülerinnen und Schüler folgend wird dann die Frage aufgeworfen, was eigentlich so problematisch ist an dieser Art des „Energieverlustes“. Am Beispiel des anthropogen verursachten Anteils des Treibhauseffektes können die Schülerinnen und Schüler erste Einblicke gewinnen in den Aspekt „Technische Entwicklungen und ihre Folgen“.

Nach dieser Sensibilisierung muss jedoch zwingend nach Möglichkeiten einer positiven Einflussnahme des Einzelnen gesucht werden, sonst wäre eine fatalistische Grundhaltung gegenüber den drängenden globalen Problemen unserer Zeit die Folge. Chancen und Grenzen des eigenen nachhaltigen und verantwortlichen Umgangs mit Energie werden daher in Form der „Ping-Pong-Methode“ in der Klasse diskutiert und die Schülerinnen und Schüler dadurch befähigt, in ihrem Alltag entsprechend ganz konkret zu handeln.

² Die Idee basiert auf entsprechenden Unterrichtsmaterialien meines Kollegen Florian Karsten.

Welcher Kompetenzstandard soll angestrebt werden mit dieser U-Einheit?

Um den Kompetenzzuwachs zum Themenaspekt „Energie“ nach dieser Unterrichtseinheit spürbar zu machen, kann ein Fragebogen zur selbstständigen Lernstandsanalyse hilfreich sein. Ein solcher Bogen findet sich am Ende des Materialteils dieser Unterrichtseinheit („Überprüfe Dein Können!“).







Mögliche Aufgaben für eine Leistungsüberprüfung, z. B. in Form einer Klassenarbeit, könnten folgendermaßen aussehen:

1. Erläutere an einem Beispiel das Prinzip der Energieerhaltung.
2. Nenne zu folgenden Vorgängen in richtiger Reihenfolge die vorkommenden Energiespeicher:
 - a. Ein Dopsball (Flummi) wird fallen gelassen.
 - b. Zwei Magneten werden im Wirkungsbereich ihrer Pole losgelassen.
3. Zeichne ein Energiefluss-Diagramm von folgendem Vorgang: Ein Mensch betreibt mit Hilfe eines Kurbelgenerators eine Glühlampe.
4. Nenne und beschreibe drei einfache Möglichkeiten, wie du bei Dir zuhause „Energiesparen“ kannst.
5. Franziska liest in der Zeitung folgende Sätze: „Der Pro-Kopf-Energie- und Wasserverbrauch sind in diesem Jahr trotz vieler Einspartipps weiter gestiegen. Da die Energieerzeugung aufgrund der hohen Rohstoffpreise sehr viel teurer geworden ist, ist die Kostensteigerung für die Privathaushalte deutlich spürbar.“ Franziska sagt: „Auch wenn die Grundaussage dieser Sätze stimmt, steht trotzdem viel Unsinn darin.“ Erläutere, was Franziska meint.
6. Florian hört seinen Onkel sagen: „Es stimmt doch gar nicht, dass wir heute in einem sehr warmen Sommer die Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes spüren! Es gab in der Erdgeschichte immer schon Warmzeiten!“ Gib zwei Beispiele an, mit denen Florian seinen Onkel zum Nachdenken anregen kann.
7. Sepp zeigt Monica ein Bild des Künstlers Escher, auf dem Wasser in einem Kanal mit einer durch dasselbe Wasser angetriebene Wassermühle scheinbar den Berg hoch fließt, und sagt: „Sieh mal, so wären doch alle Energieversorgungsprobleme unserer Welt gelöst: Das ist eine Wassermühle, die unendlich viele Jahre laufen wird.“ Monica entgegnet: „Das kann nicht sein – diese Mühle wurde bestimmt noch nirgends auf der Welt gebaut!“ Erläutere die verschiedenen Sichtweisen von Sepp und Monica. Wer hat Recht? Begründe!

4. Ablauf der Unterrichtseinheit:

a. Tabellarische Stundenübersicht:

Hinweis: Im Regelfall sind die Stunden auch als 12 Einzelstunden unterrichtbar.

Std.	Thema	Angestrebte Kompetenzen		Eingesetzte U-Methoden
		Übergeordnet	Standard	
0	Präkonzept-Abfrage			Fragebogen
1+2	Ein „Steckbrief“ für die Energie		Größen 8.2	FeU, Arbeitsauftrag „Jede(r) braucht Energie“ mit schriftlicher Dokumentation
3+4	Energieumsatz beim Menschen, Energieübertragung		Anwendungsbezug 5.2, Analogien 9.2	FeU, Experimental-Arbeitsauftrag „Was ist mit >Energieverbrauch< gemeint?“ mit schriftlicher Dokumentation
5+6	Energieübertragung, Energiespeicher		Methoden 4.3, Analogien 9.2	FeU, Lernstationen mit schriftlicher Dokumentation
7+8	Energieketten, Wärme Kraftwerk		Naturbeobachtung 1.1+1.2, Methoden 4.3, Anwendungsbezug 5.3, Naturerscheinung 10.4	FeU, Beschreibungsübung an aufgebauten Experimenten (Energieflussdiagramme), Arbeitsauftrag „Wie funktioniert ein Kraftwerk?“ mit schriftlicher Dokumentation
9+10	Der Treibhauseffekt		Naturerscheinung 10.1 (Klasse 10!)	FeU, Klassengruppenpuzzle
11+12	„Energiesparen“: Lokales Handeln, globale Wirkung		Naturwiss. Arbeitsweise, Anwendungsbezug 5.3	Methode der wachsenden Gruppe, Argumentationsübung „Ping-Pong“ mit Kurzvorträgen

b. Ablauf der Einzelstunden

1. Doppelstunde: Ein „Steckbrief“ für die Energie

Zeit (ca.)	Schüler- und Lehreraktivitäten	Medien und Methoden
-	Stunde zuvor: Bearbeiten des Fragebogens zur Energie HA auf diese Stunde: s. Arbeitsblatt „Vorbereitende HA zum Thema Energie“	Fragebogen (ausgewertet bis zu dieser Stunde!) AB „Vorbereitende HA zum Thema Energie“: Interviews zum Thema Energie „Energie mitbringen“
10	HA-Vergleich	S. tragen Ergebnisse mündlich vor
30	L: Wo ist die Energie, die Ihr mitgebracht habt, <i>genau</i> ? Herausarbeiten der Inhalte des Tafelanschiebes	FeU Tafel
30	L.: Verschiedene Lebewesen und Maschinen auf unserer Welt benötigen permanent Energie. Warum? Und: Woher bekommen sie sie? Arbeitsauftrag über Tafelanschrieb	Tafel Selbstständig zu erledigender Arbeitsauftrag mit schriftlicher Dokumentation im Heft
20	Vergleich der Ergebnisse, z. B. über Tabelle auf Folie, im Unterrichtsgespräch	FeU Evtl. Folie für OHP
-	HA: Information beschaffen, wie viel Energie eine Frau bzw. ein Mann täglich durchschnittlich benötigt	

Tafelanschrieb der Stunde (Vorschlag):

Wo steckt die Energie?

Energie gibt es nie alleine, aber man kann sie speichern.

Solche Energiespeicher sind z. B. Nahrungsmittel, Holz, Benzin, Batterien, Feuerzeuge usw.

In zwei, drei ... gleichartigen Tafeln Schokolade steckt doppelt, dreimal ... so viel Energie wie in einer davon. Man sagt: „Energie ist eine mengenartige Größe.“ Formelsymbol: *E*

In unterschiedlichen Produkten ist unterschiedlich viel Energie enthalten:

1 Tafel (100g) „Milka Kuhflecken“: 2215kJ (≙ 530kcal)

1 Tafel (100g) „Milka Sahne-Crème“: 2520kJ (≙ 605kcal)

100g Benzin: 4300kJ

Batterie Typ D: 25kJ

Einheit der Energie: $[E] = 1 \text{ J}$ (≙ Joule, sprich „Dschuhl“), 1kJ = 1000J

Alte Einheit für Brennwert in Nahrungsmitteln: 4,2J ≈ 1cal (Kalorie)

Auftrag: „Jede(r) braucht Energie“

- Wer bzw. was braucht denn alles Energie?
- Wofür wird die Energie jeweils benötigt?
- Auf welchem Wege bekommt er bzw. es die Energie?

Notiere alle Deine Gedanken dazu in übersichtlicher Form!

HA: Informiere Dich in Büchern und im Internet, wie viel Energie eine Frau bzw. ein Mann bzw. ein Kind am Tag wofür benötigt. Stelle Deine Ergebnisse übersichtlich dar!

Mögliche Ergebnisse zum Auftrag in Tabellenform (z. B. sammeln auf Folie):

Kategorie	Beispiele	Wofür?	Woher?
Lebewesen	Mensch	Zum Laufen, Springen, Denken, Atmen ...	Aus der Nahrung
	Tiere	Kurz: Zum Leben!	
Pflanzen	Eiche	Zum Wachsen und für den Stoffwechsel	Von der Sonne und aus dem Wasser
Fortbewegungsmittel	Auto	Damit sie sich fortbewegen können!	Benzin, Diesel
	Schiff		Diesel
	Fahrrad		Nahrung (über Mensch)
	Solarfahrzeug		Von der Sonne
	Straßenbahn		Über den Strom
Allg. Geräte	Wasserkocher	Um Nahrungsmittel erhitzen zu können	Über den Strom
	PC	Zum Rechnen / Speichern etc.	Über den Strom
	Handys	Damit telefoniert werden kann	Über den Strom
Heizung	Gasheizbrenner	Um z. B. Häuser im Winter zu erwärmen	Über das Gas

2. Doppelstunde: Energieumsatz beim Menschen / Energieübertragung

Zeit (ca.)	Schüler- und Lehreraktivitäten	Medien und Methoden
10	HA-Abfrage Tafelanschrieb dazu (je nach Ergebnissen der SuS)	FeU Tafel
40	L: Nicht nur die Ernährung ist wichtig, sondern auch die Bewegung! Arbeitsauftrag: „Was ist mit „Energieverbrauch“ gemeint?“ Den S. werden für die Bearbeitung des Auftrages verschiedene „Energiegeräte“ angeboten, um die durch Ernährung zugeführte Energie wieder loszuwerden: Kurbelgenerator, Springseil, Hüpffigur, Kurbeltaschenlampe, Aufziehauto, Dopsball, Jojo etc.	Experimenteller Arbeitsauftrag mit schriftlicher Dokumentation im Heft
40	Besprechung der Ergebnisse, insbesondere herausarbeiten, was danach an der Tafel stehen sollte	Tafel

Tafelanschrieb der Stunde (Vorschlag):

Wie viel Energie brauchen wir wofür?

Ein Beispiel: Energiebedarf einer jungen Frau



ca. 250kcal ≈1050kJ

ca. 500kcal ≈2100kJ

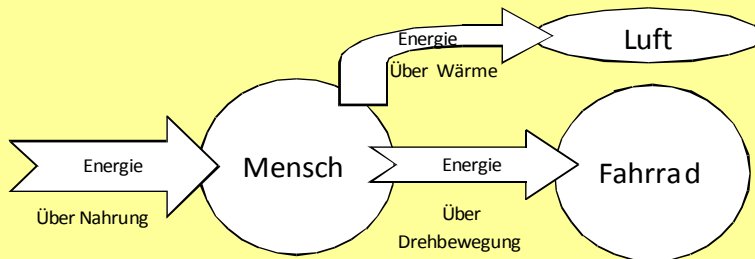
ca. 1500kcal ≈6300kJ

D.h. den größten Teil der Energie benötigen wir also für den Stoffwechsel der Zellen im Körper. Nur ca. 25% (also ¼) der zugeführten Energie verwenden wir für körperliche Aktivitäten (bei vernünftiger Ernährung!).

Was ist mit „Energieverbrauch“ gemeint?

Energie geht nie verloren, sie kann also auch nicht verbraucht werden. Sie kann jedoch auf andere Körper bzw. Speicher übertragen werden.

Energie-Pfeildiagramm eines Radfahrers:

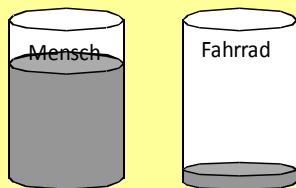


Energie verhält sich dabei ähnlich wie Wasser: Auch Wasser kann man nicht verbrauchen – es geht nur anderswo hin. Die Erkenntnis, dass Energie nie verloren gehen kann, nennt man in der Physik den Energieerhaltungssatz

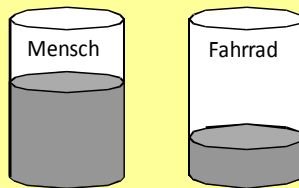
In unserem Beispiel überträgt der Mensch seine Energie auf das Fahrrad, welches sich dann bewegt. An der Bewegung des Fahrrades erkennt man, dass eine Energieübertragung stattgefunden hat. Etwas von der Energie des Menschen wird jedoch durch Wärme an die Umgebungsluft übertragen (das sehen wir nicht).

Wenn wir nur die Energieübertragung vom Menschen auf das Fahrrad betrachten, kann man das auch im Energie-Bilanz-Diagramm so darstellen:

Vor der Energieübertragung:



Nach der Energieübertragung:

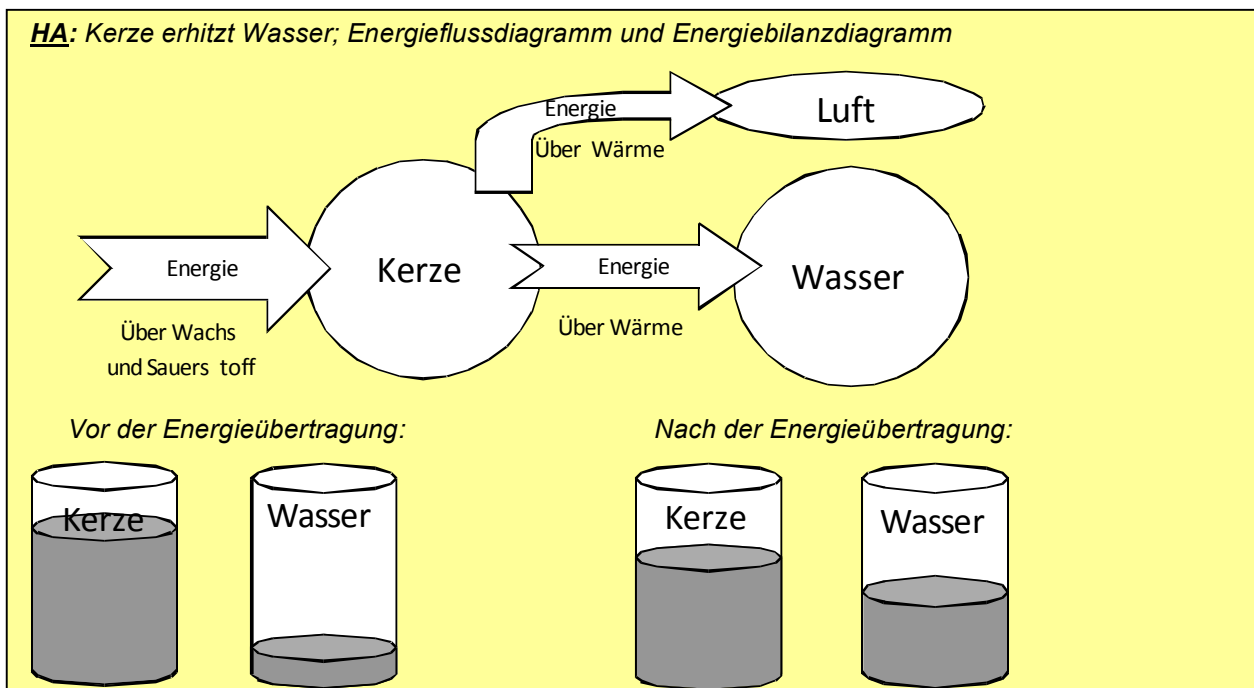


HA: Zeichne die Energiediagramme, wenn mit einer Kerze Wasser erhitzt wird!

3. Doppelstunde: Energieübertragung / Energiespeicher

Zeit (ca.)	Schüler- und Lehreraktivitäten	Medien und Methoden
10 - 30	HA-Besprechung: Energieflussdiagramm und Energiebilanzdiagramm des Vorgangs, bei dem eine Kerze Wasser erhitzt. Bei Schwierigkeiten weitere Beispiele besprechen – die Energie-diagramme müssen danach von allen Schülerinnen und Schülern richtig gezeichnet werden können!	U-Gespräch Folie und/oder Tafel
30	Anhand von Beispielen wird im Klassengespräch entwickelt, dass Energie an verschiedenen Stellen „versteckt“ sein kann, z. B. in einer gespannten Feder, in einer Bewegung, im elektrischen Stromkreis, in einem Magnetfeld, in warmem Wasser etc. Mit dem Merkblatt „Energiedetektive: Wo steckt die Energie?“ werden verschiedene Energiespeicher vorgestellt und benannt.	FeU Kleine Experimente am Pult Merkblatt „Energiedetektive: Wo steckt die Energie?“
20 - 30	Spielregeln der Lernstationen zu „Energiespielzeug“: Jede(r) macht 4 Stationen nach eigener Wahl (Wahlpflichtstationen). Zu jeder Station gehört ein Spielzeug, das vollständig (!) wieder zurückgebracht werden muss. Zu jeder Station gehört ein „Legeblatt“ und ein Satz „Legekärtchen“. Zu jeder Station nach Anleitung einen Heftaufschrieb anfertigen (Stichworte genügen), der die vorkommenden Energieformen in der Startsituation und in der Zielsituation benennt; evtl. Versuchsskizze. Wer möchte, kann seine 3. und 4. Wahlpflichtstation durch eine Wahlstation (größerer Schwierigkeitsgrad) ersetzen.	Lernstationen zu Energiespeichern (vollständiger Satz an Arbeitsblättern unter http://www.lsbw.de/allg/publikationen/online) Dauer: pro Station 5 Min. – also insgesamt 20 Min. (Wahlstation dauert 10 Min.)
10	Präsentation von 2-3 Lernstationen	Schülerpräsentationen

Tafelanschrieb der Stunde (Vorschlag):



4. Doppelstunde: Energieketten / Wärmekraftwerk

Zeit (ca.)	Schüler- und Lehreraktivitäten	Medien und Methoden
30	<p>Einstiegsbeispiele für die Wiederholung der Energiespeicher – längere Energieketten</p> <p>Es wird eines der mitgebrachten Beispiele nochmals exemplarisch besprochen, z. B.:</p> <p>V1: Tauchsieder im Wasserglas</p> <p>Folgende Versuche können z. B. aufgebaut sein (natürlich sind auch andere Versuche denkbar):</p> <p>V2: In Reihe: Dynamot als Kurbelgenerator, Dynamot als Motor, Massestück an Faden</p> <p>V3: In Reihe: Solarzelle, Elektrolyseur, Brennstoffzelle, Lämpchen</p> <p>V4: In Reihe: Dynamot als Kurbelgenerator, Peltier-Element oder Motor mit Ventilator</p> <p>Diese drei Ketten sollen die SuS selbstständig schriftlich im Heft als Energieflussdiagramm darstellen. Alle 4 Versuche sollten aufgebaut dastehen, die Gerätenamen mit kleinen Hilfen auf laminierten Kärtchen vor jedem Gerät (s. Anhang).</p>	<p>Tafel</p> <p>Aufgebaute Experimente am Lehrerpult</p> <p>Schülerinnen und Schüler können die Experimente einsehen und teilweise eingreifen (z. B. beim Kurbelgenerator selbst drehen und schauen, was passiert, oder die Lampe über der Solarzelle anschalten etc.)</p> <p>laminierte Kärtchen mit den Gerätebezeichnungen liegen an den entsprechenden Geräten</p>
10 -20	<p>Besprechung der Energieflussdiagramme</p> <p>s. Folie im Anhang (Lösungen zu den gesuchten Energieflussbildern)</p>	<p>Folie mit Energieketten im Energieflussdiagramm</p>
5	<p>L: Woher bekommen wir eigentlich unsere Energie zu Hause?</p> <p>Herausarbeiten: Über Energieträger (Gas, Öl, Kohle, Holz) zum Heizen, über Elektrizität für Geräte und teilweise ebenfalls zum Heizen; Energie über Elektrizität kommt vom Kraftwerk ⇒ Wärmekraftwerk / Kohlekraftwerk</p>	<p>FeU</p>
20	<p>Eigenverantwortlicher Arbeitsauftrag zum Kraftwerk: Beschreibe nach dem Bild, wie der Energiefluss läuft</p>	<p>Schriftliche Dokumentation</p>
20	<p>Schülerpräsentation des Ergebnisses (Folie)</p> <p>Danach herausarbeiten, dass dabei immer auch Abgase entstehen, die klimaschädlich wirken!</p>	<p>Folie</p>
-	<p>HA: Informiert euch im Buch bzw. im Internet, wie ein Kernkraftwerk prinzipiell funktioniert. Notiert das Energieflussdiagramm.</p>	

Tafelanschrieb der Stunde (Vorschlag):

Wie fließt die Energie?

Feststellung: Energie fließt nie alleine!
Wir müssen also immer suchen, womit die Energie fließt.

Über Elektrizität

→ Energie

Tauchsieder

→ Energie

Über Wärme

Wasser

Auftrag: Versuche die Energieflussdiagramme von mindestens zwei der aufgebauten Energieketten in Deinem Heft anzufertigen! Vernachlässige dabei die Energieverluste durch Wärme in die Luft.

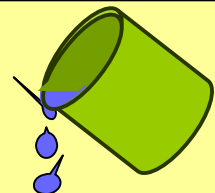
5. Doppelstunde: Der Treibhauseffekt

Zeit (ca.)	Schüler- und Lehreraktivitäten	Medien und Methoden
5	HA-Besprechung: Funktionsweise KKW – grundsätzlich wie beim Kohlekraftwerk, nur andere „Heizquelle“	Evtl. Folie
5	L: Wohin fließt die Energie schlussendlich? Bspe. diskutieren: Bremsen mit Fahrrad oder Auto, Gerätebetrieb allgemein L: ... und woher kommt sie? Meist Verbrennungsreaktionen, bei denen Abgase oder radioaktiver Müll etc. entstehen – Probleme mit Giftstoffen, Feinstäuben und Klimawandel wegen „Treibhausgasen“ wie CO ₂	Tafelanschrieb
45	L: Was genau versteht man unter dem Treibhauseffekt? Klassen-Gruppenpuzzle: s. AB im Anhang Expertengruppe 1: Textarbeit an Text aus Duden Paetec „Physik 2“, S.89f. / PC-Modellsimulation zur Wirkungsweise von CO ₂ in der Atmosphäre Expertengruppe 2: Zwei Experimente zum Treibhauseffekt / Wirkungsweise von CO ₂ in der Atmosphäre Expertengruppe 3: Modellsimulation zum Treibhauseffekt aus der ZDF-Mediathek Expertengruppe 4: Filme aus der ZDF-Mediathek zu den Folgen des Klimawandels	Stammgruppenarbeit des „Klassen-Gruppenpuzzles“, AB s. Materialien im Anhang, PC-Simulationen: Modellversuch Treibhauseffekt (auch als Realversuch möglich!), ZDF-Mediathek zum Treibhauseffekt Zugang zu PC's für die gesamte Klasse
20 - 30	Danach tragen die Expertengruppen, vertreten durch je ein Gruppenmitglied, in je 3 Minuten ihre Ergebnisse vor der gesamten Klasse vor. Diskussion der Ergebnisse, wenn nötig	Es erfolgt kein weiterer Tafelanschrieb, da in den Schülerheften bereits eine Ergebnissicherung stattgefunden hat.
5	L: Brennstoffvorrat begrenzt, aber wir dürfen gar nicht alles verbrennen, was noch da ist – das hätte klimatisch verheerende Folgen! L: Was folgt daraus für uns? Zentrale Frage: Wie können wir verantwortungsvoller mit Energie umgehen? Dies wird das Thema der folgenden Doppelstunde!	FeU

Tafelanschrieb der Stunde (Vorschlag):

Welche Probleme ergeben sich aus dem ungehemmten „Energieverbrauch“?

Am Ende aller Energieübertragungsketten geht die Energie mit der Wärme in die Umgebung. Diese Energie ist dann entweder gar nicht mehr oder nur sehr schwer für den Menschen nutzbar. Sie wurde also „entwertet“, nicht „verbraucht“.



Wir Menschen benötigen Energie zum Heizen und Energie, die uns über Elektrizität zur Verfügung steht, um viele Geräte zu betreiben. Dabei entstehen für unser Weltklima schädliche „Treibhausgase“ (wie z. B. CO₂, Kohlenstoffdioxid), Feinstäube, radioaktiver Müll und Wärme, über die die Energie letztlich in die Umgebung abgegeben wird. Zudem sind die Vorräte an fossilen Brennstoffen wie Kohle und Erdöl begrenzt.

6. Doppelstunde: „Energiesparen“

Zeit (ca.)	Schüler- und Lehreraktivitäten	Medien und Methoden
	<p>Zentrale Frage aus der letzten Doppelstunde: Wie können wir verantwortungsvoller mit Energie umgehen? L: Was können wir im Alltag dagegen tun?</p>	
15	<p>Arbeitsauftrag für die Methode der wachsenden Gruppe (s. „Ping-Pong-Diskussion“ [2] im Anhang. Kopien des WWF (s. Anhang [3]) austeilen, zunächst hat jeder 10 Minuten Lesezeit für sich in Einzelarbeit, danach wird die Klasse in vier Themenbereiche eingeteilt: Strom und Elektrogeräte Wohnen und Heizen Kochen und Verkehr Recycling und Einkaufen Danach erfolgt das Sammeln der Argumente nach der Methode der wachsenden Gruppe. Die einfachste und zweckmäßigste Art der Gruppeneinteilung ist in diesem Fall das einfach Durchzählen von jeweils 1 bis 4, wobei jeweils zwischen 1a (Pro-Argumente) und 1b (Contra-Argumente) unterschieden werden muss. Schülerinnen und Schüler, die sich mit dem gleichen Thema beschäftigen, sollen am Anfang, also in der Phase der Einzelarbeit, <i>nicht nebeneinandersitzen</i>, daher ist das Durchzählen sehr geschickt.</p>	Einzelarbeit: Lesen des Textes
15	<p>Ping-Pong-Diskussion vorbereiten: Jedes Thema wird von je zwei Kleingruppen (Gruppe a und Gruppe b) behandelt. <i>Eine</i> der beiden Kleingruppen sammelt Argumente, warum man sich in der auf der Kopie beschriebenen Weise verhalten soll, <i>die andere</i> Kleingruppe sammelt Argumente, weshalb es sinnlos ist, solche Empfehlungen zu befolgen.</p>	3 Stufen der Methode der „wachsenden Gruppe“, s. „Ping-Pong“ im Anhang
30 - 50	<p>Nach der Gruppenarbeitsphase werden die Kurzstatements in einer Art Podiumsdiskussion gehalten. Der Ablauf sollte möglichst „inszeniert“ werden, d.h. es sollte eine Stimmung wie z. B. im Plenarsaal des Bundestages herrschen, in dem die einzelnen Interessenvertreter Ihre Meinungsreden halten und von der jeweils eigenen Fraktion beklatscht werden.</p>	„Ping-Pong“: Kurzvorträge nach dem genannten Vortragsschema

Fragenbogen zum Thema Energie

(im Unterricht)

1. Was weißt du schon über das Thema Energie?

2. Was ist Energie Deiner Meinung nach?

3. In der letzten Zeit wird oft gesagt, dass Energie immer teurer wird. Was denkst du, woran man das merkt?

4. Auch über die weltweite Klimakatastrophe bzw. globale Erderwärmung wird viel gesprochen und geschrieben. Was weißt du darüber? Hat das etwas mit dem Thema Energie zu tun?

5. Was interessiert Dich am Thema Energie und auch am Thema Klimakatastrophe?

Vorbereitende HA zum Thema Energie

Bitte notiere zu allen Fragen genau in Deinem Physikheft, was gedacht bzw. gesagt wurde.

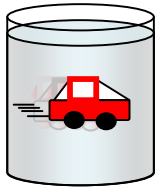
1. Befrage 2-3 Menschen aus Deiner Umgebung (Eltern, Onkel und Tanten, Geschwister etc.), was sie über das Thema „Energie“ wissen. Schreibe auf, was sie sagen. Schreibe außerdem auf, was du davon hältst.
2. Bringe in die nächste Stunde etwas „Energie“ mit und beschreibe im Heft, was du warum mitgebracht hast.

Auftrag: Was ist mit „Energieverbrauch“ gemeint?

Notiere zu allen Fragen Deine Gedanken in Deinem Physikheft.

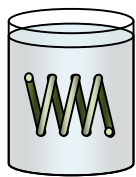
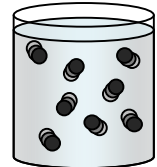
1. Überlege: Wie kannst du durch Nahrung aufgenommene Energie wieder loswerden, also „verbrauchen“?
2. Nimm eines der „Energiegeräte“ vom Lehrertisch (nach Absprache mit mir) und überlege, wie du damit Deine Energie loswerden kannst. Beschreibe Dein Vorgehen, zeichne auch eine geeignete Skizze zur Versuchsdurchführung.
3. Wo ist Deine Energie geblieben, wenn du das Gerät benutzt hast? Wurde sie „verbraucht“?
4. Man spricht nicht nur von „Energieverbrauch“ sondern auch von „Wasserverbrauch“. Beschreibe, was damit im Alltag gemeint ist. Wird das Wasser wirklich „verbraucht“? Übertrage Deine Überlegungen vom „Wasserverbrauch“ auf den „Energieverbrauch“!

Energie-Detektive: Wo steckt die Energie?



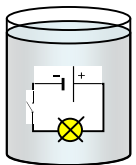
Zum Beschleunigen eines Fahrzeugs benötigt man Energie. Nach dem Beschleunigen steckt die Energie in der Bewegung des Fahrzeugs. In der Bewegung kann also ebenfalls Energie gespeichert werden. Man sagt dazu kurz „**Bewegungsenergie**“.

Beim Abbremsen reiben die Bremsen am Rad oder die Räder auf dem Boden. Dabei werden alle beteiligten Gegenstände erwärmt. In dieser Wärme steckt dann die Energie. Man sagt dazu „**thermische Energie**“.



Zum Spannen einer Feder oder Verformen eines beliebigen elastischen Körpers benötigt man ebenfalls Energie. Die Energie steckt dann im gespannten Körper. Also sind auch gespannte Körper Energiespeicher. Man sagt dazu „**Spannenergie**“.

Um einen Körper im Schwerfeld der Erde anzuheben, benötigt man Energie. Die Energie steckt dann im System Körper-Erde. Man sagt dazu „**Lageenergie**“ oder auch „**gravitativ gespeicherte Energie**“.

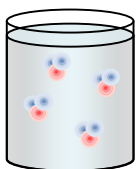


Um ein Lämpchen in einem Stromkreis zum Leuchten zu bringen, braucht man ebenfalls Energie. Die nötige Energie wird dem elektrischen Feld entzogen. Man sagt dazu „**elektrische Energie**“.

Um 2 Magnete aneinanderzubringen (gleiche Pole) oder trennen (unterschiedliche Pole), benötigt man Energie. Energie steckt dann im Magnetfeld. Man sagt dazu „**magnetische Energie**“.



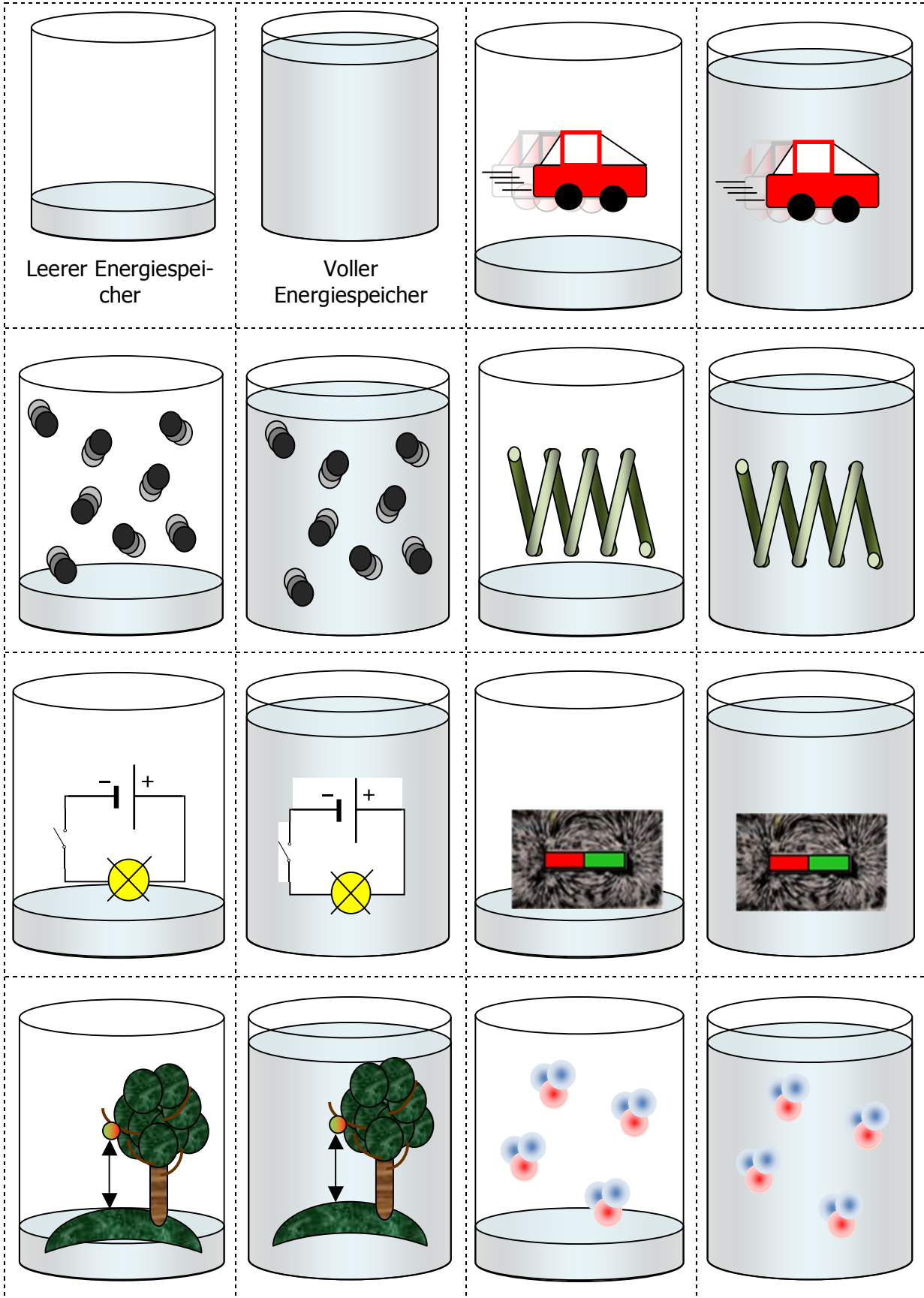
zu
Diese

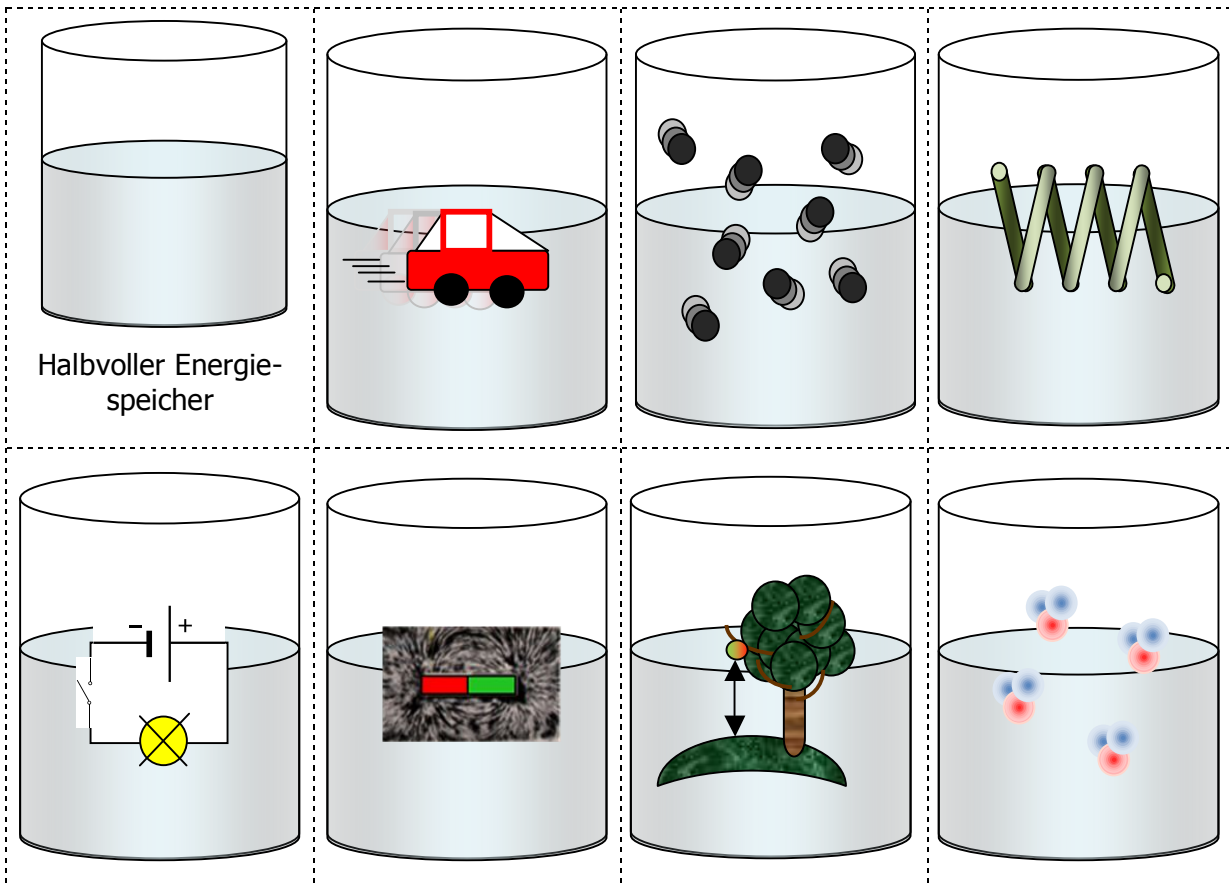


Um Wasser in die beiden Gase Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) zu trennen, benötigt man Energie. Auch bei der Aufspaltung von Nahrung und anderen chemischen Reaktionen wird Energie benötigt bzw. frei. Diese Energie nennt man kurz „**chemische Energie**“.

Energie kann nie verloren gehen und nicht erzeugt werden, sie kann jedoch den Speicher wechseln (Energieerhaltungssatz).

Energiespeicher-Spiel





Anleitung für die Lehrkraft:

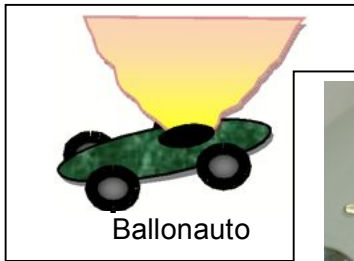
Diese Speicherkärtchen werden farbig ausgedruckt, laminiert und ausgeschnitten. Für jedes verwendete Spielzeug wird ein vollständiger Kärtchensatz benötigt, d.h. je ein voller, ein leerer und ein halbvoller Energiespeicher jeder Art. Der Kärtchensatz wird zum Spielzeug dazu gelegt. Um die Kärtchen auch in späteren Jahren verwenden zu können, empfehle ich die Aufbewahrung jedes Kärtchensatzes in einer gesonderten Klarsichthülle, gemeinsam mit dem zugehörigen Legeplan (s. Folgeseiten). Im Unterricht kann das (im Regelfall kleine) Spielzeug in die Klarsichthülle mit dazu gelegt werden. Dies ermöglicht eine schnelle Übersicht, welche der Stationen gerade in Benutzung sind bzw. wo etwas nicht vollständig zurück gegeben wurde.

In diesem Heft finden Sie nur eine kleine Auswahl verschiedener Legepläne. Sie finden weitere solche Legepläne inklusive der farbigen Kärtchen zum Ausdrucken auf der LS-Homepage unter <http://www.ls-bw.de/allg/publikationen/online/>. Wer nicht so viele verschiedene Spielzeuge zur Verfügung hat, kann auch Stationen doppelt auslegen, hat dafür aber weniger Varianten.

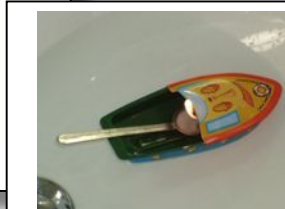
Zusätzlich erhalten alle Schülerinnen und Schüler die Zusammenfassung für die Energiespeicher (hier „Energie-Detektive“ genannt) einfach in Farbe ausgedruckt, damit die Kärtchen identifiziert werden können und auch später zuhause die Aufschriebe in den Schülerheften nachvollzogen werden können.

Verwendbare Spielzeuge:

Jede Art von Hüpfspielzeug, Aufziehspielsachen, Magnetspielzeug, Jojos, bewegte Hänge-Mobiles etc. Wichtig ist nur, dass möglichst verschiedene Energiespeicher vorkommen. Einige Beispiele sehen Sie hier:



Ballonauto



Knatterboot



Korbball-Schleuder



Pendel-



Schwingpapagei



Lustiges Aufzieh-Spielzeug



Sprungscheibe



Zwitschermagnete



Flummi-Knete



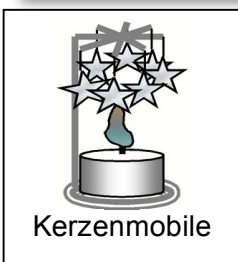
Elektro-Flugzeug



Aufziehmaus



Magnet-Musikanten



Kerzenmobile



Aufziehauto



Kreisel



Hüpffigur



Magnet-Tänzerin

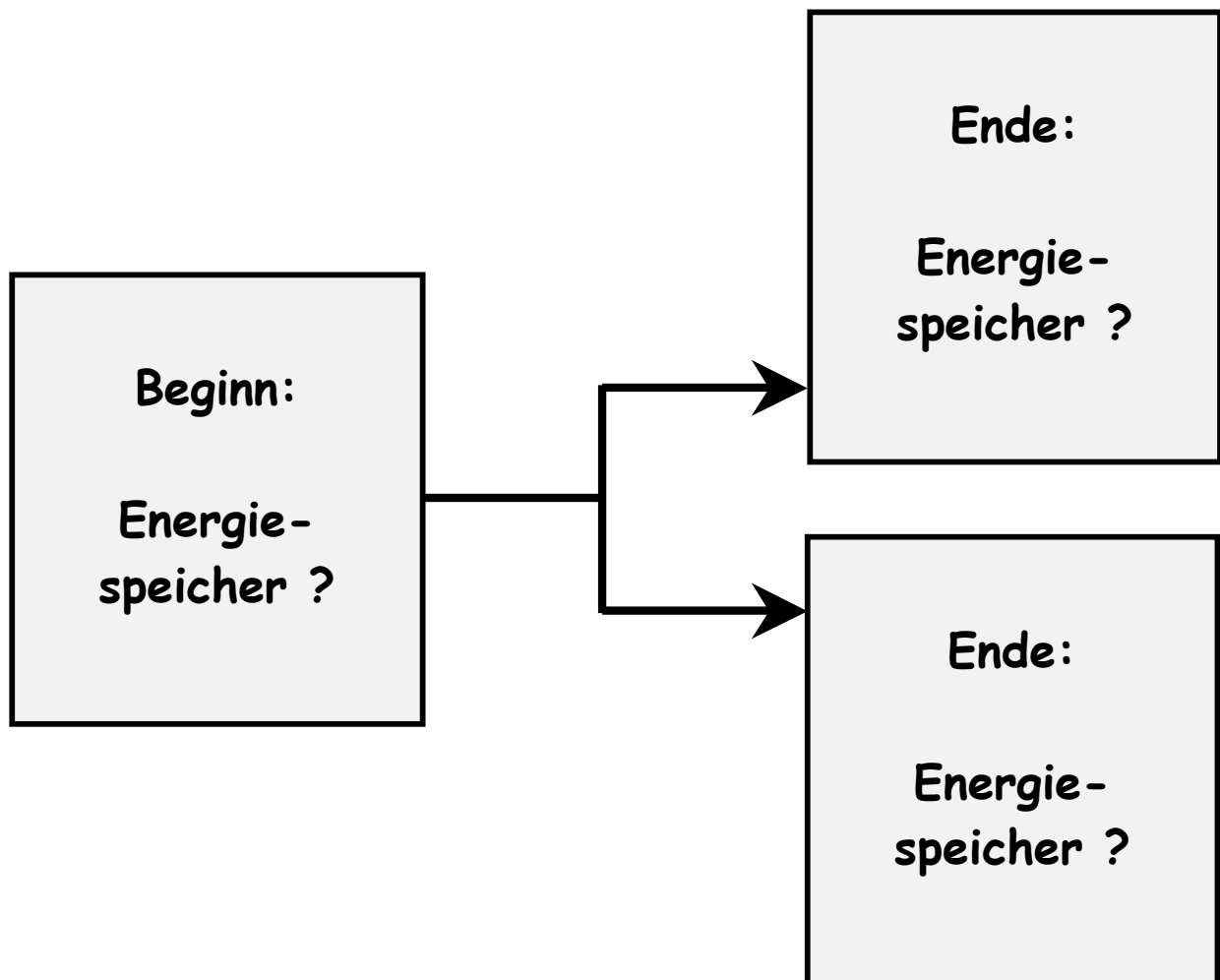
Wahlpflicht 1: Aufziehfigur

Zeitvorgabe: Maximal 5 Minuten incl. Aufschrieb

Nimm die Aufziehfigur und mache Dich mit ihrer Funktionsweise vertraut.

Der Beobachtungszeitraum läuft **von der aufgezogenen Figur (= Beginn) bis kurz nach dem Loslassen (= Ende).**

1. Überlege, welche Energiespeicher vorkommen und lege die Kärtchen passend dazu.
2. Finde - wenn möglich - mehrere Möglichkeiten.
3. Beschreibe den Versuch stichwortartig in Deinem Heft und notiere die passenden Energiespeicher dazu.



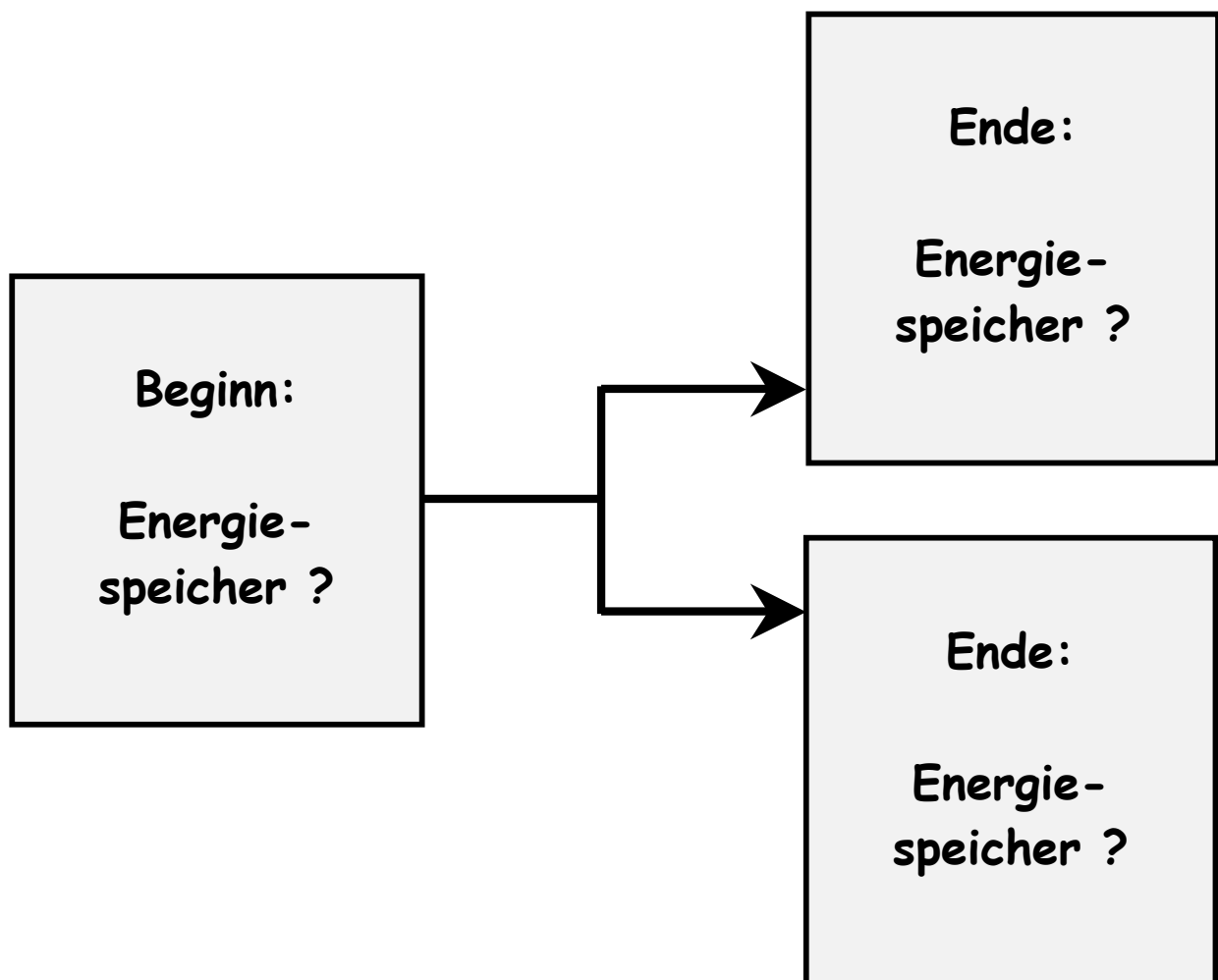
Wahlpflicht 2: Sprungscheibe

Zeitvorgabe: Maximal 5 Minuten incl. Aufschrieb

Nimm die Sprungscheibe und mache Dich mit ihrer Funktionsweise vertraut.

Der Beobachtungszeitraum läuft **von der eingedrückten Figur (= Beginn) bis kurz nach dem Loslassen (= Ende).**

1. Überlege, welche Energiespeicher vorkommen und lege die Kärtchen passend dazu.
2. Finde - wenn möglich - mehrere Möglichkeiten.
3. Beschreibe den Versuch stichwortartig in Deinem Heft und notiere die passenden Energiespeicher dazu.



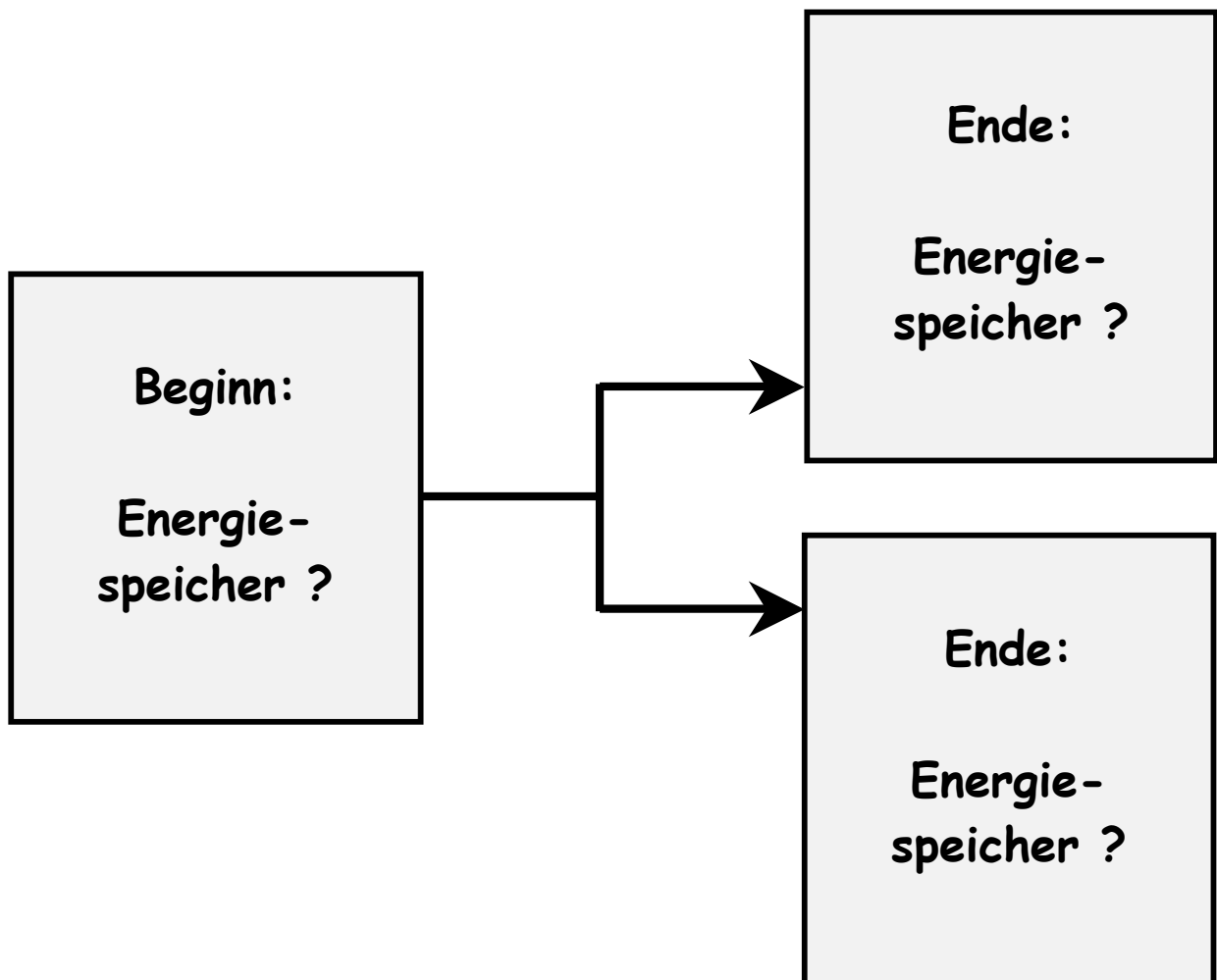
Wahlpflicht 3: Magnet-Pärchen

Zeitvorgabe: Maximal 5 Minuten incl. Aufschrieb

Stelle die Magnet-Tänzerin auf den Tisch und nähere ihr seitlich bzw. tangential langsam immer wieder den Musiker.

Die Beobachtungszeit läuft vom **gerade der Tänzerin angenäherten Musiker** (= Beginn) bis **kurz danach** (= Ende).

1. Überlege, welche Energiespeicher vorkommen und lege die Kärtchen passend dazu.
2. Finde - wenn möglich - mehrere Möglichkeiten.
3. Beschreibe den Versuch stichwortartig in Deinem Heft und notiere die passenden Energiespeicher dazu.



Wahlstation 1: Feder-Männchen

Zeitvorgabe: Maximal 10 Minuten incl. Aufschrieb

Hänge das Feder-Männchen so auf, dass es frei schwingen kann.

In der Wahlstation soll ein mehrfacher Wechsel des Energieträgers beobachtet werden.

Die Beobachtungszeit läuft **ab dem hochgehobenen Männchen** (= Beginn) **bis einige Schwingungen später** (= Ende).

1. Überlege, welche Energiespeicher in einem Schwingen von oben nach unten vorkommen. Suche insgesamt drei Zeitpunkte, zu denen du dann Kärtchen auf dem Tisch legst. Achtung: du wirst mehr als nur zwei Energiespeicher benötigen!
2. Was passiert nach längerer Zeit? Wie könntest du das durch das Legen der Kärtchen verdeutlichen?
3. Beschreibe den Versuch stichwortartig in Deinem Heft und notiere die passenden Energiespeicher dazu.



Wahlstation 2: Flummi-Knete

Zeitvorgabe: Maximal 10 Minuten incl. Aufschrieb

Forme die Knete aus dem Behältnis zu einem Ball.

In der Wahlstation soll ein mehrfacher Wechsel des Energieträgers beobachtet werden.

Die Beobachtungszeit läuft **ab dem hochgehobenen Flummi-Ball** (= Beginn) **bis einige Male Aufdopsen später** (= Ende).

1. Überlege, welche Energiespeicher in einer Bewegung von oben nach unten vorkommen. Suche insgesamt drei Zeitpunkte, zu denen du dann Kärtchen auf dem Tisch legst. Achtung: du wirst mehr als nur zwei Energiespeicher benötigen!
2. Was passiert nach längerer Zeit? Wie könntest du das durch das Legen der Kärtchen verdeutlichen?
3. Beschreibe den Versuch stichwortartig in Deinem Heft und notiere die passenden Energiespeicher dazu.



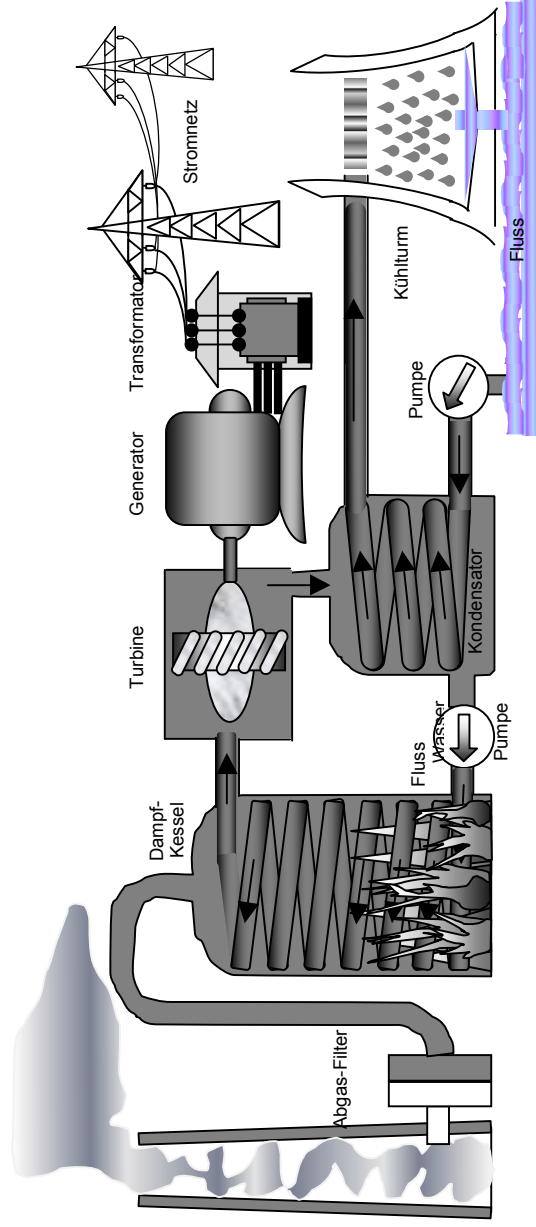
Wahlstation 3: Stromerzeugung im Kraftwerk

Zeitvorgabe: Maximal 10 Minuten incl. Aufschrieb

In dieser Wahlstation kannst du herausfinden, welche Energiespeicher im Wärmekraftwerk wichtig sind.

Um Dir die Wirkweise einer Turbine mit Generator klar zu machen, kannst du außerdem folgendes tun:

1. Koche Wasser mit dem Wasserkocher. Halte dann bei geschlossenem Deckel des Wasserkochers die selbst gebastelte „Turbine“ aus einem Alufolien-Rädchen, welches mit einer Stecknadel an einem Holzstab befestigt ist, über den Dampfstrahl. Was beobachtest du?

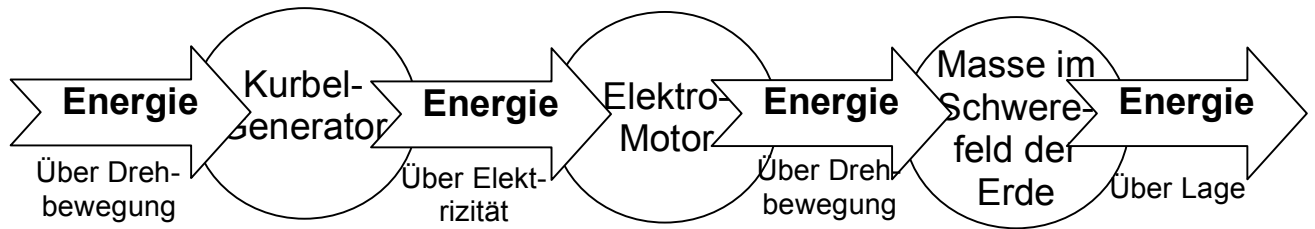


2. Betreibe die Kurbel-Taschenlampe. Wie funktioniert das entsprechend im Kraftwerk (s. Abb. Links)?

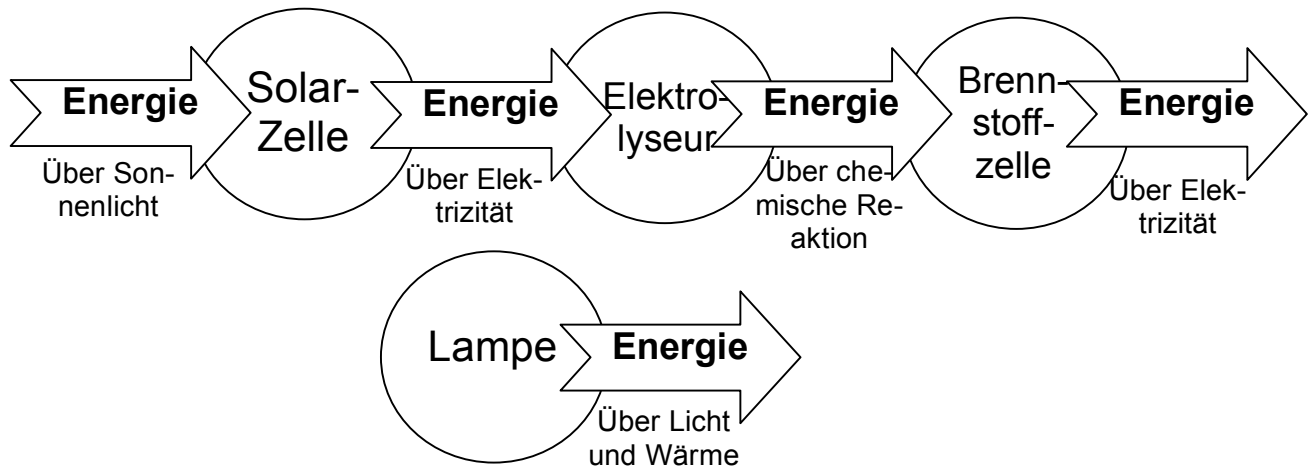
Überlege nun, welche Energiespeicher bei der „Stromerzeugung“ beteiligt sind. Lege die Kärtchen und notiere die Energiespeicher im Heft.

Folie „Energieketten“

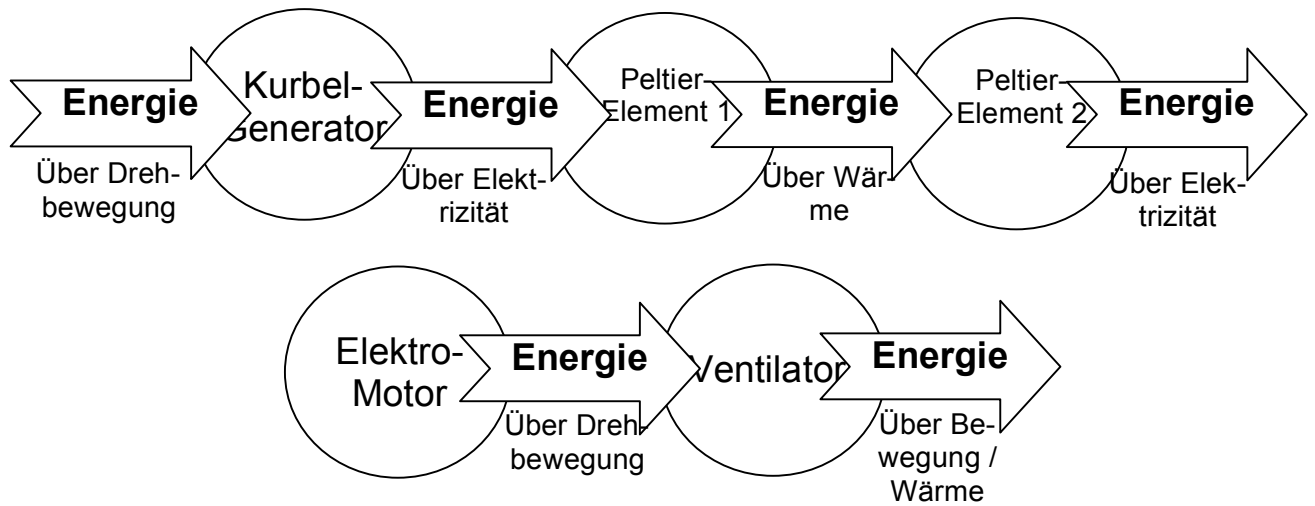
V2: Kurbelgenerator, Elektromotor, Massestück an Faden



V3: Solarzelle, Elektrolyseur, Brennstoffzelle, Lämpchen



V4: Generator, 2 Peltier-Elemente, Motor mit Ventilator



Kärtchen für die Gerätebezeichnungen an den Energieketten:

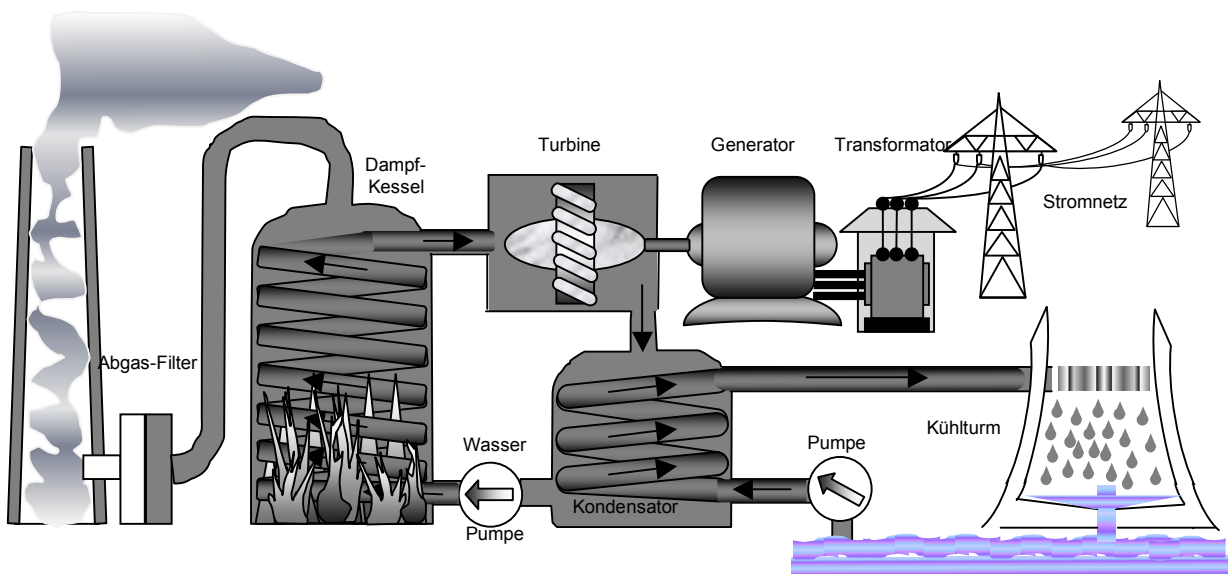
<p>Kurbelgenerator</p> <p>(funktioniert wie ein Fahrraddynamo, d.h. die Energie kommt über die Drehbewegung in den Generator und verlässt sie über die Elektrizität)</p>	<p>Elektromotor</p> <p>(funktioniert genau umgekehrt wie ein Generator: Energie kommt über Elektrizität und geht mit der Drehbewegung)</p>
<p>Massestück am Faden</p>	<p>Solarzelle</p>
<p>Elektrolyseur</p> <p>(spaltet Wasser in seine beiden gasförmigen Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff auf)</p>	<p>Brennstoffzelle</p> <p>(Funktioniert genau umgekehrt wie ein Elektrolyseur: Wasserstoff und Sauerstoff werden in einer chemischen Reaktion zu Wasser)</p>
<p>Lampe</p>	<p>Kurbelgenerator</p> <p>(funktioniert wie ein Fahrraddynamo, d.h. die Energie kommt über die Drehbewegung in den Generator und verlässt sie über die Elektrizität)</p>

<h2 style="text-align: center;">Peltierelement 1</h2> <p>(erhält Energie über Elektrizität und gibt sie über Wärme wieder ab)</p>	<h2 style="text-align: center;">Peltierelement 2</h2> <p>(anders herum eingesetzt als PE1: Nimmt Energie über Wärme auf und gibt sie über Elektrizität wieder ab)</p>
<h2 style="text-align: center;">Elektromotor</h2> <p>(funktioniert genau umgekehrt wie ein Generator: Energie kommt über Elektrizität und geht mit der Drehbewegung)</p>	<h2 style="text-align: center;">Ventilator</h2> <p>(nimmt die Drehbewegung des Motors auf und stößt bei seiner Drehung Luftmoleküle an)</p>

Arbeitsauftrag

Wie funktioniert ein Kohlekraftwerk?

Mit diesem Auftrag kannst du herausfinden, wie die Energie über die



Elektrizität zu uns nach Hause kommt.

Betrachte die Abbildung, die den schematischen Aufbau eines Kohlekraftwerks zeigt und finde damit heraus ...

- ... wo die Kohle eingesetzt wird,

- ... wofür man die Turbine benötigt,
- ... wie die Turbine angetrieben wird,
- ... wie die Energie über Elektrizität zu uns kommt,
- ... wozu man die Kühltürme im Kraftwerk benötigt,
- ... was problematisch ist am Betrieb des Kraftwerks.

Beschreibe Deine Erkenntnisse zu den Fragen in einem Text, in dem du erklärst, wie das Kraftwerk funktioniert.

Zeichne zudem ein Energieflussdiagramm für das Kraftwerk.

Klassen-Gruppenpuzzle

Was versteht man eigentlich unter dem Treibhauseffekt?

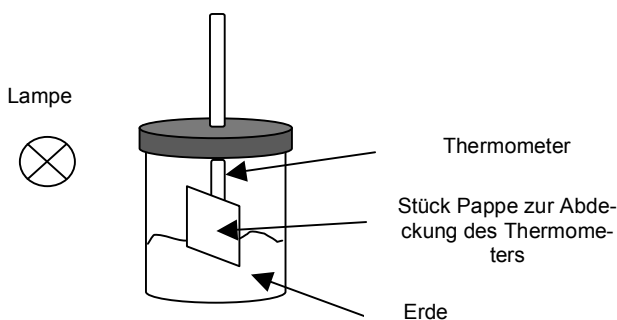
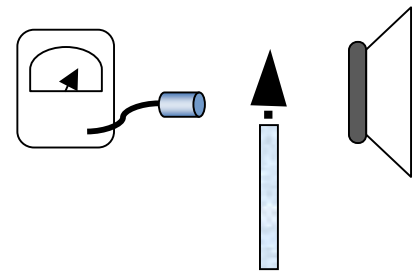
Gruppe 1: Textarbeit und PC-Simulation

1. Lies den Text auf den Kopien gründlich durch. Fasse in eigenen Worten in Deinem Heft zusammen, was man unter dem natürlichen und dem anthropogenen Treibhauseffekt versteht. (Text aus Duden Paetec „Physik 2“, S.89f.)
2. Sieh Dir die PC-Simulation zum Modellversuch zum Treibhauseffekt an und notiere ebenfalls die wichtigsten Inhalte zu der Frage, wie CO_2 in der Atmosphäre wirkt.
3. Bereite einen 3-Minuten-Kurzvortrag zum Thema Treibhauseffekt vor:
 - Gliederung des Vortrages
 - Stichwortkärtchen für den Vortrag
 - Probehaltten des Vortrages mit Deinem Mitschüler bzw. Deiner Mitschülerin

Gruppe 2: Wie wirkt CO_2 in der Atmosphäre?

Führende Wissenschaftler weltweit haben herausgefunden, dass sich CO_2 und andere Gase in der Atmosphäre ähnlich verhalten wie das Glas in einem Treibhaus. Um die Wirkung von Glas besser zu verstehen, sollst du unter Anleitung der Lehrkraft folgende zwei Versuche durchführen:

V1: Im Versuchsaufbau siehst du ein Messgerät, mit dem man Wärmestrahlung nachweisen kann. du kannst Dich davon leicht selbst überzeugen, indem du das Nachweisgerät in die Nähe Deines Körpers bringst und den Ausschlag beobachtest. Richte das Messgerät nun aus ca. 1m Entfernung auf die heiße Herdplatte bzw. die angeschaltete Infrarotlampe. Halte nun ein Stück Glas zwischen das Messgerät und die Wärmequelle. Beschreibe Deine Beobachtung im Heft! Was kannst du daraus über CO_2 in der Atmosphäre schließen?



V2: Bestrahle ein verschlossenes Glas, in dem sich etwas Erde sowie ein durch ein Stück Karton abgedecktes Thermometer befindet, einige Minuten mit einer hellen Lampe (100W) aus ca. 20cm Entfernung. Was kannst du beobachten? Schalte die Lampe nun ab und beobachte, wie sich die Temperatur nun verändert. Beschreibe Deine Beobachtungen. Wie wirkt das CO_2

also in der Atmosphäre unserer Erde?

Bereite einen 3-Minuten-Kurzvortrag über die beiden Versuche vor:

- Gliederung des Vortrages
- Stichwortkärtchen für den Vortrag

- Probehaltenden des Vortrages mit Deinem Mitschüler bzw. Deiner Mitschülerin

Gruppe 3: Simulation zu CO₂ in der Atmosphäre

1. Führe die Simulation am PC (Modellversuch zum Treibhauseffekt) durch und beschreibe in Deinem Heft, welche Schlussfolgerungen über das Verhalten des CO₂ in der Atmosphäre du daraus ziehen kannst.
2. Informiere Dich in der ZDF-Simulation zum Treibhauseffekt, wie dieser funktioniert (Punkt 1 und 2)
3. Bereite einen Kurzvortrag zur PC-Simulation vor, die du Deinen Klassenkameraden in 3 Minuten vorstellen sollst:
 - Gliederung des Vortrages
 - Stichwortkärtchen für den Vortrag
 - Probehaltenden des Vortrages mit Deinem Mitschüler bzw. Deiner Mitschülerin

Gruppe 4: Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes

1. Informiere Dich in der ZDF-Simulation über die Folgen des Treibhauseffektes (Punkt 4 und 6). Notiere die wichtigsten Punkte stichwortartig in Deinem Heft.
2. Bereite einen Kurzvortrag zu den Folgen des Treibhauseffektes vor, die du Deinen Klassenkameraden in 3 Minuten vorstellen sollst:
 - Gliederung des Vortrages
 - Stichwortkärtchen für den Vortrag
 - Probehaltenden des Vortrages mit Deinem Mitschüler bzw. Deiner Mitschülerin



for a living planet®

Die Nutzung fossiler Energieträger wie Kohle, Erdöl und Erdgas verursacht Treibhausgase und trägt zur globalen Erwärmung bei. Dennoch nutzen wir Verbraucher vom gesamten Strom, der weltweit erzeugt wird, nur ein Drittel. Der Rest verpufft nutzlos als Wärme.

Deshalb ist Sparen und die Steigerung der Energieeffizienz die wichtigste Energiequelle. Und die einzige, die bares Geld spart. Beispiel 4-köpfige Familie: Allein für Strom verbraucht sie im Schnitt rund 4.400 Kilowattstunden (kWh) im Jahr. Diese Menge an Energie lässt sich um 1.500 kWh verringern. Das entspricht 975 Kilogramm Kohlendioxid (CO₂) oder 270 Euro! Einsparmöglichkeiten beim Heizen und im Verkehr noch gar nicht eingerechnet.

Deshalb: Mitgemacht und mitgespart. Dem Klima und dem Geldbeutel zuliebe.

Strom

Stellen Sie auf grünen Strom um, der überwiegend aus erneuerbaren Energien gewonnen wird. Der WWF empfiehlt klimafreundlichen Strom aus Sonne, Windkraft, Biomasse und ökologischer Wasserkraft. Dabei entstehen keine Treibhausgase. Mehr Infos: www.energie-vision.de

Vermiedenes CO₂ 520 kg *

* pro durchschnittlichem EU-Haushalt



Umsteigen auf erneuerbare Energien © WWF-Canon / Adam Oswell

KLIMASCHUTZ - JEDER KANN HANDELN

Wohnen und Heizen

Auf Energiesparlampen umsteigen: Eine Glühlampe verwandelt nur fünf Prozent des Stroms in Licht, der Rest verpufft nutzlos als Wärme. Energiesparlampen der Effizienzklasse A verbrauchen bei gleicher Helligkeit bis zu 80 Prozent weniger Strom und brennen bis zu achtmal länger als herkömmliche Glühlampen.

Vermiedenes CO₂ 250 kg

Gespartes Geld ca. 65 Euro*

* bei fünf Energiesparlampen anstelle von Glühlampen und fünf Stunden Nutzung pro Tag

Weniger heizen: Senken Sie im Winter die durchschnittliche Raumtemperatur um 1 Grad.

Vermiedenes CO₂ 300 kg*

* pro Haushalt und Jahr

Verbessern Sie die Isolierung von Dach, Boden, Wänden, Warmwasserbehältern und Heizungsleitungen. Dadurch kann die Energiesparnis um 50 Prozent gesteigert werden. Der durchschnittliche EU-Haushalt verbraucht jedes Jahr 10.000 kWh Energie zum Heizen. Davon geht die Hälfte verloren. Mehr Infos: www.natureplus.org

Vermiedenes CO₂ ca. 630 kg

Gespartes Geld ca. 165 Euro

Wasser sparen duschen: Installieren Sie einen Niederdruck-Brausekopf!

Vermiedenes CO₂ 230 kg

Gespartes Geld 80 Euro*

* bei 25 Minuten Duschen pro Woche

Weitere Tipps:

• Verzichten Sie auf Wärme durch Strom und Kohle: Besser sind solare Anlagen zur Warmwasserbereitung und für die Heizung, Holzheizungen oder Fernwärme. Tipp: Der Umstieg auf erneuerbare Energien und Wärmedämmung wird vom Staat gefördert!

Material zum Thema „Energiesparen“:

• Dichten Sie Ihre Fenster ab. Mit Fenster-Schaumgummi oder Hohlprofil-Dichtungstreifen. Am besten sind Doppelglas-Fenster, deren Anschaffung ist zwar teuer, lohnt sich aber langfristig.

• Stoßlüften statt Ankippen: Start das Fenster stundenlang zu kippen, sollten Sie zweimal am Tag bei geöffneten Fenstern und geschlossenen Thermostatventil lüften. Dabei sind schon einige Minuten ausreichend, um die gesamte Raumluft auszutauschen.

• Durchlauferhitzer und Boiler sollten Sie nur auf die unbedingt nötige Temperatur einstellen (60 Grad sind ausreichend) und bei Nichtgebrauch (über Nacht und im Urlaub) ganz ausschalten (notfalls mit Zeitschaltuhr).

Elektrogeräte

Goodbye Standby: Schalten Sie bei allen Geräten den Standby-Schalter aus: TV, Stereoomlage, DVD-Rekorder (die neueren Modelle behalten trotzdem ihre interne Kanal- und Zeitenstellung), PC, Monitor, Netzteile von Laptops, Playstations u.a. Oder stecken Sie deren Stecker in ausschaltbare Steckdosenleisten.

Vermiedenes CO₂ 260 kg^{4,5}

Gespartes Geld 72 Euro^{4,5}

Geschirrspüler möglichst voll beladen und mit Sparprogramm (meist „50°C eco“) laufen lassen: Geschirrspüler nicht vorseifen. Eine sparsame volle Maschine verbraucht weniger Wasser als eine Handspülung.

Vermiedenes CO₂ 390 kg⁴

Gespartes Geld 108 Euro⁴

Raus mit dem alten Kühlschrank: Wenn Sie Ihre alte Kühl- oder Gefrierschrankkombi austauschen, dann kaufen Sie ein Gerät, das die Energieeffizienzklasse A++ (mit Abtautomatik) aufweist.

Vermiedenes CO₂ 210 kg*

* bei normaler Gerätegröße

Trockner ade: Auf Wäschetrockner möglichst verzichten. Wo unbedingt nötig, Geräte mit Wärmepumpe benutzen (Klasse A).

Vermiedenes CO₂ 172 kg

Gespartes Geld 48 Euro⁶

⁶ gegenüber einem Trockner ohne Wärmepumpe

Weitere Tipps:

• Kühlschrank auf höchstens 7 Grad herunterkühlen lassen.

• Kühlschränke nicht direkt neben dem Herd oder einer Heizung aufstellen. Außerdem regelmäßig auf fest schließende Dichtung untersuchen (bilden sich größere Eiskristalle an der Innenwand – Dichtung austauschen!). Den Kühlschrank und die Gefriertruhe öfter mal abtauen.

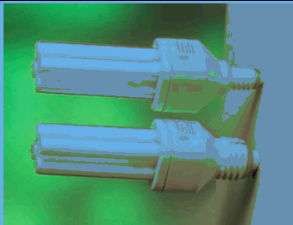
• Waschmaschine:

Immer die niedrigste benötigte Temperatur wählen (40 Grad reichen meist aus), immer vollladen und nicht vorwaschen.

• Akkus statt Batterien benutzen. Am besten NiMH (Nickel-Metallhydrid)-Akkus.

Die sind etwas teurer als NiCd-Akkus, halten aber viel länger und sind umweltfreundlicher als die schädliche Cadmium-Variante. Nach Gebrauch an Sammelstellen abgeben.

• Akkubetriebene Geräte (Mobil- und Schnurlostelefone, elektrische Zahnbürsten, Gartengeräte, Akkuschrauber etc.) nicht ständig in der Ladeschale lassen.



Energiesparlampe © WWF-Canon / WWF International

Die Top Ten der Energieeffizienz

Wer seine Tiefkühltruhe ersetzen oder ein neues Auto kaufen will, das deutlich weniger Sprit schluckt, sollte sich auf www.top10en.info umsehen. Das gemeinsame Portal von WWF und Intelligent Energy Europe listet die zehn Testsieger in Sachen Energieeffizienz für Kühlgeräte, Trockner, Autos und Energiesparlampen auf. Beim Kauf neuer Geräte sollten Sie stets auf die höchste Energieeffizienzklasse achten.

Kochen

Deckel drauf: Möglichst mit Deckel auf dem Kochtopf kochen (Gemüse und Karoffeln lassen sich gar mit nur ganz wenig Wasser garen und Vitamine bleiben besser erhalten).

Vermiedenes CO₂ ca. 118 kg¹

Gespartes Geld ca. 33 Euro¹

¹ bei 5mal Kochen pro Woche

Wasserkocher statt Herdplatte: Wasser für Tee im elektrischen Wasserkocher erhitzen (möglichst mit automatischer Abschaltung)

Vermiedenes CO₂ 33 kg¹

Gespartes Geld 9,20 Euro¹

¹ bei 2mal am Tag Wasser kochen

Weitere Tipps:

- Wenn Sie einen Gasanschluss haben, steigen Sie von Strömheit auf Erdgasherd um – dieser ist am sparsamsten. Ceran und Induktion sind wiederum besser als alte Kochplatten.

- Backofen nicht vorheizen: Umluft ist effizienter als Ober- und Unterehrze. Aber: Wenn immer es geht, der Backofen oder dem Schnellkochtopf den Vorrang geben.

Verkehr

Spritschlucker

Beim Autokauf vorrangig auf niedrigen Treibstoffverbrauch bzw. niedrige CO₂-Emission achten: Auf unnötige Motorstärke und energieaufwändige Extras verzichten. Mehr Infos: www.tipten.info



Umweltgerechter Transport © European Community, 2007

Vermiedenes CO₂ Mehr als 400 kg¹

¹ bei 14.000 km pro Jahr (EU-Durchschnitt) und bei einem Modell, das 15 Prozent weniger Kraftstoff verbraucht als ein durchschnittlicher Neuwagen 2003²

Die Fahrweise entscheidet mit: Wer weniger hektisch und langsamer fährt, spart Benzin und Treibhausgase.

Vermiedenes CO₂ 55 kg^{*}

^{*} wenn Sie nur auf 10 Prozent Ihrer Fahrgeschwindigkeit von 110 km/h auf 90 km/h reduzieren. Gilt für einen durchschnittlichen Neuwagen.²

Korrektur Reifendruck hilft So können beim Autofahren Benzin und Treibhausgase eingespart werden.

Vermiedenes CO₂ 140 kg^{*}

^{*} Kraftstoffverbrauch nimmt um 5 Prozent zu, wenn der Reifendruck 0,5 bar zu niedrig ist. Dies gilt für einen durchschnittlichen Neuwagen.²

Auf Kurzstrecken **Fahrrad statt Auto** benutzen.

Vermiedenes CO₂ 2,7 kg^{*}

^{*} So viel sparen Sie, wenn Sie zehn Kilometer mit dem Fahrrad statt dem Auto zurücklegen.

Auf Langstrecken mehr **Bahn statt Auto** fahren.

Vermiedenes CO₂ 130 kg^{*}

^{*} bei 1.000 Kilometer Bahnstrecke statt Auto.²

Reisen mit dem **Flugzeug** reduzieren!

Vermiedenes CO₂ 360 kg^{*}

^{*} fallen pro Person auf Hin- und Rückflug zwischen Kopenhagen-Brüssel (1,5 Stunden) an, 4.000 kg CO₂ auf Hin- und Rückflug Brüssel-New York (8 Stunden).²

Klimaneutral fliegen

Wer fliegen muss, sollte das CO₂-neutral tun! Wie das geht? Das Prinzip des CO₂-neutralen Fliegens ist, die Menge an Kohlendioxid, die durch die Flugreise in die Atmosphäre gelangt ist, an anderer Stelle zu vermeiden. Dies geschieht, indem Energie effizienter genutzt oder durch erneuerbare Energieträger wie Sonne, Wind oder Biomasse ersetzt wird. Zum Beispiel im WWF-Biogasprojekt in Nepal, bei dem Biogasanlagen zum Kochen für die ländliche Bevölkerung finanziert werden. Mehr Infos unter www.wwf.de/klimaneutral

Recycling

Recyceln Sie Ihren Abfall: Zum Beispiel Metalle: Das Recyceln einer Aluminiumdose spart 90 Prozent der Energie, die benötigt wird, um eine neue zu produzieren.

Vermiedenes CO₂ 9 kg^{*}

^{*} bei 1 Kilogramm Aluminium⁷

Bringen Sie Ihr Altes zum Glascontainer.

Vermiedenes CO₂ 30 kg^{*}

^{*} bei 100 kg Altglas

Geben Sie Papier in die Altpapiertonne.

Vermiedenes CO₂ 90 kg^{*}

^{*} bei 100 kg Altpapier

Recyceln Sie Ihre Kunststoffe und geben Sie diesen Müll in die Wiederverwertungstonne.

Vermiedenes CO₂ 150 kg^{*}

^{*} bei 100 kg Kunststoffen

Weitere Tipps:

- Vermeiden Sie unnötigen Abfall. Die meisten Produkte, die wir kaufen, verursachen auf irgendeine Weise Treibhausgasemissionen – bei Herstellung, Verpackung und Vertrieb.

- Benutzen Sie die Biotonne für organische Abfälle. Oder kompostieren Sie organische Abfälle, wenn Sie einen Garten haben. Mülldeponien verursachen rund drei Prozent der Treibhausgasemissionen der EU – durch das Methan, das bei der Zersetzung biologisch abbaubarer Abfälle freigesetzt wird.

Einkaufen

- Achten Sie beim Einkauf auf die Energie-Etikette: A+++-Klasse ist am besten. G steht für ganz schlecht.

- Kaufen Sie bevorzugt heimische Lebensmittel ohne lange Transportwege oder solche aus fairem internationalen Handel.

- Achten Sie auf wenig Verpackung, kaufen Sie bevorzugt Recycling-Produkte.

- Kaufen Sie möglichst viele saisonale Produkte (z.B. keine Erdbeeren im Winter).



Erdbeeren © cc Vision

- Benutzen Sie natürliche Materialien wie Holz statt Plastik.

- Nutzen Sie Mehrwegflaschen.

- Kaufen Sie Produkte mit Umwelt-Gütesiegeln wie Blauer Engel und FSC (Forest Stewardship Council).

Politik

Dass alle Verbraucher Energie sparen ist wichtig. Noch wichtiger ist es aber, dass die Politik jetzt die richtigen Entscheidungen für einen effektiven Klimaschutz trifft. Vor allem im Bereich der Stromerzeugung, der für 37 Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen verantwortlich ist. Hier liegen die größten Einsparpotentiale. Der WWF setzt sich daher aktiv für eine stärkere Förderung erneuerbarer Energien, mehr Energieeffizienz und gegen den Neutbau von Kohlekraftwerken ein. Unterstützen Sie den WWF in seiner Arbeit! Mehr Infos: wwf.de/klima

Kontakt und weitere Informationen

WWF Deutschland

Rebstocker Straße 55
Postfach 190440
60326 Frankfurt am Main
www.wwf.de/klima
info@wwf.de
Tel. 069-791440

¹ www.energieverbraucher.de

² www.nyccarbonfootprint.eu.de/carboncalculator.asp

³ www.bmu.de/rechenpaar_staatssekretariat_astrid_kling.doc

⁴ www.stromeffizienz.de/index.php?id=kug

⁵ www.initiative-energieeffizienz.de/fileadmin/Initiative_EnergieEffizienz/strom-effizienz/downloads/Broschueren/BR_Straubby.pdf

⁶ www.initiative-energieeffizienz.de/fileadmin/Initiative_EnergieEffizienz/strom-effizienz/downloads/Broschueren/BR_WeisseWare.pdf

⁷ www.klima-sticht-schutz.de

Grundsätzlich zur Berechnung des Energieverbrauchs

Den Euro-Angaben liegt der Durchschnittspreis von 0,18 Euro pro Kilowattstunde (variiert nach Strombieter) zugrunde.

Für jede Kilowattstunde verbrauchten Stroms werden etwa 650 Gramm Kohlendioxid (CO₂) in die Luft geblasen.⁷

Alle Angaben zu Kosten- und CO₂-Einsparungen sind nur Näherungswerte.

Methode „Ping-Pong“ -

Meinung darstellen vor Publikum

1. Lesezeit WWF-Flyer (10 Minuten für alle)
2. Themenvergabe Pro / Kontra
 - (Abzählen: 1a für Pro-Argumente Thema 1, 1b für Contra-Argumente Thema 1, 2a für Pro-Argumente Thema 2, ...)
3. Stufe 1 (5 Minuten):
 - Alleine 3 Argumente mit je einem Beispiel finden
4. Stufe 2 (5 Minuten):
 - Mit Partner die drei besten Argumente mit Bsp. aus den sechs vorliegenden auswählen
5. Stufe 3 (5 Minuten):
 - Zu viert die besten drei Argumente mit Bsp. aus den sechs vorliegenden aussuchen
6. Vortrag (je 3 Minuten Dauer):
 - Durch Auslosen wird eine Schülerin oder ein Schüler als Referent bestimmt
 - DIN A7-Kärtchen sind als Stichwortzettel erlaubt
 - Präsentation vorbereiten nach folgendem Schema:

Begrüßungsritual: „Meine sehr ...“
Thema: „Ich habe folgendes Anliegen: ...“
Argument 1 + Bsp; Argument 2 + Bsp; Argument 3 + Bsp
Schlussfolgerung: „Deswegen fordere / rufe ich Sie auf ...“
Verabschiedungsritual: „Ich danke Ihnen“; besser: pfiffiger Schlusssatz
Applaus (der eigenen Gruppe) abwarten

Quelle: „Präsentation und Rhetorik“ (PuR) schulinterne Lehrerfortbildung des RP Stuttgart

Überprüfe Dein Können!

Beispiel „Energie“

Diese Liste zur Selbsteinschätzung soll Dir helfen, Dich auf die Klassenarbeit besser vorzubereiten. Mit den Ergebnissen dieses Fragebogens kannst du feststellen, wo du noch Lücken hast.

Lies dann in Deinem Heft nach, was im Unterricht dazu erarbeitet wurde. Frage Deine Klassenkameradinnen und -kameraden an Stellen, an denen du alleine nicht weiterkommst.

Kreuze nun in der folgenden Liste an, wie du Dein Können zum Thema „Energie“ einschätzt – dabei bedeutet „– –“ das Selbe wie „trifft überhaupt nicht zu“, „–“ bedeutet „trifft eher nicht zu“, „+“ bedeutet „trifft eher zu“ und „+ +“ bedeutet „trifft voll und ganz zu“:

Trifft die folgende Aussage eher zu oder nicht?	– –	–	+	+ +
1. Ich kann drei Eigenschaften von Energie benennen.				
2. Ich kann jede der drei Eigenschaften von Energie an einem Beispiel in eigenen Worten erklären.				
3. Ich kann zuhause drei Stellen finden, an denen sich „Energie sparen“ lässt.				
4. Ich kann ein Beispiel für den Energieerhaltungssatz erklären.				
5. Ich kann <i>fünf verschiedene</i> Energiespeicher benennen.				
6. Ich kann <i>zwei</i> verschiedene Energiespeicher bei einem Dopsball benennen.				
7. Ich kann ein einfaches Beispiel für eine Energieübertragung (<i>eine</i> Energieübertragung) in einem Energieflussdiagramm darstellen.				
8. Ich kann ein schwierigeres Beispiel für eine Energieübertragung (<i>zwei</i> oder <i>drei</i> verschiedene Energieübertragungen) in einem Energieflussdiagramm darstellen.				
9. Ich kann erklären, was am Ende von fast jeder Energieübertragungskette passiert.				
10. Ich kann die Energieübertragungskette in einem Wärmekraftwerk erklären.				
11. Ich kann an <i>einem</i> Beispiel erklären, was ein Energiespeicher ist.				
12. Ich kann erklären, weshalb die meisten vom Menschen verursachten Energieübertragungsketten für Natur und Mensch problematisch sind.				
13. Ich kann das Grundprinzip des natürlichen Treibhauseffektes erklären.				
14. Ich kann <i>zwei</i> verschiedene Energiespeicher bei einem Aufziehauto benennen.				
15. Ich kann an zwei Beispielen erklären, wodurch der Mensch den natürlichen Treibhauseffekt weiter verstärkt.				
16. Ich kann den Energieerhaltungssatz formulieren.				
17. Ich kann an einem Beispiel erklären, warum das umgangssprachliche Wort „Energieverbrauch“ irreführend ist.				
18. Ich kann an einem Beispiel erläutern, warum das umgangssprachliche Wort „Energieerzeugung“ irreführend ist.				
19. Ich kann <i>vier</i> verschiedene Energiespeicher bei der Benutzung eines Federpendels benennen.				
20. Ich kann erklären, inwiefern die Wirkung von Treibhausgasen in der Atmosphäre der Wirkung von Glas ähnlich ist.				
21. Ich habe mindestens drei Argumente dafür, warum man sich Gedanken darüber machen sollte, wo man „Energie sparen“ kann.				

Literatur und Quellenangaben:

- [1a] Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (Hrsg.): *Bildungsplan 2004. Allgemein bildendes Gymnasium*, Stuttgart 2004, S. 180
- [1b] Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (Hrsg.): *Bildungsplan 2004. Allgemein bildendes Gymnasium*, Stuttgart 2004, S. 183
- [2] Ralf Büttner (Hrsg.): *Präsentation und Rhetorik*, Begleit-CD zur schulinternen Fortbildungsreihe des RP Stuttgart
- [3] Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg (Hrsg.): *Didaktisches Begleitmaterial zur Ausstellung „Expedition ins Klima“*, WWF-Flyer

Umsetzungsbeispiel 5: Nachhaltiger Umgang mit Energie Klasse 9/10

Planung und Ablauf

1. In dieser Unterrichtseinheit trainierte Kompetenzen:

Übergeordnete Kompetenzen		Trainingsintensität				
		1	2	3	4	5
Fachmethoden (Erkenntnisgewinnung)						
Kommunikation						
Reflexion (Bewertung)						
Personale und soziale Kompetenzen						

Diese Kompetenzen werden an folgenden Inhalten (Bildungsstandards Kompetenzen Nr. 7 bis 13) trainiert:

- Naturerscheinungen und technische Anwendungen: Treibhauseffekt; Kraftwerke und ihre Komponenten (zum Beispiel Generator) – auch regenerative Energieversorgung (zum Beispiel Solarzelle, Brennstoffzelle) (*Naturerscheinungen 10.1+10.4*)
- Technische Entwicklungen und ihre Folgen: Natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt; Chancen und Risiken weiterer technischer Anwendungen (*Folgen 12.1+12.3*)

2. Exemplarische Kompetenzanalyse:

a. Beispiel: Die übergeordnete Kompetenz „Reflexion“

In den Bildungsstandards zu lesen ist unter Kompetenz Nr. 3 folgende Formulierung [1a]:

„Die Schülerinnen und Schüler können bei technischen Entwicklungen Chancen und Risiken abwägen und lernen Methoden kennen, durch die negative Folgen für Mensch und Umwelt minimiert werden.“

Inhalte

- Natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt.“

Was kann eine Schülerin oder ein Schüler, wenn sie bzw. er diese Kompetenz hat?

Anforderungsbereich I	Anforderungsbereich II	Anforderungsbereich III
<p><u>Beschreibung:</u></p> <p>Angeben von Bezügen</p>	<p><u>Beschreibung:</u></p> <p>Herstellen einfacher Bezüge und Wiedergeben von Bewertungsansätzen</p>	<p><u>Beschreibung:</u></p> <p>Herstellen von Bezügen und Bewerten von Sachverhalten</p>
<p><u>Beispiele:</u></p> <p>Eine Schülerin kann den natürlichen Treibhauseffekt grob über die Strahlungsbilanz der Erde erklären.</p> <p>Ein Schüler kann drei regenerative Energiequellen nennen und ihre technische Nutzung in Grundzügen erläutern.</p>	<p><u>Beispiele:</u></p> <p>Ein Schüler kann aus Informationen aus dem Unterricht individuelle Verhaltensweisen ableiten, die klimaschonender als andere sind, z.B. größere vegetarische Anteile in der Ernährung anstelle von täglichem Fleischkonsum. Ihm ist bewusst, dass er damit den persönli-</p>	<p><u>Beispiele:</u></p> <p>Eine Schülerin kann einseitig ökonomisch motivierte politische Entscheidungen erkennen und klimafreundlichere Alternativen mit ähnlichem ökonomischem Zukunftspotenzial angeben.</p> <p>Ein Schüler kann erläutern, weshalb das Handeln hier und jetzt für</p>

<p>Eine Schülerin kann im Klassenzimmer und zuhause auf unnötig eingeschaltete Lampen achten und sich entsprechend verhalten.</p>	<p>chen Anteil an Treibhausgasemissionen verringert.</p> <p>Eine Schülerin kann ihre Mitschülerinnen und Mitschüler argumentativ davon überzeugen, dass die Klasse sich gemeinsam mitverantwortlich fühlt für gesellschaftliche Klimaziele und dies konkret täglich umsetzt.</p>	<p>den Klimaschutz nicht nur eine ökonomische, politische oder individuelle Entscheidung, sondern vor allem eine moralische Frage in Bezug auf nachfolgende Generationen ist. Dazu kann er philosophisch-ethische Ansätze wie z.B. die von Kant oder Jonas heranziehen. Gleichzeitig kann er das Chancen-Nutzen-Verhältnis verschiedener Maßnahmen aus physikalischer Sicht gewichten.</p>
---	--	--

b. Beispiel: Der Inhalt „Naturerscheinungen und technische Anwendungen“

In den Bildungsstandards zu lesen ist folgende Formulierung (*Naturerscheinung 10.4*) [1b]:

„Die Schülerinnen und Schüler können weitere Erscheinungen in der Natur und wichtige Geräte funktional beschreiben. Sie sind immer mehr in der Lage, physikalische Modelle auch in ihrem Alltag gewinnbringend einzusetzen.“

Inhalte

- Energieversorgung: Kraftwerke und ihre Komponenten (zum Beispiel Generator) – auch regenerative Energieversorgung (zum Beispiel Solarzelle, Brennstoffzelle)“

Was kann eine Schülerin oder ein Schüler, wenn sie bzw. er diese Kompetenz hat?

Anforderungsbereich I	Anforderungsbereich II	Anforderungsbereich III
<p><u>Beschreibung:</u></p> <p>Wiedergeben von Sachverhalten</p>	<p><u>Beschreibung:</u></p> <p>Anwenden von Sachverhalten eines bestimmten Gebietes</p>	<p><u>Beschreibung:</u></p> <p>problembezogenes Erarbeiten, Einordnen, Nutzen und Werten von Wissen</p>
<p><u>Beispiele:</u></p> <p>Eine Schülerin kann die grundlegenden Bauteile eines Windrades benennen, insbesondere auch den Generator als ein Gerät, welches Energie von einer Drehbewegung erhält und mittels elektrischer Ladung bzw. Elektrizität weitergibt. Falls im Unterricht auch schon die Induktion behandelt wurde, kann die Schülerin ebenfalls erläutern, wie ein Generator prinzipiell aufgebaut sein muss, um auf dem Wege der Drehbewegung Energie zu erhalten und diese mittels elektrischem Strom weiterzugeben.</p>	<p><u>Beispiele:</u></p> <p>Ein Schüler kann das beim Windrad kennengelernte Generator-Prinzip selbstständig auf die prinzipielle Funktionsweise von Wellenkraftwerken übertragen. Er erkennt dabei grundlegende funktionale Unterschiede im Vergleich zum Windrad, z.B. dass bei Wellen im Regelfall Auf- und Ab-Bewegungen den Generator antreiben müssen.</p> <p>Eine Schülerin kann die im Unterricht behandelte Brennstoffzellen-Technologie mit anderen innovativen Technologien verbinden und so prinzipiell abschätzen, wo Brennstoffzellen eine Anwendung finden könnten.</p>	<p><u>Beispiele:</u></p> <p>Eine Schülerin kann, wenn ihr ein schematisches Bild von einem ihr prinzipiell unbekanntem Aufwindkraftwerk gezeigt wird, dessen Funktionsweise erläutern und dabei wichtige Bauteile benennen. Sie ergänzt Chancen und Herausforderungen dieser Technologie.</p> <p>Ein Schüler kann nach der Vortrags-Serie im Unterricht in einem Rollenspiel zum Weltklimarat als Vertreter eines Entwicklungslandes wie z.B. Tansania die Möglichkeiten und Probleme „seines“ Landes nach einer Internetrecherche überzeugend vortragen und dabei abschätzen, in welchen der kennengelernten Technologien spezifische Chancen für das Land liegen.</p>

3. Didaktischer Kurzkomentar:

Auf welche Kompetenzen baut die U-Einheit auf?

Inhaltliche Voraussetzung für die Unterrichtssequenz „Schutz der Erdatmosphäre“ ist der Wärmelehre-Unterricht in Klasse 9/10. Bereits im Zuge der typischen Wärmelehre-Inhalte sollten Grundlagen des „Energiesparens“ erarbeitet werden³:

Kontext	Physikalische Inhalte / „Energiesparmaßnahmen“
Wärmepumpe	Die Wärmepumpe wird als Gerät kennen gelernt, welches „unter Energieaufwand Entropie gegen deren natürliche Flussrichtung“ pumpen kann.
2. Hauptsatz der Wärmelehre	Entropie legt den Zeitpfeil fest: Vorgänge, bei denen Entropie erzeugt wird, sind nicht mehr umkehrbar. Entropie kann in geschlossenen Systemen zwar erzeugt, aber nicht vernichtet werden.
Wärmeleitung	Die Entropieleitfähigkeit hängt neben der anliegenden Temperaturdifferenz sowie der Länge und der Querschnittfläche des Wärmeleiters auch von dessen Material ab. Gute Wärmeleiter wie Kupfer werden z.B. für Heizungsrohre und Heizkörper verwendet, damit die Entropie des Heizwassers schnell und gut in die zu beheizenden Räume gelangen kann. Schlechte Entropieleiter wie Styropor oder Schaumstoff (Lufteinschlüsse) werden vor allem zur Wärmedämmung, z.B. bei Häusern verwendet. Die Funktionsweise von Mehrfachverglasung wird besprochen. Viele weitere Anwendungsbeispiele werden im Unterricht besprochen.
Konvektion	Anwendungsbeispiele wie solare Warmwasseraufbereitung, konvektive Meeresströmungen, die Rolle der Konvektion beim Klima, Luftströmungen in geheizten Zimmern etc.
Zustandsänderungen und Entropie	Der Zusammenhang zwischen Entropieinhalt von Körpern und deren Temperatur wird unter spezieller Beachtung der Phasenübergänge diskutiert. Technische Anwendungen wie der Kühlkreislauf beim Kühlschrank werden genauso besprochen wie „energiesparendes“ Kochen von Nahrungsmitteln (möglichst wenig Wasser soll während des Kochvorgangs in die Dampfphase übertreten).
Zusammenhang zwischen Entropie- und Energieströmen	Der vereinfachte Vergleich des „Energieverbrauchs“ einer Wärmepumpe mit dem einer Elektroheizung zeigt die klimatische Bedenklichkeit solcher Heizmethoden. Der Grundsatz „Lieber schon vorhandene Entropie nutzen als neue produzieren!“ wird erarbeitet.
Wärmemaschinen und Wirkungsgrad	Das Prinzip der periodisch arbeitenden Wärmemaschine wird erarbeitet und daran der Carnot'sche Wirkungsgrad verdeutlicht.
Temperaturstrahlung	Als drittes Transportphänomen für Entropie wird die Strahlung eingeführt. Es folgt die Strahlungsbilanz der Erde inklusive Behandlung des natürlichen und des anthropogenen Treibhauseffektes. Dazu wird auch gemeinsam der Al-Gore-Film „Eine unbequeme Wahrheit“ angesehen und in Lernplakaten mit Diskussion ausgewertet.

Hinzu kommen wichtige Kompetenzen aus dem Bereich Kommunikation, auf die dieser Unterrichtsgang aufbaut: Die Schülerinnen und Schüler sollten im Physikunterricht bereits alle mindestens einmal ein physikalisches Präsentationstraining durchlaufen haben. D.h. konkret, dass bekannt sein sollte, wie ein physikalisches Referat strukturiert und wie Datenmaterial schlüssig in den Vortrag eingebunden werden sollte. Grundlagen der freien Rede allgemein (fächerübergreifend) sollten ebenfalls bekannt und trainiert sein, da ein Kernstück des Unter-

³ Die Reihenfolge der hier vorgestellten Unterrichtsinhalte orientiert sich am Karlsruher Physikkurs. Die Inhalte können auch problemlos in anderen Konzepten in anderer Reihenfolge umgesetzt werden, wichtig ist nur, dass die Grundlagen für den weiteren Unterricht gelegt werden.

richtsganges Präsentationen aller Schülerinnen und Schüler zur technisch innovativen CO₂-Vermeidung sind.

Wie baut die U-Einheit auf diese Kompetenzen auf?

Nach der Sensibilisierung bzgl. dem Treibhauseffekt und seinen weltweiten Folgen (Al-Gore-Film) muss jedoch zwingend nach Möglichkeiten einer positiven Einflussnahme des Einzelnen gesucht werden, sonst wäre möglicherweise eine fatalistische Grundhaltung gegenüber den drängenden globalen Problemen unserer Zeit die Folge.

Alle Schülerinnen und Schüler der Klasse halten in Gruppen von je 2-3 Personen jeweils eine 10 bis 15-minütige GFS bzw. einen Teamvortrag zu einer dieser oder anderer Klimotechnologien. Wichtig sind neben physikalischen und technischen Sachinformationen individuelle Bewertungen der jeweils vorgestellten Techniken sowie Fördermaßnahmen durch den Staat. So erhält die Klasse als Ganzes einen Überblick über die aktuelle Diskussion rund um den Klimaschutz.

Parallel zu den GFS bzw. Teamreferaten werden zuhause jeweils während einer Woche Energiemessungen vorgenommen: Wie hoch ist der „Stromverbrauch“ der Familie insgesamt? Wie viel Strom wird wo „verbraucht“? Wo können sehr einfach und ohne Einschränkung des persönlichen Komforts positive Veränderungen vorgenommen werden?

Welcher Kompetenzstandard soll angestrebt werden mit dieser U-Einheit?

Die Unterrichtseinheit zur Nachhaltigkeit in Klasse 9/10 folgt dem Prinzip „Sensibilisieren – Befähigen – Ermutigen zu einer nachhaltigen Entwicklung“, welches die Fachgruppe um den Physik-Kollegen Hermann Veeseer vom Hegel-Gymnasium Stuttgart-Vaihingen so wunderbar prägnant formuliert hat [2].

Die Schülerinnen und Schüler kennen die zeitgemäße Erweiterung des Energiesatzes (nach dem „Energiesatz 21“ von Hermann Veeseer) [3]:

Energie wird immer mit einer weiteren Größe übertragen. Der letzte Übertragungsschritt ist in der Regel die Übertragung der Energie mit Entropie in die Umgebung, wo sie einer direkten Nutzung durch den Menschen nur noch unter Mühen bzw. gar nicht mehr zur Verfügung steht.

Jedoch: Durch Anwendung physikalischer Gesetze können Energieübertragungen mit Entropie

- bedarfsangepasst dosiert werden (Beispiele: bedarfsorientiert geregelte Raumtemperatur und Beleuchtung; Kochen mit hohem Wirkungsgrad; treibstoffsparender Fahrstil beim Fahrzeugfahren),
- stark eingedämmt werden (Beispiele: Wärmedämmung von Häusern und Fenstern),
- umgelenkt werden (Beispiel: Wärmeschutzverglasung),
- wiederverwertet werden (Beispiele: (Lüftungs-)Wärmetauscher, Kraft-Wärmekoppelung, Abluft- und Abwasserwärmepumpen) und
- eingefangen werden (Beispiele: Sonnenkollektoren, Solarzellen, Wind- und Wasserkraftwerke, Biomassenutzung, Erdwärmennutzung, Wärmepumpen).



Neben kognitiven Kenntnissen zur Nachhaltigkeit soll – wo möglich – konkretes lokales Handeln im Schulhaus und den Privatwohnungen zuhause langfristig abgeleitet werden. Dieser Teil ist nicht mehr Gegenstand des vorliegenden Unterrichtsentwurfes, nichtsdestotrotz jedoch eine ideale und konsequente Erweiterung des Unterrichtsganges: Lüftordnung im Schulhaus, Beleuchtungsfragen, Dämmung der Klassenräume, Heizungsregelung, allgemei-

ne Klimaschutz-Zielsetzungen der Schule etc. In vielen Fällen schießen die Kommunen solchen Projekten Fördergelder zu, da sie sich langfristig Kostenreduktionen beim Energieeinsatz erhoffen. Informationen dazu sind z.B. zu finden unter den folgenden Internet-Adressen:

- BLK-Projekt „Transfer 21“ (<http://www.blk21.de/>)
- Umweltbundesamt (<http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/index.htm>)
- Umweltministerium Baden-Württemberg, KlimaNet Baden-Württemberg (<http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/42140/>)
- Greenpeace Deutschland, Kampagnen für den Umweltschutz (<http://www.greenpeace.de/themen/klima/kampagnen/klimaschutz/>)
- Seiten des WWF (<http://www.wwf.de/themen/klima-energie/>)
- Homepage des Hegel-Gymnasiums in Stuttgart-Vaihingen, Öko-Audit-Schule (<http://www.hegelgymnasium.de/>)

4. Ablauf der Unterrichtseinheit:

a. Tabellarische Stundenübersicht:

Doppel-St. ⁴	Thema	Angestrebte Kompetenzen		Eingesetzte U-Methoden
		Übergeordnet	Standard	
0	<p>Einzelne „Energiesparmaßnahmen“ im täglichen Leben</p> <p>Temperaturstrahlung Strahlungsbilanz der Erde (natürlicher & anthropogener Treibhauseffekt)</p> <p>Al-Gore-Film „Eine unbequeme Wahrheit“ mit Auswertung (Folgen des Treibhauseffektes und erste Lösungsansätze)</p>		<p>Anwendungsbezug 5.2+5.3, Größen 8.2+8.5</p>	<p>Themen werden im Laufe des Unterrichtes zur Wärmelehre sukzessive eingebracht, teilweise mit Hilfe der Plakat-Methode, kleinen Gruppenpuzzles oder fragend-entwickelnder Unterricht (= feU) etc.</p> <p>Vorstellen des GFS-Projektes „Unsere Welt in 100 Jahren“:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mögliche Themen (Weitere, von SuS selbst erdachte Themen sind natürlich denkbar!) • Termine und Rahmenbedingungen (s. Arbeitsaufträge zu „Unsere Welt in 100 Jahren“) • Themenvergabe nach Wahl der Schülerteams
1-3	GFS „Unsere Welt in 100 Jahren“		<p>Formalisierung 3.1-3.3, Naturscheinung 10.4, Folgen 12.3</p>	Schüler-Teamvorträge

⁴ Im Regelfall können die Doppelstunden auch als Einzelstunden unterrichtet werden.

b. Ablauf der Stunden

Zeit (ca.)	Schüler- und Lehreraktivitäten	Medien und Methoden
	<p>In 2er- oder 3er-Teams (s. Themenliste im Anhang) tragen die Schülerinnen und Schüler der Klasse nacheinander ihre GFS vor. Zeitrahmen: 10 Minuten für 2er-Team, 15 Minuten für 3er-Team</p> <p>Zu jedem Team gibt es sofort im Anschluss eine kurze Rückmeldungsphase. Das Schema dazu lautet: Zuerst Selbsteinschätzung („Was war an meinem Vortrag gelungen?“, dann erst „Was würde ich gerne beim nächsten Vortrag anders machen?“), danach Klassen-Feedback (ebenfalls zuerst positive Aspekte, dann Verbesserungsvorschläge), ggf. Ergänzung und Zusammenfassung der genannten Aspekte durch die Lehrkraft. Zeitbedarf: Pro Vortrag ca. 5 Minuten.</p>	<p>Medien nach Wahl der Referentinnen und Referenten (PC-unterstützte Präsentation, Folien auf Overhead etc.)</p> <p>Pflicht: Ein „Hand-Out“ im DIN A5-Format für die Klasse, das die wesentlichen Punkte zusammenfasst</p>
HA	<p>Langzeitaufgabe:</p> <p>Jede Schülerin und jeder Schüler erhält für jeweils eine Woche einen „Energiemonitor“ bzw. ein digitales Leistungsmessgerät. Über diese Woche soll zuhause die Leistungsabnahme exemplarisch beobachtet und reflektiert werden. Ziel ist, dass die Ergebnisse und Überlegungen in übersichtlicher Form aufgeschrieben und zur Bewertung abgegeben werden.</p> <p>Hinweis: Es genügen ca. 10 solche Leistungsmessgeräte, denn man kann dann jeweils 10 Schülerinnen und Schülern ein Gerät geben, nach einer Woche erfolgt die Weitergabe der Geräte.</p>	<p>AB „Wie können wir Strom sparen?“</p>

Literatur und Quellenangaben:

- [1a] Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (Hrsg.): *Bildungsplan 2004. Allgemein bildendes Gymnasium*, Stuttgart 2004, S. 184
- [1b] Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (Hrsg.): *Bildungsplan 2004. Allgemein bildendes Gymnasium*, Stuttgart 2004, S. 185
- [2] Agenda 21 und Klimakonvention an Schulen, in www.schule-bw.de
- [3] Hermann Veese: Klimaschutz-Material für die Referendare des Seminars Stuttgart auf der Seminar-DVD 2009

Kopiervorlagen

Fragenbogen zum Thema Nachhaltigkeit

(im Unterricht **vor** Durchführung der Einheit zu „Nachhaltiger Umgang mit Energie“)

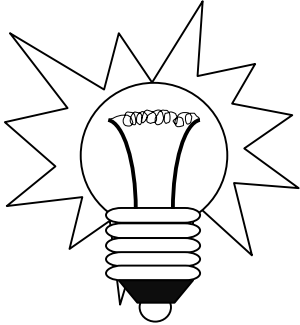
1. Was weißt Du schon über das Thema „globale Erwärmung“?

2. Was hältst Du von dem, was Du zu diesem Thema schon gehört hast?

3. Was würde Dich zum Thema „globale Erwärmung“ besonders interessieren?

4. Welche Maßnahmen kennst Du schon zur Vermeidung der Klimakatastrophe?

Wie können wir „Strom sparen“?

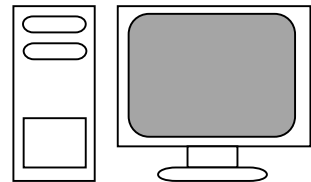


Du erhältst nun für genau eine Woche leihweise einen **Energie-monitor** bzw. ein **digitales Leistungsmessgerät** für Messungen bei Dir zuhause. Mit Hilfe dieses Gerätes sollst Du herausfinden, wo bei Euch zuhause wie viel „Strom verbraucht“ wird. Zudem sollst Du eine Strategie entwickeln, wie Deine Familie „Strom sparen“ und damit zur Reduktion des persönlichen CO₂-Ausstoßes beitragen könnte.

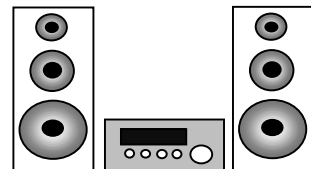
Erstelle über alle Ergebnisse und Überlegungen ein ausführliches Protokoll. Dieses Protokoll wird von Deiner Physiklehrkraft eingesammelt und bewertet.

1. Ermittle am häuslichen **Stromzähler** (frage Deine Eltern, wo sich dieser befindet!), wie viel Energie Eurer Familie **vom Stromanbieter** in dieser Woche geliefert wird. Du musst also heute gleich den Zählerstand ablesen UND in einer Woche.

2. Ermittle mit dem Energiemonitor den „Energieverbrauch“, d.h. die Momentanleistung aller elektrischen Geräte in Eurem Wohnzimmer, und zwar dann, wenn sie angeschaltet sind, UND auch dann, wenn sie abgeschaltet sind. Wo sind die größten „Stromfresser“? Wie viel Strom wird alleine durch „Standby-Betrieb“ täglich, wöchentlich und jährlich „verbraucht“?



3. Ermittle den „Energieverbrauch“ aller elektrischen Geräte in Deinem eigenen Zimmer. Gehe dabei vor wie in 2.



4. Stelle Überlegungen an, wie Ihr bei Euch zuhause „Strom sparen“ könnt und diskutiere mit Deinen Eltern, wo Ihr anfangen wollt und auch könntet. Beschreibe, was Ihr dann gemacht habt. Notiere auch die „Stromersparnis“ pro Tag, pro Woche und pro Jahr, die Ihr durch diese Maßnahmen erzielen könnt.

Projektarbeit „Unsere Welt in 100 Jahren“

Du hast nun gesehen, wie wichtig es ist, verantwortlich mit unserer Umwelt umzugehen. Das ist leicht gesagt, aber wie können wir die globalen Energie- und Treibhausprobleme wirklich effektiv angehen?

Dazu sollst Du selbst ein Themengebiet aus den folgenden gemeinsam mit einem oder zwei Klassenkameraden bearbeiten, zu denen ich einige Fragen als Arbeitsanregungen zusammengestellt habe. Die Fragen sind nur als **Mindestgrundlage** für den Vortrag zu verstehen!

Thema	Arbeitsfragen	Zahl
IPCC-Bericht	<ul style="list-style-type: none"> • Informiere Dich darüber, wer IPCC (=Intergovernmental Panel of climate change) ist. Klicke Dich dabei durch bis zur deutschsprachigen Seite! • Inwiefern ist IPCC die zuverlässigste Quelle zu Klimadaten weltweit? • Zeige an mehreren Beispielen (z.B. Ausstoß von Treibhausgasen, CO₂-Konzentration im Laufe der letzten 1000 Jahre, Anstieg der Meeresspiegel in den letzten 300 und den nächsten 100 Jahren, Temperaturentwicklung weltweit etc.) wie das IPCC Klimadaten zusammenträgt und mit Modellrechnungen verknüpft - wo stehen wir aktuell? Erläutere in diesem Zusammenhang auch den Begriff des „Szenarios“! • Finde heraus, was das Kyoto-Protokoll aussagt, und wo wir aktuell weltweit und in Deutschland stehen! <p>Hinweis: http://www.ipcc.ch/ ⇒ durchklicken bis zur deutschsprachigen Seite!</p>	2
Windkraftwerke & Geothermie	<ul style="list-style-type: none"> • Wie funktioniert ein Windkraftwerk (auch Generator-Prinzip erklären!)? Warum sind die Rotoren so gebaut (Mühlenflügel sahen früher anders aus!)? • Welche Varianten gibt es (Windparks an Land, Offshore)? • Wodurch und warum fördert der deutsche Staat die Windkraft? • Chancen der Windkraft (spezifischer Nutzen)? • Welchen Beitrag kann Deutschland in Zukunft von der Windkraft erwarten? • Probleme der Windkraft? <p>Hinweis: http://www.offshore-wind.de</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wie funktionieren Geothermie-Kraftwerke (nicht für Privathaushalte, sondern Großanlagen zur Versorgung von Gemeinden etc.)? • Wo gibt es heute schon Geothermie-Anlagen? • Welche Chancen und welche Probleme gibt es aktuell und in Zukunft für diese Technologie? 	2
Solartechnik I	<ul style="list-style-type: none"> • Wie funktioniert Photovoltaik (auch Prinzip Halbleiter erklären!)? • Wie und wo werden die Zellen produziert? • Wodurch und warum fördert der deutsche Staat die Photovoltaik? • Wo können Photovoltaik-Zellen gut eingesetzt werden mit welchem Erfolg? • Welche Probleme bestehen? • Welche Zukunftsperspektiven gibt es? Welchen Beitrag aus Photovoltaik könnte man in Zukunft für Deutschland erwarten? 	2
Wie funktionieren Solarzellen zur Warmwassergewinnung?	<p>Hinweis: http://www.solarserver.de/wissen/projekt.html</p>	
Solartechnik II + Wärmetauscher	<ul style="list-style-type: none"> • Welche verschiedenen Typen gibt es? • Wie und wo bringen sie Nutzen? • Wie viel Energie kann eingespart werden? • Wodurch und warum fördert der deutsche Staat die Solarthermie? • Welchen Beitrag aus Solarwasser könnte man in Zukunft für Deutschland erwarten? • Probleme der Technologie? 	2 ⁸⁵

<p>Mobilität I (Hybrid- und Leichtbauweise)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Was versteht man unter Leichtbauweise? • Welche Formgebung ist für Autos prinzipiell energetisch günstig und warum (physikalische Hintergründe!)? • Wie funktioniert ein Hybrid-Antrieb? • Wie kann man spritsparend fahren? • Welche Chancen und Grenzen haben die neueren Technologien im Auto-bau? • Welche Zukunftsperspektiven siehst Du für diese Technologien bzw. Verhaltensweisen in Deutschland? 	<p>2</p>
<p>Wellenkraftwerke & Solar-technik III</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wie funktionieren Wellenkraftwerke (auch Generatorprinzip)? • Welche Typen gibt es? • Wie viel Energie kann so „gewonnen“ werden? • Wo wird die Technologie schon eingesetzt? • Welchen Beitrag aus Wellenkraftwerken könnte man für Deutschland in Zukunft erwarten? • Welche Probleme gibt es? • Wie funktioniert ein Aufwindkraftwerk? • Welche Chancen und welche Probleme hat diese Technologie aktuell und in Zukunft? <p>Hinweis: http://www.solarenergie.com/content/view/150/66/</p>	<p>2</p>
<p>Mobilität II (Brennstoffzellentechnologie)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wie funktioniert eine Brennstoffzelle (physikalische Hintergründe!)? • Wie nutzt man das beim Auto? • Wie muss das Auto dann gebaut sein im Unterschied zum Benzin- oder Dieselauto? • Welche Chancen und Risiken gibt es? • Welche Zukunftsperspektiven siehst Du für diese Technologie in Deutschland? 	<p>2</p>
<p>Mobilität III (Elektroauto)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wie funktionieren Elektroautos (auch Prinzip des Elektromotors)? Wie werden sie „betankt“? • Es wird Werbung damit gemacht, dass Elektroautos angeblich keine Abgase, und damit auch kein CO₂ produzierten. Finde heraus, weshalb das nur ein Teil der Wahrheit ist - denn wo kommt der Strom für die Autos her? • Inwiefern haben dennoch die Befürworter der Elektroautos Recht, wenn sie sagen, dass Elektroautos die CO₂-Emissionen absenken können? • Was sind Chancen und Risiken des Einsatzes vieler Elektroautos weltweit? • Welche Zukunftsperspektiven siehst Du für diese Technologie? 	<p>2</p>
<p>Blockheizkraftwerke</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wie funktionieren Blockheizkraftwerke (auch Generatorprinzip)? • Warum sind sie energieeffizienter als andere Energiequellen? • Wo und wie werden Blockheizkraftwerke schon genutzt? • Wodurch und warum fördert der deutsche Staat die Entwicklung von Blockheizkraftwerken? • Sind sie auch für Deutschland eine echte Alternative? 	<p>2</p>

<p style="text-align: center;">Bauen I (Dämmung)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Was versteht man unter dem k- bzw. U-Wert (physikalische Hintergründe!)? Nenne Beispiele dafür! • Warum ist der k- bzw. U-Wert so wichtig für den Hausbau insgesamt? • Was besagt die Energieverordnung für Neubauten in Baden-Württemberg aus dem Jahr 2009? Was bedeutet das konkret für den Hausbau? • Wodurch und warum fördert der deutsche Staat das Dämmen von Häusern? • Welche Materialien benutzt man sinnvollerweise an welchen Stellen beim Neubau? • Erläutere den Aufbau und die Funktionsweise von Isolierglas bzw. Wärmeschutzverglasung! • Was sind „Kältebrücken“ und warum muss man sie vermeiden? • Wie stark kann man heutzutage „Energiesparen“ in Passivhäusern - im Vergleich zu Altbauten und im Vergleich zu normalen Neubauten? 	<p style="text-align: center;">2-3</p>
<p style="text-align: center;">Bauen II (Heizen)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inwiefern verbessern Brennwertkessel Öl- und Gasheizungen von Privathaushalten? • Wie funktioniert eine Pelletheizung? • Wie funktioniert eine Wärmepumpe als Heizung? • Vergleiche alle drei Heizungstypen hinsichtlich ihrer Klimafreundlichkeit (CO₂-Emission direkt und indirekt, sonstige Schadstoffe) mit alten Heizungen, wie sie noch in vielen Häusern betrieben werden! • Inwiefern wird die Energie effizienter genutzt? <p>Hinweis: Schülerbroschüre downloaden unter http://www.geothermie.de/</p>	<p style="text-align: center;">3</p>
<p style="text-align: center;">Konsumieren</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Welche unterschiedlichen Klimaprobleme ergeben sich aus der Fleischproduktion weltweit? • Wie hat sich der Fleischkonsum in den letzten 100 Jahren in Deutschland verändert? Wie sieht es weltweit aus? • Was müsste sich ändern? Gibt es Verzehrsempfehlungen bzw. maximale Fleischmengen, die noch klimafreundlich wären? Konkrete Verhaltensvorschläge für jede(n) Einzelne(n)? • Welche anderen Konsumempfehlungen hinsichtlich Bekleidung, technische Geräte etc. findet ihr noch? Was ist jeweils der Hintergrund der Empfehlung? • Wie funktionieren Biogasanlagen? • Sind sie wirklich eine mögliche Alternative zu anderen Energiekraftwerken? 	<p style="text-align: center;">2</p>

Ökonomie & Ökologie	<ul style="list-style-type: none"> • Lest die entsprechenden Artikel aus dem Nachrichtenmagazin „Der Spiegel“ aus dem Dezember 2009 durch und recherchiert anhand von drei ausgewählten Firmen (Großunternehmen und Mittelständler), welche Produkte bisher hauptsächlich verkauft wurden (Hauptumsatz des Unternehmens) sowie die Produkte bzw. Marktsegmente, auf die diese Unternehmen aktuell im Zusammenhang mit der CO₂-Debatte umstellen. • Stellt die neuen Produkte und deren physikalischen Hintergrund in Eurem Vortrag <i>kurz</i> vor (ca. 5 bis 10 Produkte sollen vorgestellt werden, z.B. Hydraulik-Hybrid, Kraft-Wärme-Kopplung, Solarthermie, Fotovoltaik etc.). • Welche der Produkte werden am stärksten staatlich gefördert und warum? • Welche Produkte erweisen sich aktuell als wirklich rentabel, welche nicht? Warum ist das so? • Stellt Eurer Klasse vor, wie viel Investitionen pro vermiedener Tonne CO₂ nötig sind und zieht daraus Konsequenzen. • Welches Zukunftspotenzial hat aus Eurer Sicht welche Technologie bzw. welche Branche und warum? • Wo werden in Zukunft viele neue Jobs entstehen und warum? Welche Ausbildung wird man benötigen, um einen dieser Jobs zu bekommen? Könnt Ihr daraus Studienempfehlungen für die Zukunft ableiten? Welche? 	2
---------------------	--	---

Eure Teamaufgabe lautet wie folgt:

1. Informiert Euch zu Eurem Thema so umfassend wie möglich. Dabei können die obigen Fragen helfen, sie sind allerdings keineswegs vollständig! Nutzt dazu Physikbücher, Bibliothek sowie das Internet. Eine für viele Themen sehr gut nutzbare Homepage bietet das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Kostenlose Broschüren als pdf unter <http://www.bmu.de/bestellformular/content/4159.php> downloaden, z.B. über Blockheizkraftwerke („Kraft-Wärmekopplung“), erneuerbare Energien, Erdwärme (Geothermie) etc.)
2. Erstellt eine Präsentation mit 10 Minuten Dauer (2er-Teams) bzw. 15 Minuten Dauer (3er-Teams). Dabei gelten folgende Spielregeln:
 - a. Wenn ein Teammitglied am Referatstag **krank** ist, muss sein Vortragsteil **von den anderen Teammitgliedern so übernommen** werden, dass der restliche Vortrag verständlich bleibt - also muss jede(r) alle Teile des Vortrages gut kennen!
 - b. Redeanteile auf alle möglichst **gleich verteilen** (also 5 Minuten pro Person)
 - c. Jede(r) muss **auch über Physikalisches** berichten (nicht nur Historisches, Gesellschaftliches, Politisches o.ä.)
 - d. Physikalische Inhalte sollten - wenn möglich - **veranschaulicht** werden durch Bilder, Skizzen o.ä. Vorlagen **eine Woche vorher** zum Kopieren bei mir abgeben!
 - e. **Stichwortkarten** sind erlaubt, kein Ablesen des Referates
 - f. Jede Gruppe muss **in der Physikstunde vor dem Referat** ein Thesenpapier mit den wichtigsten Ergebnissen für die MitschülerInnen im DIN A5-Format abgeben.

Halten der Referate: in den Physikstunden am _____

Überprüfe Dein Können!

Beispiel „Entropie und Energie“

Diese Liste zur Selbsteinschätzung soll Dir helfen, herauszufinden, wo Du noch Lücken hast beim Thema „Entropie“ und was Du schon gut kannst. Mit den Ergebnissen dieses Fragebogens kannst Du Dich z.B. auf die Klassenarbeit besser vorbereiten. Lies, wenn Du Lücken bei Dir feststellst, in Deinem Heft nach, was im Unterricht dazu erarbeitet wurde. Frage Deine Klassenkameradinnen und – kameraden, an Stellen, an denen Du alleine nicht weiterkommst.

Kreuze nun in der folgenden Liste an, wie Du Dein Können zum Thema „Energie“ einschätzt – dabei bedeutet „– –“ das Selbe wie „trifft überhaupt nicht zu“, „–“ bedeutet „trifft eher nicht zu“, „+“ bedeutet „trifft eher zu“ und „+ +“ bedeutet „trifft voll und ganz zu“:

Trifft die folgende Aussage eher zu oder nicht?	– –	–	+	+ +
1. Ich kann den „Energiesatz 21“ formulieren.				
2. Ich kann den Begriff „Irreversibilität“ an einem Beispiel erläutern.				
3. Ich kann die drei Transportphänomene für Entropie und jeweils ein Beispiel dazu nennen.				
4. Ich kann in einem Rechenbeispiel zeigen, warum es günstiger ist, ein Haus mit einer Wärmepumpe zu heizen als mit einer Elektroheizung.				
5. Ich kann erklären, warum der Satz „Immer wenn man Entropie zuführt, wird ein Körper wärmer“ nicht immer stimmt.				
6. Ich kann erklären, wie ein Kühlschranks als Wärmepumpe funktioniert.				
7. Ich kann die prinzipielle Funktionsweise einer Wärmemaschine erläutern.				
8. Ich kann begründen, weshalb der Wirkungsgrad eine wichtige Größe für Wärmemaschinen ist.				
9. Ich kann an einem Beispiel erläutern, was man unter Strahlungsgleichgewicht versteht.				
10. Ich kann drei regenerative Energiequellen nennen und deren technische Nutzung erläutern.				
11. Ich kann den natürlichen sowie den anthropogenen Treibhauseffekt mit Hilfe der Strahlungsbilanz der Erde erklären.				
12. Ich kann meiner Familie zuhause in unserer Wohnung mindestens 3 verschiedene „Energie-Einsparmöglichkeiten“ aufzeigen.				
13. Ich kenne Chancen und Grenzen der regenerativen Erzeugung von Energie.				
14. Ich kann 5 verschiedene Einsparmöglichkeiten von Energie beim Hausbau benennen und erläutern (Bereiche Dämmung und Heizung).				
15. Ich kann erläutern, welchen Einfluss mein persönlicher Konsum auf meine CO ₂ -Bilanz hat und wie ich letztere durch bewussteren Konsum verbessern kann.				
16. Ich kann begründen, weshalb es in jedem Falle sinnvoller ist, Energie einzusparen, als mehr davon – auch auf regenerativem Wege – nutzbar zu machen.				
17. Ich kenne die wichtigsten drei Argumente von „Klima-Skeptikern“ und kann dagegen argumentieren.				
18. Ich kann für 5 verschiedene Klimazonen der Erde typische Folgen des Klimawandels beschreiben.				
19. Ich kenne drei der aktuell wichtigsten technischen Entwicklungen zur CO ₂ -Einsparung im Bereich Mobilität und kann sie in Grundzügen erläutern.				
20. Ich kann für 5 verschiedene Klimazonen der Erde mögliche Lösungsansätze zur Vermeidung der globalen Erwärmung beschreiben.				