

Geschlechtergerechte Förderung im Naturlehre-Unterricht

Materialsammlung zu den Themen

Erdmagnetismus

Metallrecycling

Energiegewinnung und Kraftwerke



Werder Martina

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Hintergrund.....	3
2.	Kriterien eines geschlechtergerechten naturwissenschaftlichen Unterrichts.....	4
2.1.	Vorerfahrung	4
2.2.	Kontext.....	4
2.3.	Geschlechtergerechte Themen	5
2.4.	Lernstil	6
2.5.	Sprache und Kommunikation	6
2.6.	Geschlechtsidentität/ Identifikationsfiguren.....	7
3.	Überblick und allgemeine Hinweise	8
4.	Materialsammlung	9
4.1.	Erdmagnetismus	9
4.2.	Lösung Erdmagnetismus.....	21
4.3.	Metallrecycling	25
4.4.	Lösung Metallrecycling.....	61
4.5.	Energiegewinnung und Kraftwerke.....	77
4.6.	Lösung Energiegewinnung und Kraftwerke	121

1. HINTERGRUND

Ergebnisse aus verschiedenen Studien wie PISA, TIMSS oder der MINT-Nachwuchsbarometer-Studie Schweiz zeigen, dass in den naturwissenschaftlichen Fächern noch immer ein Nachteil für die Mädchen besteht.

Auch wenn sich die Leistungsunterschiede zwischen den Mädchen und den Jungen in den letzten Jahren verkleinert haben und das Problem gelöst zu sein scheint, gibt es dennoch grosse Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Ein auffallender und entscheidender Unterschied zwischen den Mädchen und Jungen in Bezug auf die Naturlehre besteht im Interesse und folglich auch im Vorwissen. Jungen interessieren sich mehr für Naturwissenschaften und Technik als Mädchen, wobei dies auch Auswirkungen auf die Entscheidung hat, einen naturwissenschaftlichen oder technischen Beruf zu ergreifen.

Dies ist darauf zurückzuführen, dass in unserer Gesellschaft stabile Geschlechterstereotype herrschen, d.h. wir ordnen den Frauen und Männern spezifische Eigenschaften und Fähigkeiten zu. Zudem entwickeln die Jugendlichen in der Pubertät ihre Geschlechtsidentität. Für Mädchen ist der Zugang zur Männerdomäne „Naturwissenschaften und Technik“ dadurch in dieser Zeit erschwert.

Wenn man laut Wagenschein den naturwissenschaftlichen Unterricht verbessern will, soll man sich an die Mädchen halten, denn was für die Mädchen gut ist, ist auch für die Jungen gut, aber nicht umgekehrt. Unter Umsetzung gewisser Kriterien, welche einen geschlechtergerechten naturwissenschaftlichen Unterricht fördern, wird versucht, einen positiven Einfluss auf die Motivations- und Interessenentwicklung der Schülerinnen und Schüler zu nehmen. Der Erwerb von naturwissenschaftlichen und technischen Grundkenntnissen und die Entwicklung von Interesse am Themengebiet ist nicht nur eine Bereicherung, sondern in der heutigen hochtechnologisierten Zeit eine Notwendigkeit.

Es ist fast unmöglich über das Thema „Geschlechtergerechtigkeit im naturwissenschaftlichen Unterricht“ zu schreiben, ohne verallgemeinernd von *den* Mädchen und *den* Knaben zu sprechen. Oft gibt es auch Unterschiede innerhalb der Mädchen oder der Jungen, die genauso gross sein können, wie die Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Deshalb gelten die nachfolgenden Aussagen für den Durchschnitt der Mädchen und Knaben.

Zudem weise ich darauf hin, dass bei der Thematisierung von „Geschlecht“ immer die Gefahr besteht, die Geschlechtsunterschiede noch zu verstärken und zu verfestigen. Es ist wichtig offen zu bleiben, sich Geschlechtsunterschiede bewusst zu machen, geschlechtergerecht zu handeln und dem Individuum auch für geschlechtsuntypisches Verhalten Raum zu geben.

2. KRITERIEN EINES GESCHLECHTERGERECHTEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHTS

Um eine ausreichende Geschlechtergerechtigkeit im naturwissenschaftlichen Unterricht zu erlangen, reicht ein guter Unterricht, der den Qualitätskriterien von gutem Unterricht entspricht, nicht aus. Es müssen weitere Kriterien erfüllt sein, um die Mädchen und Jungen gleichberechtigt fördern zu können.

Nachfolgend werden sechs Kriterien kurz vorgestellt, die direkt in der Materialsammlung umgesetzt wurden.

2.1. VORERFAHRUNG

Jungen und Mädchen machen aufgrund ihres Geschlechts unterschiedliche Vorerfahrungen, wobei Mädchen weniger Vorerfahrungen machen, die ihr Interesse für den naturwissenschaftlichen Unterricht wecken könnte. Die Lehrperson soll den Unterricht so gestalten, dass auf die Vorerfahrungen von beiden Geschlechtern Rücksicht genommen wird. Die Vorerfahrungen, welche die Schülerinnen und Schüler ausserhalb der Schule gemacht haben, sollen also miteinbezogen werden und der Unterricht soll auf sie aufbauen. *Bei der Wahl von Beispielen und Veranschaulichungen soll speziell darauf geachtet werden, dass sich sowohl die Mädchen als auch die Jungen angesprochen fühlen und beide Geschlechter eine Verbindung zu ihrem Vorwissen knüpfen können.*

2.2. KONTEXT

Der Unterricht ist kontextuell zu gestalten. Im Allgemeinen sind die Mädchen mehr kontextgebunden als die Jungen, d.h. die Mädchen interessieren sich z.B. eher für die Anwendung von Maschinen oder die sozialen Effekte, während die Jungen sich von Maschinen und Geräten auch ohne direkten Bezug faszinieren lassen. *Die Themen und Inhalte sollen nicht abstrakt, sondern in Bezug auf deren Bedeutung für den Alltag und andere Fächer, dargeboten werden.* Ein Kontextbezug entsteht dadurch, dass ein Sachverhalt in einen Zusammenhang gebracht wird. Ein Thema kann beispielsweise historisch situiert werden oder sein praktischer Nutzen kann aufgezeigt werden. Es kann auch ein Bezug zu alltäglichen Handlungsfeldern gemacht oder spannende Fragen zu aktuellen Problemen gestellt werden. Durch die Kontextualisierung der Themen wird

ersichtlich, dass Naturwissenschaften und Technik nicht nur die Natur als Gegenstand haben, sondern dass ein Verhältnis zwischen dem Menschen und der Natur besteht.

2.3. GESCHLECHTERGERECHTE THEMEN

Bei der Betrachtung der Interessen von Jungen und Mädchen zeichnet sich eine geschlechtsspezifische Struktur ab. Diese Unterschiede in den Interessen von Mädchen und Jungen sind sowohl in Physik und Chemie als auch in Biologie erkennbar.

In der untenstehenden Tabelle ist die Interessens-Tendenz der Mädchen und der Jungen kurz zusammengefasst.

	Mädchen interessieren sich für...	Jungen interessieren sich für...	Jungen und Mädchen interessieren sich für...
Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> die Anwendung und den lebenspraktischen Nutzen der Naturwissenschaften Biologie mehr als Jungen 	<ul style="list-style-type: none"> Physik und Technik mehr als Mädchen 	<ul style="list-style-type: none"> den Chemieunterricht gleich stark, jedoch für unterschiedliche Themen
Biologie	<ul style="list-style-type: none"> Ernährung, Krankheit, Schwangerschaft, Gentechnik 	keine Angaben	<ul style="list-style-type: none"> humanbiologische Aspekte wie Fortpflanzung, Gesundheit und den menschlichen Körper, Haltung und Verhalten von Tieren, Umweltfragen und Gentechnik
Chemie	<ul style="list-style-type: none"> Kohlenhydrate, Chemie in Lebensmittel und Haushalt 	<ul style="list-style-type: none"> Erdöl, Säuren, Chemie in der Freizeit 	<ul style="list-style-type: none"> Edelmetalle, Farbstoffe, Naturerscheinungen, Gefahren und Nutzen von chem. Anwendungen
Physik	<ul style="list-style-type: none"> Mysterien, medizinische Geräte 	<ul style="list-style-type: none"> Technik, Maschinen, Fahrzeuge, Elektronik, Waffen, Raumfahrt, Optik, Wärmelehre 	<ul style="list-style-type: none"> ungeklärte (Natur-) Phänomene

Um Mädchen und Jungen im Naturlehre-Unterricht gleichwertig fördern zu können, ist es notwendig, die zu behandelnden Themen so zu wählen, dass sie die Mädchen und Jungen gleichermaßen ansprechen. Das heisst nicht, dass typische Jungen- oder Mädchenthemen gar nicht mehr thematisiert werden sollen. Vielmehr ist darauf zu achten, dass alle Themen geschlechtergerecht vermittelt werden und dass sowohl Jungen- als auch Mädchenthemen in den Unterricht einfließen. Die Beispiele und Veranschaulichungen im Unterricht sollen geschlechtsneutral sein (z.B. Herz als Beispiel für eine Pumpe) und sowohl die Mädchen als auch die Jungen ansprechen. Die Interessens-Tendenz in der Tabelle dient als Orientierung.

2.4. LERNSTIL

Der Lernstil der Mädchen und Jungen ist unterschiedlich. Der Lernstil der Mädchen ist eher kooperativ, derjenige der Jungen eher kompetitiv. *Kompetivität kann beispielsweise durch einen fehlerfreundlich gestalteten Unterricht oder durch Gruppenarbeiten abgebaut werden. Gruppenarbeiten sollen zudem von Zeit zu Zeit geschlechtshomogen gestaltet werden, damit das Dominanzverhalten der Jungen und die Bestärkung der Rollenstereotype nicht gefördert werden.*

Auch in der Herangehensweise an Aufgaben gibt es Unterschiede. Die Jungen gehen schneller an eine Aufgabe heran, probieren aus und sehen Geräte und Maschinen eher als Spielzeug, während die Mädchen für Aufgaben oft länger brauchen, da sie die Lösungsstruktur überlegt erschliessen und alles verstehen möchten. Dieser unterschiedlichen Lösungsstrategie von Aufgaben muss im Unterricht Beachtung geschenkt werden.

2.5. SPRACHE UND KOMMUNIKATION

Die verwendete Unterrichtssprache soll sowohl für die Jungen als auch für die Mädchen verständlich sein. *Es soll also eine angemessene Fachsprache verwendet werden.* Nur so ist es möglich, dass die Schülerinnen und Schüler im Unterricht mitdenken und mitmachen. *Die Lehrperson soll speziell darauf achten, dass sie keine unreflektierten Ausdrücke verwendet, die beispielsweise nur einem Geschlecht bekannt sind. Zudem soll ein Unterschied gemacht werden, zwischen der Fachsprache und der Alltagssprache.* Oft wird ein Begriff für zwei verschiedene Sachverhalte verwendet, was schnell zu Missverständnissen führen kann. *Deshalb müssen Begriffe, die in der Alltagssprache und in der Fachsprache verwendet werden, klar definiert werden.*

Der Unterricht soll kommunikativ und argumentativ aufgebaut sein. Die Sprache soll als Medium eingesetzt werden, um Alltagsvorstellungen aufzudecken und zu diskutieren. Durch eine experimentierende, diskursive und argumentative Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand, sollen die Schülerinnen und Schüler den Fachinhalt verstehen.

Auch innerhalb einer geschlechtsheterogenen Gruppe ist auf eine gute Kommunikation zu achten. Mädchen und Jungen sollen gleichberechtigt miteinander reden können. Gesprächsregeln (z.B. einander ausreden lassen) können helfen, dass sich alle Schülerinnen und Schüler gleichermaßen an einer Diskussion beteiligen können.

2.6. GESCHLECHTSIDENTITÄT/ IDENTIFIKATIONSFIGUREN

Im Unterricht ist der Eindruck zu vermeiden, der naturwissenschaftliche Bereich sei eine Männerdomäne. Den Mädchen fällt es schwer, in einer Zeit, in der die Geschlechtsidentität entwickelt wird, sich auf ein Fach oder Themen einzulassen, die männlich konnotiert sind. Die Stereotype in unserer Gesellschaft sind relativ stabil und es werden den Jungen und Mädchen spezifische Eigenschaften zugeordnet. Dieser Geschlechtsrollendruck hat in der Adoleszenz einen wesentlichen Einfluss auf die Interessensentwicklung und die Motivation. Den Mädchen soll die Identifikation mit den Naturwissenschaften ermöglicht werden, in dem weibliche Vorbilder hervorgehoben werden. Möglich wird dies beispielsweise, wenn ein Bezug zu heutigen und früheren Naturwissenschaftlerinnen hergestellt wird.

Verwendete Quellen:

- Akademien der Wissenschaften Schweiz (2014). *MINT-Nachwuchsbarometer Schweiz. Das Interesse von Kindern und Jugendlichen an naturwissenschaftlich-technischen Berufen*. Swiss Academies Reports 9 (6).
- Baeriswyl, F. (2011). *Vorlesungsunterlagen ‚Allgemeine Didaktik‘. Kapitel 3.5*. Fribourg: Universität Fribourg.
- Herzog, W. (1996). *Motivation und naturwissenschaftliche Bildung. Kriterien eines ‚mädchengerechten‘ koedukativen Unterrichts*. Neue Sammlung, 26, 61-91.
- Herzog, W., Gerber, C., Labudde, P., Mauderli, D., Neuenschwander, M. P. & Violi, E. (1998). *Physik geht uns alle an. Ergebnisse aus der Nationalfondstudie „Koedukation im Physikunterricht“*. Bern: Universität Bern, Institut für Pädagogik.
- Holstermann, N. & Bögeholz, S. (2007). Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 71-86.
- Läzer, K. L. (2008). Does gender matter? Ergebnisse der SchülerInnenumfrage zum naturwissenschaftlichen Unterricht. In H. Faulstich-Wieland, K. Willems, N. Feltz, U. Freese & K. L. Läzer, *Genus - geschlechtergerechter naturwissenschaftlicher Unterricht in der Sekundarstufe I*, (S. 93 - 117). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung (SKBF) (2003). *Keine Lust auf Mathe, Physik, Technik? Zugang zu Mathematik, Naturwissenschaften und Technik attraktiver und geschlechtergerechter gestalten*. Trendbericht. Aarau: SKBF.
- Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) (2013). *Erste Ergebnisse zu PISA 2012*. [Online] Zugriff am 04.12.2014, http://pisa.educa.ch/sites/default/files/20131210/pisa_2012_erste-ergebnisse_d.pdf
- Wagenschein, M. (1965). *Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken: pädagogische Schriften*. Stuttgart: Klett.

3. ÜBERBLICK UND ALLGEMEINE HINWEISE

Die Materialsammlung enthält drei verschiedene Themen, die in der 8. und/oder 9. Klasse im Naturlehre-Unterricht durchgeführt werden können: Energie und Kraftwerke, Erdmagnetismus und Metallrecycling. Die Materialsammlung eignet sich für Progymnasialklassen, kann jedoch in angepasster Form auch auf der Sek- oder Realstufe eingesetzt werden.

Es wurde versucht, die oben beschriebenen Kriterien, die einen geschlechtergerechten naturwissenschaftlichen Unterricht fördern sollen, umzusetzen.

Die untenstehende Tabelle weist zudem darauf hin, welche Kriterien bei der Gestaltung des Themas in besonderem Mass berücksichtigt wurden.

	Vorerfahrung	Kontext	Geschlechtergerechtes Thema	Lernstil	Sprache / Kommunikation	Geschlechtsidentität / Identifikationsfiguren
Erdmagnetismus		x		x		
Metallrecycling		x	x		x	
Energiegewinnung und Kraftwerke	x	x	x	x	x	x

Aufbau der Themen aus der Materialsammlung:

Bei den längeren Unterrichtseinheiten (Metallrecycling/ Energie und Kraftwerke) wurde das Thema in verschiedene Kapitel unterteilt.

Am Anfang von jedem Thema wird in einem einleitenden Teil kurz beschrieben, wieso dieses Thema durchgenommen werden soll, wie viel Zeit die Unterrichtseinheit ungefähr in Anspruch nimmt, für welche Klassen es sich eignet und welche Kriterien für einen geschlechtergerechten naturwissenschaftlichen Unterricht umgesetzt wurden.

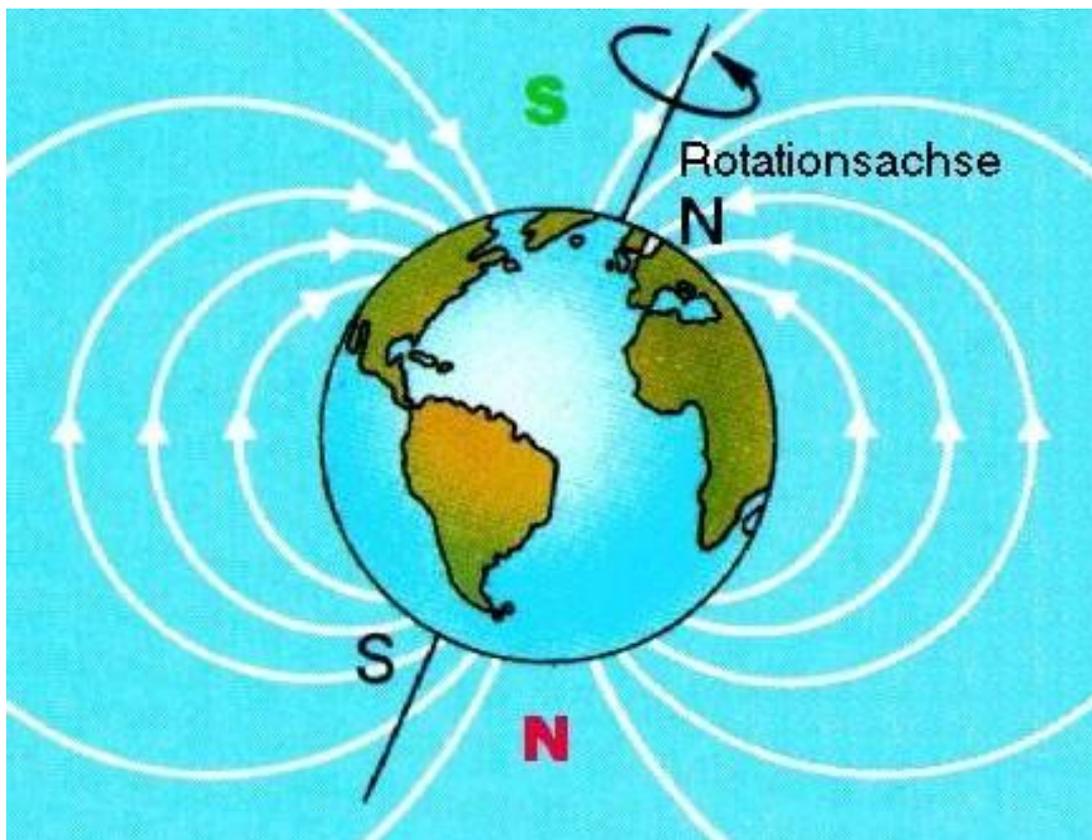
Vor Beginn der Arbeitsblätter (bei den längeren Einheiten zu Beginn von jedem Kapitel) werden die Lernziele bekannt gegeben, das Material aufgelistet, Hinweise für die Lehrperson zu den Aufträgen gegeben und die verwendeten Quellen angegeben.

Danach folgen die Arbeitsblätter mit den Aufträgen. Zu jedem Thema gibt es einen Lösungsschlüssel mit Lösungsvorschlägen.

4. MATERIALSAMMLUNG

4.1. ERDMAGNETISMUS

ERDMAGNETISMUS



ERDMAGNETISMUS – KOMMENTAR

Thema	Erdmagnetismus / Kompass
Stufe	8. Klasse
Zeit	3 – 4 Lektionen

Das Thema Magnetismus ist ein fester Bestandteil des Naturlehreunterrichts auf der Sekundarstufe I. Der Magnetismus wird in breitem Umfang im Alltag, zu nennen wäre hier beispielsweise der Induktionskochherd, eingesetzt. Aber auch in der Medizin, in der beispielsweise die Magnetresonanztomographie zur Darstellung von Strukturen der Organe und Gewebe für die Diagnostik eingesetzt wird oder in der Informationstechnologie zur Informationsübertragung durch elektromagnetische Schwingungen und Wellen, spielt der Magnetismus eine grosse Rolle.

Wir alle leben auf einem riesigen Magneten und so beschäftigten sich schon früher viele Wissenschaftler mit dem Phänomen des Erdmagnetismus. Die Erfindung des Kompasses und die Entdeckung des Zusammenhangs mit dem Erdmagnetismus waren sehr bedeutsam zu jener Zeit und der Kompass ist bis heute, in weiterentwickelter Form, noch gebräuchlich.

KRITERIEN EINES GESCHLECHTERGERECHTEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHTS

	Vorerfahrung	Kontext	Geschlechtergerechtes Thema	Lernstil	Sprache / Kommunikation	Geschlechtsidentität / Identifikationsfiguren
Erdmagnetismus		x		x		

Historischer Bezug

Das Thema Erdmagnetismus in Zusammenhang mit dem Kompass und einige wichtige Erkenntnisse des Magnetismus werden in einem fiktiven szenischen Dialog dargestellt. Verschiedene Wissenschaftler aus unterschiedlichen Epochen, die den Magnetismus erforscht haben oder von Erfindungen im Bereich Magnetismus Gebrauch gemacht haben, werden gedanklich an einen Tisch gesetzt. Die verschiedenen Wissenschaftler werden kurz vorgestellt, so dass sich jeder ein Bild machen kann, bevor sie von ihren Erlebnissen, Erforschungen oder Experimenten zum Magnetismus erzählen.

Die SuS merken, dass Naturlehre nicht einfach nur ein Fach ist, das sie in der Schule haben, sondern dass eine ganze Geschichte dahintersteckt, ohne die wir nicht auf dem heutigen Wissensstand wären. Durch den Dialog werden diese historischen Figuren greifbar und die Einbettung des Themas in eine Diskussion und eine Geschichte erleichtert den Zugang.

Lernstil

Die SuS bearbeiten einen grossen Teil des Themas in Partnerarbeit oder in einer Vierergruppe. Dieser kooperative Lernstil entspricht eher dem Lernstil der Mädchen. In den Gruppen ist darauf zu achten, dass es keine typische Rollenverteilung gibt, z.B. „die Jungen diktieren, die Mädchen schreiben und zeichnen“. Es können geschlechtshomogene Gruppen gemacht werden, um einer typischen Rollenverteilung entgegenzuwirken.

ERDMAGNETISMUS

Voranehend sollte eine Einföhrung in den Magnetismus und praktische Erarbeitung bzw. Verarbeitung mit einer Experimentierserie gemacht werden. In der Experimentierserie erleben die SuS, wie sich Magnete verhalten und sie lernen ihre Eigenschaften kennen.

Dieses Vorwissen erleichtert den Zugang und das Verständnis des Dialogs (Riesenmagnet Erde).

Was die SuS bereits wissen und können:

- Die SuS können die magnetische Kraft von verschiedenen Materialien testen.
- Die SuS wissen, welche Eigenschaften die Stoffe haben müssen, damit sie magnetisch sind.
- Die SuS wissen, dass es zwei Pole gibt und sie kennen ihr Verhalten.
- Die SuS kennen die Eigenschaften der magnetischen Kraft.
- Die SuS können einen Stoff magnetisieren und entmagnetisieren.
- Die SuS wissen, dass es ein Magnetfeld gibt und dass sich die Teilchen in eine ganz bestimmte Richtung ordnen.

Lernziele:	Material
<ul style="list-style-type: none"> • Die SuS lernen, dass die Erde ein Magnetfeld hat und dass der geographische Nord- bzw. Südpol nicht mit dem magnetischen Nord- bzw. Südpol übereinstimmt. • Die SuS können selbstständig einen Kompass bauen und verstehen, wie er funktioniert. 	<ul style="list-style-type: none"> • Text • Grosses Papier oder Plakate • Stifte • Kompassmaterial (Korken, Nahnnadeln, Wasserbecken, CD, Schnur, Schliessverschluss von Flaschen, starke Stabmagnete, Bastelmaterial wie Scheren, Leim, Klebeband, wasserfeste Stifte)
Hinweise:	
<ul style="list-style-type: none"> • Auftrag 1: Die SuS sollen diskutieren, wo sie im Alltag mit dem Magnetismus in Berührung kommen. Möglicherweise stossen die SuS bei diesem Gespräch auf den Kompass. Die Lehrperson sollte nach diesem Auftrag ganz konkret fragen, wer schon einmal einen Kompass benutzt hat oder sogar einen zu Hause hat. So wird sofort klar, welche Vorerfahrungen die SuS in Bezug auf den Kompass die SuS schon haben. Je nach Antworten, kann ein allfälliger Geschlechterunterschied (wenn z.B. nur die Jungen einen Kompass benutzt haben) diskutiert werden und es kann noch einmal nachgefragt werden, wo das andere Geschlecht in Kontakt mit Magnetismus gekommen ist. • Die Aufträge 2 und 3 werden in der Gruppe bearbeitet, die Aufträge 4 und 5 in Einzelarbeit. 	

- Auftrag 2: Der Dialog ist relativ anspruchsvoll und kann je nach Niveau der Klasse selbstständig in Gruppen oder gemeinsam in der Klasse gelesen werden.
- Alternativ kann der Dialog auch als Einstieg ins Thema Magnetismus verwendet werden, da einige Grundlagen (z.B. ein Magnet hat zwei verschiedenen Pole, Anziehung und Abstossung) erwähnt werden. Wichtig scheint mir dann, dass die SuS ebenfalls selber Experimente dazu durchführen können.
- Auftrag 3: Die erste Aufgabe von Auftrag 3 dient als Repetition von schon Gelerntem. Danach kann entweder ein Plakat gestaltet (wie muss die Terella gebaut sein) oder die Terella, z.B. mit Knet und einem Stabmagnet (muss eingepackt werden), nachgebaut werden.
- Auftrag 3: Die Plakate könnten aufgehängt einer anderen Gruppe vorgestellt werden.
- Auftrag 4: Es kann darauf hingewiesen werden, dass Wörter wie magnetischer Nord- und Südpol und geografischer Nord- und Südpol verwendet werden sollen. Die Texte sollen korrigiert werden, ein kurzes individuelles Feedback wäre wünschenswert. Diese Aufgabe soll in Einzelarbeit gelöst werden.
- Auftrag 5: Die Aufgabe zum Kompassbau ist sehr offen formuliert. Die SuS kennen jedoch alle wichtigen Informationen, um selber einen Kompass bauen zu können. Zudem ermöglicht diese offene Aufgabe mehrere Lösungen mit verschiedenen Materialien. Dieser Auftrag kann in Einzelarbeit oder Partnerarbeit erledigt werden. Die Aufgabe kann vereinfacht werden, in dem das Material ganz genau vorgegeben und eine Kochrezeptanleitung geschrieben wird.
- Unklarheiten im Text (z.B. wieso die Kompassnadel von Kolumbus einmal nach Osten, dann nach Westen abweicht) sollten im Plenum besprochen werden.

Weiterführender Unterricht – Ideen

- Die SuS haben bereits drei Wissenschaftler kennengelernt. Es gibt jedoch noch ganz viele andere wichtige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die unser heutiges naturwissenschaftliches Verständnis entscheidend beeinflusst haben.

Durchführung:

Die LP gestaltet Zettel mit Angaben zu einer Wissenschaftlerin oder einem Wissenschaftler (z.B. Marie Curie, Physikerin und Chemikerin / Ada Lovelace, Erfinderin der Software / Galileo Galilei, Astronom, Physiker und Chemiker). Dabei soll darauf geachtet werden, dass verschiedene Bereiche (Physik, Chemie, Astronomie, Biologie, Medizin) abgedeckt werden, so dass die SuS nach Interessen auswählen können.

Die SuS bereiten einen kurzen Vortrag (3' - 5') vor.

Danach folgt eine Diskussion z.B. darüber, wie sich das Weltbild im Laufe der Zeit verändert hat und immer noch verändert oder über die Rolle von Experimenten und Theorien. Zudem kann der Bezug zum Magnetismus gemacht und die Frage

aufgeworfen werden, wie es mit der heutigen Forschung zum Magnetismus im Allgemeinen und dem Erdmagnetismus im Speziellen steht.

- Als nachfolgendes Thema könnte das Naturphänomen der Polarlichter behandelt werden. Die Entstehung von Polarlichtern ist relativ kompliziert. Mit Bildern, Zeichnungen und vereinfachten Erklärungen ist es aber möglich, den SuS die Entstehung der Polarlichter verständlich zu machen. Die Behandlung von Naturphänomenen im Unterricht hat einen hohen Stellenwert, da ein unmittelbarer Bezug zum Alltag besteht und die SuS ein hohes Interesse an Naturphänomenen zeigen.
- Der Elektromagnetismus ist ein wesentlicher Teilbereich des Magnetismus. Es gibt einige spannende und gut durchführbare Experimente zur magnetischen Wirkung des Stroms. Um den Bezug zum Alltag herzustellen, könnte beispielsweise eine Klingel, ein Lautsprecher oder ein Elektromotor selber gebaut werden.

Verwendete Quellen:

Titelbild:

<http://www.wissen.de/lexikon/erdmagnetismus> [online] Zugriff am 12.11.14

Kommentar:

http://vorlage.lehrplan.ch/downloads/container/31_6_2_3_0_1.pdf [online] Zugriff am 10.11.14

Kriterien eines geschlechtergerechten naturwissenschaftlichen Unterrichts:

<https://www.stadt->

[zuerich.ch/waid/de/index/institute_und_abteilungen/institut_fuer_radiologie_und_nuklearmedizin/magnetresonanztomographie_mri.html](https://www.stadt-zuerich.ch/waid/de/index/institute_und_abteilungen/institut_fuer_radiologie_und_nuklearmedizin/magnetresonanztomographie_mri.html) [online] Zugriff am 13.11.14

Weiterführender Unterricht – Ideen:

Herzog, W. et al. (1998). *Koedukation im Physikunterricht. Schlussbericht zuhanden des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung*. Universität Bern.

Auftrag 2:

Kasper, L. (2008). Lernen aus historischen Irrtümern? Die CD-ROM "Tafelrunde" – ein szenischer Dialog zum historischen Wechsel der Theorien des Erdmagnetismus. *Unterricht Physik*, 19, 42 – 43.

<https://www.friedrich-verlag.de/data/525D1C1AA7104C38AFCAB3349F87D2DE.0.pdf> [online] Zugriff am 12.11.14 (abgeändert)

Auftrag 4:

<http://www.wissen.de/lexikon/erdmagnetismus> [online] Zugriff am 12.11.14

<http://www.nach-thailand-auswandern.com/blog/wp-content/uploads/2011/01/kompass.jpg> [online] Zugriff am 14.11.14

ERDMAGNETISMUS

Auftrag 1

Wo in deinem Alltag begegnest du dem Magnetismus? Diskutiere mit deinem Partner.

Auftrag 2

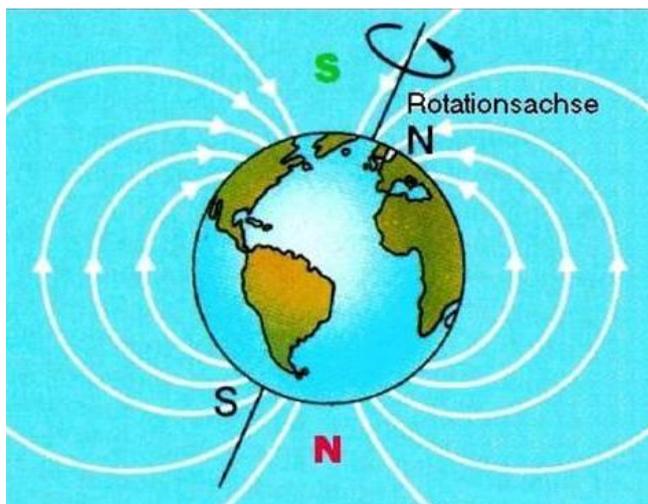
Verteilt die Rollen und lest den Dialog in der Vierergruppe durch.

Auftrag 3

- Zeichnet und notiert auf ein Blatt, was ihr in Bezug auf den Magnetismus erfahren habt und erklärt kurz.
- Wie muss die Terella gebaut sein?
Gestaltet ein Plakat „Wie muss die Terella gebaut sein“ ODER baut die Terella mit dem zur Verfügung stehenden Material nach und gebt eine kurze Erklärung.
- Überlegt euch, wie ihr euch die Farben der Magnetpole gut merken könnt. Notiert die Eselsbrücke auf euer Blatt.

Auftrag 4

Schreibe einen kurzen Text zu diesen Bildern.



Auftrag 5

Baue mit dem zur Verfügung stehenden Material einen Kompass.

RIESENMAGNET ERDE? EINE FACHSIMPELEI ÜBER JAHRHUNDERTE HINWEG

Moderatorin	(aus der Gegenwart)
Christoph Kolumbus	(Seefahrer, Entdecker Amerikas, angereist aus dem Jahr 1492)
Pierre de Maricourt	(französischer Pilger und Naturforscher, angereist aus dem Jahr 1269)
William Gilbert	(englischer Hofarzt der Königin und „Hobbyforscher“, angereist aus dem Jahr 1600)

Moderatorin: Guten Abend und herzlich willkommen im 21. Jahrhundert, meine Herren! Lassen Sie mich kurz das Anliegen dieser Runde erklären. Sehen Sie dieses geheimnisvolle Spielzeug hier? Warten Sie, gleich werden Sie staunen ... Ein frei in der Luft schwebender Kreisel! Und wenn ich ihn so schweben sehe, muss ich immer an die schwebende Insel Laputa aus Gullivers Reisen denken. Aber wie kann man Dinge schweben lassen? Es hat etwas mit Magneten zu tun, nicht wahr? Und Magnete wiederum haben etwas mit der Erde bzw. mit dem Inneren der Erde zu tun. Es kommt mir aber alles recht kompliziert vor, und so kam ich auf die Idee, Sie mithilfe unserer wunderbaren Zeitmaschine in die Gegenwart einzuladen zu einer kleinen Plauderei über den Magnetismus. Doch zunächst möchte ich Sie miteinander bekannt machen. Da wäre einmal Monsieur de Maricourt ...

Pierre de Maricourt: Guten Abend! Da haben Sie aber Glück gehabt, mich lebend anzutreffen. Überall in Europa wird gekämpft, wahrscheinlich jeder gegen jeden. Ich weiß ja nicht, wie es zu Ihrer Zeit aussieht, aber mir reicht es. Gerade wird Lucera belagert, und ich habe eine ruhige Minute im Feldlager genutzt, um einen Brief an einen Freund zu schreiben. In diesem Brief habe ich all mein Wissen über den Magnetismus dargelegt.

Moderatorin: Und dieser Brief soll noch sehr berühmt werden, aber dazu später. Nun zu Ihnen, Herr Kolumbus. Ich denke, jeder kennt Sie, außer natürlich denen, die vor Ihnen lebten ...

Christoph Kolumbus: Auch Ihnen einen guten Abend! Ich bitte Sie nur um ein wenig Nachsicht, falls ich Ihnen müde erscheine. Ich komme gerade von einer langen Reise zurück, auf der meine Leute und ich das Glück hatten, neue Gegenden auf dem westlichen Seeweg zu entdecken.

William Gilbert: Unbeschreiblich, dass ich Sie, Herr Kolumbus, und auch Sie, Monsieur de Maricourt, persönlich kennenlernen darf. Ich selbst bin ein Arzt und stehe in den Diensten Ihrer Majestät, Elisabeth I. Aber meine Leidenschaft gehört der Erforschung magnetischer Erscheinungen.

Moderatorin: Ist es eigentlich wahr, dass man schon vor unserer Zeitrechnung den Magnetismus kannte?

William Gilbert: Von den Gelehrten der Antike war nur aufgezeichnet worden, dass der Magnet Eisen anziehe, seine sonstigen Eigenschaften blieben verborgen. Damit jedoch die Geschichte vom Magnetstein nicht allzu trocken und kurz bleibe, wurden später eingebildete und falsche Eigenschaften hinzugedichtet, die von Alleswissern und Abschreibern den Menschen aufgetischt wurden. Es wurde zum Beispiel behauptet, dass ein Magnet, mit Knoblauch gerieben, das Eisen nicht mehr anziehe. Die Irrtümer verbreiteten sich und wurden für wahr gehalten.

Moderatorin: Wie können Sie sich sicher sein, dass die Eigenschaften des Magnetismus, die Sie in Ihrem eigenen Buch beschreiben, nicht falsch sind?

William Gilbert: Ich kann mir aufgrund der Erfahrungen durch Experimente sicher sein. Nichts wird in meinem Buch mitgeteilt, was nicht von mir geprüft und wieder und wieder ausgeführt wurde!

Pierre de Maricourt: Ich kenne sonst keinen Gelehrten, der nach diesem Prinzip der Natur ihre Geheimnisse zu entlocken versucht, und es findet meinen größten Beifall! Auch ich habe mir erst ein endgültiges Urteil über die Dinge gebildet, nachdem ich manche magnetischen Erscheinungen eigenhändig untersuchte.

Moderatorin: Ja, das Experimentieren war etwas Neues, und es hat Ihnen sehr geholfen. Indes frage ich mich, wann man sich eigentlich ein „endgültiges Urteil“ bilden darf. Nach 10 Experimenten, nach 1000? Aber das ist etwas anderes. Erzählen Sie lieber: Wie kamen Sie zu Ihren Entdeckungen?

Pierre de Maricourt: Nun, ich bearbeite Magnetsteine zu Kugeln. Dann suche ich mithilfe einer Eisennadel die Oberfläche der Kugeln ab. Hierbei kann man feststellen, dass es immer zwei gegenüberliegende Punkte gibt, wo die Nadel senkrecht angezogen wird. Diese Punkte habe ich dann Pole genannt.

Moderatorin: In Ihrem berühmten Brief über den Magnetismus ist von weiteren Entdeckungen die Rede...

Pierre de Maricourt: Oh ja, jetzt wird es erst interessant. Ich lege also eine Magnetkugel in einen Holzbecher und lasse diesen im Wasser schwimmen.

Christoph Kolumbus: Ah! Warten Sie, ich ahne es. Die Kugeln richten sich mit einem der Punkte, die Sie gefunden haben in Richtung Norden aus. So funktioniert auch der Kompass, mit dem man sich auf See orientiert.

Pierre de Maricourt: Richtig, die Kugeln richten sich mit einem der Pole in Richtung Norden aus. Und diesen Pol kennzeichne ich nun mit einer Farbe, sagen wir mit rot. Den gegenüberliegenden Pol kennzeichne ich zur Unterscheidung mit grün. Es zeigt sich, dass immer, egal wie oft man es probiert, der rote Pol in Richtung Norden zeigt. Und damit nicht genug! Versucht man, zwei rote Punkte zueinander zu bringen, so streben sie regelrecht auseinander. Ebenso geschieht es mit den grünen Punkten. Aber rote und grüne Punkte suchen sich geradezu!

Moderatorin: Genial, damit wissen wir schon, dass es an Ihren Magnetsteinen immer zwei Pole gibt, und dass diese Pole auch immer verschieden sind! Das heißt, Moment ... Könnte man nicht eine Ihrer Kugeln zersägen, um die beiden Pole voneinander zu trennen?

Pierre de Maricourt: Gute Idee! Ich werde Ihnen meine Entdeckung mitteilen zu dieser Frage, die ich mir ganz genau so stellte. In der Tat entzweie ich also meine Magnetsteine und muss feststellen, dass wieder jeder Teil sowohl den einen als auch den anderen der Pole enthält. Ich habe allerdings auch eine Frage, und zwar an Herrn Kolumbus. Sie sprachen vorhin den Kompass an, und ich kenne mich leider in den Dingen der Seefahrt nicht sehr gut aus. Sind denn die magnetischen Nadeln auf hoher See zuverlässig?

Christoph Kolumbus: Mein Herr, ohne die Magnetnadeln wäre die christliche Seefahrt nicht bis dorthin gekommen, wo sie heute ist. Allerdings erinnere ich mich sehr gut an meine gerade beendete Reise. Es war Freitag, der 13., als wir ablegten. Eines Nachts, Wochen später, begannen die Schwierigkeiten mit der Magnetnadel. Hätte ich nicht gewusst, dass der Allmächtige schützend seine Hand über mich hält, hätte ich den Mut verlieren müssen. Ich stand einem Rätsel gegenüber, auf das vor mir wohl noch kein Seefahrer gestoßen ist. Ich glaubte zu träumen! Zu Beginn jener Nacht wichen die Kompassnadeln nach Nordosten

ab. Am Morgen zeigten sie dann mehr nach Nordwesten. Eine Erklärung? Ich weiß keine. Und ich zitterte vor dem Moment, da behauptet wird, der Teufel selbst lenke unsere Flotte.

Moderatorin: Was geschah dann? Sie hielten ja immer weiter den Kurs in Richtung Westen.

Christoph Kolumbus: Je weiter wir nach Westen fahren, desto mehr wich die Nadel ab. Wie nicht anders zu erwarten, bemerkten alle diesen unerklärlichen Vorfall, und er erfüllte sie mehr mit Schrecken als die Unendlichkeit des Ozeans. Die Grundgesetze der Natur galten nicht mehr. Wir sind in eine Welt eingedrungen, in der unbekannte, unheimliche Einflüsse regieren und der Kompass kein Führer mehr zu sein vermag.

William Gilbert: Ich denke, liebe Freunde, es ist jetzt an der Zeit, Ihnen „Terella“ vorzuführen.

Moderatorin: Oh, Ihre Freundin?

William Gilbert: Aber nein, Terella ist klein und rund.

Moderatorin: Ich verstehe ...

William Gilbert: Meine Herrschaften, eine Demonstration! *(Er holt aus seinen Kleidern eine grau-schwarze Kugel von der Größe eines Apfels sowie ein kleine Kompassnadel.)* Das ist Terella, eine kleine Erde. Ich ließ sie aus Magnetstein fertigen. Übrigens genau wie Sie, Monsieur de Maricourt. Eigentlich haben Sie auch schon sehr viel Vorarbeit geleistet. Meine Neuerung ist nun die: Denken wir uns diese Kugel hier als Modell der Erde. Zur Hilfe habe ich die Umriss der Kontinente so eingezeichnet, dass die magnetischen Pole jeweils mit dem geografischen Nord- und Südpol der Erde übereinstimmen, jedenfalls ungefähr. Wir nehmen jetzt diese kleine Magneten hinzu und halten sie, an einem Faden aufgehängt, über den Äquator.

Christoph Kolumbus: Wie ein ordentlicher Kompass zeigt sie in die Nordrichtung. Das ist es also! Ich bin mein ganzes Leben lang auf einem runden Magneten umhergesehelt, ohne es zu wissen!

Moderatorin: Meine Herren, ich möchte ungern Ihre Freude über die neue Erkenntnis trüben. Aber haben wir nicht eine Kleinigkeit vergessen? Ich meine die Abweichung der

Kompassnadel von der Nordrichtung. Mal nach Osten, mal nach Westen, wie Herr Kolumbus berichtete.

William Gilbert: (*triumphierend*) Auch dieses Problem löst Terella, sehen Sie nur! Bei genauer Betrachtung bemerkt man, dass die magnetischen Pole aufgrund störender Einflüsse nicht genau mit den geografischen Polen übereinstimmen.

Christoph Kolumbus: Lassen Sie uns doch meine Reise mit den rätselhaften Erscheinungen auf Ihrer kleinen Erde rekonstruieren. Wir schreiben also das Jahr 1492 und starten an der westeuropäischen Atlantikküste.

William Gilbert: Also gut, wir bringen die Magnetnadel an die spanische Küste. Beobachten Sie, wohin die Nadel zeigt!

Christoph Kolumbus: Sie weicht von der genauen Nordrichtung ein wenig ab in Richtung Osten, ganz genau wie mein Schiffskompass.

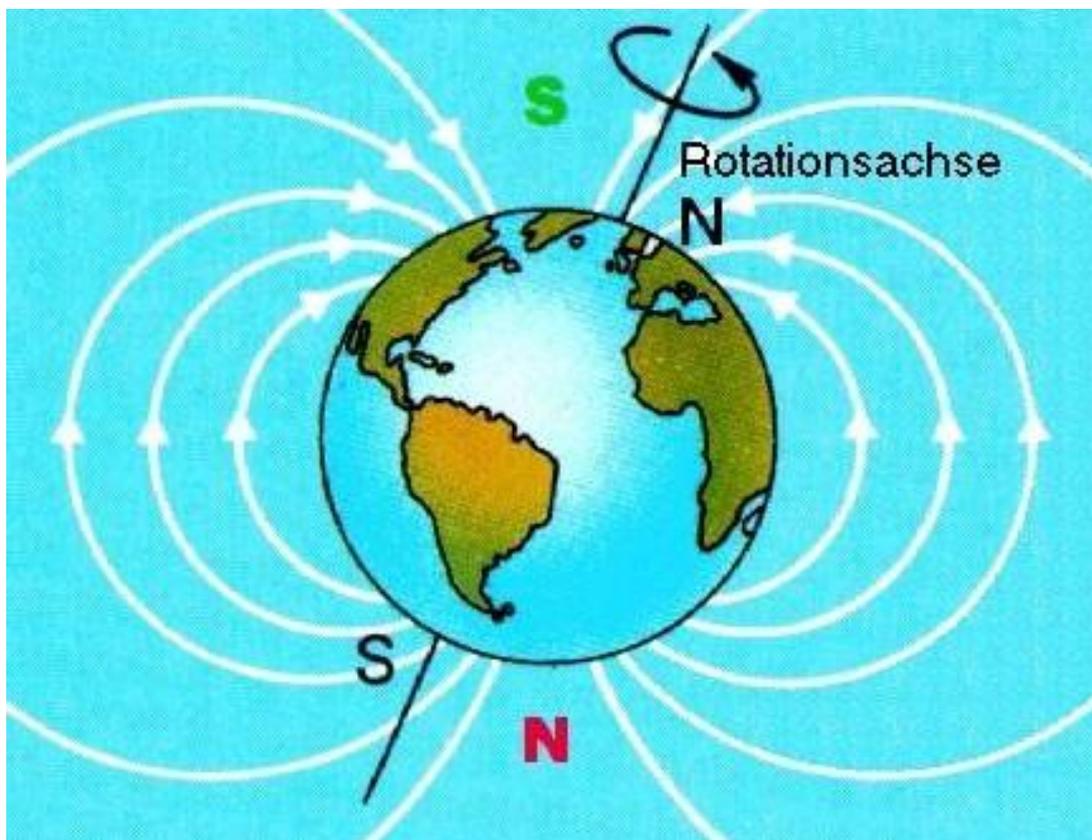
William Gilbert: Wir verlassen jetzt das Festland in westlicher Richtung. Passen Sie gut auf! Gleich befinden wir uns ungefähr an der Stelle, die Ihnen das große Rätsel aufgab. Und seien Sie unbesorgt, wir werden es lösen!

Christoph Kolumbus: Dass mich doch ... Sehen Sie hier! Die Nadel zeigt keine Abweichung mehr. Und jetzt, wir bewegen uns immer weiter gen Westen – wie in jener Nacht – jetzt beginnt die Nadel sogar, in westlicher Richtung vom Nordpol abzuweichen. Das ist ja fantastisch! Alles ging mit rechten Dingen zu.

Moderatorin: Ja, die Erde ist also ein großer Magnet. Deshalb drehen sich Kompassnadeln in Nord-Süd-Richtung. Allerdings sind die Magnetpole nicht ganz genau im Norden und Süden. Deswegen haben die Kompassnadeln meistens eine Abweichung von der Nord-Süd-Richtung. Alles passt zusammen!

ERDMAGNETISMUS

LÖSUNG



Auftrag 4 – mögliche Lösung

Die Erde ist ein riesiger Magnet.

Da der Nordpol der Kompassnadel nach Norden zeigt, können wir daraus schliessen, dass sich im geographischen Norden der magnetische Südpol befinden muss (Nord- und Südpol ziehen sich an).

Der magnetische Südpol liegt also am geographischen Nordpol und der magnetische Nordpol liegt am geographischen Südpol.

Die geographischen und magnetischen Pole stimmen jedoch nicht ganz überein. Deshalb zeigt unsere Kompassnadel manchmal eine kleine Abweichung, da die Kompassnadel zum magnetischen Südpol und nicht zum geographischen Nordpol zeigt.

Auftrag 5 – mögliche Lösungen



Verwendete Quellen:

Auftrag 2:

https://www.google.ch/search?hl=de&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1188&bih=568&q=kompas+s+180%C2%B0&oq=kompas+s+180%C2%B0&gs_l=img.3...1075.6169.0.6590.14.14.0.0.0.103.1116.13j1.14.0.elfrh..0...1.1.61.img..5.9.769.4FJNwbKWgYA#hl=de&tbm=isch&q=kompas [online] Zugriff am 13.11.2014

Auftrag 3:

http://www.school-scout.de/extract/36803/1-Vorschau_als_PDF.pdf [online] Zugriff am 18.02.2015

Auftrag 4:

<http://de.wikihow.com/Einen-Kompas-herstellen> [online] Zugriff am 18.02.2015

<http://www.kreativekiste.de/einfachen-kompas-selber-bauen-vorlage> [online] Zugriff am 18.02.2015

4.3. METALLRECYCLING

METALLRECYCLING



METALLE UND METALLRECYCLING – KOMMENTAR

Thema	Metalle und Metallrecycling
Stufe	8. oder 9. Klasse
Zeit	6 - 8 Lektionen

Das Thema Metalle ist ein verpflichtender Bestandteil des Chemieunterrichts. Oft steht dabei das Struktur-Eigenschaftsmodell (Metallbindungen, Elektronengasmodell) oder das Donator-Akzeptor-Konzept (Sauerstoffübertragungsreaktionen, Elektronenübertragung) im Vordergrund, wobei das Thema Recycling nur angeschnitten wird.

Mit dem Thema Recycling kann jedoch die Bedeutung der Chemie im Alltag gut aufgezeigt werden. Zudem kann mit einer mehrperspektivischen Betrachtung des Themas unter Einbeziehung wirtschaftlicher, politischer und biologischer Aspekte sowohl die fachliche als auch die kommunikative und soziale Kompetenz gefördert werden.

Was die SuS bereits wissen und können:

- Den SuS sollte das Periodensystem bereits bekannt sein und sie sollen die Einteilung der Elemente in Halbmetalle, Metalle und Nichtmetalle schon einmal besprochen haben.
- Es ist ein Vorteil, wenn die SuS Begriffe wie Siedepunkt, Schmelzpunkt oder Eigenschaften von einem Element schon einmal gehört haben. Dies erleichtert die Bearbeitung der Aufgaben.
- Die SuS sollten vertraut sein mit dem Labormaterial, d.h. sie müssen wissen wie beispielsweise eine Waage benutzt wird oder wo sie das Material finden können. Ansonsten muss zuerst eine kurze Laboreinführung gemacht werden.

KRITERIEN EINES GESCHLECHTERGERECHTEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHTS

	Vorerfahrung	Kontext	Geschlechtergerechtes Thema	Lernstil	Sprache / Kommunikation	Geschlechtsidentität / Identifikationsfiguren
Metalle und Metallrecycling		x	x		x	

Kontext:

Die Kontextualisierung des Inhalts erleichtert den Zugang zum Thema. Zudem sollte die Bedeutung für den Alltag und der Bezug zu anderen Fächern aufgezeigt werden. So wird klar, dass Chemie nicht nur eine Naturwissenschaft ist, sondern in Beziehung steht zum Menschen und seiner Umwelt.

Für das Thema Metalle und Metallrecycling habe ich das Handy als Kontext genommen. Das Handy ist im Alltag der Jugendlichen sehr wichtig und so lernen sie mehr über etwas ganz Alltägliches.

Geschlechtergerechtes Thema

Das Thema sollte Jungen und Mädchen gleichermaßen ansprechen. Jungen und Mädchen haben nur ein geringes Interesse an Atomen und Molekülen, jedoch interessieren sich beide Geschlechter für Edelmetalle, die Gefahren und den Nutzen chemischer Anwendungen und Umweltfragen.

Sprache und Kommunikation:

Bei der vorliegenden Unterrichtseinheit ist die Sprache sehr wichtig. Über Texte und Diskussionen erschliessen die SuS das Thema und reflektieren über verschiedene Aspekte des Metallrecyclings.

Über die Alltagserfahrungen (Elektro- und Elektronikgeräte zu Hause) wird versucht, ein Zugang zu diesem Thema zu schaffen. Mit jedem neuen Kapitel werden mehr fachliche Begriffe eingeführt und verwendet.

Verwendete Quellen:

Titelbilder:

<http://nachhaltig-sein.info/wp-content/uploads/2013/08/Elektroschrott-Mobiltelefon-Handy.jpg> [online] Zugriff am 25.10.2014

<http://www.grunske.net/schrott.html> [online] Zugriff am 25.10.2014

<http://www.spiegel.de/fotostrecke/elektroschrott-aus-europa-kinder-auf-dem-giftplatz-fotostrecke-74584-7.html> [online] Zugriff am 25.10.2014

Kommentar:

http://vorlage.lehrplan.ch/downloads/container/31_6_2_3_0_1.pdf [online] Zugriff am 10.11.2014

Sieve, B. (2014). Metalle – begehrte Ressourcen in einer globalisierten Welt. Materialien für die Behandlung des Themas urban mining und Metallrecycling im Chemieunterricht. *Unterricht Chemie*, 25(3), 20-27.

Kriterien eines geschlechtergerechten naturwissenschaftlichen Unterrichts:

Holstermann, N. & Bögeholz, S. (2007). Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ender der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 71-86.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AB	= Arbeitsblatt
EA	= Einzelarbeit
GA	= Gruppenarbeit
HA	= Hausaufgaben
LP	= Lehrperson / Lehrpersonen
PA	= Partnerarbeit
PPP	= PowerPoint Präsentation
PSE	= Periodensystem der Elemente
SuS	= Schülerinnen und Schüler

INHALTSVERZEICHNIS

1. Elektrische und elektronische Geräte im Alltag.....	31
2. Was ist alles in einem Handy drin?.....	34
3. Experiment - Untersuchung von Elektroschrott.....	38
4. Rohstoffgewinnung.....	40
5. Giftige Chemikalien	43
6. Transportwege	45
7. Wiedergewinnung von Metallen.....	48
8. Experiment - Recycling von Elektroschrott	56
9. Zur Reflexion.....	59

1. ELEKTRISCHE UND ELEKTRONISCHE GERÄTE IM ALLTAG

Lernziele:	Material
<ul style="list-style-type: none">• Die SuS werden sich bewusst, welche und wie viele Elektro- und Elektronikgeräte sie wie oft im Alltag benutzen.	<ul style="list-style-type: none">• AB mit Aufträgen 1.1 - 1.4
Hinweise:	
<ul style="list-style-type: none">• Aufträge 1.1 - 1.4 können als HA gegeben werden. Als Einstieg ins Thema Metallrecycling können die HA besprochen und diskutiert werden.• Für Auftrag 1.2 können die SuS eine ältere Person (z.B. Grossmutter oder Grossvater) befragen.• Das Ziel des Auftrags 1.4 ist, dass sich die SuS bewusst werden, dass sie von elektrischen und elektronischen Geräten abhängen und dass das, was im Unterricht gemacht wird direkt in Verbindung steht zu ihrem Alltag. Sie sollen sich auch schon Gedanken machen zum Recycling. Die Lehrperson kann nachfragen, muss aber vorsichtig sein, es gibt vielleicht Elternhäuser, wo die Abfalltrennung nicht so wichtig ist.	

Verwendete Quelle:

Auftrag 1.1 und 1.2:

<http://www.pusch.ch/index.php?pid=1201> [online] Zugriff am 18.02.2015

ELEKTRISCHE UND ELEKTRONISCHE GERÄTE IM ALLTAG

Auftrag 1.1

Welche Elektro- und Elektronikgeräte hast du zu Hause? Kreuze an, ergänze und zähle sie:

Haushalt	Wohnen	Hobby
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Bügeleisen <input type="checkbox"/> Eierkocher <input type="checkbox"/> Dörrmaschine <input type="checkbox"/> Glacemaschine <input type="checkbox"/> Joghurtmaschine <input type="checkbox"/> Mixer <input type="checkbox"/> Racletteofen <input type="checkbox"/> Saftpresse <input type="checkbox"/> Backofen <input type="checkbox"/> Dampfabzug <input type="checkbox"/> Herd <input type="checkbox"/> Geschirrspüler <input type="checkbox"/> Staubsauger <input type="checkbox"/> Kaffeemaschine <input type="checkbox"/> Kühlschrank <input type="checkbox"/> Tiefkühler <input type="checkbox"/> Toaster 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Aquarium <input type="checkbox"/> Beleuchtung <input type="checkbox"/> DVD-Player <input type="checkbox"/> Fernseher <input type="checkbox"/> Luftbefeuchter <input type="checkbox"/> Playstation <input type="checkbox"/> Radio <input type="checkbox"/> Stereoanlage <input type="checkbox"/> Tumbler <input type="checkbox"/> Waschmaschine <input type="checkbox"/> Wecker (Uhren) <input type="checkbox"/> Rasenmäher <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Autorennbahn <input type="checkbox"/> Bohrmaschine <input type="checkbox"/> Elektronische Instrumente <input type="checkbox"/> Fitnessgeräte <input type="checkbox"/> LötKolben <input type="checkbox"/> Modelleisenbahn <input type="checkbox"/> Mp3-Player <input type="checkbox"/> Nähmaschine <input type="checkbox"/> Sauna <input type="checkbox"/> Handy <input type="checkbox"/> _____
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Mikrowelle <input type="checkbox"/> Wasserkocher <input type="checkbox"/> Küchenmaschine <input type="checkbox"/> _____ 	<h3>Büroeinrichtung</h3> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Computer / Laptop <input type="checkbox"/> Drucker / Scanner <input type="checkbox"/> Kopierer <input type="checkbox"/> Telefon <input type="checkbox"/> _____ 	<h3>Badezimmer</h3> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Elektrische Zahnbürste <input type="checkbox"/> Frisierstab <input type="checkbox"/> Föhn <input type="checkbox"/> Rasierapparat <input type="checkbox"/> _____

Auftrag 1.2

Markiere jene Geräte mit einem grünen Punkt, die es vor 50 Jahren noch nicht gegeben hat.

Auftrag 1.3

Welche Geräte benutzt du am meisten? Färbe sie gelb ein.

Überlege dir, ob du auf diese Geräte verzichten könntest. Wenn ja, wie lange?

Geräte	So lange könnte ich darauf verzichten:
<i>Handy</i>	

Auftrag 1.4

- Welchen Stellenwert haben Elektro- und Elektronikgeräte in deinem Alltag?

- Trennst du Abfälle? Hast du schon altes Metall bei einer Abfallsammelstelle abgegeben? Überlege kurz.

2. WAS IST ALLES IN EINEM HANDY DRIN?

Lernziele:	Material
<ul style="list-style-type: none">• Die SuS wissen, welche Stoffe in einem Handy enthalten sind.• Die SuS kennen die Stoffe eines Handys mit ihren Abkürzungen aus dem Periodensystem (PSE) und können Informationen über einige Metalle suchen.	<ul style="list-style-type: none">• Internetzugang• AB mit Aufträgen 2.1 und 2.2
Hinweise:	
<ul style="list-style-type: none">• Die Einführung zum Thema „Stoffe im Handy“ kann mündlich oder mit Hilfe des Einstiegstextes gemacht werden.• Bei Auftrag 2.1 kann noch genauer auf die Unterteilung des Periodensystems in Nichtmetalle, Halbmetalle und Metalle eingegangen werden. Die SuS wissen jedoch bereits, dass die Elemente im PSE in Nichtmetalle, Halbmetalle und Metalle eingeteilt werden.• Für den Auftrag 2.2 brauchen die SuS Internet oder Bücher.	

Verwendete Quellen:

Einleitungstext:

https://www.swisscom.ch/dam/swisscom/de/ghq/verantwortung/documents/Ergebnisbericht_JAMES_2012.pdf
[online] Zugriff am 18.02.15

Sieve, B. (2014). Metalle – begehrte Ressourcen in einer globalisierten Welt. Materialien für die Behandlung des Themas urban mining und Metallrecycling im Chemieunterricht. *Unterricht Chemie*, 25(3), 20-27.

Auftrag 2.1:

<http://www.izmf.de> [online] Zugriff am 30.10.14

<http://www.pusch.ch/index.php?pid=1201> [online] Zugriff am 18.02.2015

http://www.welt-des-wissens.com/wissen/Elemente_Periodensystem.gif [online] Zugriff am 30.10.2014

Auftrag 2.1:

<http://www.pusch.ch/index.php?pid=1201> [online] Zugriff am 18.02.2015

WAS IST ALLES IN EINEM HANDY DRIN?

In der Schweiz besitzen fast alle Jugendlichen über 12 Jahren ein Handy, davon machen Smartphones einen grossen Teil aus.

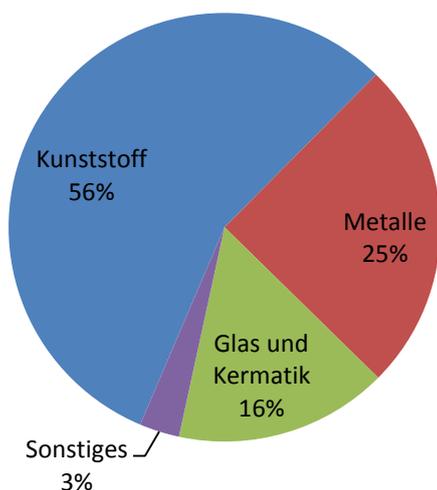
Auch Laptops und Computer sind unter den Jugendlichen weit verbreitet. So besitzen fast 70% der 12- / 13- Jährigen einen eigenen Laptop oder Computer, bei den 16- / 17-Jährigen sind es über 80%. Pro Jahr werden viele Millionen neue Handys und darunter viele Smartphones gekauft. Das hat zur Folge, dass viele alte Handys ungenutzt in Haushalten herumliegen. Die Bestandteile eines Handys können bis zu 80% wiederverwertet werden.

Recycling (englisch: Wiederverwertung) bedeutet, einzelne Abfallsorten (Stoffe) separat zu sammeln, sie aufzubereiten und dann zur Herstellung neuer Produkte zu gebrauchen.

Nur ein Teil dieser ungenutzten Handys und Elektro- und Elektronikgeräte werden an Sammelstellen zurückgegeben. Die Bedeutung dieser Altgeräte ist jedoch sehr gross, da in ihnen wertvolle Rohstoffe enthalten sind, die immer knapper werden.

Auftrag 2.1

Hier seht ihr, aus welchen Stoffen ein Handy zusammengesetzt ist.



- 8 % Kupfer (Cu)
- 9 % Aluminium (Al)
- 8 % Eisen (Fe)
- 5 % Siliciumdioxid (SiO₂)
- 4 % Silicium (Si)
- Rest: Nickel (Ni), Zinn (Sn), Chrom (Cr), Blei (Pb), Neodym (Nd), Zink (Zn), Silber (Ag), Palladium (Pd), Gold (Au), Antimon (Sb), Titan (Ti), Bismut (Bi), Cobalt (Co), Beryllium (Be) und weitere.

- Nimm dein Periodensystem und kreise die Stoffe ein, die in einem Handy enthalten sind.
- Markiere dann die Nichtmetalle, die Halbmetalle und die Metalle im Periodensystem.

1 H 1.008																	2 He 4.003
3 Li 6.941	4 Be 9.012	Periodic Table of the Elements										5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.180
11 Na 22.990	12 Mg 24.305											13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.066	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.88	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.93	26 Fe 55.847	27 Co 58.933	28 Ni 58.69	29 Cu 63.546	30 Zn 65.39	31 Ga 69.723	32 Ge 72.61	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80
37 Rb 85.468	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.906	46 Pd 106.42	47 Ag 107.868	48 Cd 112.411	49 In 114.82	50 Sn 118.72	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.906	54 Xe 131.29
55 Cs 132.905	56 Ba 137.327	71 Lu 174.967	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.85	75 Re 186.207	76 Os 190.2	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.383	82 Pb 207.2	83 Bi 209.980	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226.025	103 Lr (262)	104 (261)	105 (262)	106 (263)	107 (262)	108 (265)	109 (268)	110 (269)	111 (272)	112 (277)						

57 La 138.906	58 Ce 140.115	59 Pr 140.908	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.965	64 Gd 157.25	65 Tb 158.925	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.934	70 Yb 173.04
89 Ac 227.028	90 Th 232.038	91 Pa 231.036	92 U 238.029	93 Np 237.048	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (260)	102 No (259)

Auftrag 2.2

Handys enthalten bekannte Stoffe wie zum Beispiel Gold (Au) oder Silber (Ag). Sie enthalten jedoch auch Stoffe, z.B. Beryllium (Be), die uns weniger bekannt sind und nur selten vorkommen.

- Informiere dich genauer über einige Stoffe. Gehe auf die Internetseite seilnacht.com → Periodensystem und klicke auf die verschiedenen Elemente, um die Informationen zu sehen.
- Fülle die Tabelle für Gold (Au), Kobalt (Co), Kupfer (Cu) und Eisen (Fe) aus.

Was ist alles in einem Handy drin? Informationen zu den Stoffen.

	Gold (Au)	Kobalt (Co)	Kupfer (Cu)	Eisen (Fe)
Schmelzpunkt	°C	°C	°C	°C
Siedepunkt	°C	°C	°C	°C
Eigenschaften				
Vorkommen	Die grössten Goldvorkommen befinden sich in _____.	Lagerstätten für Kobalterze befinden sich in: _____, _____, _____, und _____.		
Geschichtliches	Gold kennt man seit dem _____ Jahrtausend vor Christus.	Die Ägypter brauchten Kobalt zum _____ von Gläsern.	Um _____ v. Chr. begann man aus Erzen Kupfer zu gewinnen. So endete die _____ und die _____ begann.	Nach der Bronzezeit folgte die _____ ungefähr um _____ v. Chr.
Verwendung				

3. EXPERIMENT - UNTERSUCHUNG VON ELEKTROSCHROTT

Lernziele:	Material
<ul style="list-style-type: none"> • Die SuS wissen, aus welchen Bestandteilen ein Handy besteht. • Die SuS wissen, aus welchen Stoffen die Bestandteile eines Handys sind. • Die SuS kennen die Funktionen der verschiedenen Bestandteile eines Handys. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausrangierte elektronische Bauteile (Handy, Fernbedienung, ect.) • Schraubendreher (Torx und Kreuzschlitz) • Pinzette • Waage • Messer • Zange • Magnet • AB 3
Hinweise:	
<ul style="list-style-type: none"> • Das Experiment kann in Partnerarbeit (PA) durchgeführt werden. • Für das Ausfüllen der Tabelle (Funktionen der Bestandteile eines Handys) kann das Internet helfen. • Es soll darauf geachtet werden, dass die Rollenverteilung in der Experimentiergruppe gerecht ist. Es sollen also nicht nur die Jungen das Handy auseinanderschrauben, sondern auch die Mädchen. Es könnten hier auch geschlechtshomogene Experimentiergruppen gemacht werden. 	

Verwendete Quellen:

Experiment:

Sieve, B. (2014). Metalle – begehrte Ressourcen in einer globalisierten Welt. Materialien für die Behandlung des Themas urban mining und Metallrecycling im Chemieunterricht. *Unterricht Chemie*, 25(3), 20-27. (abgeändert)

EXPERIMENT – UNTERSUCHUNG VON ELEKTROSCHROTT

Material

- Ausrangierte elektronische Bauteile (Handy, Fernbedienung, Mp3-Player, ect.)
- Schraubendreher (Torx und Kreuzschlitz)
- Pinzette
- Waage
- Messer
- Zange
- Magnet

Durchführung

- 1) Entnehmt den Akku des Geräts und schraubt die einzelnen Teile des Geräts auseinander. Der Akku darf auf keinen Fall auseinandergenommen werden!
- 2) Zerlegt die elektronischen Bauteile, wiegt und sortiert sie soweit möglich.

Aufgabe 3.1

- 1) Aus welchen Stoffen bestehen die Bestandteile? Wie kannst du prüfen, ob es sich um ein Nichteisenmetall oder ein Eisenmetall handelt?
- 2) Notiere die Funktionen der einzelnen Bestandteile des Geräts.

Bestandteil	Aus welchem Stoff?	Funktion

4. ROHSTOFFGEWINNUNG

Lernziele:	Material
<ul style="list-style-type: none">• Die SuS können erklären, warum die Rohstoffgewinnung in Schwellen- und Entwicklungsländern problematisch ist.	<ul style="list-style-type: none">• AB mit Aufträgen 4.1 und 4.2
Hinweise:	
<ul style="list-style-type: none">• Bei Auftrag 4.1 können die SuS Begriffe oder Vermutungen aufschreiben. Wenn das Vorwissen gut ist, können die Begriffe und Vermutungen in PA diskutiert werden. Ansonsten schlage ich vor, dass im Plenum weitere Begriffe gesucht werden, z.B. in Form eines Mindmaps.• Der Auftrag 4.2 kann in Einzelarbeit (EA) oder PA (z.B. zum Vergleichen) bearbeitet werden.	

Verwendete Quellen:

Einleitungstext:

<http://www.die-rohstoff-expedition.de/die-rohstoff-expedition/lebenszyklus-eines-handys.html> [online] Zugriff am 30.10.2014

Auftrag 4.2:

<http://www.tdh.ch/de/news/kinder-als-minenarbeiter-opfer-des-goldrausches-in-burkina-faso> [online] Zugriff am 30.10.2014

<https://www.unicef.ch/de/so-helfen-wir/programme/kinderarbeit-minen> [online] Zugriff am 30.10.2014

5. GIFTIGE CHEMIKALIEN

Lernziele:	Material
<ul style="list-style-type: none">• Die SuS wissen, welche Auswirkungen Chemikalien auf den menschlichen Körper haben können.• Die SuS können erläutern, weshalb der Einsatz dieser Chemikalien bei der Rohstoffgewinnung in Schwellen- oder Entwicklungsländern problematisch ist.	<ul style="list-style-type: none">• AB mit Aufträgen 5.1 – 5.3• Internet• Bücher
Hinweise:	
<ul style="list-style-type: none">• Für die Aufträge 5.1 und 5.3 können die SuS das Internet zur Hilfe nehmen. Möglich wäre jedoch auch ein kurzer Lehrervortrag, z.B. mit PPP, in dem die Chemikalien Kaliumcyanidlösung und Quecksilber vorgestellt werden.• Wenn die Aufträge bearbeitet worden sind, sollte die Verbindung von den giftigen Chemikalien zur Rohstoffgewinnung gemacht werden, beispielsweise in einer Diskussion in der Gruppe oder im Plenum.	

Verwendete Quelle:

Bild:

http://www.seilnacht.com/Chemie/ch_kcn.htm [online] Zugriff am 17.02.2015

GIFTIGE CHEMIKALIEN

Einfache Goldschürfer verwenden Quecksilber (Hg) und Kaliumcyanidlösung (KCN), um Edelmetalle wie Gold und Silber aus dem Gestein herauszulösen.



Auftrag 5.1

Kaliumcyanid (KCN) ist eine Verbindung der Elemente Kalium (K), Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N) und sehr giftig. Welche Wirkung hat diese Chemikalie auf den menschlichen Körper? Beschreibe.

Auftrag 5.2

Wo findet man Quecksilber (Hg) heute noch bei uns? Notiere einige Beispiele.

Auftrag 5.3

Die Goldschürfer verwenden Quecksilber (Hg) für das Herauslösen von Metallen ohne sich zu schützen. Was hat das für gesundheitliche Folgen? Notiere.

6. TRANSPORTWEGE

Lernziele:	Material
<ul style="list-style-type: none">• Die SuS erkennen, dass der Weg der Handyproduktion sehr lange ist.• Die SuS wissen, dass in einem Handy sehr viel graue Energie steckt.	<ul style="list-style-type: none">• AB 6• Atlas
Hinweise:	
<ul style="list-style-type: none">• Der letzte Punkt bei Auftrag 6.1 soll zum Nachdenken anregen. Es könnte auf das Thema „graue Energie“ näher eingegangen werden.• Die SuS könnten zu diesem Thema beispielsweise ihren ökologischen Fussabdruck berechnen (http://www.wwf.ch).	

Verwendete Quellen:

Bild:

http://www.lebenimaargau.ch/pages/wp-content/ict/_am/AM-12.jpg [online] Zugriff am 30.10.2014

Auftrag 6.1:

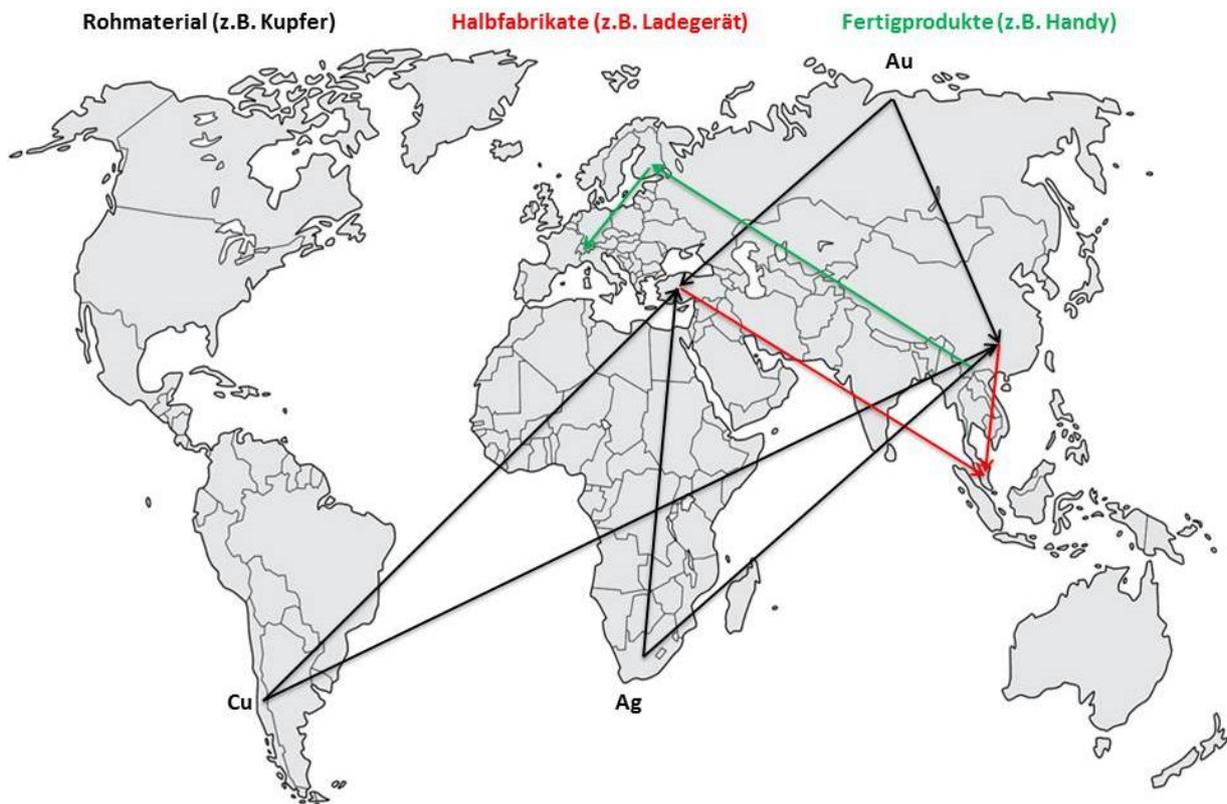
<http://www.pusch.ch/index.php?pid=1201> [online] Zugriff am 18.02.2015

Sieve, B. (2014). Metalle – begehrte Ressourcen in einer globalisierten Welt. Materialien für die Behandlung des Themas urban mining und Metallrecycling im Chemieunterricht. *Unterricht Chemie*, 25(3), 20-27.

TRANSPORTWEGE

Auftrag 6.1

- Schau dir die Weltkarte und ihre Legende genau an und besprich mit deinem Partner, was darauf abgebildet ist.
- Fülle den Lückentext aus. Nimm einen Atlas zur Hilfe, wenn nötig.
- Überlege dir, welche Folgen dieser lange Transportweg für die Umwelt hat.



→ Auf der Karte seht ihr die Wege einiger weniger Bestandteile dargestellt. Ein Handy enthält aber über 50 solcher Stoffe.

_____ wird z.B. in Chile unter grossem Energieaufwand abgebaut.

_____ kommt aus Südafrika und _____ aus Russland.

Diese Rohstoffe werden in die _____ oder nach _____ transportiert.

Dort werden so genannte Halbfabrikate, d.h. Einzelteile, maschinell und von Menschenhand hergestellt. Diese Halbfabrikate müssen anschliessend wieder transportiert werden und zwar nach _____. Dort werden die Mobiltelefone zusammengesetzt und verpackt. Anschliessend macht das Handy eine Reise nach _____ zu einem der grossen Handyproduzenten.

Von dort aus gelangt es schliesslich zu uns in die _____ und wir können es bei einem der Mobilfunkanbieter kaufen.

Die Kupferteile in einem Handy in der Schweiz haben bis dann etwa 38 000 km zurückgelegt.

Zum Vergleich: Die Distanz von Rorschach am Bodensee nach Lausanne am Genfersee beträgt etwa 240 km. Der Erdumfang beträgt ca. 40 000 km. Transportwege sind immer mit einem Energieaufwand verbunden.

7. WIEDERGEWINNUNG VON METALLEN

Lernziele:	Material
<ul style="list-style-type: none"> • Die SuS können erklären, wie Elektroschrott in Schwellen- oder Entwicklungsländern recycelt wird. • Die SuS können erläutern, wie Elektroschrott in Europa recycelt wird. • Die SuS können das Recycling in Schwellen- oder Entwicklungsländern und Europa miteinander vergleichen und Verbesserungsvorschläge formulieren. 	<ul style="list-style-type: none"> • AB mit Aufträgen 7.1 – 7.7 • Internet • Beamer
Hinweise:	
<ul style="list-style-type: none"> • Für den Auftrag 7.2 kann der Film „Agbogbloshie - Elektroschrott in Ghana bei WDR Planet Wissen“ auf YouTube gezeigt werden. http://www.youtube.com/watch?v=qqYDWbVg2yw (bis 06:40) • Für Auftrag 7.4 kann der Film „Wertvoller Müll: Gewürzmetalle aus Elektroschrott“ auf YouTube oder der Film „Recycling: Weltmeister Schweiz“ auf SRF-Player gezeigt werden. http://www.youtube.com/watch?v=53i8_BtDOg4 http://www.srf.ch/player/video?id=b8726b55-2242-47f8-a247-ed39baee7678 • Der Text zum Auftrag 7.5 ist relativ anspruchsvoll. Einige Begriffe wie z.B. Oxide, Legierung, Schlackse oder Elektrolyse müssen erklärt werden, wenn diese noch nicht bekannt sind. • Die Texte zu diesem Thema dienen der Vertiefung. Sie können jedoch auch weggelassen werden. Der Unterschied zwischen dem Recycling in Schwellen- oder Entwicklungsländern und dem Recycling in Europa kann auch anhand der Videos aufgezeigt und diskutiert werden. 	

Verwendete Quellen:

Bilder:

<http://elafrik.com/wp-content/uploads/2013/11/Agbogbloshie07a.jpg> [online] Zugriff am 28.10.2014

<http://www.everyday-feng-shui.de/feng-shui-news/agbogbloshie-was-mit-unserem-elektroschrott-passiert/> [online] Zugriff am 28.10.2014

Auftrag 7.1:

<http://www.pusch.ch/index.php?pid=1201> [online] Zugriff am 18.01.2015

Auftrag 7.2:

<http://www.youtube.com/watch?v=qqYDWbVg2yw> [online] Zugriff am 28.10.2014

Auftrag 7.3:

Sieve, B. (2014). Metalle – begehrte Ressourcen in einer globalisierten Welt. Materialien für die Behandlung des Themas urban mining und Metallrecycling im Chemieunterricht. *Unterricht Chemie*, 25(3), 20-27. (abgeändert)

Auftrag 7.4:

<http://www.srf.ch/player/video?id=b8726b55-2242-47f8-a247-ed39baee7678> [online] Zugriff am 13.11.2014

http://www.youtube.com/watch?v=53i8_BtDOg4 [online] Zugriff am 13.11.2014

Auftrag 7.5:

Bundesministerium für Bildung und Forschung Deutschland (2012). Factsheet 11. Arbeitsschritte bei Handy-Recycling [online] Zugriff am 17.02.2015

http://wg.wg.saarland.de/dokumente/thema_handyportal/Factsheet_11.pdf [online] Zugriff am 17.02.2015

Sieve, B. (2014). Metalle – begehrte Ressourcen in einer globalisierten Welt. Materialien für die Behandlung des Themas urban mining und Metallrecycling im Chemieunterricht. *Unterricht Chemie*, 25(3), 20-27. (abgeändert)

Auftrag 7.6:

Sieve, B. (2014). Metalle – begehrte Ressourcen in einer globalisierten Welt. Materialien für die Behandlung des Themas urban mining und Metallrecycling im Chemieunterricht. *Unterricht Chemie*, 25(3), 20-27. (abgeändert)

WIEDERGEWINNUNG VON METALLEN

Auftrag 7.1

Mit etwas über 16 Kilogramm entsorgten Elektrogeräten pro Einwohner und Jahr liegt die Schweiz an der Spitze der europäischen Länder. Die EU-Länder erreichen im Vergleich dazu eine Sammelquote von lediglich 4 kg pro Kopf!

Die Schweiz hat rund 8 Millionen Einwohnerinnen und Einwohner.

Berechne, wie viel Elektroschrott die Schweiz pro Jahr verursacht:

Auftrag 7.2

- Notiere wichtige Stichwörter aus dem Film über die Elektromülldeponie in Ghana.

- Diskutiere mit deinem Nachbarn über das Problem dieser Art des Recyclings.

Auftrag 7.3 (für die Schnellen)

Ihr könnt den Text „Agbogbloshie – Elektromülldeponie in Ghana (1)“ lesen. Er dient als Übersicht zu dem, was ihr im Film gesehen und gehört habt.

Agbogbloshie – Elektromülldeponie in Ghana (1)

Agbogbloshie, der ehemals grüne Stadtteil der Millionenmetropole Accra, ist heute von wabernden Rauchschwaden aus giftigen Gasen überzogen. Im Volksmund heisst dieser lebensfeindliche Ort Sodom und Gomorrha. Die einstige grüne Korle-Lagune gehört der Vergangenheit an. Ursache dieser Veränderung ist der Elektroschrott der westlichen Wohlstandsgesellschaft. Jährlich werden alleine in Agbogbloshie über 150 000 Tonnen an ausrangierten Fernsehern, Laptops, Handys, aber auch Kühlschränken, Mikrowellen usw. auf der weltweit grössten Müllkippe entsorgt - alles deklariert als funktionsfähige second hand-Ware, denn der Export von Müll in Länder, die nicht über entsprechende Recyclinganlagen verfügen, ist nach dem „Basler Übereinkommen über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung“ von 1989 verboten. Doch die Kontrolle fehlt vielfach bzw. ist unzureichend.

Bei genauerer Betrachtung der Waren ist nur ein kleiner Teil der Elektronikprodukte funktionsfähig. Diese werden verkauft. Der weitaus grössere Anteil ist Elektronikschrott, aus dem unter unmenschlichen Bedingungen versucht wird, die darin enthaltenen Wertstoffe freizulegen. Dafür werden die Geräte auseinander geschraubt oder einfach zertrümmert; Platinen, Kabelmaterial usw. werden sortiert, die Kunststoffteile werden meist verbrannt, wobei die Metalle und Metalloxide übrig bleiben und aus der Asche gekratzt werden. Diese Arbeit wird überwiegend von Jugendlichen, teilweise auch von Kindern, durchgeführt; Arbeitszeiten von bis zu 12 Stunden sind dabei keine Seltenheit, Tag für Tag, ohne Wochenende und Anspruch auf Urlaub oder Sozialversicherungsleistung.

Agbogbloshie – Elektromülldeponie in Ghana (2)

Die Arbeit ist gefährlich und kann zu massiven Gesundheitsschädigungen führen. Besonders das unkontrollierte Verbrennen von Kabelummantelungen aus PVC-haltigen Kunststoffen setzt giftige Stoffe frei. Beim Zertrümmern von Röhrenmonitoren können zudem Stäube von Schwermetallverbindungen inhaliert werden (Bleioxide, Cadmiumoxide, Zinkoxide). Als Folge treten in Agbogbloshie einige Erkrankungen bis zu 50 Mal häufiger auf als im ländlichen Raum: Schädigungen der Nieren und der Atmungsorgane (Asthma und Lungenkrebs), Entwicklungsstörungen bei Kindern, Schädigungen des Nervensystems, Leukämie. Die Krankheiten betreffen besonders Kinder: Viele von ihnen erreichen noch nicht einmal das 20. Lebensjahr.

Doch nicht nur die dort arbeitenden Menschen laufen Gefahr zu erkranken, massive Schädigungen der Umwelt sind weitere Folgen der primitiven Recyclingverfahren. In der Studie von Greenpeace aus dem Jahre 2008 konnten im Boden Konzentrationen von Schwermetallverbindungen von Kupfer, Blei, Zinn, Zink und Cadmium gemessen werden, die um den Faktor 50 bis 100 höher waren als die in Europa geltenden Grenzwerte, von den

gravierenden Luftverschmutzungen ganz zu schweigen. Dieser Verschmutzungsgrad war Grund genug, dass das Blacksmith Institute Agbogbloshie 2013 unter die Top 10 der am meisten verseuchten Orte der Welt eingestuft hat.



Auftrag 7.4

Notiere wichtige Stichwörter aus dem Film über das Recycling in Europa.

Auftrag 7.5

- Lies den Text „Industrielles Recycling von Handys – die Umicore Metallhütte in Hoboken“.
- Mache eine schematische Darstellung der verschiedenen Stationen, vom Elektroschrott bis zu den reinen Metallen.
- Vergleiche deine Darstellung mit der deines Partners.

Industrielles Recycling von Handys – die Umicore Metallhütte in Hoboken

Die in Handys und anderen elektronischen Bauteilen wie Leiterplatten enthaltenen Metalle lassen sich in verschiedenen metallurgischen Verfahren zurückgewinnen. Eine der derzeit modernsten Recyclinganlagen ist die Umicore Metallhütte in Hoboken bei Antwerpen. In dieser Anlage werden die Geräte geschreddert und auf die Zusammensetzung hin analysiert, bevor sie in einen Hochofen gegeben werden. Die Kunststoffteile verbrennen und liefern die Wärmeenergie für den weiteren Verwertungsprozess. Durch das dabei entstehende Kohlenstoffmonoxid werden Metalloxide (vorwiegend Kupferoxide sowie Beimischungen der Oxide von Gallium und Thallium) reduziert. Diese Metalle bilden eine Kupferlegierung, in der auch Edelmetalle wie Silber, Gold oder Platin enthalten sind. Die unedlen Metalle wie Eisen, Aluminium, Zinn oder Blei reagieren im Hochofen zu Oxiden und bilden zusammen mit Glas und keramischen Bestandteilen eine Schlacke, die auf der flüssigen Metalllegierung aus edleren Metallen schwimmt. Die edlen Metalle können aufgrund ihrer unterschiedlichen Dichte von der Schlacke abgetrennt werden (Abstich).

Die Schlacke wird in einem weiteren Hochofen erneut erhitzt, wobei Blei, Zinn und andere Nichteisenmetalle abgetrennt und Sondermetalle (Indium, Selen, Tellur) zurückgewonnen werden.

Durch die Elektrolyse der Kupferlegierung können die darin enthaltenen Edelmetalle zurückgewonnen werden und es entsteht hochreines Kupfer.

Die so gewonnenen hochreinen Metalle werden von der Industrie wieder für die Herstellung von z.B. neuen Handys verwendet.

Aus 300 000 Tonnen Handys und Computerteilen konnten 2011 in dieser Anlage etwa 1000 Tonnen Silber, 30 Tonnen Gold, 37 Tonnen Platin, 65 000 Tonnen Kupfer, Blei und Nickel sowie 35 000 Tonnen weitere Metalle (Zinn, Selen, Tellur, Indium, Antimon, Bismut, Arsen) recycelt werden. Insgesamt liessen sich so also etwa 70 000 Tonnen Metalle zurückgewinnen.

Meine schematische Darstellung zum industriellen Recycling von Handys:

Auftrag 7.6

Worin bestehen die Unterschiede zwischen dem Recycling in Europa und Ghana? Lies dazu den Text „Agbogbloshie – Elektromülldeponie in Ghana (2)“ durch.

Recycling in Europa	Recycling in Agbogbloshie

Auftrag 7.7

Was kann verbessert werden? Schreibe auf.

8. EXPERIMENT - RECYCLING VON ELEKTROSCHROTT

Lernziele:	Material
<ul style="list-style-type: none">• Die SuS können erklären, weshalb der Demonstrationsversuch unter dem Abzug durchgeführt werden muss.• Die SuS können genau beobachten.	<ul style="list-style-type: none">• Ausrangierte elektronische Bestandteile aus Experiment 1• Porzellantiegel• Dreifuss mit Tondreieck• Bunsenbrenner• Blasebalg mit Glasrohr• Spatel• Pinzette• Tiegelzange• Uhrglas• Tropfpipette• Reagenzglas• Waage• konzentrierte Salzsäure• gelbes Blutlaugensalz• Alizarin• AB 8
Hinweise:	
<ul style="list-style-type: none">• Die Verbrennung muss unter dem Abzug stattfinden. Der Grund dafür sollte mit den SuS besprochen werden.• Wenn sich die SuS die Arbeit im Labor nicht gewohnt sind, muss unbedingt auf die Sicherheit (Schutzbrille, Handschuhe, genaues und sorgfältiges Arbeiten) aufmerksam gemacht werden.	

Verwendete Quelle:

Experiment:

http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Nachweisreaktionen [online] Zugriff am 17.02.2015

Sieve, B. (2014). Metalle – begehrte Ressourcen in einer globalisierten Welt. Materialien für die Behandlung des Themas urban mining und Metallrecycling im Chemieunterricht. *Unterricht Chemie*, 25(3), 20-27. (abgeändert)

EXPERIMENT – RECYCLING VON ELEKTROSCHROTT

Materialien

- Ausrangierte elektronische Bestandteile aus Experiment 1
- Porzellantiegel
- Dreifuss mit Tondreieck
- Bunsenbrenner
- Blasebalg mit Glasrohr
- Spatel
- Pinzette
- Tiegelzange
- Uhrglas
- Tropfpipette
- Reagenzglas
- Waage
- konzentrierte Salzsäure
- gelbes Blutlaugensalz
- Alizarin

Durchführung:

Verbrennen des Elektroschrotts (Demonstrationsversuch)

- 1) Wiege 5g Elektroschrott in den Tiegel ein und erhitze diesen im Abzug kräftig. Blase dabei mit dem Glasrohr mit Blasebalg vorsichtig Luft in den Tiegel, sobald die starke Rauchentwicklung beendet ist.
- 2) Kratze den Rückstand mit dem Spatel auf ein Uhrglas und lies die Metallstückchen mit der Pinzette auf.

Nachweis von Kupfer- und Aluminiumionen in der Schlacke (Schülerversuch)

- 1) Gib zwei Spatelspitzen Schlacke in ein Reagenzglas und überschichte mit etwa 1 bis 2 ml konzentrierter Salzsäure. Lass den Aufschluss etwa 10 Minuten stehen.
- 2) Verdünne den Aufschluss vorsichtig (!) mit 10 ml Wasser und teile auf zwei Reagenzgläser auf.
- 3) Gib 3 bis 4 Körnchen gelbes Blutlaugensalz in das eine Reagenzglas und eine Spatelspitze Alizarin in das andere Reagenzglas.

Metallionen	Nachweis durch	Indikation
Aluminium-Ionen	Alizarin	Rotfärbung
Kupferionen	gelbes Blutlaugensalz (Kaliumhexacyanidoferrat(II))	Braun-roter Niederschlag

4) Beschreibe was du siehst und mache eine Zeichnung.

9. ZUR REFLEXION

Lernziele:	Material
<ul style="list-style-type: none">• Die SuS können den Export von Elektroschrott in Schwellen- oder Entwicklungsländer beurteilen.• Die SuS kennen die Möglichkeiten des <i>urban minings</i> und können das Potenzial dieser Methode einschätzen.	<ul style="list-style-type: none">• AB mit Aufträgen 9.1 und 9.2
Hinweise:	
<ul style="list-style-type: none">• Eine Diskussion in der Gruppe oder im Plenum wäre wünschenswert.	

Verwendete Quelle:

Experiment:

Sieve, B. (2014). Metalle – begehrte Ressourcen in einer globalisierten Welt. Materialien für die Behandlung des Themas urban mining und Metallrecycling im Chemieunterricht. *Unterricht Chemie*, 25(3), 20-27.

ZUR REFLEXION

Auftrag 9.1

Sollten gebrauchte Elektro- und Elektronikgeräte weiterhin in Entwicklungs- und Schwellenländer exportiert werden, um diese dort zu recyceln. Begründe deine Ansicht.

Auftrag 9.2

Das Recycling von Elektroschrott ist ein Beispiel für das *urban mining*. Informiere dich über diesen Begriff. Begründe, warum das *urban mining* zunehmend wichtiger wird.

urban mining: _____

4.4. LÖSUNG METALLRECYCLING

METALLRECYCLING

LÖSUNG



INHALTSVERZEICHNIS

1. Elektrische und elektronische Geräte im Alltag.....	63
2. Was ist alles in einem Handy drin?.....	65
3. Experiment - Untersuchung von Elektroschrott.....	67
4. Rohstoffgewinnung.....	68
5. Giftige Chemikalien	69
6. Transportwege	70
7. Wiedergewinnung von Metallen.....	71
8. Experiment - Recycling von Elektroschrott	73
9. Schluss	74

1. ELEKTRISCHE UND ELEKTRONISCHE GERÄTE IM ALLTAG

Auftrag 1.1

Viele dieser Maschinen gab es in einer etwas anderen Form schon sehr früh.

Viele Erfindungen sind auf www.eine-frage-der-technik.de aufgelistet.

Haushalt	Wohnen	Hobby
<ul style="list-style-type: none"> ■ Bügeleisen ■ Eierkocher ■ Dörrmaschine ■ Glacemaschine ■ Jogurthmaschine ■ Mixer ■ Racletteofen ■ Saftpresse ■ Backofen ■ Dampfabzug ■ Herd ■ Geschirrspüler ■ Staubsauger ■ Kaffeemaschine ■ Kühlschrank ■ Tiefkühler ■ Toaster 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aquarium ■ Beleuchtung ■ DVD-Player ■ Fernseher ■ Luftbefeuchter ■ Playstation ■ Radio ■ Stereoanlage ■ Tumbler ■ Waschmaschine ■ Wecker (Uhren) ■ Rasenmäher ■ _____ ■ _____ ■ _____ ■ _____ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Autorennbahn ■ Bohrmaschine ■ Elektronische Instrumente ■ Fitnessgeräte ■ LötKolben ■ Modelleisenbahn ■ Mp3-Player ■ Nähmaschine ■ Sauna ■ Handy ■ _____ ■ _____ ■ _____ ■ _____ ■ _____
<ul style="list-style-type: none"> ■ Mikrowelle ■ Wasserkocher ■ Küchenmaschine ■ _____ 	<h3>Büro</h3> <ul style="list-style-type: none"> ■ Computer / Laptop ■ Drucker / Scanner ■ Kopierer ■ Telefon ■ _____ ■ _____ ■ _____ ■ _____ ■ _____ 	<h3>Badezimmer</h3> <ul style="list-style-type: none"> ■ Elektrische Zahnbürste ■ Frisierstab ■ Föhn ■ Rasierapparat ■ _____ ■ _____ ■ _____ ■ _____ ■ _____

Auftrag 1.2

Markiere jene Geräte mit einem grünen Punkt, die es vor 50 Jahren noch nicht gegeben hat.

Auftrag 1.3 – Individuelle Lösung

Auftrag 1.4 – Individuelle Lösung

Auftrag 2.2

	Gold (Au)	Kobalt (Co)	Kupfer (Cu)	Eisen (Fe)
Schmelzpunkt	1064 °C	1495 °C	1085 °C	1538 °C
Siedepunkt	2856 °C	2927 °C	2562 °C	2861 °C
Eigenschaften	Sehr dehnbar, Wärmeleiter und guter Leiter von elektrischem Strom, Schwermetall, sehr reaktionsträge.	Kobalt ist härter und fester als Stahl. Es ist gegen Wasser und feuchte Luft beständig, zäh.	Hellrot, sehr weich, dehnbar, sehr gute elektrische Leitfähigkeit, oxidiert an der Luft langsam, Schwermetall.	In reinem Zustand silberweiss, weich, dehnbar, rostet schnell, sehr reaktionsfreudig, Schwermetall.
Vorkommen	Die grössten Goldvorkommen befinden sich in Südafrika.	Lagerstätten für Kobalterze befinden sich in: Kongo, USA, Kuba, Neukaledonien und Australien.	Relativ selten, gebunden als Kupferkies oder Kupferglanz. Chile, USA, Peru.	In Meteoriten, in Eisenerzen, Brasilien, Ural, in Australien, Kanada, Schweden, China und Frankreich.
Geschichtliches	Gold kennt man seit dem 7. Jahrtausend vor Christus.	Die Ägypter brauchten Kobalt zum Färben von Gläsern.	Um 4500 v. Chr. begann man aus Erzen Kupfer zu gewinnen. So endete die Steinzeit und die Kupferzeit begann.	Nach der Bronzezeit folgte die Eisenzeit ungefähr um 1400 v. Chr.
Verwendung	Zahntechnik, in der Elektronik zur Herstellung von Schaltkontakten und in der Optik zur Herstellung hochwertiger Spiegel, Sonnenschutzgläser und Reflektoren für Satelliten, Schmuckindustrie, Münzen.	Wichtiges Legierungsmetall für korrosionsbeständige Hartmetalle in Turbinen, in chemischen Anlagen, in Düsen- und Raketentriebwerken oder in Schneidwerkzeugen wie Bohrer und Meissel.	Baumaterial für Dachbleche und Dachrinnen, Drähte und Stromschienen, Heizanlagen, Kühlanlagen, Kochgeschirr.	Wichtigstes Gebrauchsmetall, meist Legierungen, (Gusseisen, Stahl) z.B. für Brückenbau, Schiffsbau, Maschinenbau, Fahrzeugbau, Eisensalze in Medizin.

3. EXPERIMENT - UNTERSUCHUNG VON ELEKTROSCHROTT

Durchführung

2) Zerlegtes Handy



Aufgabe 3.1

3) Magnet

Bestandteil	Aus welchem Stoff?	Funktion
Gehäuse	Kunststoff	Schutz
Display	Glas und Keramik	Soll beliebige Inhalte darstellen.
Leiterplatte + elektronische Bestandteile	Kunststoff + Metalle	Trägt die elektronischen Bauteile. Sie dient der mechanischen Befestigung und elektrischen Verbindung.
Akku	Kunststoff + Metalle	wieder aufladbarer Speicher für elektrische Energie
Tastatur	Kunststoff	Eingabegerät zur Steuerung und Bedienung des Gerätes
SIM-Karte	Kunststoff, Metalle	Chipkarte, die zur Identifikation des Nutzers im Netz dient.

4. ROHSTOFFGEWINNUNG

Auftrag 4.1 – Individuelle Lösung

Auftrag 4.2



- schlechte Arbeitsbedingungen (heisse, feuchte und schlechte Luft in den Stollen, eng, dreckig, gefährlich, schlechte oder gar keine Ausrüstung, harte Arbeit, Überstunden, kein Wochenende, keine Ferien, keine Sozialversicherungsleistung)
- oft nur provisorische Stollen → Einsturzgefahr
- Rodung von Grünflächen
- Kinderarbeit
- schlechter Lohn für harte Arbeit
- Chemikalien: Arbeiter sind giftigen Stoffen oft ohne Schutz ausgesetzt
- Arbeit statt Schulbildung



- Arbeitsplätze
- Lohn sichert das Überleben der Familien

5. GIFTIGE CHEMIKALIEN

Auftrag 5.1

Kaliumcyanid wird vor allem über die Schleimhäute und Wunden aufgenommen. Die Berührung mit der Haut ist ebenfalls schon sehr gefährlich (Bildung von Blausäure).

Die Giftwirkung setzt sofort ein und blockiert ein Atmungsenzym, so dass ein Atemstillstand die Folge ist.



Auftrag 5.2

Alte Thermometer, Barometer, Zahntechnik (Amalgamfüllung)

Auftrag 5.3

Quecksilber ist ein giftiges Schwermetall, welches vor allem in gasförmigem Zustand besonders leicht von den Lungen aufgenommen wird. Es passiert die Blut-Gehirn-Schranke und lagert sich im Gehirn ab. Folgen davon sind Müdigkeit, Kopf- und Gliederschmerzen, Entzündungen in der Mundschleimhaut und am Zahnfleisch, Bildung von dunklen Säumen am Zahnfleisch, Zittern, Gedächtnisschwäche und massiven Störungen im zentralen Nervensystem. Auch eine Lungenentzündung mit tödlichem Ausgang ist möglich.

6. TRANSPORTWEGE

Auftrag 6.1

- Kupfer (Cu) wird z.B. in **Chile** unter grossem Energieaufwand abgebaut. Gold (Au) kommt aus **Südafrika** und Silber (Ag) aus **Russland**. Diese Rohstoffe werden in die **Türkei** oder nach **China** transportiert. Dort werden so genannte Halbfabrikate, d.h. Einzelteile, maschinell und von Menschenhand hergestellt. Diese Halbfabrikate müssen anschliessend wieder transportiert werden und zwar nach **Malaysia**. Dort werden die Mobiltelefone zusammengesetzt und verpackt. Anschliessend macht das Handy eine Reise nach **Finnland** zu einem der grossen Handyproduzenten. Von dort aus gelangt es schliesslich zu uns in die **Schweiz** und wir können es bei einem der Mobilfunkanbieter kaufen. Die Kupferteile in einem Handy in der Schweiz haben bis dann etwa 38 000 km zurückgelegt. Zum Vergleich: Die Distanz von Rorschach am Bodensee nach Lausanne am Genfersee beträgt etwa 240 km. Der Erdumfang beträgt ca. 40 000 km. Transportwege sind immer mit einem Energieaufwand verbunden.
- **Die langen Transportwege erhöhen die Umweltverschmutzung z.B. in Form von CO₂-Ausstössen. In einem Handy steckt viel graue Energie. Dieser Energie sind wir uns nicht bewusst, da sie nicht offensichtlich ist. Der Transport gehört zur grauen Energie eines Handys.**

7. WIEDERGEWINNUNG VON METALLEN

Auftrag 7.1

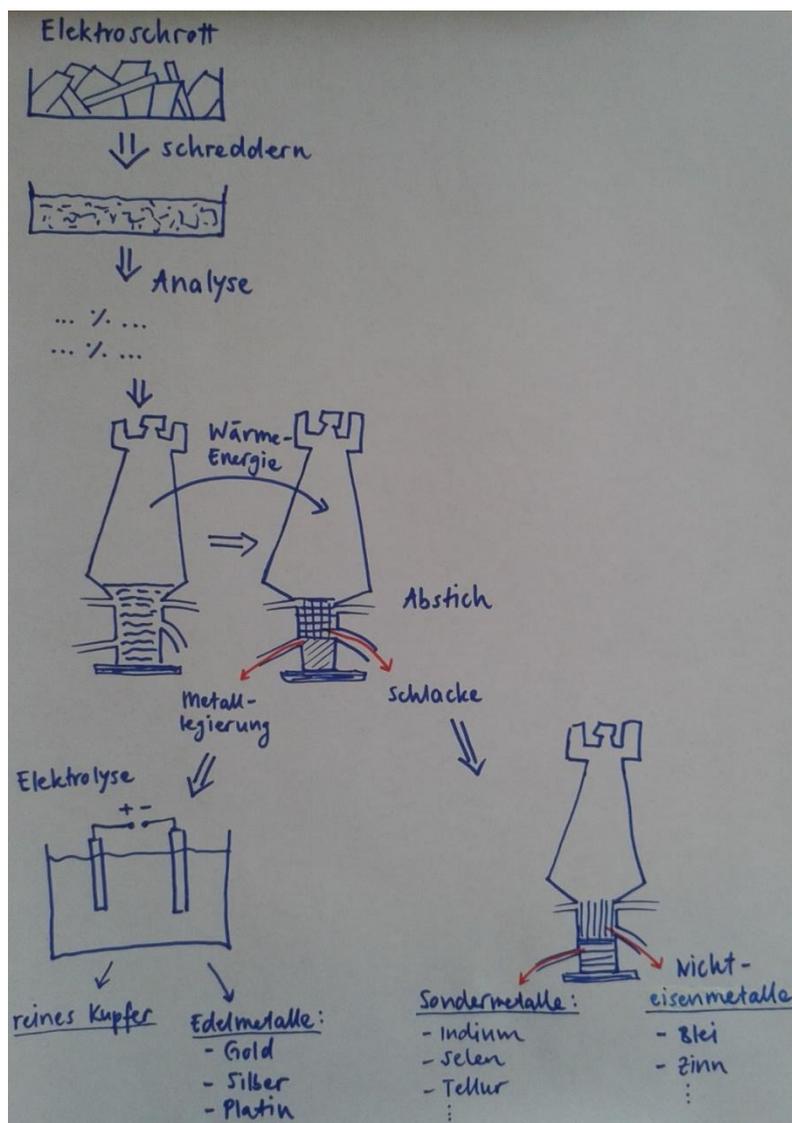
$$\begin{aligned} 16 \text{ kg} \times 8\,000\,000 \text{ Einwohner} &= 128\,000\,000 \text{ kg} \\ &= 128\,000 \text{ t} \end{aligned}$$

Auftrag 7.2 – Individuelle Lösung

Auftrag 7.4 – Individuelle Lösung

Auftrag 7.5

Schematische Darstellung



Auftrag 7.6

Recycling in Europa	Recycling in Agbogbloshie
<ul style="list-style-type: none">• Hightech-Anlagen• keine Kinderarbeit• gute Arbeitsbedingungen (Arbeitsgesetz, Ferien, Feiertage, Wochenende, Schutzkleider, Atemmasken, usw.)• Kontrolliertes Recycling (kontrolliertes Verbrennen mit Abführung und fachgerechter Entsorgung der giftigen Gase, Zertrümmern mit Hilfe von Maschinen, usw.)• Rückgewinnungsrate von Metallen (darunter auch Edel- und „Gewürzmetalle“) ist sehr hoch (bis 95%)	<ul style="list-style-type: none">• keine Infrastruktur• Kinderarbeit• schlechte Arbeitsbedingungen (keine Sozialversicherungsleistung, kein Wochenende, keine Feiertage oder Ferien, keine Arbeits- bzw. Schutzkleidung)• Unkontrolliertes Recycling (unkontrolliertes Verbrennen, giftige Stoffe die den Menschen und der Umwelt schaden, Handarbeit)• Metalle, v.a. Edelmetalle und Gewürzmetalle, können nur mit geringer Ausbeute zurückgewonnen werden (ca. 25%). Das führt zu grossen Verlusten.

Auftrag 7.7

Was kann verbessert werden?

- Arbeitsbedingungen: Schutzkleidung, Atemmasken, freie Tage, usw.
- Unser Elektroschrott nicht mehr in Schwellen- oder Entwicklungsländer exportieren, sondern selber entsorgen → bessere Kontrollen an den Grenzen
- unkontrolliertes Verbrennen verhindern mit geeigneter Infrastruktur
- Keine Kinderarbeit mehr (politisches Problem)

8. EXPERIMENT - RECYCLING VON ELEKTROSCHROTT

Nachweis von Kupfer- und Aluminiumionen in der Schlacke (Schülerversuch)

Metallionen	Nachweis durch	Indikation
Aluminium-Ionen	Alizarin	Rotfärbung
Kupferionen	gelbes Blutlaugensalz (Kaliumhexacyanidoferrat(II))	Braun-roter Niederschlag

9. SCHLUSS

Auftrag 9.1

Funktionierende gebrauchte Elektrogeräte sollen noch immer in Entwicklungs- und Schwellenländer exportiert werden dürfen. Die günstigen Gebrauchsgüter sind oft die einzige Möglichkeit, finanziell schwachen Menschen den Zugang zu dieser Technologie zu verschaffen.

Der Export von kaputten Elektrogeräten soll verboten werden.

Was wir an Abfall produzieren, müssen wir auch selber recyceln. Das Recycling bei uns ist zwar viel teurer, aber viel umweltschonender und effizienter, da die Rückgewinnungsrate von Metallen viel höher ist.

Zudem produzieren Schwellen- und Entwicklungsländer selber schon viel Elektroschrott, mit dem sie umgehen müssen.

Auftrag 9.2

urban mining: Stadt als Rohstoffmine. Produkte und Materialien, die heute im Gebrauch sind und die Infrastruktur unserer Städte und Siedlungen, werden als Rohstofflager verstanden.

Die Konzentration von Metallen in gebrauchten Produkten und Materialien ist höher als in der Natur.

Urban mining mindert die Umweltbelastung, da die Rohstoffe nur sehr kurze Strecken transportiert werden müssen.

Die Ressourcen einiger Rohstoffe sind beschränkt. Um dieser Knappheit entgegenzuwirken, sollten gerade knappe Stoffe wieder verwendet werden.

Verwendete Quellen:

Auftrag 1.1 und 1.2:

<http://www.pusch.ch/index.php?pid=1201> [online] Zugriff am 18.02.2015

www.eine-frage-der-technik.de [online] Zugriff am 18.02.2015

Auftrag 2.1

http://www.empa.ch/plugin/template/empa/*/116840 [online] Zugriff am 17.02.2015

http://www.welt-des-wissens.com/wissen/Elemente_Periodensystem.gif [online] Zugriff am 30.10.2014

Auftrag 2.2

www.seilnacht.com [online] Zugriff am 30.11.2014

Experiment 3, Durchführung

http://www.handy-faq.de/forum/motorola_razr_forum/227778-motorola_razr_einzelteile_zerlegt.html [online]

Zugriff am 17.02.2015

Auftrag 3.1

[http://www.schulprojekt-mobilfunk.de/sites/schulprojekt-](http://www.schulprojekt-mobilfunk.de/sites/schulprojekt-mobilfunk.de/files/download/pdf/Infos_Basisstationen_MFantennen_Handys.pdf)

[mobilfunk.de/files/download/pdf/Infos_Basisstationen_MFantennen_Handys.pdf](http://www.schulprojekt-mobilfunk.de/files/download/pdf/Infos_Basisstationen_MFantennen_Handys.pdf) [online] Zugriff am 17.02.2015

Auftrag 4.2

<https://www.unicef.ch/de/so-helfen-wir/programme/kinderarbeit-minen> [online] Zugriff am 30.10.2014

<http://www.tdh.ch/de/news/kinder-als-minenarbeiter-opfer-des-goldrausches-in-burkina-faso> [online] Zugriff am 30.10.14

Auftrag 5.1

<http://www.chemie.de/lexikon/Kaliumcyanid.html> [online] Zugriff am 18.02.2015

http://www.seilnacht.com/Chemie/ch_kcn.htm [online] Zugriff am 17.02.2015

<http://zyankali.info/> [online] Zugriff am 18.02.2015

Auftrag 5.2 und 5.3

<http://de.wikipedia.org/wiki/Quecksilber> [online] Zugriff am 18.02.2015

<http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00228/03912/> [online] Zugriff am 18.02.2015

<http://www.seilnacht.com/Lexikon/80Queck.htm> [online] Zugriff am 18.02.2015

Auftrag 6.1

http://www.energiesdetektive.ch/cms/pdf/News_1_05_V3.pdf [online] Zugriff am 18.02.2015

<http://www.pusch.ch/index.php?pid=1201> [online] Zugriff am 18.02.2015

Auftrag 7.1

<http://www.pusch.ch/index.php?pid=1201> [online] Zugriff am 18.02.2015

Auftrag 7.2:

<http://www.youtube.com/watch?v=qqYDWbVg2yw> [online] Zugriff am 28.10.2014

Auftrag 7.4:

http://www.youtube.com/watch?v=53i8_BtDOg4 [online] Zugriff am 13.11.2014

<http://www.srf.ch/player/video?id=b8726b55-2242-47f8-a247-ed39baee7678> [online] Zugriff am 13.11.2014

Auftrag 7.5:

Bundesministerium für Bildung und Forschung Deutschland (2012). Factsheet 11. Arbeitsschritte bei Handy-Recycling [online] Zugriff am 17.02.2015

http://wg.wg.saarland.de/dokumente/thema_handyportal/Factsheet_11.pdf [online] Zugriff am 17.02.2015

Sieve, B. (2014). Metalle – begehrte Ressourcen in einer globalisierten Welt. Materialien für die Behandlung des Themas urban mining und Metallrecycling im Chemieunterricht. *Unterricht Chemie*, 25(3), 20-27. (abgeändert)

Auftrag 7.6:

Sieve, B. (2014). Metalle – begehrte Ressourcen in einer globalisierten Welt. Materialien für die Behandlung des Themas urban mining und Metallrecycling im Chemieunterricht. *Unterricht Chemie*, 25(3), 20-27. (abgeändert)

Experiment 8:

http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Nachweisreaktionen [online] Zugriff am 17.02.2015

Auftrag 9.1:

<https://germanwatch.org/fr/download/3858.pdf> [online] Zugriff am 18.11.2014

Auftrag 9.2:

http://www.awel.zh.ch/internet/audirektion/awel/de/abfall_rohstoffe_altlasten/rohstoffe/rohstoffe_aus_abfaellen.html [online] Zugriff am 23.11.2014

ENERGIEGEWINNUNG UND KRAFTWERKE IN DER SCHWEIZ



ENERGIEGEWINNUNG UND KRAFTWERKE IN DER SCHWEIZ – KOMMENTAR

Thema	Energiegewinnung und Kraftwerke
Stufe	9. Klasse
Zeit	7 - 8 Lektionen + Exkursion

Die Themen Energie, Energiequellen, Energieträger und Energiegewinnung sind ein fester Bestandteil des Naturlehreunterrichts auf der Sekundarstufe I.

Energie in Form von Strom oder Wärme ist aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken, dieses Thema betrifft uns somit alle. Die Energiezukunft der Schweiz ist noch nicht klar und es ist notwendig, dass die SuS über ein Grundlagenwissen verfügen, damit sie fähig sind, in der Gesellschaft mitzudiskutieren. Die SuS sollen die Chancen, aber auch Risiken und Probleme der verschiedenen Energiegewinnungsarten diskutieren und beurteilen können.

Die Entdeckungen und Erklärungen der Kernspaltung und der Radioaktivität haben unser heutiges Weltbild entscheidend beeinflusst. Sei dies in Bezug auf die Energiegewinnung in Kernkraftwerken, den Abwurf der Atombombe auf Hiroshima und Nagasaki oder den Einsatz der Erkenntnisse in der Medizin und Technik.

Was die SuS bereits wissen:

- Die SuS können Vorgänge beschreiben, bei denen eine Energieform in eine andere Energieform umgewandelt wird.
- Die SuS können Energieumwandlungsketten schematisch darstellen sowie Energieformen und -wandler benennen (z. B. Bewegungsenergie - Energiewandler Generator – elektrische Energie - Energiewandler Heizung - thermische Energie).
- Die SuS können das Prinzip der Energieerhaltung beschreiben und mithilfe von Beispielen verdeutlichen.
- Die SuS können in verschiedenen Situationen Lage-, Bewegungs- und elektrische Energie berechnen und kennen die dazugehörigen Einheiten.
- Die SuS können mechanische und elektrische Leistung berechnen und kennen die dazugehörigen Einheiten.

KRITERIEN EINES GESCHLECHTERGERECHTEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHTS

	Vorerfahrung	Kontext	Geschlechtergerechtes Thema	Lernstil	Sprache / Kommunikation	Geschlechtsidentität / Identifikationsfiguren
Energiegewinnung und Kraftwerke in der Schweiz	x	x	x	x	x	x

Vorerfahrung

Zu Beginn des Themas wird auf die Vorerfahrungen der SuS Bezug genommen. Die SuS sollen sich vorstellen, wie ein Leben ohne Strom aussehen könnte. Durch diese Überlegungen werden sie sich bewusst, wie stark präsent Strom in unserem Alltag ist und wie abhängig wir in der heutigen Zeit von der Energiegewinnung sind. Der Bezug zum Alltag wird durch diese Aufgabe hergestellt und die SuS werden aktiviert.

Durch das Mindmap sollen die SuS bekannte Begriffe und Vorgänge benennen. Dies dient der Lehrperson zur Überprüfung der Vorkenntnisse der SuS zu diesem Thema.

Kontext

Beim Besuch eines ausserschulischen Lernortes, wie dem Kernkraftwerk, steht die Physik im Alltag im Vordergrund. Obwohl die Betrachtungsweise eines Realobjekts von jedem Menschen verschieden ist, kann der Aspekt des subjektiven Erlebens für das Lernen jedes Einzelnen einen Gewinn darstellen. Der Nutzen von ausserschulischen Lernorten wird so verdeutlicht. Die SuS müssen sich auf die Wirklichkeit einlassen. Es werden ihnen Lern- und Erfahrungsfelder geboten, die unser formales Bildungssystem nicht ermöglichen kann.

Das Kernkraftwerk ist ein praktisches Anwendungsbeispiel für das theoretisch Gelernte und es wird den SuS ermöglicht eine Beziehung zwischen dem Gelernten und der Lebenswelt

herzustellen. Die Authentizität eines Realobjekts kann beeindrucken, motivieren und das Interesse fördern.

Geschlechtergerechte Themen

Themen, die einen Alltagsbezug haben und in Beziehung stehen zur Umwelt, erzeugen sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen mehr Interesse.

Mit dem Besuch des Kernkraftwerks tauchen die SuS in die Welt der Kernspaltung und Energiegewinnung ein. Ein Realobjekt ist viel eindrucksvoller und interessanter als ein Modell, eine Zeichnung oder eine Beschreibung.

Das Thema der Atombombe ist vor allem für Jungen sehr interessant, da es sich um eine Waffe handelt. Doch auch für die Mädchen, die sich eher für den Bezug zum Menschen und für die Umwelt interessieren, ist die Atombombe ein spannendes Thema. Die Folgen des Atombombenabwurfs waren für die betroffenen Menschen und die Umwelt eine Katastrophe.

Lernstil

Während des Gruppenpuzzles arbeiten die SuS alleine und in zwei verschiedenen Gruppen (Stammgruppen und Expertengruppen). Jeder Schüler und jede Schülerin ist dafür verantwortlich, dass am Schluss alle in der Gruppe das Thema, welches er oder sie präsentiert, verstanden haben. Diese kooperative Lernform fördert die direkte Kommunikation und Interaktion sowie auch das selbstständige und kooperative Arbeiten.

Bei den Vorträgen liegt eine ähnliche Situation vor. Die SuS sind verantwortlich für ihren Teil und gleichzeitig auch für die Präsentation der Gruppe vor der Klasse. Dies erfordert eine gute Kommunikation, Absprache, Vertrauen und gegenseitige Unterstützung.

Sprache

Begriffe, die sowohl in der Fachsprache als auch in der Alltagssprache verwendet werden, haben in den beiden Kontexten oft nicht die exakt gleiche Bedeutung. Dies ist auch der Fall beim Begriff „Energie“. Die SuS sollen den Begriff „Energie“ im Unterricht fachlich richtig verwenden und sich den Unterschieden zwischen der Fachsprache und der Alltagssprache bewusst werden.

Geschlechtsidentität / Identifikationsfiguren

Wenn die SuS das Kernkraftwerk besuchen, treten sie in Kontakt mit Personen, die dort arbeiten. Naturwissenschaftliche und technische Berufe findet man in einem Kernkraftwerk viele verschiedene. Allenfalls haben die SuS die Möglichkeit, bei ihrem Besuch im Kernkraftwerk mit einer Person, die einen solchen Beruf ausübt, zu sprechen. Diese Berufspersonen können in einem direkten Gespräch von ihren Erfahrungen und ihrer Ausbildung erzählen, was für die SuS sehr spannend sein kann.

Die Entdeckungen der Radioaktivität und der Kernspaltung sind heute noch wichtig und so ist es naheliegend, dass auch die Naturwissenschaftler und Naturwissenschaftlerinnen, die diese Entdeckungen gemacht haben, vorgestellt werden. Durch das nähere Kennenlernen dieser Personen, können sich die SuS besser identifizieren. Durch die Aufträge zum Kapitel „Geschichte der Radioaktivität und der Kernspaltung“ soll verdeutlicht werden, dass es Frauen in den Naturwissenschaften früher sehr schwer gehabt haben. Die SuS sollen aber erkennen, dass sich seither vieles verändert hat.

Weiterführender Unterricht – Ideen

- In der Schweiz gibt es unterschiedliche Kraftwerke, die besucht werden können. Anstelle des Kernkraftwerkes kann deshalb z.B. auch ein Wasserkraftwerk besichtigt werden. Im Unterricht können die SuS danach selber ein Wasserkraftwerk bauen.
- Die Energiezukunft der Schweiz ist noch nicht klar. In einer Schlussreflexion könnte über die verschiedenen Möglichkeiten der Schweiz diskutiert werden. Mit dem Wissen, welches die SuS nach dieser Unterrichtseinheit haben, können sie mögliche Szenarien diskutieren und beurteilen.
- Es könnten zum Schluss alternative Energiegewinnungsarten, wie z.B. Biomasse, diskutiert werden. Es gibt viele interessante Erfindungen, die unter die Lupe genommen werden können.

Verwendete Quellen:

Titelbilder:

<http://battere.ch/wp-content/uploads/2014/10/stausee.jpg> [online] Zugriff am 09.12.2014

<http://www.bauwohnwelt.at/bauen-und-wohnen/finanzierung-planung/kredite-finanzierungen/solarenergie-energiekosten-effektiv-senken-mit-den-experten-von-www-bauwohnwelt-at/> [online] Zugriff am 09.12.2014

<http://www.nzz.ch/aktuell/schweiz/strafanzeige-gegen-zwei-kernkraftwerke-1.17921891> [online] Zugriff am 09.12.2014

http://www.tagblatt.ch/storage/scl/import/tbnews/tbtg/tz-fu/1805090_m3w560h330q75v35433_xio-fcmsimage-20130904023634-006209-5226809236bba-.tbtg_20130904_68v02_q5.jpg?version=1378272382 [online] Zugriff am 09.12.2014

Kommentar:

http://vorlage.lehrplan.ch/downloads/container/31_6_2_3_0_1.pdf [online] Zugriff am 18.02.2015

Kriterien eines geschlechtergerechten naturwissenschaftlichen Unterrichts:

Holstermann, N. & Bögeholz, S. (2007). Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 71-86.

Sträudel, L. (2014). Ausserschulische Lernorte nutzen. Ein Überblick über Formen und Potenziale verschiedener Lernorte. *Unterricht Physik*. 25(2), 4-9.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AB = Arbeitsblatt

LP = Lehrperson / Lehrpersonen

SuS = Schülerinnen und Schüler

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Energiegewinnungsarten / Kraftwerke in der Schweiz	85
2.	Kernkraftwerk / Besuch Kernkraftwerk	93
3.	Radioaktivität und Strahlung	96
4.	Geschichte der Radioaktivität und der Kernspaltung.....	103
5.	Vertiefung	109
6.	Anhang.....	111

1. ENERGIEGEWINNUNGSARTEN / KRAFTWERKE IN DER SCHWEIZ

Lernziele:	Material
<ul style="list-style-type: none"> • Die SuS werden sich bewusst, wie wichtig Strom in unserem Alltag ist. • Die SuS kennen den Unterschied zwischen fossilen, erneuerbaren und nuklearen Energieträgern. • Die SuS kennen verschiedene Kraftwerke und verstehen ihre Funktionsweise, sowie Vor- und Nachteile. • Die SuS haben das Gelernte über das Thema Energie wieder präsent. • Die SuS können die Energiegewinnung in der Schweiz mit der Energiegewinnung weltweit vergleichen und beurteilen. 	<ul style="list-style-type: none"> • AB mit Aufträgen 1.1 - 1.6
Hinweise:	
<ul style="list-style-type: none"> • Auftrag 1.1 dient als Einstieg zum Thema Energie und Kraftwerke. Es soll herausgefunden werden, ob die SuS bereits Erfahrungen haben mit Kraftwerken. Wenn ja, sollen die SuS erzählen, ob sie den Besuch im Kraftwerk interessant fanden. Die SuS sollen sich bewusst werden, wie selbstverständlich Elektrizität in unserem Alltag verwendet wird und wie viele elektrische Geräte wir benutzen. Anschliessend an die Diskussion in Partnerarbeit soll die Diskussion im Plenum weitergeführt werden. Damit die Lehrperson herausfinden kann, was die SuS zum Thema Energiegewinnung und Kraftwerke schon wissen, können Begriffe für ein Mindmap in der Klasse gesammelt werden. • Auftrag 1.2: Die SuS notieren in Einzelarbeit, was sie zu den Begriffen wissen. Als Hilfe kann die LP verschiedene Bilder zeigen. Danach sollen die Begriffe besprochen werden. Je nach Vorwissen können die SuS erzählen, was sie bereits wissen oder die LP hält zu jedem Begriff einen kurzen Vortrag. Alternativ kann die LP die Mini-Vorträge zu Beginn halten und die SuS notieren sich danach die wichtigsten Punkte. • Auftrag 1.3: Die SuS sehen, welche Kraftwerke es in der Schweiz gibt. Diese Aufgabe dient als Einstieg zum Auftrag 1.5. • Auftrag 1.4: Die SuS haben das Thema Energie bereits besprochen. Diese Aufgaben dienen als Repetition, damit sie das Thema wieder präsent haben. Die nachfolgenden Aufträge bauen auf dieses Wissen (z.B. Energieumwandlung) auf. Es soll nicht der Eindruck entstehen, dass Energie nur Strom- oder Wärmeproduktion ist. Deshalb ist die Besprechung des Energiebegriffs notwendig. Es soll thematisiert werden, wie die „Energiegewinnung“ und der „Energieerhaltungssatz“ in Zusammenhang stehen. 	

- Auftrag 1.5: Die SuS eignen sich mit Hilfe von Texten neues Wissen an (Texte siehe Anhang). Mit Hilfe der Texte sollten die drei Fragen (Vorteile, Nachteile und Funktionsweise) beantwortet werden. Wenn nötig, kann zu den einzelnen Texten noch Zusatzmaterial oder ein Computer zur Verfügung gestellt werden.
- Auftrag 1.6: Mit Hilfe von diesen Grafiken kann noch einmal auf die Vor- und Nachteile der verschiedenen Energiegewinnungsarten eingegangen werden. Zudem kann diese Aufgabe als Überleitung zum Besuch eines Kernkraftwerkes verwendet werden.

Verwendete Quellen:

Auftrag 1.2:

<http://www.kiknet-naturundtechnik.org/unterrichtseinheiten-physik/kernenergie-kernkraftwerke/> [online] Zugriff am 18.02.2015

Auftrag 1.3:

<http://battere.ch/wp-content/uploads/2014/10/stausee.jpg> [online] Zugriff am 09.12.2014

<http://www.bauwohnwelt.at/bauen-und-wohnen/finanzierung-planung/kredite-finanzierungen/solarenergie-energiekosten-effektiv-senken-mit-den-experten-von-www-bauwohnwelt-at/> [online] Zugriff am 09.12.2014

http://www.geocaching.com/geocache/GC4BK7V_kraftwerk-gossendorf?guid=6a17a1ad-9680-4e4d-837e-d7d1212b9c6e [online] Zugriff am 09.12.2014

<http://www.nachhaltigleben.ch/1-blog/1386-atomausstieg-gaskraftwerke-statt-akw> [online] Zugriff am 09.12.2014

<http://www.nzz.ch/aktuell/schweiz/strafanzeige-gegen-zwei-kernkraftwerke-1.17921891> [online] Zugriff am 09.12.2014

http://www.tagblatt.ch/storage/scl/import/tbnews/tbtg/tz-fu/1805090_m3w560h330q75v35433_xio-fcmsimage-20130904023634-006209-5226809236bba-.tbtg_20130904_68v02_q5.jpg?version=1378272382 [online] Zugriff am 09.12.2014

Auftrag 1.4:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Energieerhaltungssatz> [online] Zugriff am 19.02.2015

<http://www.energie.ch/energiedefinition> [online] Zugriff am 19.02.2015

<http://www.kiknet-naturundtechnik.org/unterrichtseinheiten-physik/kernenergie-kernkraftwerke/> [online] Zugriff am 18.02.2015

Auftrag 1.5:

www.axpo.com [online] Zugriff am 19.02.2015

<http://strom-online.ch/stromerzeugung.html> [online] Zugriff am 19.02.2015

<http://www.kiknet-naturundtechnik.org/unterrichtseinheiten-physik/kernenergie-kernkraftwerke/> [online] Zugriff am 19.02.2015

http://www.planet-schule.de/sf/spezial/spezial_kernkraft.php [online] Zugriff am 19.02.2015

Auftrag 1.6:

http://www.strom.ch/fileadmin/user_upload/Dokumente_Bilder_neu/010_Downloads/Stromgrafiken/Gesamtenergie/Gesamtenergie_%E2%80%93_Die_wichtigsten_Energietr%C3%A4ger_weltweit__2013_.jpg [online] Zugriff am 18.02.2015

http://www.strom.ch/fileadmin/user_upload/Dokumente_Bilder_neu/010_Downloads/Stromgrafiken/Stromproduktion/Stromproduktion_%E2%80%93_Der_Schweizer_Produktionsmix__2013_.jpg [online] Zugriff am 18.02.2015

ENERGIEGEWINNUNGSARTEN / KRAFTWERKE IN DER SCHWEIZ

Auftrag 1.1

- Wer hat schon einmal ein Kraftwerk (AKW, Wasserkraftwerk, usw.) besucht? Falls du schon eines besucht hast: War es interessant? Warum? Was hat dir gefallen?
- Überlegt euch zu zweit, wie ein Leben ohne Strom aussehen würde.

Auftrag 1.2

Notiere in wenigen Sätzen, was unter folgenden Begriffen verstanden wird:

Fossile Energieträger:

Erneuerbare Energieträger:

Nukleare Energieträger:

Auftrag 1.3

Es gibt verschiedene Kraftwerke, die Energie in Form von Strom oder Wärme produzieren. Verbinde die Begriffe mit dem richtigen Bild.



Kernkraftwerk

Windkraftwerk



Gas- oder Kohlekraftwerk

Laufkraftwerk



Solarkraftwerk

Speicherkraftwerk



Info:

Die Speicher- und Laufkraftwerke sind typische Vertreter der Wasserkraftwerke.

Die Kernkraftwerke, die Kohle- und Gaskraftwerke sind thermische Kraftwerke.

Wusstest du, dass auch in der Kehrichtverbrennungsanlage Wärme und Strom produziert wird? Durch die Verbrennung der Abfälle entsteht viel Wärmeenergie, die als Fernwärme abgegeben oder in Strom umgewandelt werden kann.

Auftrag 1.4

- Was versteht man unter Energie? Versuche eine Erklärung für Energie zu geben.

- Lies die Definition, welche dir deine Lehrperson zeigt. Vergleiche sie mit deiner Erklärung. Notiere das Wichtigste im gelben Kasten.

Verschiedene Energieformen sind beispielsweise:

- Elektrische Energie
 - Wärmeenergie
 - Lageenergie (= potenzielle Energie)
 - Chemische Energie
 - Bewegungsenergie (= kinetische Energie)
 - Lichtenergie
- Notiere zu jeder Energieform ein Beispiel aus dem Alltag.
 - Was kann nun möglicherweise im Hinblick auf die Strom- und Wärmeproduktion unter den Begriffen *Energieverbrauch*, *Energiesparen*, *Energieverlust* und *Energieverschwendung* verstanden werden?

Auftrag 1.5

Du lernst die verschiedenen Kraftwerke und ihre Funktionsweisen nun besser kennen. Dies geschieht in Form eines Gruppenpuzzles und funktioniert folgendermassen:

- Ihr werdet in 5er-Gruppen eingeteilt, das ist die Stammgruppe. Jedes Mitglied bekommt einen eigenen Text (Nr. 1-5).
- Jede Person liest ihren Text in ihrem Tempo durch, markiert Wichtiges und streicht Unverständliches an.
- Nun treffen sich die Personen, welche den gleichen Text gelesen haben in der Expertengruppe, d.h. alle mit dem Text Nummer 1 treffen sich, alle mit dem Text Nummer 2, usw.

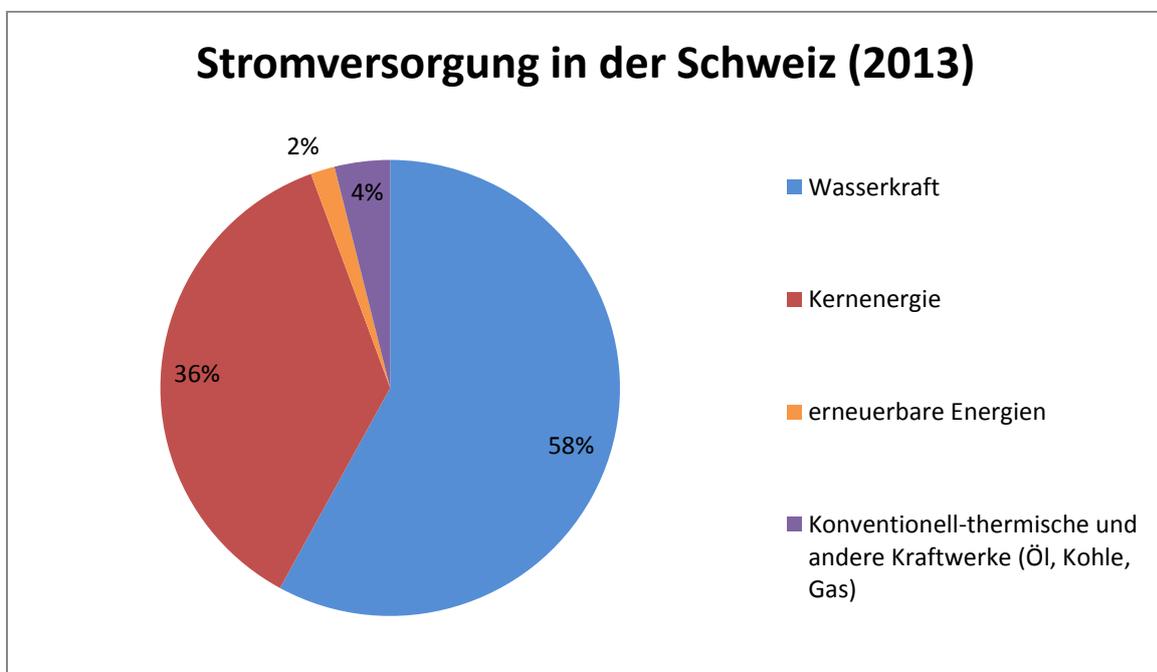
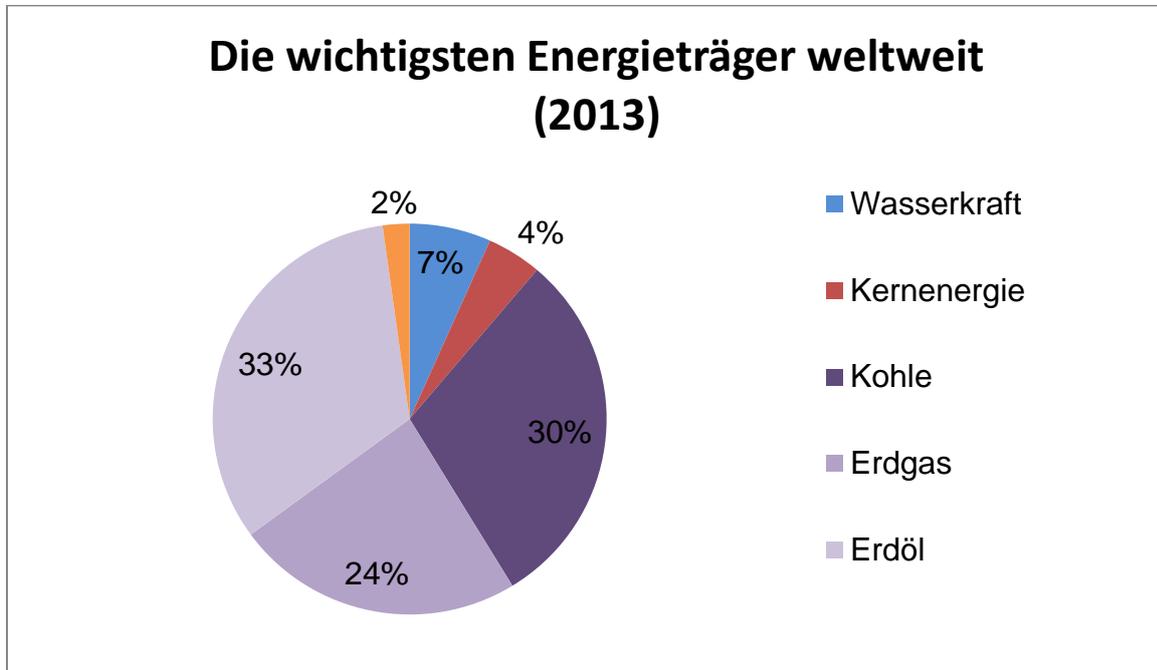
In diesen Expertengruppen werden Fragen geklärt, das Wichtige notiert und diskutiert. Alle müssen in der Lage sein, ihr Thema einer anderen Person zu erklären und einen kleinen Vortrag in der Stammgruppe zu halten (mit Hilfe von Bildern und Notizen).

- Nun gehen alle in die Stammgruppe zurück. Jede Person hält einen kurzen Vortrag über ihr Thema. Danach werden Fragen geklärt und bei Bedarf zusätzliche Erklärungen gegeben.
- Folgende Fragen müssen am Schluss von jeder Person zu jedem Kraftwerk beantwortet werden können:
 - Was sind die Vorteile? Gibt es noch andere Vorteile?
 - Welches sind die Nachteile? Gibt es noch andere Nachteile?
 - Wie funktioniert das Kraftwerk?

→ **Ziel:** Am Schluss versteht jede Person die Funktionsweise von jedem Kraftwerk.

Auftrag 1.6

- Vergleiche die Energiegewinnung in der Schweiz und weltweit.
Welche Unterschiede gibt es? Wie kannst du diese erklären? Diskutiert zu zweit.



2. KERNKRAFTWERK / BESUCH KERNKRAFTWERK

Lernziele:	Material
<ul style="list-style-type: none"> • Die SuS bekommen Einblicke in die Themen Kernenergie und Stromproduktion und sehen, wie das, was sie auf dem Papier gesehen haben, in Wirklichkeit aussieht und funktioniert. • Die SuS können erklären, wie die zentralen Vorgänge in einem Kernkraftwerk funktionieren und sie wissen über die wichtigsten Vorgänge im Kernreaktor, im Maschinenhaus und im Kühlturm Bescheid. 	<p>SuS brauchen Papier und Stift</p> <p>Fahrkarten, Eintrittskarten, Lageplan, Fahrplan, evtl. Reservationsbestätigung</p>
Hinweise:	
<ul style="list-style-type: none"> • Als Vorbereitung sollten die SuS bereits gesehen haben, wie ein Kernkraftwerk funktioniert (Auftrag 1.5: Gruppenpuzzle). Zudem kann vorher besprochen werden, welchen Stellenwert Kernkraftwerke in der Schweiz und weltweit (Auftrag 2.1) haben. • Als Nachbereitung sollte noch einmal über den Besuch des Kernkraftwerks gesprochen werden, Fragen geklärt und Vorstellungen bzw. mögliche Fehlvorstellungen besprochen werden. 	

Verwendete Quellen:

Auftrag 2.1:

http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Kernkraftwerke#mediaviewer/File:Nuclear_power_worldwide-2009.svg

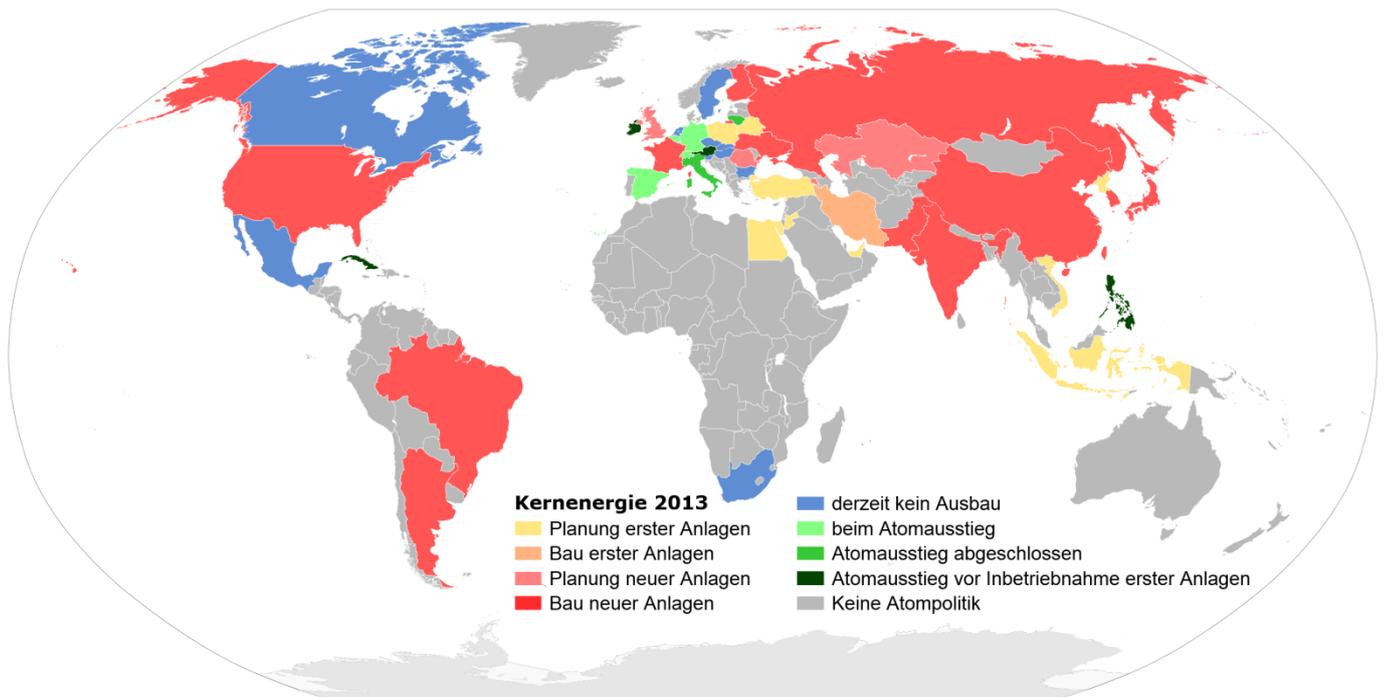
[online] Zugriff am 18.02.2015

Sträudel, L. (2014). Ausserschulische Lernorte nutzen. Ein Überblick über Formen und Potenziale verschiedener Lernorte. *Unterricht Physik*. 25(2), 4-9.

KERNKRAFTWERK / BESUCH KERNKRAFTWERK

Auftrag 2.1

Betrachte die untenstehende Grafik. Was fällt dir auf? Vergleiche mit den Grafiken von Auftrag 1.5.



Besuch eines Kernkraftwerks

In der Schweiz gibt es fünf Kernkraftwerke an den Standorten Beznau (I & II), Leibstadt, Gösgen und Mühleberg. Alle Kernkraftwerke können mit Schulklassen besucht werden.

Checkliste

- Standort bestimmen, der besucht werden soll
- Umfang des geplanten Besuchs bestimmen
- Rekognoszieren des Standortes
- Absprachen mit den Organisatoren vor Ort
- Zielanalyse durchführen
- SuS auf den Besuch vorbereiten, Lernvoraussetzungen überprüfen bzw. herstellen
- Zeitbedarf bestimmen und Zeitplan erstellen
- Budget aufstellen, Fahrkarten und Eintritte kaufen
- Klärung von Vertretungsunterricht
- Erlaubnis von Eltern und Schulleitung einholen / Elternbrief
- Verhaltensregeln für die Exkursion besprechen
- Begleitperson(en) festlegen
- Ausrüstung und Material zusammenstellen
- Nachbesprechung: Vertiefung und Weiterführung des Themas, Austausch zwischen SuS ermöglichen, Diskussion, Erstellen von Texten, Grafiken, usw.

3. RADIOAKTIVITÄT UND STRAHLUNG

Lernziele:	Material
<ul style="list-style-type: none"> • Die SuS wissen, was man unter Radioaktivität und radioaktivem Zerfall versteht. • Die SuS kennen den Begriff Halbwertszeit und können ihn erklären. • Die SuS kennen verschiedene Strahlungsarten und können ihre Gefährlichkeit einschätzen. 	<ul style="list-style-type: none"> • AB mit Aufträgen 3.1 - 3.3
Hinweise:	
<ul style="list-style-type: none"> • Auftrag 3.1: Es kann der Informationsfilm zur Radioaktivität geschaut werden. (http://www.bmub.bund.de/service/fotos-und-filme/videogalerie/detailansicht/video/radioaktivitaet-ein-informationsfilm-fuer-den-unterricht/) Das ist ein Informationsfilm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit Deutschland. • Auftrag 3.3: Bei diesem Auftrag soll auch die Gefährlichkeit von Strahlung thematisiert werden. 	

Verwendete Quellen:

Auftrag 3.1:

<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/12128/12242/index.html?lang=de> [online] Zugriff am 11.02.2015

<http://www.bmub.bund.de/service/fotos-und-filme/videogalerie/detailansicht/video/radioaktivitaet-ein-informationsfilm-fuer-den-unterricht/> [online] Zugriff am 11.02.2015

<http://de.wikipedia.org/wiki/Radioaktivit%C3%A4t> [online] Zugriff am 11.02.2015

http://de.wikipedia.org/wiki/Radioaktivit%C3%A4t#mediaviewer/File:Logo_iso_radiation.svg [online] Zugriff am 11.02.2015

<http://de.wikipedia.org/wiki/Radioaktivit%C3%A4t#mediaviewer/File:Radioactive.svg> [online] Zugriff am 11.02.2015

<http://www.kiknet-naturundtechnik.org/unterrichtseinheiten-physik/kernenergie-kernkraftwerke/> [online] Zugriff am 18.02.2015

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/medizin/schweiz-studie-sieht-kein-erhoehtes-krebsrisiko-fuer-kinder-in-akw-naehe-a-773989.html> [online] Zugriff am 11.02.2015

Auftrag 3.2:

Litz, M. (Hrsg.) (2006). Urknall 9., Physik, Chemie, Biologie. Begleitband. Zug: Klett und Balmer Verlag.

Auftrag 3.3:

<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/> [online] Zugriff am 11.02.2015

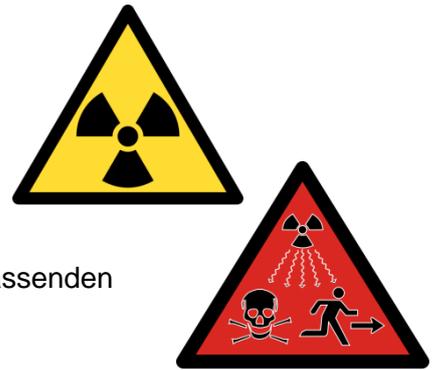
<https://www.kernenergie.ch/de/radioaktivitaet.htm> [online] Zugriff am 12.02.2015

<http://www.kiknet-naturundtechnik.org/unterrichtseinheiten-physik/kernenergie-kernkraftwerke/> [online] Zugriff am 18.02.2015

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/medizin/krebsrisiko-aerzte-fordern-stammzellhilfe-fuer-tepco-maenner-a-757046.html> [online] Zugriff am 12.02.2015

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/folgen-von-radioaktivitaet-was-die-strahlen-im-menschen-anrichten-a-750774.html> [online] Zugriff am 11.02.2015

RADIOAKTIVITÄT UND STRAHLUNG



Auftrag 3.1

- Schaue dir den kurzen Film zur Radioaktivität aufmerksam an.
- Lies den untenstehenden Text und fülle die Lücken mit den passenden Begriffen.

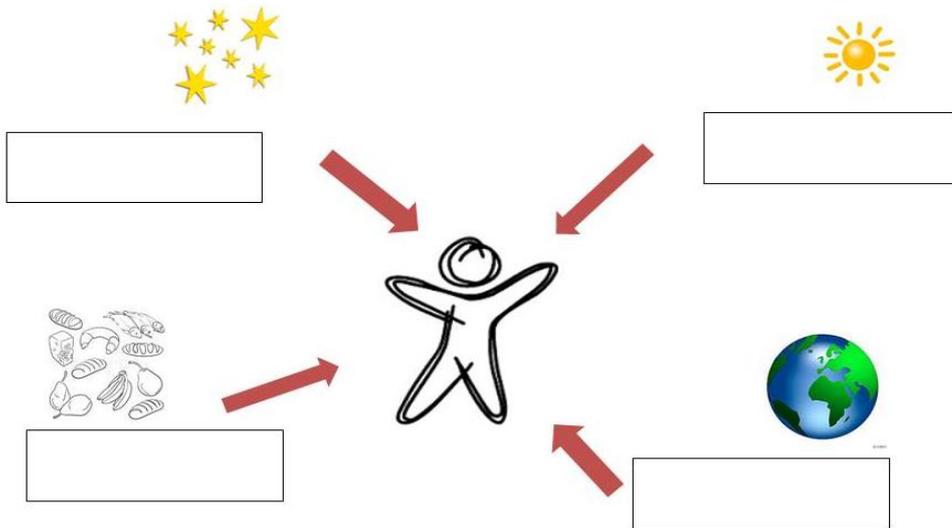
In der Natur gibt es stabile und instabile Stoffe. Instabil bedeutet, dass ein Atomkern zu schwer ist oder ein Ungleichgewicht zwischen den Protonen und Neutronen besteht. Mit _____ bezeichnet man die Eigenschaft instabiler Atomkerne, sich spontan in andere Atomkerne umzuwandeln und dabei _____ auszusenden. Dieser Umwandlungsprozess wird auch _____ Zerfall genannt. Atomsorten mit instabilen Kernen werden als _____ bezeichnet.

Radioaktivität gibt es seit der Entstehung der Erde. Die Entwicklung des Lebens auf der Erde hat sich unter ständiger Strahlung radioaktiver Substanzen vollzogen. Als einer von vielen Umweltfaktoren hat sie sogar zu dieser Entwicklung beigetragen.

Auch wir selber sind radioaktiv, denn wir sind jederzeit Strahlung ausgesetzt. In jeder Sekunde zerfallen im menschlichen Körper ein paar Tausend Atome und senden Strahlung aus. Die Strahlung erreicht uns aus dem Weltall, aus der Erde, in der Atmosphäre, aus der Nahrung und aus Baumaterialien (z.B. Beton).

- Ordne die Begriffe zu.

Erdstrahlung (terrestrische Strahlung)	Kosmische Strahlung	Solare Strahlung
Nahrungsaufnahme		

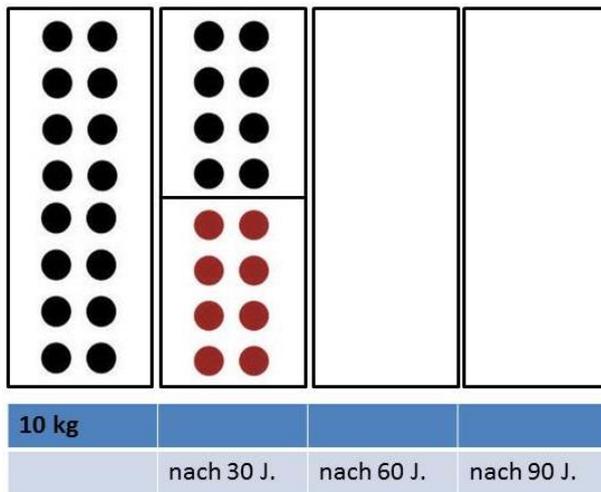


Auftrag 3.2

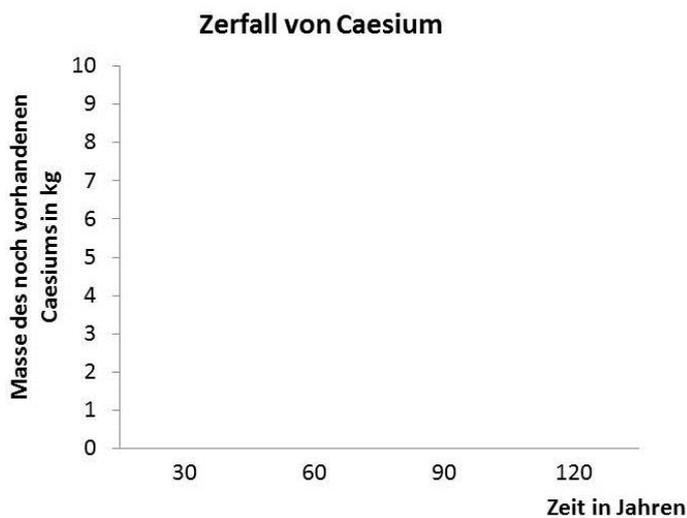
Instabile Atomkerne, also radioaktive Elemente, zerfallen so lange unter Abgabe von ionisierender Strahlung, bis stabile Atomkerne entstanden sind.

Die radioaktiven Elemente zerfallen unterschiedlich schnell. Ein Maß für die Zerfallsgeschwindigkeit ist die Halbwertszeit. Das Caesium 137 hat eine Halbwertszeit von 30 Jahren.

- Zeichne die Atome des Caesiums 137 ● und die Atome seiner Zerfallsprodukte ● in die Säulen und schreibe die Masse des noch vorhandenen Caesiums dazu.



- Fertige für den Zerfall ein Diagramm an, indem du die einzelnen Punkte durch eine Kurve verbindest. Die Achsen sind bereits gegeben.



- Was versteht man unter Halbwertszeit?

Zusatzinformationen:

Was richtet Strahlung im menschlichen Körper an?

Die Schwere der Schäden hängt davon ab, welches Gewebe wie stark von der Strahlung betroffen ist. Erste Symptome einer Strahlenkrankheit sind Kopfschmerzen, Übelkeit und Erbrechen. Sie treten wenige Stunden nach Einwirken der Strahlung auf den Körper auf. Klingen die Symptome ab, stellt sich nach einigen Tagen Appetitlosigkeit, Übermüdung und Unwohlsein ein, die einige Wochen andauern. Wie qualvoll eine akute Strahlenkrankheit bei hoher Dosis enden kann, zeigen die Opfer der Atombombenabwürfe in Hiroshima und Nagasaki und der Tschernobyl-Katastrophe. Haarausfall, unkontrollierte Blutungen, ein zerstörtes Knochenmark, Koma, Kreislaufversagen und andere dramatische Auswirkungen können den Tod bringen.

Wie hoch ist die Belastung im Alltag?

Menschen sind tagtäglich der natürlichen radioaktiven Strahlung im Boden oder der Atmosphäre ausgesetzt. In der Schweiz beträgt die durchschnittliche Strahlenbelastung pro Person rund 5,6 Millisievert (Tausendstel-Sievert, mSv) pro Jahr, mit grossen individuellen Abweichungen je nach Wohnort. In der Schweiz und der EU sind 20 mSv pro Jahr der gesetzliche Grenzwert für strahlenexponiertes Personal in Medizin und Technik. Der menschliche Organismus hat Abwehrmechanismen gegen die natürliche Strahleneinwirkung entwickelt, um sich vor diesen Belastungen zu schützen.

Was bedeutet die Masseinheit Millisievert?

Die Einheit Millisievert (nach dem schwedischen Mediziner und Physiker Rolf Sievert) ist ein Mass für die Stärke der Strahlenbelastung biologischer Organismen. 7000 Millisievert, also sieben Sievert, die direkt und kurzfristig auf den Körper treffen, bedeuten den sicheren Tod. Zum Vergleich: Am Montagmorgen massen die Techniker am Kraftwerk Fukushima I eine Intensität von 400 Millisievert pro Stunde. In Tschernobyl tötete die Strahlung von 6000 Millisievert 47 Menschen, die unmittelbar am geborstenen Reaktor arbeiteten.

4. GESCHICHTE DER RADIOAKTIVITÄT UND DER KERNSPALTUNG

Lernziele:	Material
<ul style="list-style-type: none"> Die SuS kennen die drei wichtigsten Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler im Bereich Radioaktivität und Kernspaltung und wissen, welchen Beitrag sie für die damalige und heutige Forschungsgemeinschaft und Gesellschaft geleistet haben. 	<ul style="list-style-type: none"> AB mit Aufträgen 4.1 - 4.3
Hinweise:	
<ul style="list-style-type: none"> Auftrag 4.3. Zusätzlich kann der Film oder Ausschnitte des Films „Lise Meitner – Mutter der Atombombe“ geschaut werden. 	

Verwendete Quellen:

Auftrag 4.1:

<http://www.kiknet-naturundtechnik.org/unterrichtseinheiten-physik/kernenergie-kernkraftwerke/> [online] Zugriff am 18.02.2015

http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1903/becquerel-bio.html [online] Zugriff am 19.02.2015

Auftrag 4.2:

<https://www.dhm.de/lemo/biografie/marie-curie> [online] Zugriff am 19.02.2015

<http://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CC4QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.schulen->

www.frauenfeld.ch%2Fcm_data%2FArbeitsblatt_zu_Marie_Curie_.doc&ei=iLfiVMiINILhOPPsGtg&usg=AFQjCNF2nYJpS5c14fVgrwOPCschsQj2OA&bvm=bv.85970519,d.ZWU [online] Zugriff am 19.02.2015

Wertheim, M. (1998). *Die Hosen des Pythagoras. Physik, Gott und die Frauen*. Zürich: Ammann Verlag.

Auftrag 4.3:

<https://www.dhm.de/lemo/biografie/lise-meitner> [online] Zugriff am 19.02.2015

<https://www.youtube.com/watch?v=9F6jPsE-s4k> [online] Zugriff am 19.02.2015

Litz, M. (Hrsg.) (2006). *Urknall 9., Physik, Chemie, Biologie. Begleitband*. Zug: Klett und Balmer Verlag.

Wertheim, M. (1998). *Die Hosen des Pythagoras. Physik, Gott und die Frauen*. Zürich: Ammann Verlag.

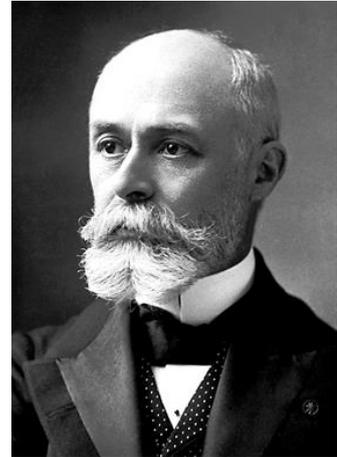
GESCHICHTE DER RADIOAKTIVITÄT UND DER KERNSPALTUNG

Auftrag 4.1

Henri Becquerel hat die Radioaktivität entdeckt. Er lebte von 1852 bis 1908 und bekam 1903 den Nobelpreis für Physik für seine Entdeckung.

Henri Becquerel fand im Jahr 1896 bei einem Spaziergang einen Stein, der ihm gut gefiel. Er nahm ihn mit und legte ihn zu Hause neben seinem Pult auf einen Stapel Fotoplatten.

Früher benutzte man Fotoplatten, um Fotos zu machen. Dabei mussten Menschen, die damals fotografiert wurden, geduldig sein, denn die Belichtung der Fotoplatten dauerte lange.

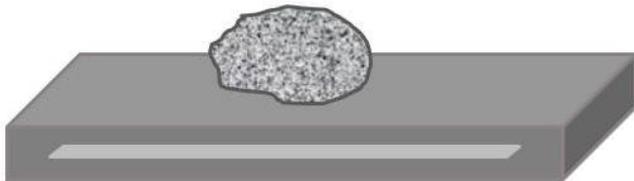


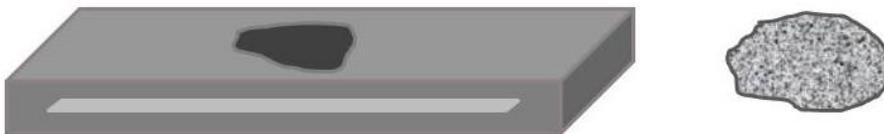
Damit vor dem Fotografieren kein Licht auf die Platten dringen konnte, mussten sie in Metallfolie verpackt sein. Die Metallfolie kann von Licht nicht durchdrungen werden. Nachdem Henri mit den Fotoplatten Fotos gemacht hatte, entdeckte er beim Entwickeln einen dunklen Fleck auf der Fotografie, der die Form des Steins hatte.

Henri Becquerel hat eine Strahlung entdeckt, die im Gegensatz zu Licht eine Metallfolie durchdringen kann. Nach ihm wurde die Masseinheit Becquerel (Bq) für die Radioaktivität benannt.

- Schreibe eine kurze Zusammenfassung über Henri Becquerels Entdeckung der Radioaktivität. Beschrifte die Zeichnungen.

Im Jahr 1896...





Auftrag 4.2

Marie Curie war eine der erfolgreichsten Naturwissenschaftlerinnen aller Zeiten. Sie beschäftigte sich mit Radioaktivität und Strahlung. Sie entdeckte gemeinsam mit ihrem Ehemann Pierre die chemischen Elemente Radium und Polonium.



- Lies die untenstehenden Fragen zu Marie Curie und suche die Antworten im Internet (z.B. helles-koepfchen.de).

1. Wann (Jahr) und wo wurde Marie Curie geboren?

2. Wo studierte Marie Curie?

3. In welchen Bereichen und wofür bekam Marie ihre Nobelpreise?

4. Wieso war es für Marie Curie zu dieser Zeit schwierig, eine Naturwissenschaftlerin zu sein?

5. Woran starb sie und wodurch wurde diese Krankheit wahrscheinlich ausgelöst?

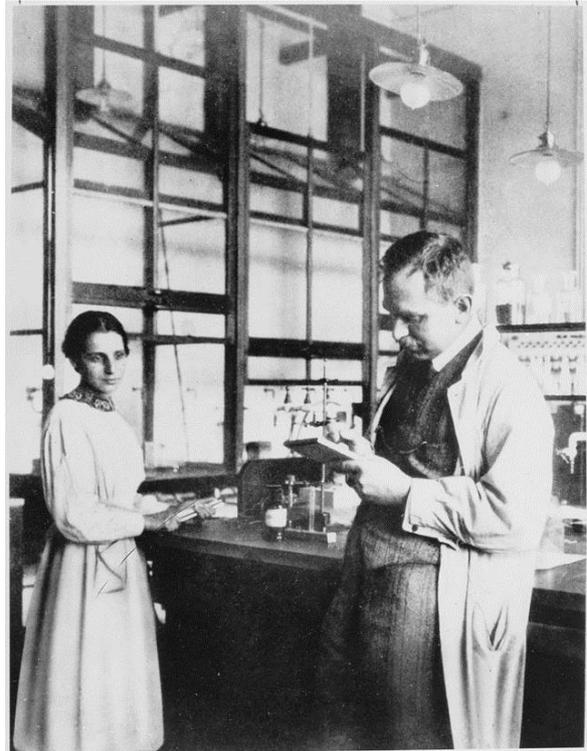
6. Wieso ist die Entdeckung von Marie und Pierre Curie noch heute sehr wichtig?

Auftrag 4.3

Lise Meitner (1878-1968) war eine österreichische Kernphysikerin.

Lise besuchte die Volksschule und interessierte sich schon sehr früh für Naturwissenschaften. Mit 14 Jahren schloss sie die Volksschule ab, denn zu dieser Zeit hatten nur die Jungen das Recht, auf ein Gymnasium zu gehen, den Mädchen blieb der Zugang verwehrt. Lise legte das Lehrerinnen-Examen in Französisch ab und bereitete sich danach im Selbststudium auf die Matura vor.

Lise bestand die Matura mit besten Ergebnissen und begann 1901 das Studium der Physik, Mathematik und Philosophie an der Universität Wien. 1907 wechselte sie zur



weiteren wissenschaftlichen Ausbildung an die Universität Berlin. Dort hatte sie es jedoch sehr schwierig, denn Frauen waren zu dieser Zeit in Berlin noch nicht an die Universität zugelassen. Lise musste das Gebäude immer durch den Hintereingang betreten und durfte die Vorlesungsräume und Experimentierräume der Studenten nicht betreten.

Lise Meitner arbeitete lange Zeit mit Otto Hahn, einem Chemiker zusammen. Da Lise Jüdin war musste sie 1938 aus dem nationalsozialistischen Deutschland fliehen.

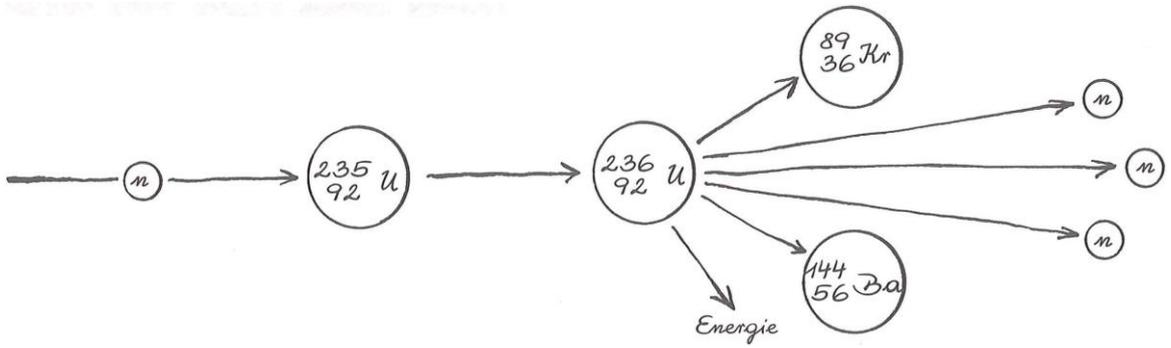
Nun in Schweden, blieb sie immer in Kontakt mit Hahn. Ende Dezember 1938 schrieb ihr Otto Hahn von einem Vorgang, den er zusammen mit Fritz Strassmann entdeckt hatte und den er als „Zerplatzen“ des Urankerns beschrieb. Man bezeichnet Otto Hahn und Fritz Strassmann als Entdecker der Kernspaltung.

Wenig später konnte Lise Meitner mit ihrem Neffen, dem Kernphysiker Otto Robert Frisch, die erste physikalisch-theoretische Deutung für das von Hahn formulierte „Zerplatzen“ des Uran-Atomkerns geben – die Erklärung der Kernspaltung.

Für die Entdeckung und den Nachweis der Kernspaltung erhielt Otto Hahn 1945 den Nobelpreis für Chemie. Lise Meitner und Otto Robert Frisch wurden nicht berücksichtigt.

Erst viel später erhielt Lise Meitner zahlreiche Ehrungen. Sie machte sich bis zu ihrem Tod für eine friedliche Nutzung der Kernspaltung stark.

- Beschreibe anhand der Zeichnung, was Lise Meitner, Otto Hahn und Fritz Strassmann herausgefunden haben.



- Diskutiert in 4er-Gruppen die Unterschiede der Ausbildung und der Stellung der Frau im naturwissenschaftlichen Bereich von damals und heute.

- Lise Meitner wurde auch „Mutter der Atombombe“ genannt. Versuche eine Erklärung zu geben.

5. VERTIEFUNG

Lernziele:	Material
<ul style="list-style-type: none">• Die SuS setzen sich vertieft mit einem Thema auseinander.• Die SuS können selbstständig einen Teil eines Themas für einen Vortrag vorbereiten und sich dabei die Fachinhalte selber beschaffen.• Die einzelnen SuS unterstützen ihre Mitschülerinnen und Mitschüler, damit am Schluss ein gutes Produkt entsteht.	<ul style="list-style-type: none">• Internet, Bücher
Hinweise:	
<ul style="list-style-type: none">• Die gewählten Themen sind sehr komplex (z.B. Nuklearmedizin) und müssen an das Niveau der Klasse angepasst werden. Auch die Unterstützung und Strukturierung bei der Vorbereitung muss dem Niveau der Klasse angepasst werden (z.B. indem Lesematerial oder Videos zur Verfügung gestellt werden von der LP). Zudem kann die Dauer des Vortrags je nach Stärke und Interesse der Klasse variieren. Die SuS sollen das Thema wählen, welches sie am meisten interessiert. Der Vortrag kann bewertet oder als Übung eingesetzt werden.	

VERTIEFUNG

Auftrag 5.1

Zusammen mit deiner Gruppe bereitest du für deine Klasse einen kurzen Vortrag vor. Alle in der Gruppe sollten ungefähr gleich viel sprechen.

Es stehen folgende Themen zur Auswahl:

- Atombombenabwurf über Hiroshima und Nagasaki
- Nuklearkatastrophe von Tschernobyl
- Nuklearkatastrophe von Fukushima
- Entdeckung der Röntgenstrahlen
- Nuklearmedizin/ Strahlentherapie/ Strahlenkrankheit

6. ANHANG

Auftrag 1.4: Texte für das Gruppenpuzzle 1-5.

1 Erdwärme (Geothermie)

Die Erde birgt einen riesigen und unerschöpflichen Energievorrat. Die Energie stammt zum Teil aus der ursprünglichen Wärme bei der Entstehung der Erde, der grössere Teil der Erdwärme wird jedoch laufend aus dem natürlichen Zerfall radioaktiver Elemente erzeugt. Damit bleibt der Wärmeevorrat trotz dauernder Wärmeabstrahlung in den Weltraum erhalten. Wenn man einen Kilometer tief gräbt, beträgt die Temperatur schon 40°C. Je tiefer man gräbt, desto wärmer wird es. Man schätzt, dass im inneren Kern der Erde Temperaturen von bis zu 5000°C herrschen. Die Erdwärme ist eine vielversprechende erneuerbare Energiequelle. Sie ist ständig verfügbar und nicht von der Tageszeit oder vom Wetter abhängig. Die Erdwärmereiserven sind praktisch überall vorhanden und nach menschlichen Massstäben unerschöpflich. Erdwärmeeinrichtungen brauchen wenig Platz, da sich der grösste Teil der Anlage unter der Erde befindet. Dazu ist die Erdwärmeeinrichtung äusserst umweltfreundlich. Da keine Verbrennung stattfindet, werden keine Abgase und auch kein klimaschädliches Kohlendioxid (CO₂) freigesetzt.

Ein Projekt zur Gewinnung von Strom und Wärme aus geothermischer Energie mittels Tiefenbohrung in Basel musste eingestellt werden, weil sich nach der Probebohrung mehrere Erdbeben ereigneten.

Bei der Stromproduktion mittels Geothermie wird die Erdwärme in Form von heissem Wasser an die Erdoberfläche transportiert. Ein Wärmetauscher überträgt die Energie an einen zweiten Kreislauf, welcher eine Dampfturbine antreibt. Die Rotationsenergie der Turbine wird mit dem Generator in elektrischen Strom umgewandelt.

Bis heute gibt es zwei Arten, um zum heissen Wasser im Erdinneren zu gelangen: Das hydrothermale und das petrothermale System.

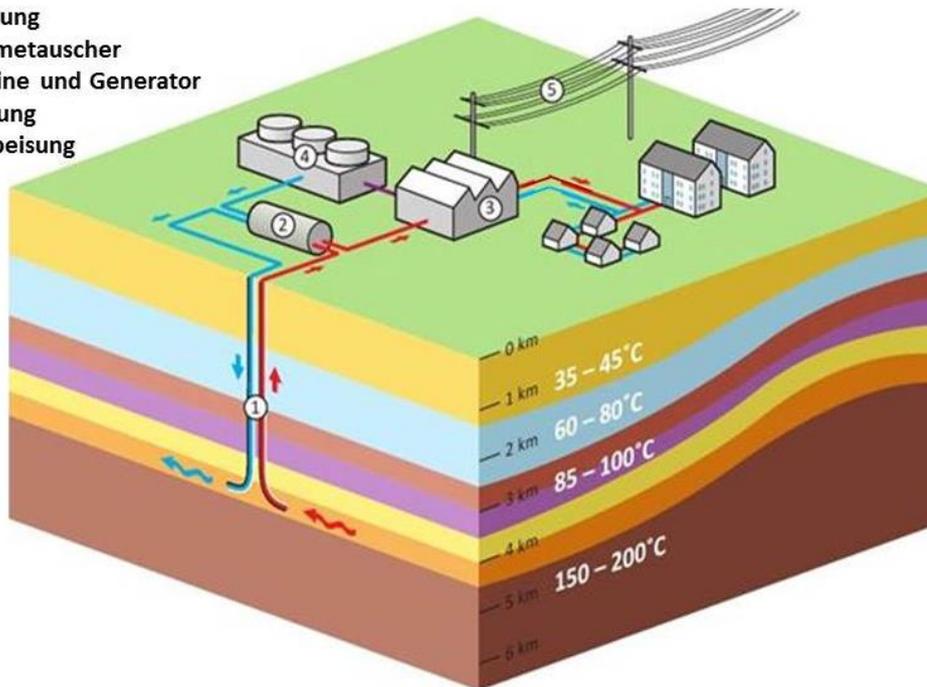
Petrothermales System

Beim petrothermalen System bohren Spezialisten senkrecht bis in eine Tiefe von mehreren tausend Metern. In diese Bohrung pressen sie kaltes Wasser. Durch die hohen Temperaturen im Erdinneren wärmt sich das Wasser am Ende des Bohrlochs auf. Das erhitzte Wasser wird durch eine zweite, parallel verlaufende Bohrleitung hinaufgepumpt.

Hydrothermales System

Beim hydrothermalen System suchen Fachleute einen unterirdischen Fluss, der heisses Wasser mit sich führt. Dieses fördern sie an die Oberfläche, wo es seine Energie über einen Wärmetauscher abgibt und dadurch abkühlt. Anschliessend wird das Wasser wieder in die Tiefe gepumpt, sodass sich der Kreislauf schliesst.

1. Bohrung
2. Wärmetauscher
3. Turbine und Generator
4. Kühlung
5. Einspeisung



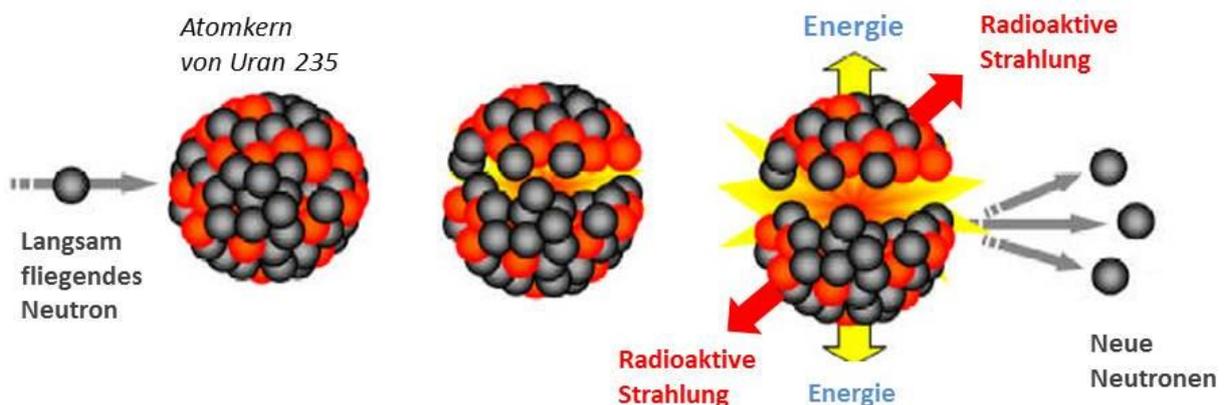
2 Kernkraftwerk

Kernkraftwerke decken rund 40 % des schweizerischen Strombedarfs. Sie produzieren den Strom CO₂-frei und tragen damit nicht zu den menschlich verursachten Klimaveränderungen bei. Kernkraftwerke laufen rund um die Uhr mit konstanter Leistung und liefern Grundlast- oder Bandenergie.

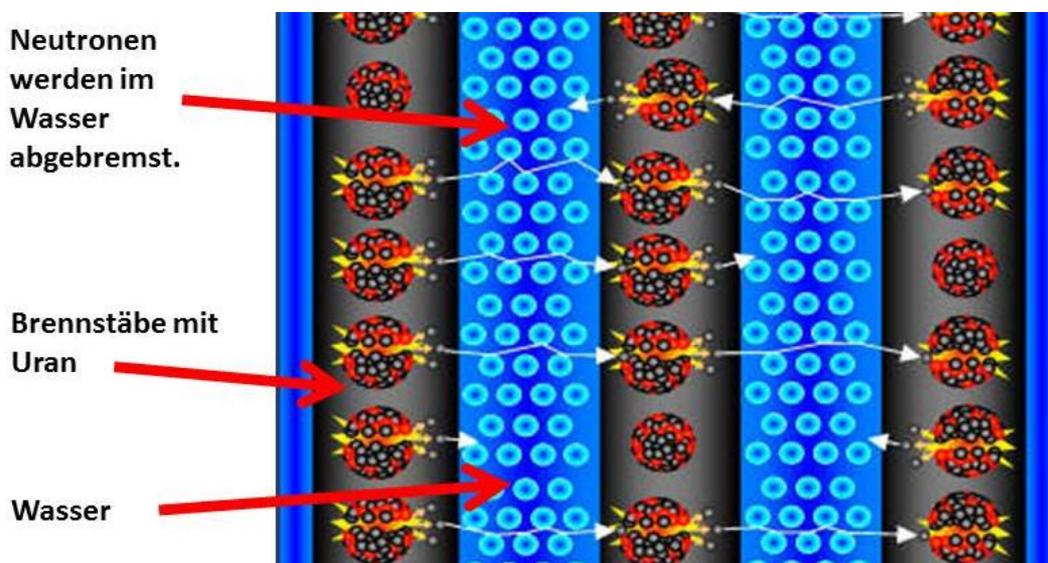
Als Brennstoff brauchen Kernkraftwerke Uran. Uran ist ein Schwermetall, das in zahlreichen Mineralien enthalten ist und fast überall auf der Erde vorkommt

Das Reaktordruckgefäß ist der zentrale Teil des Kraftwerks. Hier befinden sich die Brennstäbe, die umgeben sind von Wasser. Die Brennstäbe sind mit Uran gefüllt.

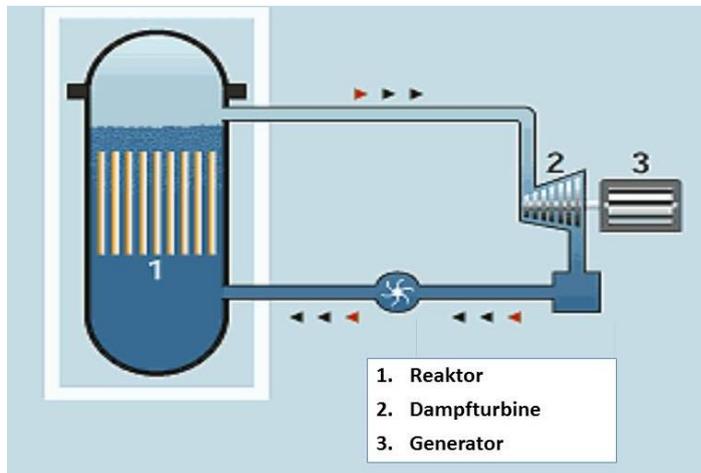
Wie alle Stoffe, besteht Uran aus Atomen – einem Atomkern und geladenen Teilchen. Mit Hilfe von „kleinen Geschossen“, den Neutronen, werden die Atomkerne gespalten. Hierbei entstehen radioaktive Kernbruchstücke und weitere Neutronen. Diese können wieder neue Spaltungen von Urankernen auslösen; es kommt zu einer Kettenreaktion.



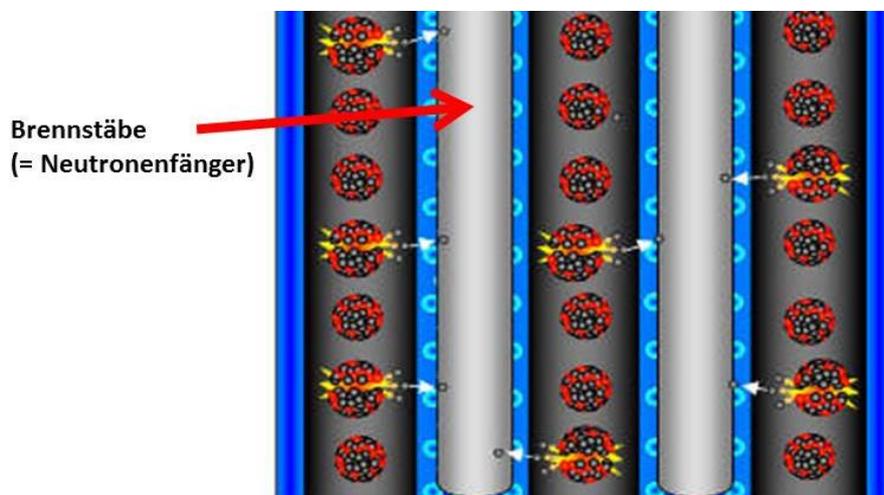
Bei der Kernspaltung von Uran wird enorm viel Energie in Form von Wärme freigesetzt.



Diese Wärme aus der Kernspaltung erhitzt das Wasser, welches die Brennstäbe umspült und es entsteht Dampf. Der Dampf wird auf die Turbine geleitet und versetzt sie in Drehbewegung. Die Turbine ist mit dem Generator verbunden, der die mechanische Energie in elektrische Energie umwandelt. Im Transformator wird die Spannung erhöht, damit der Strom mit möglichst wenig Verlust zu den Verbrauchern transportiert werden kann.



In einem Kernkraftwerk laufen die Kernspaltungen kontrolliert ab. Die Kontrolle der Kettenreaktion erfolgt durch Steuerstäbe, welche je nach Position mehr oder weniger Neutronen einfangen und damit die Kernspaltung regulieren.



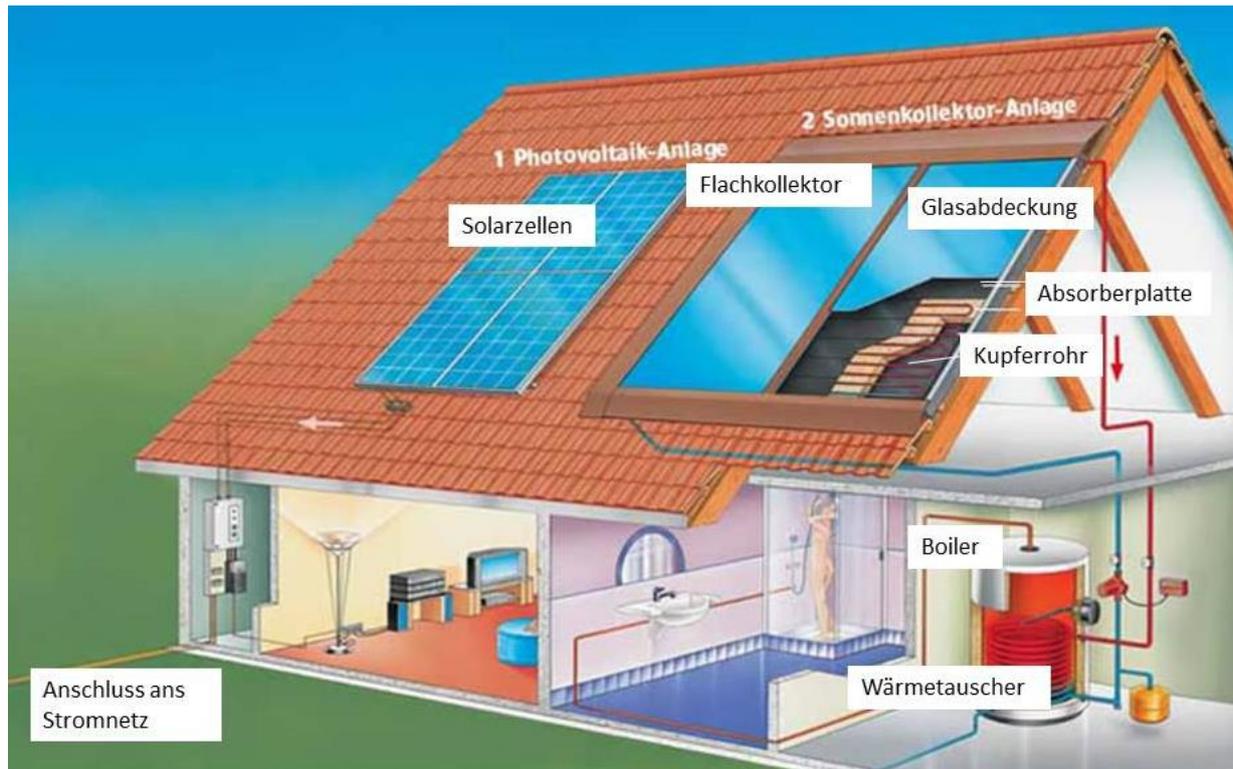
Wenn der Dampf die Dampfturbine durchlaufen hat und die ausnutzbare Energie abgegeben wurde, wird der Dampf im Kondensator abgekühlt und wieder zu Wasser kondensiert. Dieses Wasser wird wieder zum Reaktordruckgefäß zurückgeleitet. Es entsteht ein Kreislauf.

Das Kühlwasser für den Kondensator zirkuliert entweder über einen Kühlturm (Gösgen, Leibstadt) oder wird einem Fluss entnommen und diesem wieder zugeleitet (Beznau, Mühleberg). Aus physikalischen Gründen kann, wie in jedem thermischen Kraftwerk, nur rund ein Drittel der gesamten Wärmeenergie in Strom umgewandelt werden.

3 Sonnenkraftwerk / Photovoltaikanlage

Die Sonne ist ein unerschöpflicher Energiespender und strahlt gewaltige Energiemengen auf die Erde ein.

Die Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen ist (noch) sehr teuer. Dafür verantwortlich sind die hohen Kosten für die Produktion der Solarzellen. Faszinierend ist jedoch die völlige Lärm- und Emissionsfreiheit dieser Art der Stromerzeugung. Die Anlagen beanspruchen aber verhältnismässig grosse Flächen.



Photovoltaikanlage

Eine Photovoltaik-Anlage wandelt die Energie des Sonnenlichts mit Hilfe von Solarzellen in elektrischen Strom um. Die Solarzellen bestehen zur Hauptsache aus einem Halbleitermaterial - wie zum Beispiel Silizium - mit zwei unterschiedlichen Schichten. Unter Einwirkung von Sonnenlicht entsteht zwischen diesen Schichten eine elektrische Spannung. Eine einzelne Solarzelle aus Silizium liefert typischerweise eine Spannung von etwa 0,5 Volt. Zur Erzielung höherer Spannungen werden mehrere Solarzellen hintereinandergeschaltet und in einem Gehäuse mit transparenter Abdeckung zu einem Solarmodul zusammengebaut. Aus mehreren Modulen lassen sich wiederum grössere Anlagen zusammenstellen.

Photovoltaikanlagen sind oft Netzverbundanlagen. Das heisst, sie sind mit dem öffentlichen Stromnetz gekoppelt. Erzeugt die Photovoltaikanlage mehr elektrische Energie als das

betreffende Gebäude benötigt, wird die Überschussenergie ins öffentliche Netz gespeist. Im umgekehrten Fall wird Energie aus dem öffentlichen Netz bezogen.

Sonnenkollektoren

Sonnenkollektor-Anlagen gewinnen aus der Sonnenstrahlung Wärme, die hauptsächlich zur Erwärmung des Gebrauchswassers verwendet wird. Auf Hausdächern kommt am häufigsten der Flachkollektor zur Anwendung. Auf seiner Vorderseite befindet sich eine transparente Abdeckung aus Glas oder Kunststoff, welche die gleiche Wirkung wie ein Treibhausdach hat. Die Sonnenstrahlen dringen durch die Abdeckung auf ein schwarz beschichtetes Aluminium- oder Kupferblech. Dieses beschichtete Blech (Absorberplatte) ist fest mit einem Kupferrohr verbunden, durch das eine Wärmeträger-Flüssigkeit zirkuliert. Die Sonnenstrahlung wird von der Absorberplatte aufgenommen und in Wärme umgewandelt. Die Wärmeträger-Flüssigkeit transportiert die Wärme vom Kollektor in einen Wärmetauscher, der im Speicher eingebaut ist. Dieser gibt die Wärme an das Gebrauchswasser ab.

4 Wasserkraftwerk

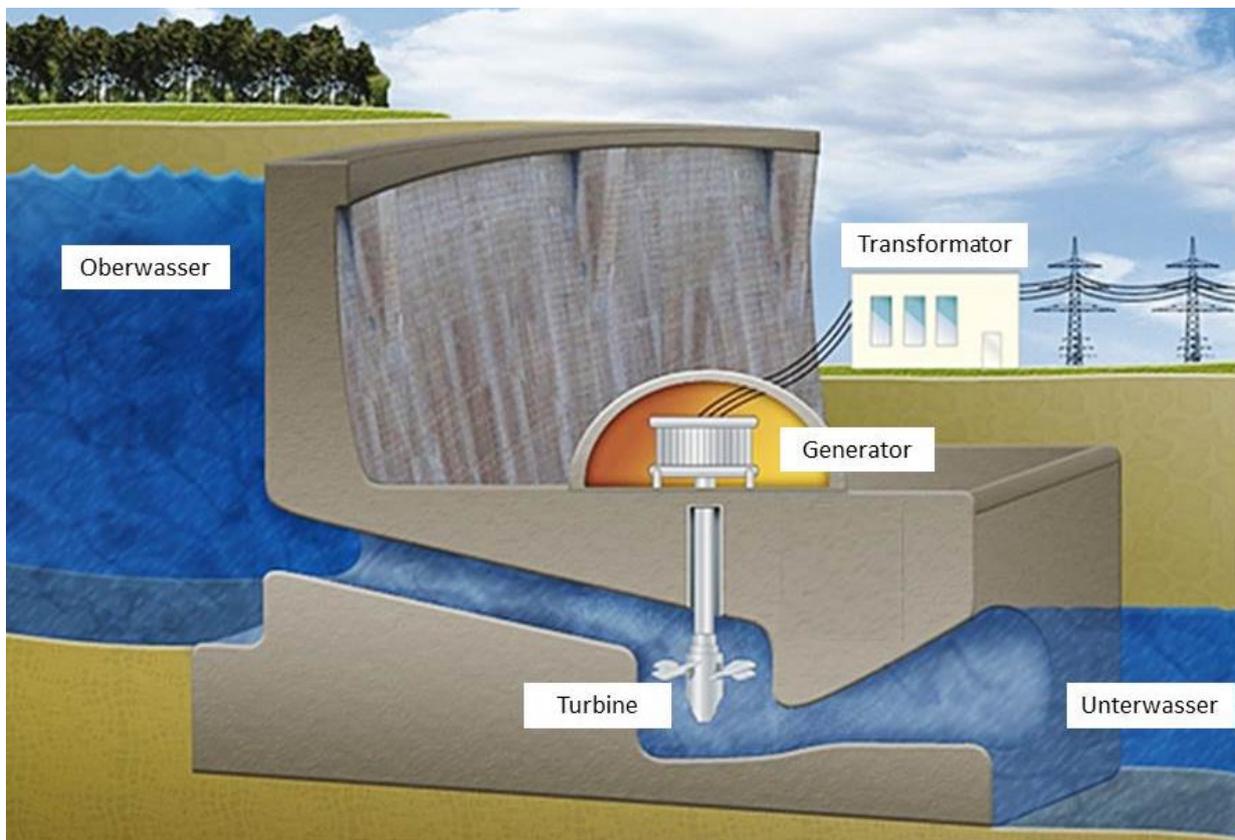
Lauf- und Speicherkraftwerke nutzen die Wasserkraft, um Strom zu produzieren.

Die Wasserkraft zählt zu den erneuerbaren Energien, denn das Wasser aus Flüssen und Seen erneuert sich durch Regen immer wieder.

Speicherkraftwerke können schnell in Betrieb genommen und wieder abgestellt werden und sie lassen sich schnell an den Strombedarf anpassen. Sie werden deshalb hauptsächlich zur Deckung des schwankenden Spitzenstrombedarfs eingesetzt.

Die Stromproduktion von Laufkraftwerken ist von der Wasserführung der Flüsse abhängig und daher im Sommer grösser als im Winter. Sie produzieren jedoch im Tagesablauf rund um die Uhr gleich viel Strom und liefern somit sogenannte Grundlast- oder Bandenergie.

Speicherkraftwerk:



Das Speicherkraftwerk nutzt Wasser aus Stauseen zur Stromproduktion. Um das Wasser zu stauen, müssen Talsperren (Staumauern, Staudämme) errichtet werden.

Das Wasser, das im Wasserspeicher enthalten ist, bezeichnet man als Oberwasser. Je höher das Wasser aufgestaut wird, desto grösser ist die Fallhöhe zwischen Turbine und Oberwasser. Diese Fallhöhe bezeichnet man als Nutzgefälle, denn sie bestimmt, wie viel Energie aus dem Wasserkraftwerk gewonnen werden kann.

Die Turbine wird durch die Wasserbewegung angetrieben. Sie wandelt die potentielle Energie des Wassers in Rotationsenergie um. Diese Rotationsenergie wird auf den Generator übertragen.

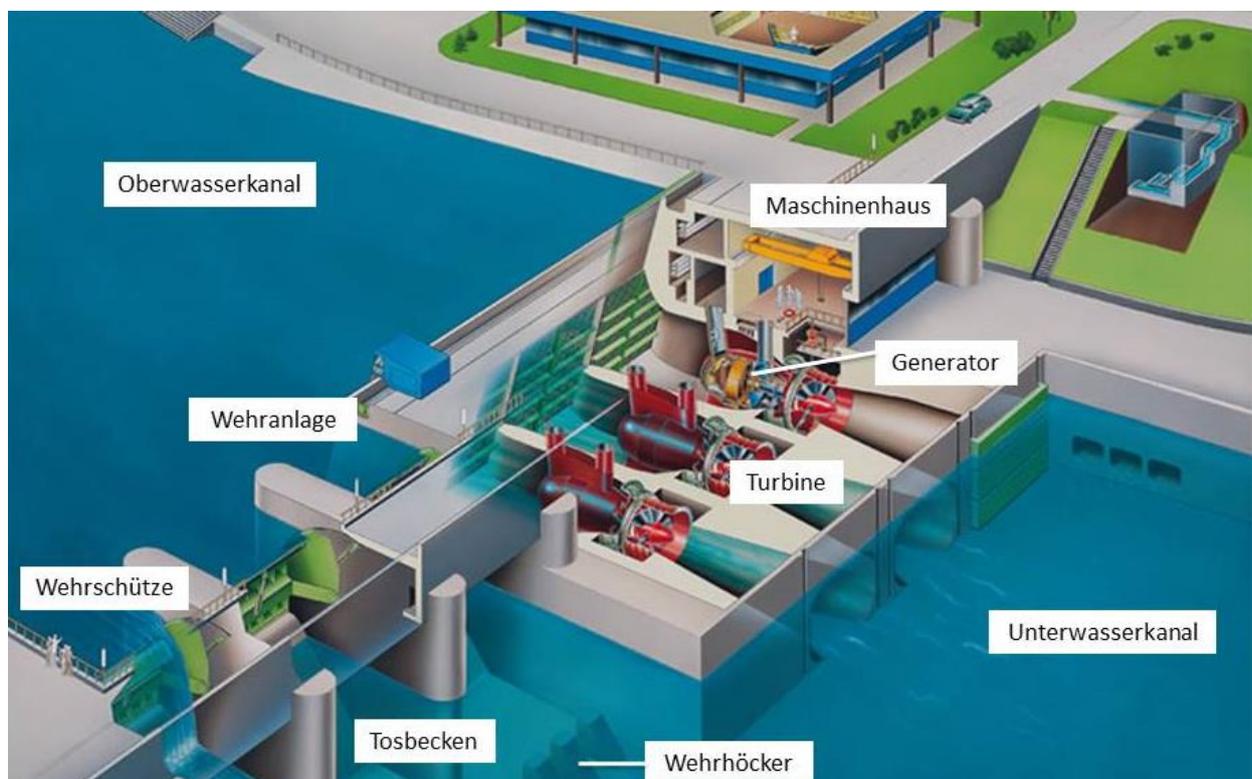
Der Transformator wandelt die Spannung vom Generator in Hochspannung um. Der erzeugte Strom kann nun ins Hochspannungsnetz eingespeist und zu den Verbrauchern transportiert werden.

Laufkraftwerke:

Laufkraftwerke nutzen das Wasser von grösseren Flüssen zur Stromproduktion. Damit ein Gefälle ausgenutzt werden kann, wird ein Stauwehr gebaut, welches das Wasser in der Regel über mehrere Kilometer zurückstaut. Die Energie, die sich aus einem Wasserkraftwerk gewinnen lässt, ist abhängig von der Wassermenge und der Fallhöhe des Wassers.

Wie beim Speicherkraftwerk wandelt auch beim Laufkraftwerk die Turbine die potentielle Energie des Wassers in Rotationsenergie um. Der Generator wandelt die Rotationsenergie anschliessend in elektrische Energie um. Der erzeugte Strom wird ins Verbrauchernetz eingespeist.

Mit den Wehrschützen kann die Wasserhöhe reguliert werden. Bei Hochwasser oder beim Abschalten von Turbinen fliesst eine grössere Wassermenge ungenutzt über das Wehr. Tosbecken und Wehrhöcker verhindern, dass dieses energiereiche Wasser Schäden anrichten kann.



5 Windkraftwerk

Strom aus Windenergie ist umweltfreundlich und von allen sogenannten neuen erneuerbaren Energien die günstigste Stromproduktionsart. In windreichen Küstenländern kann sie namhaft zur Stromproduktion beitragen. In der Schweiz gibt es leider weit weniger günstige Standorte für Windenergieanlagen, so dass das Potential auch wesentlich geringer ist. Die grössten Windenergieanlagen in der Schweiz befinden sich auf dem Mont Crosin im Berner Jura. Ein Nachteil der Windenergie ist die unterschiedliche Verfügbarkeit. Der Wind bläst nicht immer dann am stärksten, wenn auch der Strombedarf am grössten ist. Wäre der Anteil von Strom aus Windkraftwerken hoch, müssten für windarme Zeiten Reservekraftwerke bereitgestellt werden.



Moderne Windkraftwerke sind hochtechnisierte Anlagen. Sie bestehen im Wesentlichen aus dem Mast, der Gondel mit den maschinellen Einrichtungen und dem Rotor mit meist drei Rotorblättern. Die grössten Anlagen erbringen heute eine Leistung von 3'000 kW und haben einen Rotordurchmesser von 90 m. Auf dem Mont Crosin im Berner Jura sind 8 Anlagen installiert, die zusammen 7'600 kW Leistung aufweisen. Ihr jährlicher Energieertrag beträgt rund 8'500'000 kWh, was für die Stromversorgung von etwa 2'500 Haushalten ausreicht.

Windenergieanlagen erzeugen Strom, weil die Bewegungsenergie des Windes auf die Rotorblätter wirkt und dadurch den Rotor der Anlage in eine Drehbewegung versetzt. Diese Rotationsenergie leitet der Rotor über das Getriebe an einen Generator weiter, welcher daraus elektrischen Strom erzeugt. Dieser wird dann in das Stromnetz eingespeist.

Die Rotorblätter beginnen ab einer Windgeschwindigkeit von etwa 2 m/s zu drehen und ab 4 m/s Strom zu produzieren. Die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung werden kontinuierlich gemessen. Weicht die Richtung der Gondel von der effektiven Windrichtung ab, wird sie automatisch gedreht. Die Anlagen erreichen ihre maximale Leistung bei einer Windgeschwindigkeit von 12-15 m/s. Um Sturmschäden am Rotor zu vermeiden, werden sie abgestellt, sobald die Windgeschwindigkeit 25 m/s übersteigt. Durch zwei verschiedene Bremssysteme können die Rotorblätter gebremst werden.

ENERGIEGEWINNUNG UND KRAFTWERKE IN DER SCHWEIZ

LÖSUNG



INHALTSVERZEICHNIS

1.	Stromproduktionsarten / Kraftwerke in der Schweiz.....	123
2.	Kernkraftwerk / Besuch Kernkraftwerk.....	125
3.	Radioaktivität und Strahlung.....	126
4.	Geschichte der Radioaktivität und der Kernspaltung.....	129
5.	Vertiefung.....	130

1. ENERGIEGEWINNUNGSARTEN / KRAFTWERKE IN DER SCHWEIZ

Auftrag 1.1 – Individuelle Lösung

Auftrag 1.2

Fossile Energieträger:

Unter fossilen Energieträgern versteht man Erdöl, Erdgas und Kohle. Sie entstanden vor Millionen von Jahren und sind nicht erneuerbar. Öl, Gas und Kohle besitzen einen hohen Energiegehalt, verursachen jedoch grosse Umweltprobleme, vor allem beim Verbrennen dieser fossilen Energieträger. Auch die Förderung und die Arbeitsbedingungen an Abbauorten sind ungesund und gefährlich.

Erneuerbare Energieträger:

Sonne, Wind, Wasserkraft, Erdwärme und Biomasse gehören zu den erneuerbaren Energien. Nach menschlichen Zeitbegriffen sind sie unerschöpflich und werden durch den Kreislauf der Natur erhalten. So ist die Energieversorgung im Vergleich zu Erdöl und Kohle langfristig gesichert.

Nukleare Energieträger:

Der natürliche Vorgang der Energieabstrahlung kann künstlich ausgelöst werden. Diesen Prozess nennt man Kernspaltung. Bei der Kernspaltung von Uran, einem radioaktiven Element, werden riesige Energiemengen frei, die für die Stromgewinnung genutzt werden können.

Auftrag 1.3



Speicherkraftwerk



Solarkraftwerk



Windkraftwerk



Kernkraftwerk



Gas- oder Kohlekraftwerk



Laufkraftwerk

Auftrag 1.4

- Was versteht man unter Energie? Versuche eine Erklärung für Energie zu geben.

Energie ist eine physikalische Grösse welche in allen Bereichen eine grosse Bedeutung hat, denn das Vorhandensein von Energie ist die Voraussetzung um etwas zu verändern. Energie kann nicht produziert oder verbraucht werden, Energie kann umgewandelt, transportiert und gespeichert werden. Energie gibt es in vielen Energieformen und Energieeinheiten, die internationale Grundeinheit ist das Joule ($J = Ws$).

- Lies die Definition, welche dir deine Lehrperson zeigt. Vergleiche sie mit deiner Erklärung. Notiere das Wichtigste im gelben Kasten.

Energie kann nicht produziert oder verbraucht werden, Energie kann umgewandelt, transportiert und gespeichert werden

Verschiedene Energieformen sind beispielsweise:

- Elektrische Energie (**Strommast**)
 - Wärmeenergie (**Heizung**)
 - Lageenergie (= potenzielle Energie) (**Stausee**)
 - Chemische Energie (**Kerze**)
 - Bewegungsenergie (= kinetische Energie) (**Velo fahren**)
 - Lichtenergie (**Sonne**)
- Was kann nun möglicherweise unter den Begriffen *Energieverbrauch*, *Energiesparen*, *Energieverlust* und *Energieverschwendung* verstanden werden?

Energieverschwendung:

Wenn für die Produktion von Luxusgütern Rohstoffe verwendet werden und gleichzeitig Nahrungsmittelmangel und Armut herrscht, wird von Verschwendung gesprochen.

Energieverlust:

Bei den heute üblichen Umwandlungsarten wird nur ein Teil der im Energieträger vorhandenen Energie in nutzbare Energie umgewandelt. Was „verloren“ geht, wird als Energieverlust bezeichnet.

Energiesparen:

Wenn ein Gerät durch technischen Fortschritt effizienter wird und sich der Wirkungsgrad des Energieerzeugungsprozesses erhöht, braucht es weniger Rohstoffe bei gleichzeitig mehr Energielieferung oder es wird mehr Energie und weniger Energieverlust erzielt.

Energieverbrauch:

Menschen können Energie nur in bestimmten Formen nutzen. Somit wird unter dem Begriff Energieverbrauch der Verlust von technisch oder biologisch leicht nutzbaren Energieformen verstanden.

Auftrag 1.5 – Individuelle Lösung

Auftrag 1.6 – Individuelle Lösung

2. KERNKRAFTWERK / BESUCH KERNKRAFTWERK

Auftrag 2.1– Individuelle Lösung

3. RADIOAKTIVITÄT UND STRAHLUNG

Auftrag 3.1

In der Natur gibt es stabile und instabile Stoffe. Instabil bedeutet, dass ein Atomkern zu schwer ist oder ein Ungleichgewicht zwischen den Protonen und Neutronen besteht. Mit **Radioaktivität** bezeichnet man die Eigenschaft instabiler Atomkerne, sich spontan in andere Atomkerne umzuwandeln und dabei ionisierende **Strahlung** auszusenden. Dieser Umwandlungsprozess wird auch **radioaktiver Zerfall** genannt. Atomsorten mit instabilen Kernen werden als **Radionuklide** bezeichnet.

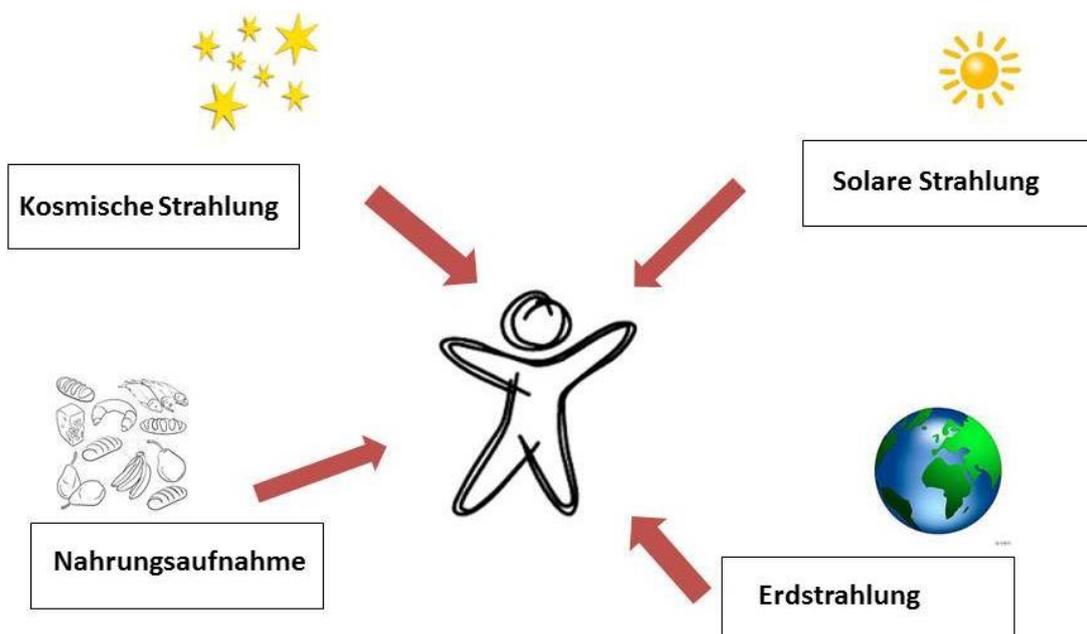


Radioaktivität gibt es seit der Entstehung der Erde. Die Entwicklung des Lebens auf der Erde hat sich unter ständiger Strahlung radioaktiver Substanzen vollzogen. Als einer von vielen Umweltfaktoren hat sie sogar zu dieser Entwicklung beigetragen.

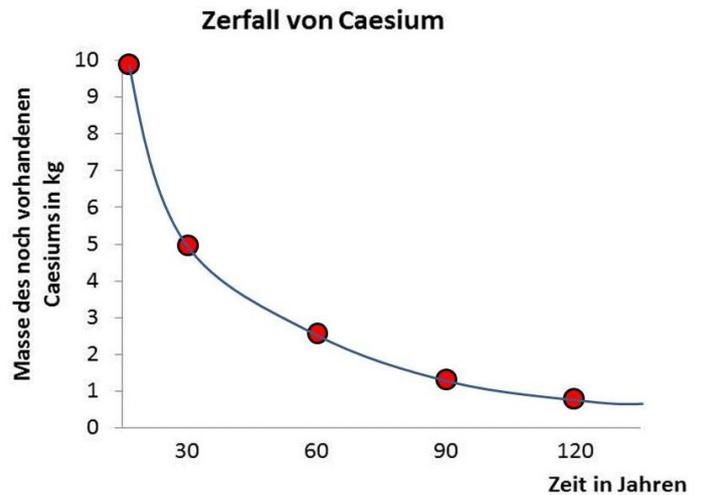
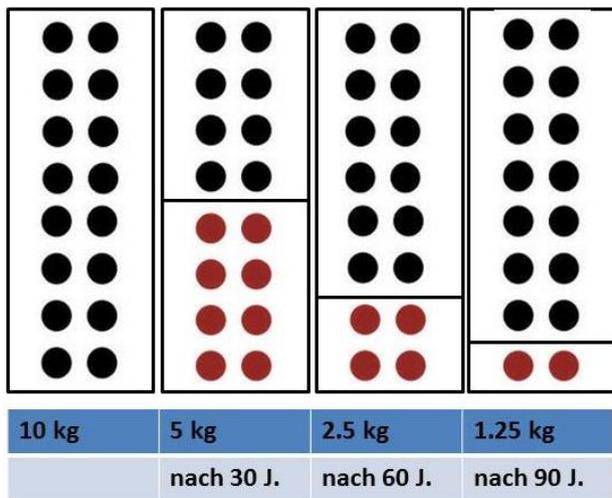
Auch wir selber sind radioaktiv, denn wir sind jederzeit Strahlung ausgesetzt. In jeder Sekunde zerfallen im menschlichen Körper ein paar Tausend Atome und senden Strahlung aus. Die Strahlung erreicht uns aus dem Weltall, aus der Erde, in der Atmosphäre, aus der Nahrung und aus Baumaterialien (z.B. Beton).

- Ordne die Begriffe zu.

Erdstrahlung (terrestrische Strahlung)	Kosmische Strahlung	Solare Strahlung
Nahrungsaufnahme		



Auftrag 3.2



- Was versteht man unter Halbwertszeit?

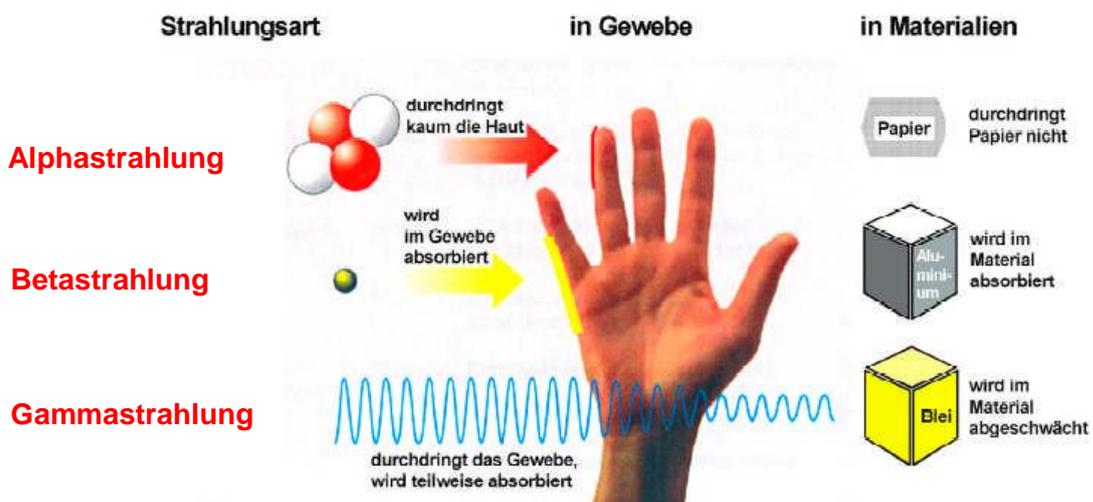
Zeit, in der die Hälfte aller anfänglich vorhandenen radioaktiven Atome zerfallen ist.

Auftrag 3.3

Es gibt drei Strahlungsarten, die unterschieden werden:

- Alphastrahlung
- Betastrahlung
- Gammastrahlung

Reichweite von Strahlung



- Betrachte das Bild, ordne die Strahlungsarten zu und gib eine kurze Erklärung zu jeder Strahlungsart.

Alphastrahlung:

Sie hat in der Luft nur eine geringe Reichweite von einigen Zentimetern und lässt sich durch ein Blatt Papier abschirmen. Wenn Lebensmittel verstrahlt sind, stellen sie dennoch eine Gefahr für den Körper dar.

Betastrahlung:

Sie können das Körpergewebe einige Zentimeter tief durchdringen und sie reichen einige Meter durch die Luft. Betastrahlen können von innen und aussen auf den Körper wirken, was sehr gefährlich ist.

Gammastrahlung:

Gammastrahlen sind Röntgenstrahlen. Sie bewegen sich mit Lichtgeschwindigkeit und können fast alle Materialien durchdringen. Dicke Bleiplatten, Wasser und Erde können die Gammastrahlung jedoch abschirmen. Sie können 10 cm menschliches Gewebe ungeschwächt durchdringen.

4. GESCHICHTE DER RADIOAKTIVITÄT UND DER KERNSPALTUNG

Auftrag 4.1 – Individuelle Lösung

Auftrag 4.2

1. Wann (Jahr) und wo wurde Marie geboren?

1867 in Warschau

2. Wo studierte Marie Curie?

In Paris an der Universität Sorbonne

3. Wofür bekam Marie Curie ihre Nobelpreise?

Sie bekam einen Nobelpreis in Physik und einen in Chemie für die Forschung an radioaktiven Substanzen und die Entdeckung von Radium und Polonium.

4. Wieso war es für Marie Curie zu dieser Zeit schwierig, eine Naturwissenschaftlerin zu sein?

Marie Curie konnte zwar das Gymnasium besuchen und Abitur machen, jedoch war es in Polen für Frauen nicht erlaubt, zu studieren. Zu dieser Zeit war es für Frauen nicht üblich, ein Studium zu machen und sie wurden nur an wenigen Orten geduldet. Zu naturwissenschaftlichen Gesellschaftskreisen hatten Frauen oft keinen Zugang.

5. Woran starb sie und wodurch wurde diese Krankheit wahrscheinlich ausgelöst?

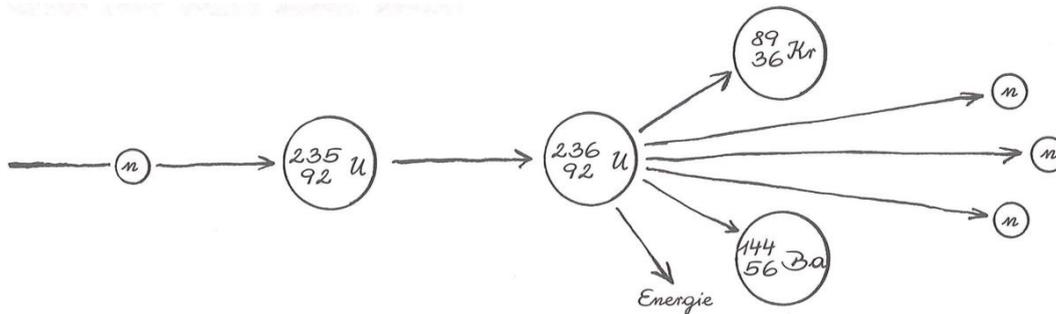
Marie Curie stirbt an Leukämie, einer Folge ihrer hochdosierten und langjährigen Kontakte mit radioaktiven Elementen.

6. Wieso ist die Entdeckung von Marie und Pierre Curie noch heute sehr wichtig?

Radioaktive Stoffe sind sehr gefährlich und nur mit dem richtigen Umgang einzusetzen. Marie Curie stellte chemische Untersuchungen radioaktiver Substanzen an und suchte nach deren medizinischen Nutzungsmöglichkeiten. Die Nuklearmedizin ist heute ein wichtiges Teilgebiet der Medizin und gründet auf die Entdeckungen von Marie Curie.

Auftrag 4.3

- Beschreibe an Hand der Zeichnung, was Lise Meitner, Otto Hahn und Fritz Strassmann herausgefunden haben.



Der Kern des Uranisotops ${}_{92}^{235}\text{U}$ wird mit einem Neutron beschossen und zerplatzt in zwei Trümmerkerne (Kryptonisotop und Bariumisotop). Wärmeenergie, 2-3 freie, schnelle Neutronen und Strahlung werden frei.

- Diskutiert in 4er-Gruppen die Unterschiede der Ausbildung und der Stellung der Frau im naturwissenschaftlichen Bereich von damals und heute.

Individuelle Lösung

- Lise Meitner wurde auch „Mutter der Atombombe“ genannt. Versuche eine Erklärung zu geben.

Lise Meitner hat die Erklärung für die Kernspaltung gegeben und hat somit die Türen für den Bau von Atombomben geöffnet. (Lise Meitner hat sich jedoch immer für einen friedlichen Einsatz der Kernspaltung eingesetzt.)

5. VERTIEFUNG

Auftrag 5.1 – Individuelle Lösung

Verwendete Quellen:

Titelbilder:

<http://battere.ch/wp-content/uploads/2014/10/stausee.jpg> [online] Zugriff am 09.12.2014

<http://www.bauwohnwelt.at/bauen-und-wohnen/finanzierung-planung/kredite-finanzierungen/solarenergie-energiekosten-effektiv-senken-mit-den-experten-von-www-bauwohnwelt-at/> [online] Zugriff am 09.12.2014

<http://www.nzz.ch/aktuell/schweiz/strafanzeige-gegen-zwei-kernkraftwerke-1.17921891> [online] Zugriff am 09.12.2014

http://www.tagblatt.ch/storage/scl/import/tbnews/tbtg/tz-fu/1805090_m3w560h330q75v35433_xio-fcmsimage-20130904023634-006209-5226809236bba-.tbtg_20130904_68v02_q5.jpg?version=1378272382 [online] Zugriff am 09.12.2014

Auftrag 1.2:

<http://www.kiknet-naturundtechnik.org/unterrichtseinheiten-physik/kernenergie-kernkraftwerke/> [online] Zugriff am 18.02.2015

Auftrag 1.3:

<http://battere.ch/wp-content/uploads/2014/10/stausee.jpg> [online] Zugriff am 09.12.2014

<http://www.bauwohnwelt.at/bauen-und-wohnen/finanzierung-planung/kredite-finanzierungen/solarenergie-energiekosten-effektiv-senken-mit-den-experten-von-www-bauwohnwelt-at/> [online] Zugriff am 09.12.2014

http://www.geocaching.com/geocache/GC4BK7V_kraftwerk-gossendorf?guid=6a17a1ad-9680-4e4d-837e-d7d1212b9c6e [online] Zugriff am 09.12.2014

<http://www.nachhaltigleben.ch/1-blog/1386-atomausstieg-gaskraftwerke-statt-akw> [online] Zugriff am 09.12.2014

<http://www.nzz.ch/aktuell/schweiz/strafanzeige-gegen-zwei-kernkraftwerke-1.17921891> [online] Zugriff am 09.12.2014

http://www.tagblatt.ch/storage/scl/import/tbnews/tbtg/tz-fu/1805090_m3w560h330q75v35433_xio-fcmsimage-20130904023634-006209-5226809236bba-.tbtg_20130904_68v02_q5.jpg?version=1378272382 [online] Zugriff am 09.12.2014

Auftrag 1.4:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Energieerhaltungssatz> [online] Zugriff am 19.02.2015

<http://www.energie.ch/energiedefinition> [online] Zugriff am 19.02.2015

<http://www.kiknet-naturundtechnik.org/unterrichtseinheiten-physik/kernenergie-kernkraftwerke/> [online] Zugriff am 18.02.2015

Auftrag 3.1:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Radioaktivit%C3%A4t> [online] Zugriff am 11.02.2015

<http://de.wikipedia.org/wiki/Radioaktivit%C3%A4t#mediaviewer/File:Radioactive.svg> [online] Zugriff am 11.02.2015

http://de.wikipedia.org/wiki/Radioaktivit%C3%A4t#mediaviewer/File:Logo_iso_radiation.svg [online] Zugriff am 11.02.2015

<http://www.bmub.bund.de/service/fotos-und-filme/videogalerie/detailansicht/video/radioaktivitaet-ein-informationsfilm-fuer-den-unterricht/> [online] Zugriff am 11.02.2015

<http://www.kiknet-naturundtechnik.org/unterrichtseinheiten-physik/kernenergie-kernkraftwerke/> [online] Zugriff am 18.02.2015

Auftrag 3.2:

Litz M. (Hrsg.) (2006). Urknall 9., Physik, Chemie, Biologie. Begleitband. Zug: Klett und Balmer Verlag.

Auftrag 3.3:

<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/> [online] Zugriff am 11.02.2015

<http://www.kiknet-naturundtechnik.org/unterrichtseinheiten-physik/kernenergie-kernkraftwerke/> [online] Zugriff am 18.02.2015

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/folgen-von-radioaktivitaet-was-die-strahlen-im-menschen-anrichten-a-750774.html> [online] Zugriff am 11.02.2015

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/medizin/krebsrisiko-aerzte-fordern-stammzellhilfe-fuer-tepco-maenner-a-757046.html> [online] Zugriff am 12.02.2015

<https://www.kernenergie.ch/de/radioaktivitaet.htm> [online] Zugriff am 12.02.2015

Auftrag 4.2:

<http://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CC4QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.schulen->

[www.schulen-frauenfeld.ch%2Fcm_data%2FArbeitsblatt_zu_Marie_Curie_.doc&ei=iLflVMiILhOPPsgTg&usg=AFQjCNF2nYJpS5c14fvgrwOPCschsQj2OA&bvm=bv.85970519,d.ZWU](http://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CC4QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.schulen-frauenfeld.ch%2Fcm_data%2FArbeitsblatt_zu_Marie_Curie_.doc&ei=iLflVMiILhOPPsgTg&usg=AFQjCNF2nYJpS5c14fvgrwOPCschsQj2OA&bvm=bv.85970519,d.ZWU) [online] Zugriff am 19.02.2015

<https://www.dhm.de/lemo/biografie/marie-curie> [online] Zugriff am 19.02.2015

Wertheim, M. (1998). *Die Hosen des Pythagoras. Physik, Gott und die Frauen*. Zürich: Ammann Verlag.

Auftrag 4.3:

<https://www.dhm.de/lemo/biografie/lise-meitner> [online] Zugriff am 19.02.2015

<https://www.youtube.com/watch?v=9F6jPsE-s4k> [online] Zugriff am 19.02.2015

Litz, M. (Hrsg.) (2006). Urknall 9., Physik, Chemie, Biologie. Begleitband. Zug: Klett und Balmer Verlag.

Wertheim, M. (1998). *Die Hosen des Pythagoras. Physik, Gott und die Frauen*. Zürich: Ammann Verlag.