



**MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
S6 „Anwendungsorientierung und Berufsbildung“**

BIN IN REGION

BETRIEBSBESICHTIGUNGEN IN NATURWISSENSCHAFTEN IN DER REGION

Mag. Roswitha Koch

**OStRn Mag. Dr. Karin Thierrichter
BG/BRG Knittelfeld**

Knittelfeld, Juni 2006

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	4
1 EINLEITUNG	5
1.1 Der regionale Rahmen des Schulstandorts als Ausgangslage	5
1.2 Der Lehrplan als Orientierungshilfe für die Zuordnung des Projekts zur Schulstufe	5
1.3 Schulprofil und Schwerpunktprofil im Kontext des Projekts	6
2 ZIELE DES PROJEKTS	7
2.1 Hauptziele	7
2.2 Zusatzziele	7
3 DIDAKTIK, METHODIK UND SOZIALE FORM	8
3.1 Didaktik	8
3.2 Methodik	10
3.2.1 Methoden in der Vorphase der Outdoor-Aktivität	10
3.2.2 Methoden während der Outdoor-Aktivität.....	10
3.2.3 Methoden in der Nachphase der Outdoor-Aktivität	11
3.3 Soziale Form.....	11
4 ERGEBNISSE UND DISKUSSION	12
4.1 Geschichte und Sozialkunde.....	12
4.1.1 Offener Fragebogen.....	12
4.1.2 Interpretation.....	13
4.2 Physik	14
5 LITERATUR	19
6 ANHANG: DIE OUTDOOR-AKTIVITÄTEN IM DETAIL	20
6.1 Montanmuseum in Fohnsdorf	20
6.1.1 Vorphase: Fragensammlung vor der Besichtigung	20
6.1.2 Ereignis: Lückentext als Arbeitsauftrag während der Besichtigung.....	21
6.1.3 Ergebnisse erstellt nach der Besichtigung	24
6.2 ATB Austria Antriebstechnik AG in Spielberg	26

6.2.1	Vorphase: ausgegebene Fragen vor der Besichtigung	26
6.2.2	Ereignis: Betriebsbesichtigung der ATB in Spielberg	27
6.2.3	Ergebnis: Im Focus der SchülerInnen	28
6.3	Elektroschutz	29
6.3.1	Vorphase: Experimente zur Unterbrechung des Stromkreises	29
6.3.2	Ereignis: Mini-Rot-Kreuz-Kurs.....	32
6.3.3	Ergebnis: Rettungskette bei Stromunfällen	32
6.4	Umspannwerk	33
6.4.1	Vorphase: Electropolis	33
6.4.2	Ereignis: Umspannwerk Ost in Knittelfeld	33
6.5	Stau- und Ausleitungskraftwerk Fischening	35
6.6	Tauernwindpark Oberzeiring	36

ABSTRACT

Die Schüler/innen sollen die Lebensnähe und Praxisbezogenheit dessen, was sie vor allem in Physik und Geschichte lernen, erkennen. Um das zu erzielen, gibt es neben den Schülerversuchen die Outdoor-Aktivitäten. Hierbei treten die Schüler/innen in Kontakt mit diversen Unternehmen sowie Nonprofitorganisationen der Region. Durch die Verbindung mit Geschichte und Sozialkunde werden wirtschaftliche Aspekte sowie Themen zum Arbeitsplatz mit physikalischen Wissensinhalten verknüpft, was sich als sehr befruchtend erwiesen hat. So sollen auch eine positiv zu wertende Einstellung bzw. Akzeptanz und Respekt gegenüber Arbeiten jeglicher Art erzielt werden.

Rund um die Energie ist das zentrale Thema. Hierbei geht es um den primären Energieträger Kohle (Bergbau) und dessen Nutzbarmachung mit der Erfindung der Dampfmaschine (Eisenbahn) in der ersten Phase der Technisierung, der so genannten industriellen Revolution. Die zweite Phase der Technisierung ist durch die Elektrifizierung geprägt. Die Schüler/innen beschäftigen sich mit der Erzeugung (Kraftwerke), Verteilung (Umspannwerk) und Verwendung der elektrischen Energie (Elektromotor). Auch werden sie im richtigen Umgang mit elektrischer Energie geschult (Mini-Rot-Kreuz-Kurs).

Die Evaluation wurde mit den Schüler/innen der beiden Schultypen (Gymnasium – Realgymnasium) durchgeführt. Die Ergebnisse waren weit auseinanderklaffend und zeigen, wie sehr naturwissenschaftliches Denken im Realgymnasium (nur) verankert ist.

Schulstufe: 8. Schulstufe, 4. Klasse mit 16 Schüler/innen des Gymnasiums und 14 Schüler/innen des Realgymnasiums
Fächer: Physik, Geschichte und Sozialkunde
Kontaktperson: Mag. Roswitha Koch
Kontaktadresse: BG/BRG Knittelfeld, Kärntnerstraße 5, 8720 Knittelfeld
E-Mailadresse: roswitha.koch@gmx.at

1 EINLEITUNG

1.1 Der regionale Rahmen des Schulstandorts als Ausgangslage

Der Impuls zur Durchführung eines Projekts, das regionale Betriebe sowie Nonprofitorganisationen als Spiegel von Traditionen in das Unterrichtsgeschehen rücken lässt, ging durch eine von Schüler/innen der BHAK-Judenburg organisierten Demonstration aus. Hierbei ging es nach der Absage des A1-Projekts um den Erhalt von Arbeitsplätzen in der Region Aichfeld-Murboden. Auch Schüler/innen des BG/BRG Knittelfeld nahmen an der Demonstration teil und ließen damit erkennen, wie wichtig ihnen die Arbeitsplatzsicherung ist. Zitate aus einem offenen Fragebogen vorwegnehmend unterstreichen, wie sehr die Jugendlichen unserer Region auch in ihren Familien mit Fragen zum Wirtschaftsstandort beschäftigt sind: *“Bleibe ich im Aichfeld, finde ich einen Job? Wird es im Aichfeld neue Betriebe geben?”*

Die Nonprofitorganisationen, die in das Projekt eingebunden werden, sollen aufzeigen, in welchen technischen Errungenschaften die Region verwurzelt war (ist) und wie groß ihre Beiträge dazu waren (sind). Wiederum möchte ich, ein Ergebnis vorwegnehmend, auf eine Schülerin verweisen, die sehr wenig Interesse am Physikunterricht zeigte. Im Rahmen der Beschäftigung mit der Eisenbahn, insbesondere der Dampflokomotive konnte sie ihr vom Großvater vermitteltes Fachwissen einbringen, und einige Exponaten im Museum findet sie auch bei sich zu Hause.

1.2 Der Lehrplan als Orientierungshilfe für die Zuordnung des Projekts zur Schulstufe

Das Projekt Betriebsbesichtigungen In Naturwissenschaften in der REGION trägt den Kurztitel BIN IN REGION. Es wird fächerübergreifend mit Geschichte und Sozialkunde in der 4.C Klasse des BG/BRG Knittelfeld durchgeführt. Die Klasse umfasst 17 Schüler/innen des Gymnasiums (,wovon ein Schüler während des Schuljahres austritt) und 14 Schüler/innen des Realgymnasiums. Nachdem die Problemstellung, Anbindung der regionalen Betriebe und Nonprofitorganisationen mit deren Traditionen, festgelegt ist, fällt die Entscheidung betreffend die Projektdurchführung aufgrund des Themas zugunsten der 8. Schulstufe.

Rund um die Energie ist das zentrale Thema. Hierbei geht es um den primären Energieträger Kohle und dessen Nutzbarmachung mit der Erfindung der Dampfmaschine in der ersten Phase der Technisierung, der so genannten industriellen Revolution. Die zweite Phase der Technisierung ist durch die Elektrifizierung geprägt. Die Schüler/innen beschäftigen sich mit der Erzeugung, Verteilung und Verwendung der elektrischen Energie. Auch werden sie im richtigen Umgang mit elektrischer Energie geschult.

1.3 Schulprofil und Schwerpunktprofil im Kontext des Projekts

Auch wenn das Leitbild (SCHULE-MIT-LEBEN) des BG/BRG Knittelfeld für so manchen inhaltlich nichts Neues aussagen mag, so möchte ich doch einige Zeilen daraus zitieren, die auf das Projekt zutreffen.

“Wissen

Lernen lernen – das Gelernte anwenden

Wir Lehrer/innen

- *vermitteln das verbindliche Grundwissen, das den Kernthemen des Lehrplanes entspricht, ganzheitlich (alle Sinne ansprechend);*
- *vernetzen Themen und Inhalte fächerübergreifend, um ganzheitliches Denken und das Erfassen von Zusammenhängen zu fördern;*
- *bieten Methodenvielfalt, um bestmöglichen Erfolg sicherzustellen.”*

Was nun das Schwerpunktprofil Anwendungsorientierung und Berufsbildung anlangt, so sollen in dem Projekt BIN IN REGION durch die Praxisbezogenheit das Verstehen und das Verständnis für all das, was im Unterricht laut schulspezifischen Lehrplan zu vermitteln ist, erhöht werden. Um das zu erzielen, gibt es die Outdoor-Aktivitäten und die Schülerversuche. Die Schüler/innen können durch das “Öffnen nach außen” an eigene Erfahrungen und Erzählungen aus ihrem sozialen Umfeld anknüpfen. Auch stellt das Kennen lernen der verschiedensten Arbeitsplätze einen wichtigen Beitrag in der Berufsorientierung dar.

2 ZIELE DES PROJEKTS

2.1 Hauptziele

- physikalische Lerninhalte, die zu vermitteln sind, an konkrete technische Anwendungsbeispiele in regionalen Betrieben anbinden
- eine Brücke schlagen zwischen (abstrakten) Modellen für Demonstrationsversuche und realen Maschinen und Vorrichtungen
- an eigene Erfahrungen im Alltag und familiären, sozialen Umfeld anknüpfen
- Bereitschaft und Verstehen für das, WAS zu lernen ist, durch das, WIE es gelehrt wird, erhöhen
- fächerübergreifenden Unterricht forcieren
- den Wandel der Arbeitswelt klar erkennen: Arbeitsbedingungen, geschlechts-, altersspezifische Arbeit, Arbeitsorganisationen und deren Errungenschaften
- verschiedenste Begabungen durch eine handwerkliche oder sprachliche, kreative Aufarbeitung von Lerninhalten fördern

2.2 Zusatzziele

- Imagegewinn für Physik
- höhere Akzeptanz der Naturwissenschaften vor allem bei Schüler/innen im Gymnasium
- Unterrichtsfächer wie Physik und Geschichte zusammenspannen, die für so manchen wenige Gemeinsamkeiten zu haben scheinen, und dadurch die Vernetzbarkeit von Wissensinhalten transparent machen
- die Arbeitsplatz schaffenden, regionalen Betriebe im Bewusstsein der teilnehmenden Schüler/innen aufwerten
- eine positiv zu wertende Einstellung bzw. Akzeptanz und Respekt gegenüber Arbeiten jeglicher Art erzielen
- sich des Fachjargons einer Berufsgruppe / in einer Produktionsstätte bewusst sein
- für die Traditionen bewahrenden sowie karitativen, humanitären Nonprofitorganisationen sensibilisieren
- Ökonomie und Ökologie thematisieren

3 DIDAKTIK, METHODIK UND SOZIALE FORM

Im Rahmen des Projekts BIN IN REGION finden insgesamt sieben Outdoor-Aktivitäten statt.

Jede dieser zusätzlich zum regulären Unterrichtsgeschehen erfolgten Aktivitäten ist chronologisch strukturiert in: die Vor(bereitungs)phase, das Ereignis an einem schulfernen Ort mit externen Fachleuten bzw. Betreuern und die Nach(bereitungs)phase fürs Festhalten der Ergebnisse

Nur die Ereignisse an sich, die Besichtigungen und der Mini-Rot-Kreuz-Kurs, fallen nicht in den zeitlichen Rahmen des regulären Physik- und Geschichteunterrichts.

3.1 Didaktik

Welche Lerninhalte können mit welchen Outdoor-Aktivitäten in der Region verknüpft werden?

● **Energiewirtschaft: alternative und traditionelle Energiequellen**

Geschichte:

Der Beginn des naturwissenschaftlich-technischen Zeitalters

Die erste Phase der Technisierung

Ab 1700 beginnt eine stürmische Entwicklung in Industrie und Wirtschaft durch die Nutzbarmachung der Wärmeenergie mit der Erfindung der Dampfmaschine. Man nennt diese Zeitepoche auch die „Industrielle Revolution“. In etwas mehr als 100 Jahren wurden die Grundpfeiler unserer gegenwärtigen Gesellschaft durch die Entwicklung des Verkehrswesens, der Industrialisierung, der Energieversorgung wie auch der Automation errichtet.

Heute begegnen wir den Produkten der ungeheuer vielfältigen Erfindungen und Entwicklungen vor allem noch im Verkehrsmittel Auto, in den großen Schiffen und in den kalorischen Kraftwerken. Die Dampflokomotive, ein Markenzeichen der damaligen „industriellen Revolution“ ist aus unserem Alltag bereits verschwunden.

Physik:

① Primäre Energiequelle Kohle: Montanmuseum Fohnsdorf

Dampflokomotive: Eisenbahnmuseum Knittelfeld



② Energiequelle Wasser: Stau- und Ausleitungskraftwerk Fischening



③ Energiequelle Wind: Tauernwindpark Oberzeiring



● Transport und Verteilung der elektrischen Energie

Umspannwerk-Ost in Knittelfeld



● Sicherer Umgang mit elektrischer Energie

Mini-Rot-Kreuz-Kurs



● Elektromotor:

Physik:

ATB Austria Antriebstechnik AG in Spielberg

Geschichte:

Die zweite Phase der Technisierung

Unsere heutige Zivilisation ist durch die Elektrifizierung geprägt, zu der in den letzten Jahrzehnten noch Halbleiter- und Computertechnologie getreten sind. Symbol ist hier der Elektromotor (und die elektrische Beleuchtung).



3.2 Methodik

Die Methoden sind vielfältig und variieren je nach Phase und je nach Outdoor-Aktivität.

3.2.1 Methoden in der Vorphase der Outdoor-Aktivität

- Fragensammlung

Die am Projekt teilnehmenden Schüler/innen formulieren in Einzelarbeit schriftlich Fragen zu dem, worüber sie Informationen erhalten möchten. Die Physiklehrerin ordnet diese nach Themenfeldern, die als Basis für die weitere Arbeit mit dem Stoffgebiet dienen sollen.

- von der Lehrerin ausgegebene Fragen

Die am Projekt teilnehmenden Schüler/innen erhalten vor der Besichtigung in papierener Form von der Lehrerin nach Themenfeldern ausformulierte Fragen, auf die sie danach präzise, vollständige Antworten geben sollen.

- von der Lehrerin ausgegebenes Unterrichtsmaterial sowie Schülerversuche dazu

An jeden Schüler / jede Schülerin wird Unterrichtsmaterial ausgegeben. Die darin enthaltenen Informationen werden im Plenum durchgesprochen. Auch werden unmittelbar danach Schülerversuche dazu durchgeführt.

- multimediales Lernen mit CD-ROMs am PC

Die Schüler/innen erhalten einen Katalog von Fragen, die sich im Wesentlichen aus den Themenbereichen auf den CD-ROMs Electropolis vom Verband der Elektrizitätswerke Österreichs ergeben. Zur Beantwortung der Fragen stehen den Schüler/innen mehrere Hilfsmittel zur Verfügung: die CD-ROMs Electropolis und das Internet für weitere Recherchen. Die Fragen sind derart ausformuliert, dass der Schüler / die Schülerin fähig sein muss, vernetzend und Problem lösend zu denken, um „richtige“ Antworten geben zu können.

3.2.2 Methoden während der Outdoor-Aktivität

- Lückentext

Die Physiklehrerin stellt ausgehend von den gestellten Interessensfragen der Schüler/innen und den vorhandenen Exponaten Arbeitsblätter mit Textlücken zusammen. Die Schüler/innen finden sich in Zweiergruppen zusammen und sollen während der Besichtigung die fehlenden Begriffe einfügen, wodurch die größtmögliche Aufmerksamkeit stets wachgehalten werden soll. Die Museumsführer werden über den Arbeitsauftrag an die Schüler/innen informiert und erhalten die ausgefüllten Arbeitsblätter, um gezielt auf die Fragen vorbereitet zu sein.

- Notizen

Die Schüler/innen machen sich während der Filmvorführung und dem Vortrag zur Unternehmensentwicklung wie auch im Rahmen der anschließenden Betriebsbesichtigung Notizen.

- Workshop mit praktischen Übungen

3.2.3 Methoden in der Nachphase der Outdoor-Aktivität

Anregungen für die Schüler/innen, Übungsmaterial zu erstellen, um das vermittelte Sachwissen zu festigen;

- Übungsmaterial: Memory - Spiel mit Kärtchen, von denen jeweils zwei zusammengehören;
Quartett
Puzzle
Rätsel wie Kreuzworträtsel
Zusammenfinden von Kärtchen
- Oder:
 - Bau eines Modells mit beliebigen Materialien
 - Versuche
- Wiederholung von relevanten Informationsinhalten (im Plenum), um die Nachhaltigkeit des Gelernten zu gewährleisten;

3.3 Soziale Form

In den einzelnen Phasen zu den Outdoor-Aktivitäten kommen verschiedene soziale Formen zum Einsatz.

- Einzelarbeit
- Gruppenarbeit zu je drei oder zwei Schüler/innen
- Arbeit im Plenum

4 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

4.1 Geschichte und Sozialkunde

4.1.1 Offener Fragebogen

Nachdem im Oktober das Bergbaumuseum in Fohnsdorf und im Dezember die ATB Austria Antriebstechnik AG in Spielberg besucht worden waren, wurden am 23. März 2006 Fragen zu den beiden Veranstaltungen an die Schüler/innen gestellt. Es sollte ermittelt werden, welche Inhalte den Schüler/innen im Gedächtnis geblieben sind.

Anbei finden sich die Antworten nach Themenfeldern geordnet.

Welches sind die nützlichsten und bedeutungsvollsten Erkenntnisse, die du nach dem Besuch des Bergbaumuseums und der ATB die Geschichte betreffend gewonnen hast?

BERGBAUMUSEUM:

Abbau und Förderung der Kohle

Schacht, Stollen, Abtransport der Kohle in Hunten, Förderturm, Förderturmseil, viel Wissenswertes über die Kohle

Gefahren bei der Arbeit unter Tage

Schlagwetterexplosion, Staublunge

Arbeitsbedingungen der Bergleute und Arbeit an sich

Bergleute – Kumpels, Arbeitsgeräte der Bergleute – Gezähe und Geleuchte, Gewand auf Bügel aufgehängt, über Seilzug hochgezogen und am nächsten Tag wieder angezogen; unmenschliche Arbeitsbedingungen, bei normaler Temperatur 8 Stunden Arbeit, über 30°C 6 Stunden Arbeit und über 40°C 4 Stunden Arbeit im Bergwerk bei gleichem Lohn, Fließbandarbeit,

Arbeit ist wichtig, Arbeit hängt mit Politik zusammen; durch Sozialgesetze und Verbesserung der Bedingungen der Arbeiter wurde die Kohle zu teuer; Marx und Engels und die Gewerkschaft halfen, die Lage der Arbeiter zu verbessern;

Tradition im Bergwerkswesen

Hl. Barbara als Schutzpatronin, Bergmannstracht mit 29 Knöpfen wegen des Alters von 29 Jahren der Hl. Barbara, Malteserkreuz – Ritterorden

Verwendung der Kohle

Die Kohle wurde in den Kriegsjahren gebraucht, der Abbau wurde aber später zu teuer; billige Kohle aus dem Ausland importieren, Kohle wurde für die Eisenbahn benötigt, um die Soldaten an die Front zu bringen, zum Antrieb von Lokomotiven und Schiffen

Bergwerk Fohnsdorf

Tiefster Abbau von Kohle, Tiefliegerangriff, Vertrag mit der ÖDK über die Abnahme der Kohle, Endphase des Zusperrrens von 1975 bis 1978, weil der Abbau zu teuer war;

ATB AUSTRIA ANTRIEBSTECHNIK AG IN SPIELBERG

Unternehmen und Produktion

Herstellung von Elektromotoren, Motoren für Rasenmäher, für Haushalts- und Küchengeräte, Elektroautos und die Forschung dazu sind wichtig in der Zukunft der Firma; Motor für Hybridfahrzeuge

viele Arbeitsschritte in der Produktion, Fließbänder, Kupferdraht wird automatisch aufgewickelt; Schmelzofen

Wissen darüber, wie der Elektromotor funktioniert, Kennzeichnung der Motoren

Früherer Name der ATB ist Bauknecht; Konzern, Lernwerkstätte, ATB wurde wegen der zugesperrten Kohlengrube Fohnsdorf gebaut; wichtig wegen der Arbeitsplätze in unserer Region, ATB gut für Wirtschaftswachstum, laufend finden geschichtliche Ereignisse statt,

Arbeitsbedingungen und Arbeit an sich

Arbeitsbedingungen im Kohlebergbau und in der ATB sind in gewisser Weise ähnlich, schlechte Luft und Gestank, Fließbandarbeit,

Kantine, Essen und Rauchen während der Arbeit

Frauenarbeit, Frauen bekommen weniger Lohn als Männer, Viel Lernen bewahrt vor schweren Arbeiten

Welche Fragen beschäftigen dich nach diesen zwei Lehrausgängen?

Warum arbeitet jemand auf einem Arbeitsplatz, wo er seine Gesundheit gefährdet? Wie viel kürzer lebt man als Bergarbeiter? Wie haben Bergarbeiter diese Temperaturen (Qualen) ausgehalten? Wie hielten sie die stickige Luft aus? Wie tief ist der tiefste Schacht in Fohnsdorf? Warum dringt Grundwasser in eine Grube? Was machten die Frauen mit ihren Kindern, während sie arbeiteten?

Welche Arbeit passt für mich? Bleibe ich im Aichfeld, finde ich einen Job? Wird es im Aichfeld neue Betriebe geben?

Wie viel verdienten die Arbeiter im Kohlenabbau und heute in der ATB im Vergleich? Wie kann man diese Arbeit in der ATB jeden Tag machen? Werden Überstunden höher bezahlt? Arbeitet man Sonntag und Feiertag in der ATB? Nehmen automatisierte Roboter den Menschen die Arbeit weg? Wie kommt es, dass die ATB so bekannt ist?

4.1.2 Interpretation

Die gegebenen Antworten lassen erkennen, was die Schüler/innen besonders bewegt: Arbeitsplatzsicherung, Arbeitsbedingungen, Entlohnung, Frauenarbeit.

Die folgenden festgelegten Ziele scheinen erreicht worden zu sein:

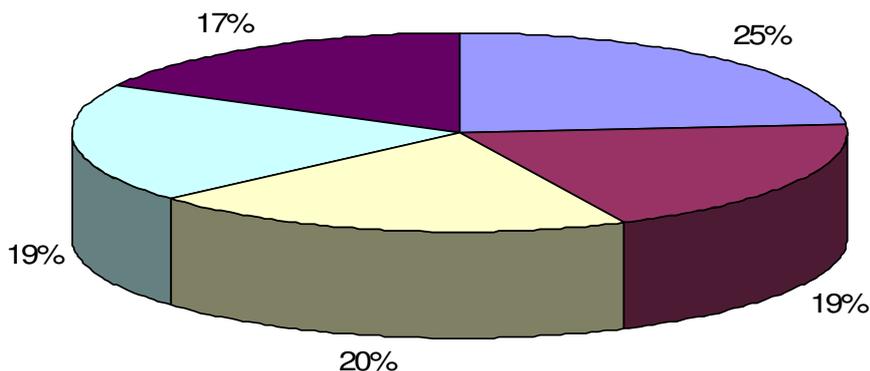
- den Wandel der Arbeitswelt klar erkennen: Arbeitsbedingungen, geschlechts-, altersspezifische Arbeit, Arbeitsorganisationen und deren Errungenschaften
- die Arbeitsplatz schaffenden, regionalen Betriebe im Bewusstsein der teilnehmenden Schüler/innen aufwerten
- eine positiv zu wertende Einstellung bzw. Akzeptanz und Respekt gegenüber Arbeiten jeglicher Art erzielen

4.2 Physik

Die Befragung wurde in einer 4. Klasse durchgeführt, die 16 Schüler/innen aus dem Gymnasium und 14 Schüler/innen aus dem Realgymnasium umfasst.

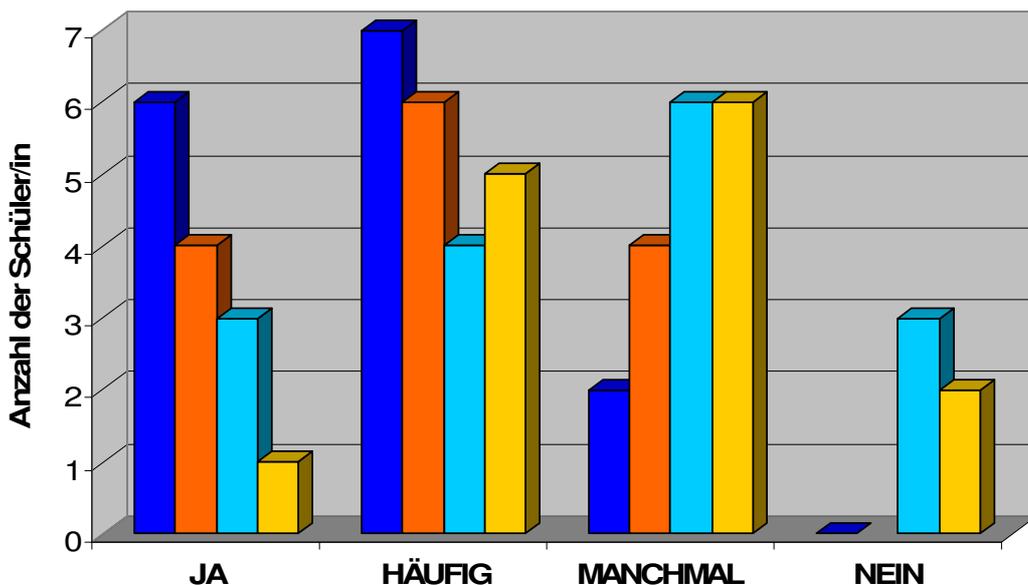
Meine Art zu lernen

Bei folgenden Unterrichtsmethoden lerne ich gut (Mehrfachnennungen möglich).



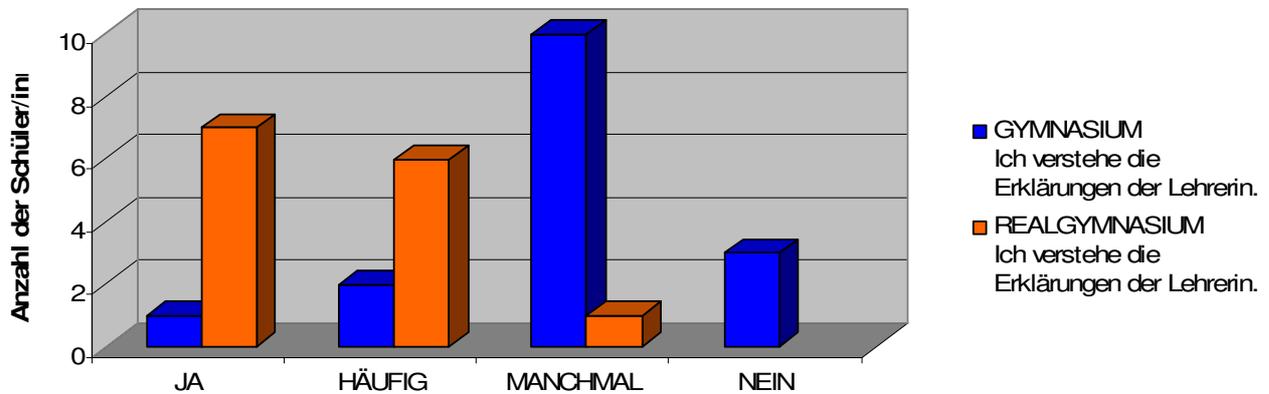
- Die Lehrerin erklärt einen Sachverhalt.
- Ich arbeite in einer Gruppe an einem Thema.
- Ich arbeite alleine.
- Ich arbeite in Partnerarbeit an einem Thema.
- Ich arbeite an einem Projekt mit.

Alltags- und Lebensbezug

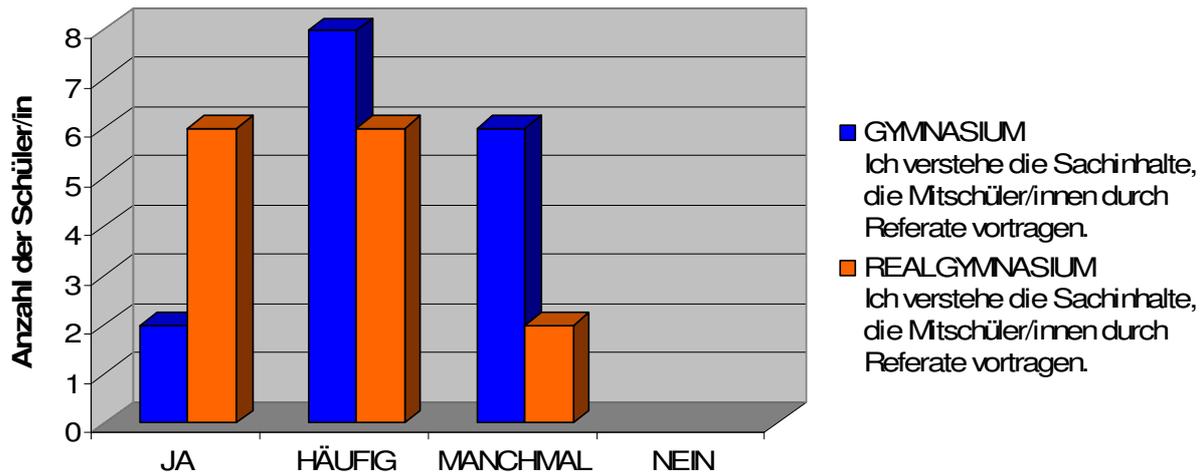


- GYMNASIUM
Die Lehrerin bringt aktuelle Bezüge in den Unterricht ein.
- REALGYMNASIUM
Die Lehrerin bringt aktuelle Bezüge in den Unterricht ein.
- GYMNASIUM
Die Lehrerin erläutert die Bedeutung der Unterrichtsinhalte für unser späteres Leben.
- REALGYMNASIUM
Die Lehrerin erläutert die Bedeutung der Unterrichtsinhalte für unser späteres Leben.

Verstehen der Erklärung der Lehrerin

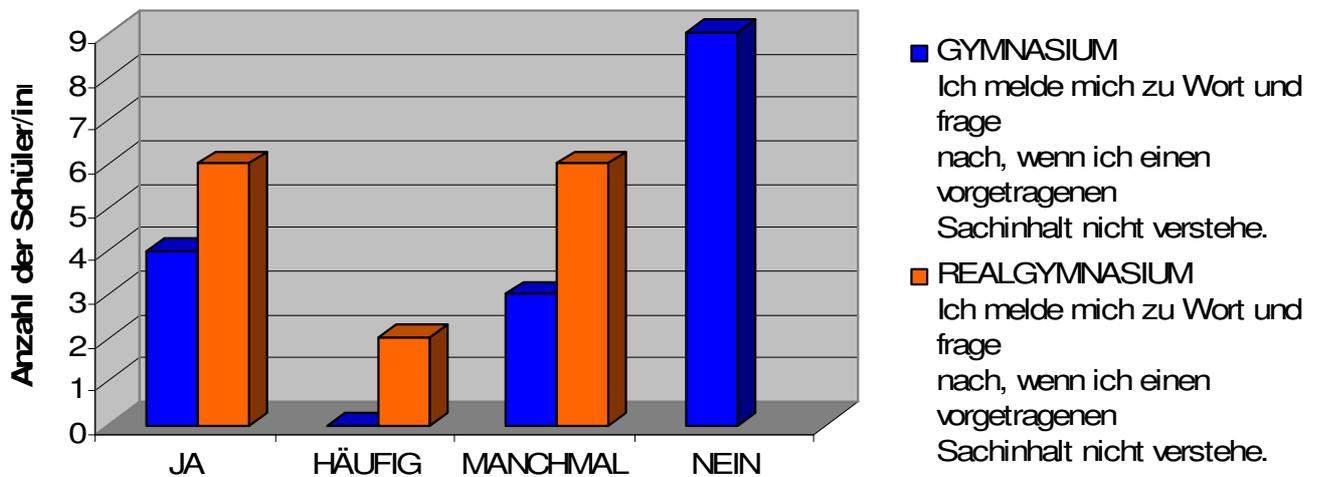


Verstehen der Erklärung von Mitschüler/innen



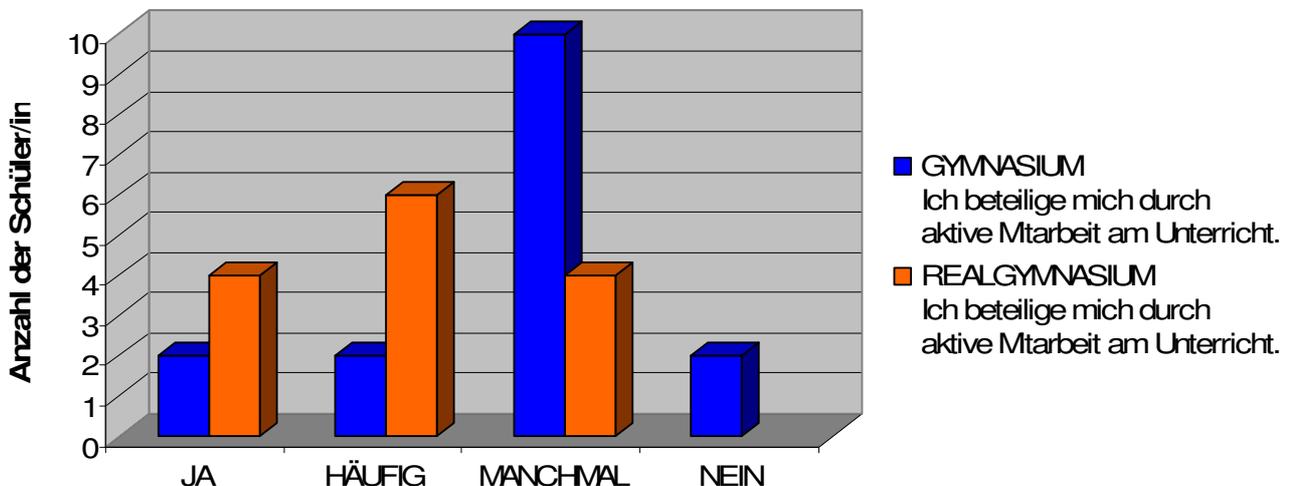
Den vorliegenden Daten ist zu entnehmen, dass es zwischen den Schüler/innen des Gymnasiums und des Realgymnasiums gravierende Unterschiede gibt, was das Verstehen von Erklärungen anlangt. Dieses Ergebnis ist nicht weiter verwunderlich, da die mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung im Realgymnasium um vieles intensiver ist. Auch beschäftigen sich die Schüler/innen im Realgymnasium laut ihren Aussagen in der Freizeit sehr viel und gerne mit Bereichen, die den Naturwissenschaften zuordenbar sind: etwas bauen, etwas montieren, naturwissenschaftliche Filme ansehen, in ein naturwissenschaftliches Museum gehen ...

Nachfragen

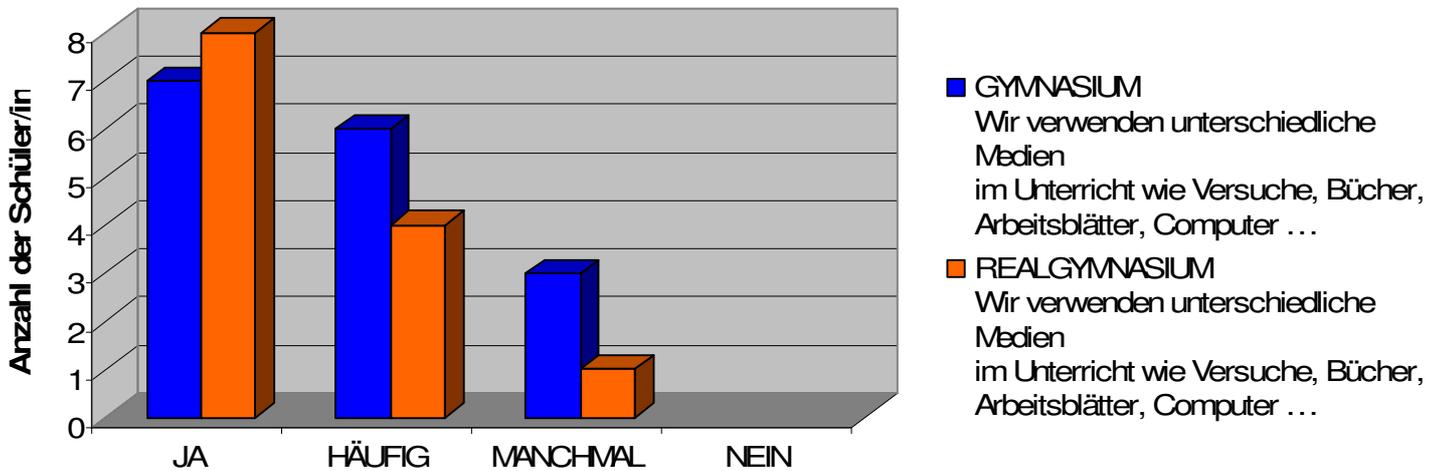


Warum sich die Schüler/innen aus dem gymnasialen Klassenteil, wenn sie die vorge-tragenen Sachinhalte nicht verstehen, nicht zu Wort melden und um eine Erklärung bitten, kann mehrere Gründe haben, die nicht abgefragt wurden. Aus vorigen Dia-grammen zum Verstehen ergibt sich, dass sie von sich behaupten, die Erklärungen nicht / weniger leicht zu verstehen. Es könnte jedoch, wie von mir bemerkt, ein ge-wisses Schamgefühl dahinter stecken. So möchten sie vor ihren Mitschüler/innen aus dem Realgymnasium nicht als Unwissende gelten.

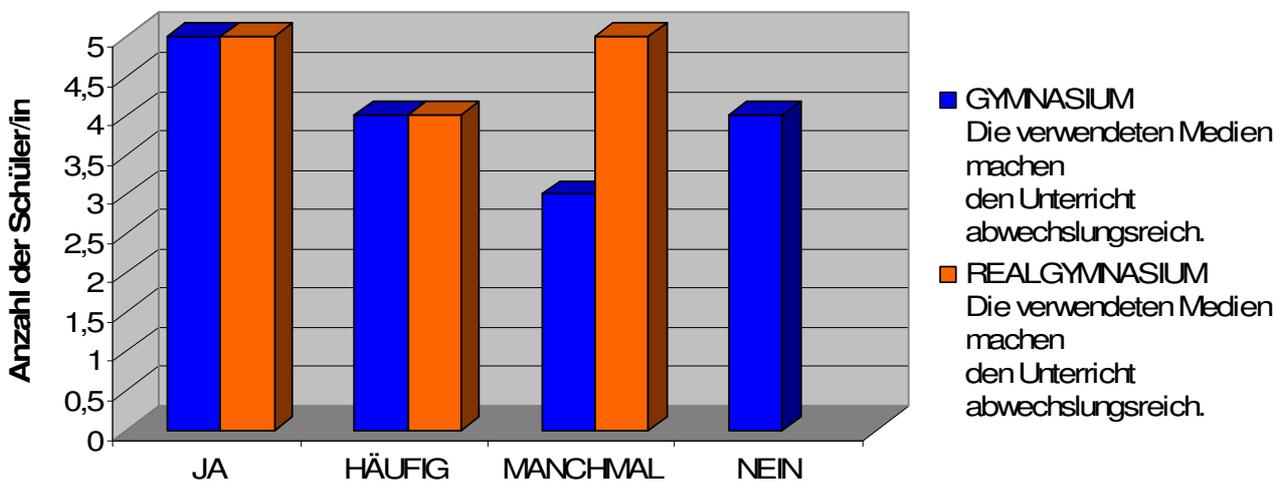
Aktive Mitarbeit



Medienvielfalt im Unterricht

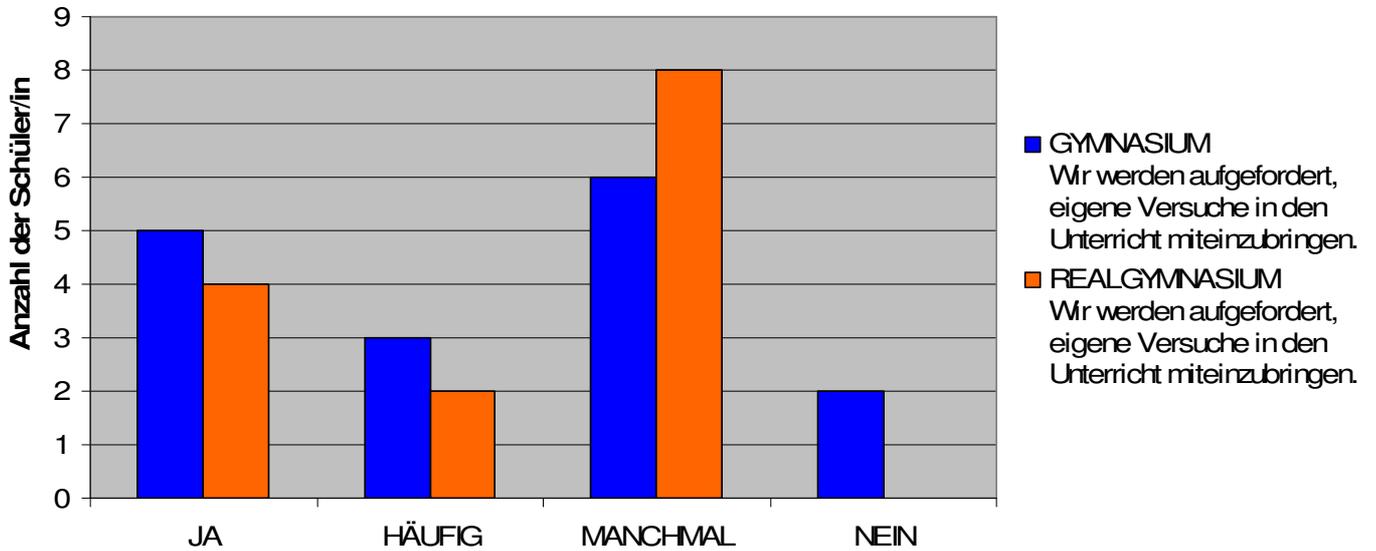


Abwechslung durch Medienvielfalt

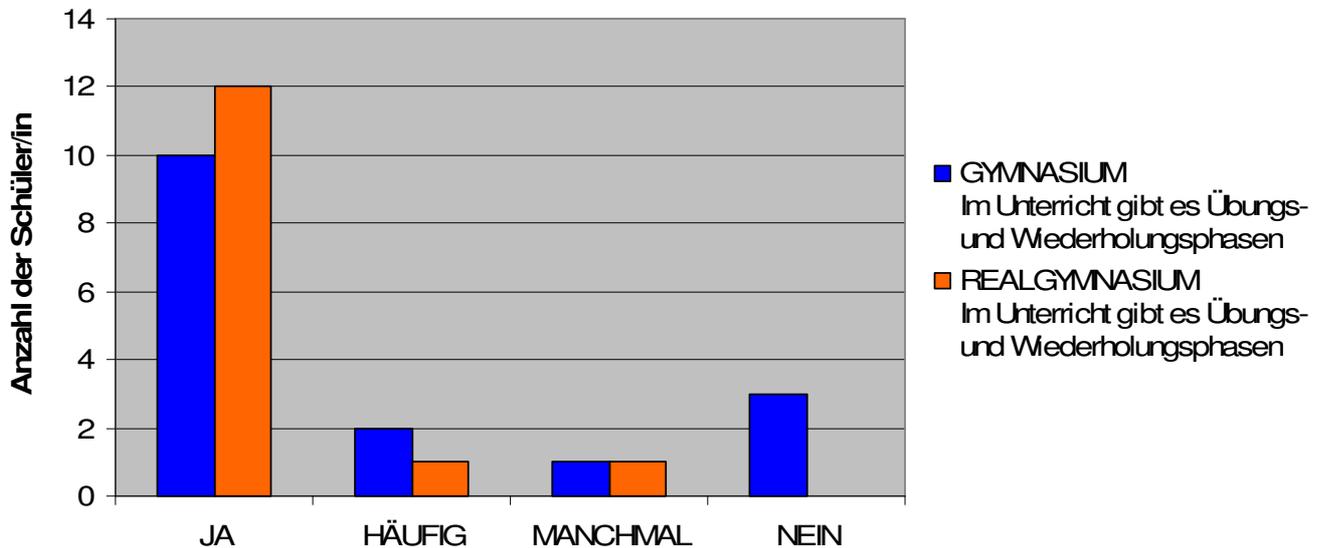


Der Einsatz von unterschiedlichen Medien scheint kein Kriterium dafür zu sein, ob ein Unterricht als abwechslungsreich empfunden wird oder nicht. Vor allem bei Schüler/innen im Gymnasium scheint es nicht möglich zu sein, die Attraktivität des Unterrichts durch eine Medienvielfalt zu erhöhen.

Versuche mitbringen



Üben und Wiederholen



Alle Schüler/innen sind sich darüber einig, dass es genügend Übungs- und Wiederholungsphasen im Unterricht gibt.

5 LITERATUR

Hinner, Ernst. Lackner, Helmut. Pickl, Wolfgang. Stocker, Karl. (1982). Fohnsdorf, Aufstieg und Krise einer österreichischen Kohlenbergwerksgemeinde in der Region Aichfeld-Murboden. Leykam Graz-Wien.

CD-ROM über die Herstellung eines Elektromotors. ATB Austria Antriebstechnik AG in Spielberg

Electropolis1, Doppel-CD-ROM. Eine interaktive Reise durch die Welt des Stroms und Kraftwerkskarte. Verband der Elektrizitätswerke Österreichs. 1997.

Electropolis2. Neue Energien – additiv – alternativ – regenerativ. Verband der Elektrizitätswerke Österreichs. 1999.

Tamerl, Helmut. (2004). Die steirischen Wasserkraftwerke. VERBUND-Austrian Hydro Power AG.

Tauernwind. Der Film. Tauernwind Windkraftanlagen GmbH.

Internetadressen:

www.tauernwind.com

www.verbund.at

6 ANHANG: DIE OUTDOOR-AKTIVITÄTEN IM DETAIL

6.1 Montanmuseum in Fohnsdorf

6.1.1 Vorphase: Fragensammlung vor der Besichtigung

DIDAKTIK: Kohlebergbau	METHODE: Fragensammlung	SOZIALE FORM: Einzelarbeit
---------------------------	----------------------------	-------------------------------

Die am Projekt teilnehmenden SchülerInnen formulieren in Einzelarbeit schriftlich Fragen zu dem, worüber sie Informationen erhalten möchten. Die Physiklehrerin ordnet diese nach Themenfeldern, die als Basis für den in weiterer Folge zu erstellen den Lückentext dienen.

Zum Kohlebergbau in Fohnsdorf

Wann und von wem wurde es gegründet? Wie lange war das Bergwerk in Betrieb?
Welche Kohle wurde abgebaut? Wie viel Kohle wurde pro Jahr abgebaut?
Wie viel Kohle wurde im Durchschnitt pro Tag gefördert?
In wie viel Meter Tiefe befinden sich die Stollen? An wen wurde die Kohle verkauft?
Wie viele Menschen waren im Bergwerk in Fohnsdorf beschäftigt?
Welche Vor- und Nachteile brachte das Bergwerk für die Gegend?

Zur Kohle

Woraus besteht die Kohle? Wann ist sie entstanden?
Welche Arten von Kohle gibt es? Welche hat den größten Heizwert?
Wie viel Energie kann durch das Verbrennen von 1 kg Kohle freigesetzt werden?
Welche Kohle ist besser – Braun- oder Steinkohle?
Bei wie viel Grad Celsius „brennt“ die Kohle? Wozu wird die Kohle gebraucht?
Wann wurde das erste Mal die Kohle gefördert?
Wo wurde bis heute die größte Menge an Kohle gefördert?

Zum Abbau und der Förderung der Kohle

Welche Arbeitsschritte sind nötig, bis die Kohle über Tag ist? Wie lange dauern diese?
Welche Geräte standen für den Abbau zur Verfügung?
Was ist ein Hunt? Wie groß / hoch sind die Stollen?
Wofür verwendeten die Bergleute die Holzpfosten beim Stollenbau?
Womit wurde die abgebaute Kohle weiter transportiert?
Was hat sich bei der Förderung der Kohle im Laufe der Jahre geändert?

Zur Arbeit, zum Werkzeug und zur Ausrüstung der Bergleute

Wie viele Stunden musste ein Bergmann täglich arbeiten?
Ab welchem Alter durfte man in die Grube einfahren?
Wie viel verdiente ein Bergmann durchschnittlich?
Wie viel wog das Werkzeug, das ein Bergmann für seine Arbeit benötigte?
Was mussten die Bergleute anziehen? Woraus bestand ihre Ausrüstung?
Welche gesundheitlichen Schäden traten durch die schwere Arbeit unter Tag auf?

6.1.2 Ereignis: Lückentext als Arbeitsauftrag während der Besichtigung

DIDAKTIK: Kohlebergbau	METHODE: Lückentext	SOZIALE FORM: Zweiergruppe
---------------------------	------------------------	-------------------------------

Die Physiklehrerin stellt ausgehend von den gestellten Interessensfragen der SchülerInnen und den vorhandenen Exponaten Arbeitsblätter mit Textlücken zusammen. Die SchülerInnen finden sich in Zweiergruppen zusammen und sollen während der Besichtigung die fehlenden Begriffe einfügen, wodurch die größtmögliche Aufmerksamkeit stets wachgehalten werden soll. Die Museumsführer werden über den Arbeitsauftrag an die SchülerInnen informiert und erhalten die ausgefüllten Arbeitsblätter, um gezielt auf die Fragen vorbereitet zu sein.

Nachfolgend finden sich die Arbeitsblätter, wobei die ausgefüllten Textlücken durch die fette Formatierung der Schrift hervorgehoben sind.

1. Entstehung der Kohle: Vom Baum zur Kohle

Vor vielen Millionen Jahren herrschte in Europa ein feuchtwarmes **Klima**. Die Wärme ließ Pflanzen, wie zum Beispiel Schachtelhalme und Farne, die heute nicht größer als Kräuter sind, zu großen Bäumen heranwachsen. Diese hohen Pflanzen fanden in den damaligen Sumpfmoorlandschaften nicht den nötigen Halt, **stürzten um** und wurden von weiteren Pflanzengenerationen überwachsen, die auch immer wieder in diesen Sumpfmoores versanken. Von Zeit zu Zeit senkte sich das Land. Das nachdrängende **Wasser** des Meeres überspülte die Wälder und deckte sie mit Sand und Geröll zu. Durch den gewaltigen **Druck** der überlagernden Erdmassen, durch die Erdwärme und unter **Luftabschluss** entstand so im Laufe von Jahrtausenden aus dem **Holz** der versunkenen Wälder die Kohle. Dieser Vorgang der „Kohlewerdung“ nennt man **Inkohlung**. Ursprünglich lag das Kohlenflöz waagrecht in der Erde. Durch Erdbewegungen wurden jedoch die Erdschichten später gegeneinander verschoben und gefaltet. Teilweise rissen die Schichten sogar ab und schoben sich übereinander. So erklärte sich die verschiedenartige Lagerung der Kohle in der Erde. Ein **Flöz** ist **eine Lagerstätte der Kohle von unterschiedlicher Mächtigkeit (Dicke)**.

2. Wie gewinnt man die Kohle, bringt sie an die Erdoberfläche und macht sie nutzbar?

Diese Aufgaben löst der Bergbau

- durch den **Abbau** der Kohle aus dem Flöz
- durch die **Förderung** der Kohle zur Erdoberfläche und
- durch die Aufbereitung, das Reinigen und **Sortieren** der Kohle.

Der Grubenbau, in dem die Kohle abgebaut wird, heißt der **Streb**. Er ist meist so hoch, wie das Flöz mächtig ist, und etwa 200 m lang. Der **Streb** ist eine Verbindung zwischen zwei Tunnels in der Grube, die parallel zueinander im Flöz vorgetrieben werden. Diese Tunnels heißen **Strecken**. Die häufigste Art der Kohlegewinnung geschah durch Sprengarbeit, danach mit Kettenschrämmaschine und **Walzen-**

schrämlader. Hier wird die Kohle aus dem Flöz geschnitten und auf den Förderer gebracht. Als Förderer dient meistens eine Stahlrinne, in der die Kohle mit Ketten durch Mitnehmer vorwärts geschoben wird. Die Kohle fällt am Strebausgang auf ein Förderband, das sie zur **Füllstelle** abtransportiert. Dort wird sie in Förderwagen, so genannte **Hunte**, geladen, die in langen Zügen bereitstehen. Ein Förderwagen fasst in etwa **eine Tonne** Kohle. Eine Lok zieht nun den Kohlenzug durch kilometerlange Strecken zum **Schacht**. Dort ist der Grubenraum hallenartig erweitert, und alle Strecken münden hier. Das ist der Verladebahnhof in der Grube. Man nennt ihn **Füllort**. Hier werden die Förderwagen auf den **Förderkorb** geschoben, ein Gestell ähnlich einem Fahrstuhl, in dem die Wagen in mehreren Etagen übereinander stehen. So wird die Kohle nach oben gebracht, und auch **die Bergleute und das Material** werden so befördert.

3. Die Versorgung des Bergwerks

Die Bewetterung ist die **Frischlufversorgung**. Jede Grube hat wenigstens zwei **Schächte**. Aus dem einen wird die verbrauchte Luft mit riesigen **Ventilatoren** herausgesaugt. Dadurch zieht durch den anderen Schacht die gleiche Menge **Frischluff** von der Oberfläche in die Grube ein.

Bei der Wasserhaltung wird **Sickerwasser** von der Erdoberfläche und Wasser aus unterirdischen Quellen an der tiefsten Stelle der jeweiligen Strecke in der Grube gesammelt und nach oben **gepumpt**. Oft muss mehr Wasser als Kohle gefördert werden.

Zum Antrieb der Maschinen, Pumpen Lokomotiven usw. und zur Beleuchtung braucht man an allen Stellen der Grube **Strom** und Pressluft.

4. Gefahren, denen die Kumpels bei ihrer Arbeit unter Tage ausgesetzt sind

Durch das Herausnehmen der Kohle entsteht ein Hohlraum, den man abstützen muss, damit nicht von oben das Gestein, **das Hangende**, herunterbricht. Früher benutzte man dazu **Holzstempel**, heute verwendet man **Stahlstempel**.

Die Flözbrände entstehen meist durch **die Selbstentzündung** der Kohle. Die frisch entblöbte Kohle saugt dabei meist **den Sauerstoff** der Luft bis zu einem gewissen Grade auf und dabei entsteht Wärme. Die Temperaturerhöhung begünstigt die weitere Verbindung zwischen **Sauerstoff** und Kohlenstoff, so dass die Erwärmung fortschreitet, und das kann bis zur **Selbstentzündung** der Kohle führen.

Sonstige Brände können ausgelöst werden durch **die Entstehung von Wärme aufgrund von Reibung an maschinellen Einrichtungen, durch das Schweißen, durch Kurzschlüsse oder durch Funkenbildung an Schaltern oder sonstigen maschinellen Einrichtungen**.

Kleine Brände ließen sich löschen durch **das einfache Bespritzen mit Wasser oder Handfeuerlöcher**. Größere aber konnten oft nur durch das Abmauern des Brandherds, **durch das Abdämmen**, bekämpft werden. So wird der Brand durch **das Absperren der Luftzufuhr** erstickt.

Wetter sind alle in der Grube vorkommende Gasgemische. Die zugeführte **Frischluff** nimmt andere Gase auf, die für die in der Grube arbeitenden **Bergleute** eine große Gefahr darstellen können. Frische Wetter entsprechen in ihrer Zusammensetzung der **atmosphärischen Luft**.

Matte Wetter enthalten vor allem einen höheren Kohlendioxidanteil als normalerweise in der Luft vorhanden ist, wodurch die Atmung des Menschen erschwert wird.

Kohlendioxid entsteht bei der Atmung, durch **alle Verbrennungsvorgänge**, ist aber auch in vielen Lagerstätten in großer Menge im Gebirge gespeichert und wird beim Abbau des Minerals gelöst und strömt in die Wetter der Grube. Es ist 1,5 mal schwerer als Luft und legt sich bei geringer Luftbewegung auf die Sohle, gleichsam den Fußboden.

Schlagwetter nennt der Bergmann ein explosives Gemisch aus Luft und Methan. Es entsteht bei der Umwandlung organischer Substanzen und ist deshalb in allen Kohlen- oder Öllagerstätten reichlich vorhanden. Gebunden an die Kohle wird es beim Abbau frei und muss durch eine gute Belüftung verdünnt und aus der Grube geschafft werden. Gelingt das nicht, kommt es zu den gefürchteten **Schlagwetterexplosionen**.

5. Der Kohlebergbau Fohnsdorf

Der Glanzkohlenbergbau Fohnsdorf war mit 1.155 m unter Terrain der **tiefste** Braunkohlenbergbau der Welt. Die Geschichte des Bergbaus geht auf das Jahr 1670 zurück. Der Bergbau war damals im Besitz des Fürsten **Schwarzenberg**. Durch mehr als zwei Jahrhunderte wechselte der Bergbau mehrmals seinen Besitzer. Im Jahre **1881** übernahm ihn die Österreichische-Alpine Montangesellschaft und errichtete den Wodzicki-Schacht (Ludwig Ladislaus Graf von Wodzicki, Präsident) und den Karl-August Schacht (Karl August Ritter von Frey, Generaldirektor). Im Verlauf der 300-jährigen Geschichte dieses Bergbaus wurden nahezu 50 **Millionen** t Kohle abgebaut. Die höchste Jahresförderung wurde im Jahre 1957 mit 666.515 t erzielt. Der höchste Belegschaftsstand wurde im Jahre 1908 mit 2.605 Arbeitnehmern erreicht.

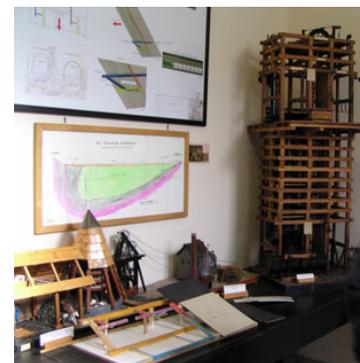
Die letzte **Seilfahrt**, Einfahrt der Bergleute in die Grube, erfolgte am 20.10.1978. Anschließend wurde der Schacht mit 17.184 m³ Füllmaterial (Hochofengranulat mit Zement und Wasser) verfüllt. An das Bergwerk erinnern heute das Fördergerüst des Wodzicki-Schachtes und das Maschinenhaus mit der 3.600 PS starken Zwillingverbund-Dampffördermaschine. Diese trieb zwei Seiltrommeln an, auf denen sich das Förderseil nebeneinander auf- und abwickelte und damit nach dem Lauf über die Seilscheiben am Fördergerüst den Förderkorb im Schacht bewegte.



6. Gezähe und Geleuchte sind Arbeitsgeräte des Bergmanns

Bis zum Jahre 1889 mussten die Bergarbeiter ihre Werkzeuge durch monatliche Lohnabzüge selbst bezahlen bzw. überhaupt selbst organisieren.

Beim **Geleuchte** ist zwischen stationärer und tragbarer Grubenbeleuchtung zu unterscheiden. Die offene Öl-Lampe war noch im Jahre 1864 neben der seit 1815 bekannten Davy-Sicherheitslampe in Gebrauch. Die mit Benzin gespeiste Flamme ist mit einem Glaszylinder G umgeben, der sich nach oben in einen Zylinder D aus feinmaschigem Drahtnetz fortsetzt, durch das der Flamme der zum Brennen notwendige **Sauerstoff** zugeführt wird. Wenn die Lampe in ein Schlagwetter kommt, dringt das brennbare und explosive Gas in die Lampe ein und bildet auf der Flamme einen weiteren Flammenkegel, wodurch der Bergmann auf die Gefahr aufmerksam gemacht wird.

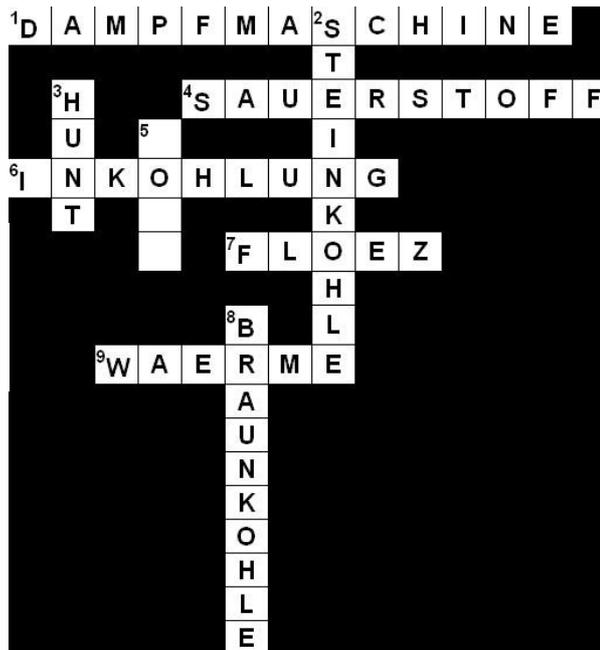


6.1.3 Ergebnisse erstellt nach der Besichtigung

DIDAKTIK, METHODEN UND SOZIALE FORM

DIDAKTIK: Themenfelder	
<u>Thema 1</u> : Entstehung der Kohle, Kohlenarten, Verwendung der Kohle	<u>Thema 2</u> : Abbau, Förderung und Aufbereitung der Kohle
<u>Thema 3</u> : Arbeit unter Tag mit ihren Gefahren für die Bergleute	<u>Thema 4</u> : Geschichte des Kohlebergbaus Fohnsdorf
<u>Thema 5</u> : Arbeitsrequisiten der Bergleute	<u>Thema 6</u> : Energieträger in der Natur und deren Entstehung: Was ist Energie? Heizwerte einiger Heizstoffe Benzin 40 – 46 MJ/kg Heizöl 41 – 42 MJ/kg Koks 28 – 30 MJ/kg Steinkohle 21 – 33 MJ/kg Braunkohle 8 – 20 MJ/kg Holz (trocken) 12 – 18 MJ/kg Holz (frisch) 8,4 MJ/kg Erdgas 33 – 54 MJ/kg
<u>Themen 7 und 8</u> : VERSUCHE zum Hebelgesetz Maschinen zur Arbeitserleichterung, die nach dem Hebelgesetz funktionieren <u>ODER</u> Bau eines Modells	
<u>Themen 9 und 10</u> : VERSUCHE zur Dichtebestimmung der Braunkohle in Fohnsdorf und, wie eine Flamme zum Erlöschen gebracht werden kann, <u>ODER</u> Bau eines Modells	
METHODEN:	
Anregungen für die SchülerInnen, wie die vorliegenden Themen behandelt werden könnten	
➤	Memory - Spiel mit Kärtchen, von denen jeweils zwei zusammengehören
➤	Quartett
➤	Puzzle
➤	Rätsel wie Kreuzworträtsel
➤	Zusammenfinden von Kärtchen
➤	Bau eines Modells mit beliebigen Materialien
➤	Versuche
SOZIALE FORM:	
Gruppenarbeit zu je drei SchülerInnen	

RÄTSEL
RUND UM DIE KOHLE



Dichtebestimmung der Kohle
aus dem ehemaligen Kohlebergwerk in Fohnsdorf

ODER: Zum Hebelgesetz

Führt Versuche zur festen, losen Rolle sowie zum Flaschenzug durch.

AUFGABENSTELLUNG:

Beschreibt, was zu tun ist.

THEORIE:

Die Größe der Dichte ρ ist der Quotient aus X/Y ?

Bestimmung von X und Y für einen unregelmäßig geformten Körper

Einheit der Dichte ist ?

MATERIAL:

Schreibt an, welche Geräte ihr verwendet, um den Versuch durchzuführen. Zeichnet die Geräte.

VERSUCHSDURCHFÜHRUNG:

Schreibt an, wie ihr bei der Durchführung des Versuchs vorgeht. Vergesst keinen Arbeitsschritt.

VERSUCHSERGEBNIS:

Wie lauten die Messergebnisse? Wie kommt ihr zu diesen?

Führt den Versuch mehrmals durch. Ihr werdet erkennen, die Messwerte variieren, daher ist die Bildung des Mittelwertes von Bedeutung.

AUFTRETEN VON PROBLEMEN:

Welche Schwierigkeiten ergaben sich im Laufe der Versuchsdurchführung, und warum traten diese auf?

6.2 ATB Austria Antriebstechnik AG in Spielberg

6.2.1 Vorphase: ausgegebene Fragen vor der Besichtigung

DIDAKTIK: Elektromotoren	METHODE: Von der Lehrerin ausgegebene Fragen
---------------------------------	---

Die am Projekt teilnehmenden SchülerInnen erhalten vor der Besichtigung in papierener Form von der Lehrerin nach Themenfeldern ausformulierte Fragen, auf die sie danach präzise, vollständige Antworten geben sollen.



ATB ist einer der führenden europäischen Hersteller von Elektromotoren und elektrischer Antriebstechnik.

<http://www.atb-motors.com/>

Arbeitswelt

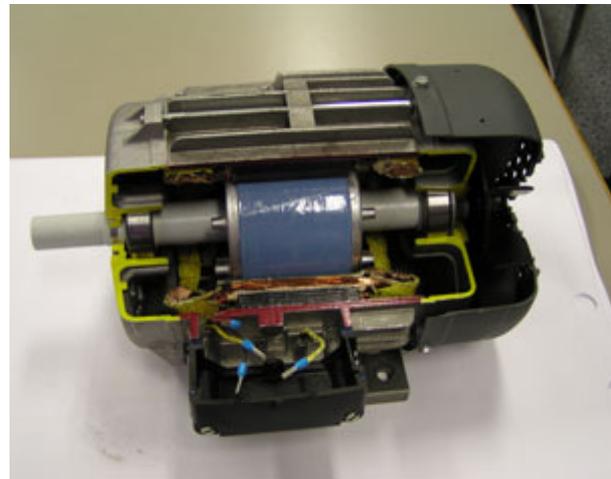
In welchem Beruf werden die Lehrlinge in der ATB ausgebildet?

Was nimmst du an Neuem über die Arbeit in einer Fabrik mit?

Produktion von Elektromotoren

Versuche dir möglichst viele Arbeitsschritte im Fertigungsprozess der Motoren in der richtigen Reihenfolge zu merken und zu notieren.

Welche Arbeiten werden im Akkord / am Fließband während der Werksbesichtigung durchgeführt?



Verwendung von Elektromotoren

Welche Motoren werden zu welchem Zweck in der ATB in Spielberg erzeugt?

Leistungsschild eines Motors, der in der ATB in Spielberg erzeugt wurde

Was bedeuten die wesentlichen Kenndaten?



6.2.2 Ereignis: Betriebsbesichtigung der ATB in Spielberg

DIDAKTIK: Elektromotoren	METHODE: Film auf DVD über die Produktion eines Elektromotors Betriebsbesichtigung incl. Gespräche mit Mitarbeitern und Lehrlingen
---------------------------------	---

In einem Vortragsraum sehen die SchülerInnen einen DVD-Film, in dem ein in eine Waschmaschine eingebauter Elektromotor in Ich-Form erklärt, wie er produziert wird. Die SchülerInnen machen sich während der Filmvorführung und dem Vortrag zur Unternehmensentwicklung wie auch im Rahmen der anschließenden Betriebsbesichtigung Notizen.



Dos schaut aonders
aus wie die Modelle
in der Schule.



6.2.3 Ergebnis: Im Focus der SchülerInnen

In der an die Betriebsbesichtigung anschließenden Unterrichtsstunde werden alle Fakten, die für die SchülerInnen von Interesse sind, im Plenum zusammengetragen und anschließend verschriftlicht.

Unternehmenspräsentation: 1974 nimmt das Elektromotorenwerk in Spielberg seine Produktion auf. 1983 Umbenennung von Bauknecht GmbH in ATB Austria Antriebstechnik GmbH. 2001 übernimmt die heutige A-TEC Industries AG die ATB-Gruppe mit ihren insgesamt 3.970 Mitarbeitern. Dr. Kovac hält seit 21.12.2001 die Aktienmehrheit.

In der ATB-Spielberg arbeiten zurzeit an die 770 Mitarbeiter im drei Schichtbetrieb, davon 42 Lehrlinge. Diese werden ausgebildet zu Elektrobetriebstechniker, Elektromaschinentechner, Maschinenbauingenieure, Industriekaufleute ..., ihre Lehrzeit beträgt 3 ½ Jahre. 40% der Mitarbeiter sind Frauen, die größtenteils in Teilzeit arbeiten. Der Bruttostundenlohn beträgt 10,50 € bis 11,5 €. Es gibt teilautonome Arbeitsgruppen, die Bezahlung der Gruppenmitarbeiter richtet sich nach der Stückzahl der produzierten Bauteile. Im Akkordsystem ist jeder Handgriff bezeitet.

Die Fläche der Produktionsstätte ist 34.680 m² groß, incl. Verwaltungs- und Sozialgebäude (Kantine und Betriebsküche) 40.000 m².

Verwendung der Motoren: In der ATB Spielberg werden vornehmlich Elektromotoren für Haus & Garten erzeugt. Und hierbei ist die ATB in ganz Europa Marktführer. Das Produktionsvolumen beträgt etwa 2,7 Millionen jährlich, wovon 86 % in den Export gehen. Es braucht etwa 4,6 Sekunden, bis ein Motor versandfertig ist.

Motoren für Rasenmäher, Häcksler, Vertikutierer, Betonmischer und Hochdruckreiniger – Leistungsbereich 0,50 – 2,8 kW

Motoren für Aktenvernichter, Getreidemühle, Ölbrenner, Tür- und Torantriebe, Heizungspumpen und Hochdruckreiniger – Leistungsbereich 0,02 – 2,2 kW

Ziel von Dr. Kovac ist es, in die Automobilindustrie einzusteigen. Dann wird in Spielberg die Produktion für Haus & Garten Motoren durch hochwertige Technologien ersetzt. Das Elektroauto mit einem Hybridmotor (Batterieantrieb kombiniert mit einem Benzinmotor) liegt in den Schubläden der meisten Autohersteller, noch geht man damit nicht in Produktion.

Fertigungsprozess der Motoren: Die Dynamobleche für die Erzeugung der Rotoren und Statoren werden zu 75% von der VOEST Alpine Linz angekauft. In der Gießerei werden im Druckguss die Rotoren aus Aluminium erzeugt. In den Glühofen werden die Statorbleche zu Blechpakete, die danach verschweißt werden. In der mechanischen Fertigung wird die Rotorwelle einer Bearbeitung unterzogen. Rotor, Stator und Rotorwelle werden zusammengesetzt, wobei das Kugellager sehr wichtig ist. Die Wicklungen aus lackisolierten Kupfer- oder Aluminiumdrähten erfolgt vollautomatisch. Nur bei sehr geringer Stückzahl wird diese Arbeit händisch durchgeführt. Die Anschlüsse an den Motoren werden per Hand „zusammengeschürt“.

6.3 Elektroschutz

6.3.1 Vorphase: Experimente zur Unterbrechung des Stromkreises

DIDAKTIK: Sicherheit im Umgang mit elektrischem Strom	METHODE: Von der Lehrerin ausgegebenes Unterrichtsmaterial Experimente zur Unterbrechung des Stromkreises
---	--

An jeden Schüler wird Unterrichtsmaterial ausgegeben. Die darin enthaltenen Informationen werden durchgesprochen. Auch werden zeitlich synchron dazu folgende Versuche durchgeführt:

Schmelzsicherung, Bimetallsicherung und Magnetsicherung

Sicherheit im Umgang mit elektrischem Strom

Wovon hängt die Wirkung des elektrischen Stromes ab, der im menschlichen Körper im Wesentlichen durch Muskelgewebe und Nervenstränge fließt?

1. von der Stromstärke

0,5 - 1 mA Wahrnehmbarkeits-schwelle

1 – 20 mA: Bis 3 mA spürt man ein „Kribbeln“, bei größeren Strömen kommt es zu Verkrampfungen. Ein Loslassen ist nur noch mit Anstrengung möglich. Unmittelbare Schäden durch den elektrischen Strom sind nicht zu befürchten. Es kann zu Erschrecken und im Zusammenhang damit zu Stürzen und Verletzungen kommen.

20 – 40 mA: Herzrhythmusstörungen, Herzstillstand möglich. Starke schmerzhafte Verkrampfung der Muskeln, ein defektes Gerät kann nicht mehr losgelassen werden. Im Allgemeinen jedoch Wiedereinsetzen der Herztätigkeit nach der Durchströmung.

Ab 40 mA: Bewusstlosigkeit, eventuell wieder gutzumachender Herzstillstand.

Ab 80 mA: größte Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Herzkammerflimmern. Die Herzmuskelfasern ziehen sich unregelmäßig und nicht gleichzeitig zusammen. Die Pumpleistung des Herzens wird dadurch so gestört, dass das Gehirn nicht mehr ausreichend mit Sauerstoff versorgt wird. Bewusstlosigkeit und Atemstillstand sind die Folgen.

Da ein Strom von 20 mA schon gefährlich werden kann, stellt sich die Frage, bei welcher Spannung diese Stromstärke auftreten kann. Das lässt sich nach dem Ohm'schen Gesetz $U = R \cdot I$ berechnen; hierfür muss jedoch der Widerstand bekannt sein.

2. vom Widerstand: Übergangswiderstände + Körperwiderstand; letzterer Widerstandwert ergibt sich daraus, welchen Weg der Strom durch den menschlichen Körper nimmt.

Zu den Übergangswiderständen gehören die Widerstände der getragenen Schuhe, der Beschaffenheit des Bodens und die Widerstände an der Hautoberfläche. Trockene schwierige Haut hat einen $R_{Ü}$ von etwa 500 k Ω , während feuchte Haut nur noch einen $R_{Ü}$ von 5 k Ω hat. Weiters spielt **die Größe der Kontaktfläche** eine Rolle: Je größer die Kontaktfläche ist, desto kleiner ist der Übergangswiderstand. So verlaufen Elektrounfälle deswegen mitunter relativ harmlos, weil nur kleine Berührungsflächen vorliegen.

Der Körperwiderstand ergibt sich aus den Widerständen der Arme, des Rumpfes und der Füße und beträgt 500 – 2000 Ω .

3. von der Dauer des Stromflusses, der Einwirkungsdauer des Stromes

4. von der Höhe der elektrischen Spannung

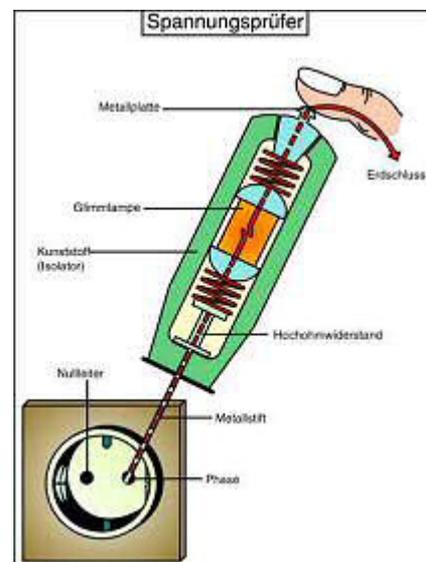
Eine technische Wechselspannung ab 50 V kann gefährlich werden. Kinder dürfen mit höchstens 24 V in Berührung kommen.

Wie gelangt man in den Stromkreis?

In den Stromkreis gelangt man, wenn man eine Phase/einen Außenleiter berührt und außerdem Kontakt hat mit dem geerdeten Neutralleiter, mit der Erde oder mit einem Metallgegenstand, der mit der Erde verbunden ist (z. B. Heizkörper, Rohrleitungen, Badewanne).

Manche Elektrogeräte – wie das Bügeleisen oder der E-Herd – müssen temperaturbeständig sein und haben deswegen ein Gehäuse aus Metall. Normalerweise sind alle Leitungen in einem solchen E-Gerät gegen das Metallgehäuse gut isoliert. Durch mechanische Abnutzung der Isolationen, Hitze, Feuchtigkeit oder andere technische Fehler kann jedoch das Metallgehäuse in Kontakt mit einem Außenleiter kommen und so unter Strom stehen: **Körperschluss oder Gehäuseschluss**.

Bei Berührung des Gehäuses fließt dann der Strom über den menschlichen Körper zur Erde.



Um das zu vermeiden, verwendet man Schukostecker und Schukosteckdosen. Schuko ist die Kurzform für Schutzkontakt. Über den Schutzleiter im Stecker, der an der gelb-grün gestreiften Isolation zu erkennen ist, fließt der Strom vom Metallgehäuse direkt zur Erde ab – die Sicherung unterbricht den Stromkreis.

Bei schutzisolierten Geräten werden die Metallteile isoliert. Bei diesen ist der Gehäuseschluss nicht möglich, sie sind  gekennzeichnet mit und dürfen mit Flach- oder Konturensteckern (Profilsteckern) verwendet werden.



Als weitere Schutzmaßnahme werden Trenntransformatoren verwendet – wie bei Rasiersteckdosen im Badezimmer.



Stromverteilung im Haushalt

Die Stromverteilung in einem Gebäude oder in einer Wohnung beginnt beim Verteilerkasten, in dem auch der Stromzähler und die Sicherungen untergebracht sind. Hier wird die Hauptstromleitung, die ein Gebäude mit Strom versorgt, in einzelne Stromkreise aufgeteilt. Für Geräte mit hoher Leistungsaufnahme (z. B. E-Herd, Waschmaschine, Boiler), die 400 V Spannung und mehr benötigen, sind eigene Stromkreise nötig. Da jede dieser Stromleitungen nur für eine bestimmte Stromstärke geeignet ist, muss jeder Stromkreis durch eine Sicherung abgesichert sein. Dadurch wird eine Überhitzung der Leitungen bei Überlastung oder Kurzschluss verhindert.

Überlastung und Kurzschluss

Überlastung eines Stromkreises tritt dann auf, wenn zu viele Elektrogeräte in einem Stromkreis eingeschaltet sind. Bei einem Kurzschluss sind die Pole einer Spannungsquelle direkt leitend miteinander verbunden. Er kann z. B. entstehen, wenn sich ein Kabel im Elektrogerät löst oder die Isolierung so durchgescheuert ist, dass es zu einer Berührung der Drähte kommt. Der Strom nimmt den Weg des geringsten Widerstands, wodurch die Stromstärke stark ansteigt und es zu einer starken Erwärmung der Leitungen kommt.

Schmelzsicherung

Sicherungspatronen haben im Inneren einen Schmelzleiter, der bei zu hohem Strom schmilzt und dadurch den Stromkreis unterbricht. Es gibt sie in verschiedenen Nennstromstärken – 6 A (grün) 10A (rot) 16 A (grau) 20 A (blau) – und in verschiedenen „dicken“ Köpfen, um das Einsetzen falscher Sicherungen zu vermeiden.



Leitungsschutzschalter oder Sicherungsautomat

Unterbrechung des Stromkreises durch einen thermischen Überstromauslöser

Ein Bimetallstreifen, der sich bei erhöhtem Stromfluss erwärmt, verbiegt sich und löst dadurch zeitlich verzögert den Schalter aus.



Unterbrechung des Stromkreises durch einen magnetischen Schnellauslöser

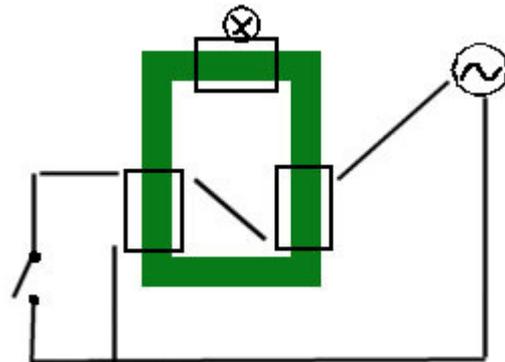
Ein Elektromagnet bewirkt beim Auftreten eines Kurzschlusses (5-fache Nennstromstärke) eine Schnellabschaltung des Stromkreises innerhalb von 0,1 Sekunden.

Der Vorteil eines Leitungsschutzschalters liegt darin, dass er nach Beseitigung der Störung durch Schließen des Schalters wieder eingeschaltet werden kann.

Fehlerstromschutzschalter oder FI-Schalter

Er unterbricht den Stromkreis bereits bei einer geringen Fehlerstromstärke (einige mA). Sicherungen macht er deswegen nicht überflüssig, da er eine Überlastung des Stromkreises nicht erkennt.

Der FI-Schalter besteht im Wesentlichen aus einem Weicheisenkern mit drei Spulen. Bei intakter Stromleitung fließt Strom über die eine Spule zum Verbraucher und in gleicher Stärke über die andere Spule zurück. In beiden Spulen entstehen Magnetfelder. Diese heben sich in ihren Wirkungen auf, da der Stromfluss in den beiden Spulen entgegengesetzt gerichtet ist. Im Weicheisenkern ist kein Magnetfeld. Geht aber unterwegs wegen eines Kabel- oder Gerätefehlers Strom „verloren“, so heben sich die Magnetfelder nicht mehr ganz auf. In der dritten Spule wird durch das entstehende Magnetfeld Spannung induziert. Der Elektromagnet dieser Spule unterbricht dabei als Schalter den Stromkreis.



6.3.2 Ereignis: Mini-Rot-Kreuz-Kurs

Eine Rot-Kreuz Beauftragte hält einen Vortrag über lebensrettendes richtiges Verhalten bei Niederspannungsunfällen bis 1000 Volt und Hochspannungsunfälle über 1000 Volt.

Im Anschluss daran werden praktische Übungen zur Erstversorgung sowie zur Beatmung und Herzdruckmassage durchgeführt.



6.3.3 Ergebnis: Rettungskette bei Stromunfällen

Um die Nachhaltigkeit des Gelernten zu gewährleisten, werden viele relevante Informationsinhalte wiederholt.

6.4 Umspannwerk

6.4.1 Vorphase: Electropolis

DIDAKTIK: Spannungserzeugung Traditionelle und neue Techniken der Energieerzeugung Der Weg der elektrischen Energie vom Kraftwerk zum Verbraucher Die „Energiefresser“ im Haushalt	METHODE: Multimediales Lernen mit CDs am PC Auf Versuche basierender Unterricht
---	--

Die SchülerInnen erhalten einen Katalog von Fragen, die sich im Wesentlichen aus den Themenbereichen auf der CD-ROM Electropolis vom Verband der Elektrizitätswerke Österreichs ergeben. Zur Beantwortung der Fragen stehen den SchülerInnen mindestens zwei Hilfsmittel zur Verfügung: die CD-ROM Electropolis und das Internet für weitere Recherchen. Die Fragen sind derart ausformuliert, dass der Schüler (die Schülerin) fähig sein muss, vernetzend und Problem lösend zu denken, um „richtige“ Antworten geben zu können.

6.4.2 Ereignis: Umspannwerk Ost in Knittelfeld



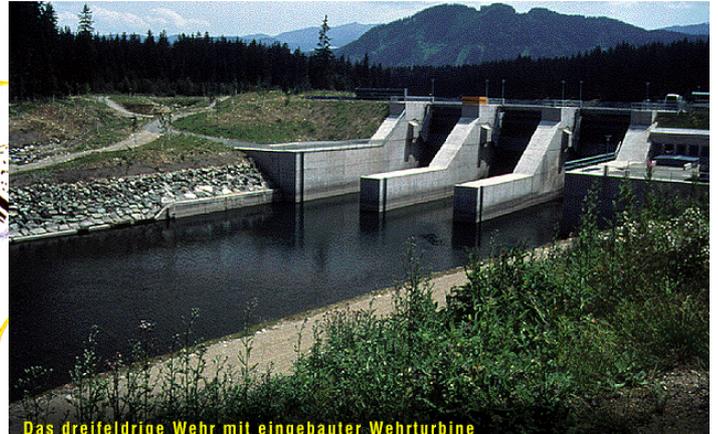
RÄTSEL

Entdecker der Induktion												
Spannungswandler in Halogenlampe ist ein ...					1							
Spannungswandler Kurzwort	2											
Spannungswandler aus zwei Spulen und ...								3				
für den Energietransport erniedrigen die ...				4								
Ausgangsspule eines Spannungswandlers				5								
in einem Umspannwerk erhöhen die ...												

Lösung:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6.5 Stau- und Ausleitungskraftwerk Fischening



Das dreifeldrige Wehr mit eingebauter Wehrturbine

Leistung: 19 Megawatt

durchschnittliche Jahreserzeugung: 73 Mio kWh

Winter: 32,0 Mio kWh

Sommer: 41,0 Mio kWh

Stauraumlänge: 4,9 km

Stauziel: 681 m ü. A.

Ausbaufallhöhe: 22 m

Ausbaudurchfluss: 86 m³/s

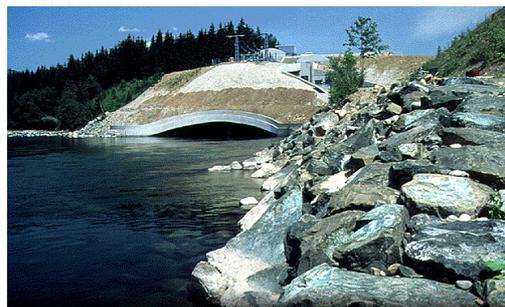
Anzahl der Haushalte, die mit elektrischem Strom versorgt werden: etwa 18500

Das Kraftwerk Fischening ist ein kombiniertes **Stau- und Ausleitungskraftwerk** an der Mur im Gemeindegebiet von Maria Buch – Feistritz.

Das Prinzip des KW Fischening beruht auf einer Abkürzung: Die Mur wird gestaut, ein Teil des Wassers fließt über eine **Turbine am Wehr** in eine 3,5 km lange natürliche Schleife der Mur. Der Großteil aber fließt in ein so genanntes „Triebwassergerinne“. Das **Triebwasser** legt auf dem Weg zum Krafthaus nur 1 km zurück – am Ende dieser Abkürzung wartet das Krafthaus mit **zwei Kaplan turbinen** auf das Murwasser. Durch den Aufstau wird der Grundwasserstand in der Umgebung des Stauraums angehoben. Dadurch steigt die Nutzbarkeit für die Trinkwassergewinnung.

Das **Triebwassergerinne** ist, neben der **Fischleiter** und dem mit Erde überdeckten und bewachsenen Krafthaus, ein weiteres technisches Meisterwerk mit höchstem ökologischen Anspruch: Im Untergrund wird das Tempo gemacht, an der wesentlich breiter ausgebildeten Wasseroberfläche gibt es **Schotterinseln und Seichtwasserzonen**, die nicht nur der Optik dienen, sondern zu idealen Lebensräumen für viele Tierarten wurden.

Nach einer Bauzeit von etwa zweieinhalb Jahren wurde der Betrieb im Jahre 1995 aufgenommen.



6.6 Tauernwindpark Oberzeiring

Wind ist eine unerschöpfliche Energiequelle. Noch vor 50 Jahren erschien es aus technischer Sicht unvorstellbar, **aus Windenergie wirtschaftlich und in großen Mengen elektrische Energie** zu gewinnen. Windenergie ist eine ernst zu nehmende Alternative zu fossilen Energieträgern oder Kernenergie in der Stromproduktion. In Dänemark lieferte im Jahre 2003 die Windenergie bereits 20% des nationalen Strombedarfs. Die Windenergie hat in den vergangenen 10 Jahren jährlich ein Wachstum von rund 40% zu verzeichnen. Auch in Österreich übersteigt das Windenergiepotential bei Weitem die anfänglichen Erwartungen. In Österreich bringen Windenergiestandorte, wie jene in Burgenland, ähnlich gute Erträge wie jene an der Nordsee. **Bis 2008 soll Österreich laut dem neuen Ökostromgesetz 4% des Strombedarfs aus den neuen erneuerbaren Energieträgern** wie Wind, Sonne oder Biomasse decken, davon wird die Windenergie mehr als die Hälfte bestreiten. Es gibt jedoch nur wenige ideale **Windstandorte** wie jene in Burgenland. Am meisten Wind weht in großen Ebenen oder an der Küste bzw am offenen Meer oder aber in den Bergen. Bisher scheute man die alpine Lage wegen der schweren Erreichbarkeit und den extremen klimatischen Bedingungen.

Johannes Trauttmansdorff, Landwirt und „Windmühler“ aus Österreich, setzte sich im Jahre 1997 in den Kopf, einen Windpark in den Wölzer Tauern in einer Höhe von 2000 m zu errichten. Von der Windszene wurde das Projekt als unmöglich abgetan. Bereits fünf Jahre später war aus dem Vorhaben Wirklichkeit geworden.

Beim Bau des Tauernwindparks wird in jeder Hinsicht Pionierarbeit geleistet. Die dänische Windenergieanlagenfirma Vestas stellte sich dieser Aufgabe. Es ist ein Versuchsobjekt, weil es in dieser Höhe stattfindet.

Der 10 km lange, schmale und kurvenreiche Höhenweg, der zum Standort führt, stellt die erste Hürde für den Bau des Windparks dar. Die Türme der Anlagen mussten in kürzeren Teilstücken gebaut werden. Schon beim Transport der Turmsegmente zeigte sich, was für den gesamten Bau gilt, das Wetter ist der Dirigent der Baustelle. Bei Regen kann nicht gefahren werden. Die **Fundamente** wurden bereits einen Monat zuvor gebaut, weil der Beton ganz ausgehärtet sein muss, bevor die Türme aufgestellt werden können. 320 m³ Beton sind notwendig. Das sind etwa 1600 Tonnen, damit die Anlage dem Winddruck standhalten kann. Das fertige Fundament wird eingegraben, und das zuvor vorsichtig abgegrabene Gras wird wieder aufgetragen, so hat der Alpenboden genug Zeit, um sich bis zum Winter vollständig zu generieren. Von selbst würde da oben wegen des starken Windes nie wieder etwas wachsen. Auch die Anbindung des Windparks an das öffentliche Stromnetz ist weit aufwändiger als bei Windparks im Flachland. **140 km Kabel müssen querfeldein zum 21 km entfernten Umspannwerk in Teufenbach verlegt werden.**

Die **Türme** bestehen aus einem Spezialstahl, der seine Eigenschaften auch bei extremer Kälte nicht verändert. Auch hinsichtlich der Statik sind die Türme eine Spezialkonstruktion. Durch möglichen Eisbelag und heftigen Stürmen sind sie weit höheren Belastungen ausgesetzt als im Flachland.

Die Rotorblätter haben eine Länge von 33 m. Der Transport über den Höhenweg erscheint zu schwierig. Die Verantwortlichen entscheiden, die Flügel per Hubschrauber hinauffliegen zu lassen. Auch das ist eine Premiere beim Bau eines Windparks. Das übernimmt ein russischer doppelrotoriger 5000 PS Lastenhubschrauber der Marke Karmov. Der erste Transportversuch musste unterbrochen werden, weil es zu

warm war. Die Hubleistung des Hubschraubers nimmt mit jedem Grad Celsius um 80 kg ab. Erschwerend dazu kommt die mit jedem Höhenmeter abnehmende Luftdichte.

Das Herz der Anlage ist das 57 t schwere Maschinenhaus, auch **Gondel** genannt. Es enthält den Generator, der die Drehbewegung des Rotors in elektrische Energie umwandelt. Die lasttragende Sektion der Gondel besteht aus Hauptlängsträgern, die auf einem Giering sitzen. Kleine Motoren können die Anlage um 360 Grad drehen, somit kann der Rotor in den Wind gedreht werden. Die Hauptwelle überträgt die aerodynamische Leistung des Rotors zum Getriebe. Im Getriebe wird die niedrige Umdrehungsgeschwindigkeit des Rotors in eine hohe für den Generator umgewandelt. Der Generator wandelt die Rotationsenergie in elektrische Leistung um. Der Transformator verwandelt die Generatorleistung von 690 V Niederspannung in 33 kV Mittelspannung, die dem Netz zugeführt werden kann. Das Hydrauliksystem liefert Hydraulikdruck an das Bremsensystem und das Pitchsystem, das für die Einstellung des Anströmwinkels der Rotorblätter verantwortlich ist. Die Regel- und Steuereinheiten beinhalten den Computer und die Regelsysteme für die Anlage. Diese Einheiten stellen das Gehirn der Anlage dar. Die Nabe verbindet die Blätter mit der Hauptwelle. In der Nabe sind drei Pitchzylinder untergebracht, einer für jedes Blatt. Diese ermöglichen die Bewegung der Blätter. Die Nabe wird von dem so genannten Spinner vor äußeren Einflüssen geschützt. Um das Maschinenhaus auf den Turm zu heben, braucht es einen Kran mit einer Hubkraft von 850 Tonnen. Der Rotor wird am Boden zusammengesetzt.

Die Windkraftanlagen müssen vollkommen selbstständig arbeiten. Damit die Anlagen zuverlässig gesteuert werden können, war es notwendig spezielle Sensoren einzusetzen - zum Beispiel Eisdetektoren, die sofort erkennen, wann sich Eis bildet, und dann in der Anlagensteuerung entsprechende Maßnahmen setzen, dass die Anlage zum Beispiel außer Betrieb geht, oder man entsprechend reagieren kann. Bei Eisansatz erreicht ein Flügel sehr schnell ein Vielfaches seines Normalgewichts. Der Betrieb der Anlage würde dann nicht nur eine Gefahr für die Besucher des Windparks darstellen, sondern auch eine dramatische Verkürzung der Lebensdauer der Anlage durch die massive Mehrbelastung bedeuten.

Seit Herbst 2002 schickt der Tauernwindpark seinen grünen Strom ins Netz.

Die Windkraft steht vor allem im Winter zur Verfügung, deshalb ist sie eine ideale Ergänzung zur Wasserkraft, die im Sommer die besten Erträge erbringt. Der Wind weht mit einer durchschnittlichen



Windgeschwindigkeit von 7 m/s über den Höhenrücken des Tauernwindparks.

Die elf 1,75 MW Anlagen des Tauernwindparks versorgen

ca. 15000 Haushalte. Umgerechnet ersetzt der Tauernwindpark 12000 bis 15000 Tonnen Öl pro Jahr oder verhindert die Emission von 37000 Tonnen Kohlendioxid. Diese Schadstoffmenge würden 10500 moderne Diesel-PKWs ausstoßen, während sie

einmal die ganze Erde umrunden.

