



Naturwissenschaftswerkstatt

UMWELTTECHNIK

MAG. DIPL.-ING. ELEONORE HETZL

Gymnasium Mater Salvatoris

1070 Wien, Kenyongasse

Wien, Schuljahr 2003/04

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort.....	3
1 METHODIK UND ZIELE.....	4
1.1 Rahmenbedingungen	4
1.2 Unterrichtskonzept	4
1.2.1. Kreatives Experimentieren – Egg races	6
1.3 Projekthalt	6
1.3.1. Stoffsammlung.....	6
1.3.2. Einstieg in das Projekt	7
1.3.3. Unterrichtseinheiten.....	7
1.3.4. Experimente.....	8
1.3.5. Einsatz von Medien	8
1.3.6. Exkursionen	8
2 EVALUATION	10
2.1 Das Projekt aus Schülersicht	10
2.1.1. Persönlicher Bericht einer Schülerin.....	10
2.1.2. Auswertung der Schülerfragebögen	11
2.2. Das Projekt aus Lehrersicht - Diskussion	12
2.3. Nachhaltigkeit des Projekts	13
3 LITERATURVERZEICHNIS	14

ANHANG

Vorwort

Der Chemie-Unterricht in der Oberstufe des Gymnasiums ist – falls kein naturwissenschaftlicher Schwerpunkt vorgesehen ist – auf je 2x2 Wochenstunden in der 7. und 8. Klasse beschränkt. In diesen Zeitraum fallen aber auch mehrwöchige Sprachreisen und der Unterricht in der Abschlussklasse ist durch die Matura noch um einige Wochen verkürzt.

Wo bleibt aber Zeit für das „Erleben der Chemie“ ? Die Faszination dieser Wissenschaft besteht nach [MICHAEL A. ANTON¹](#) darin, dass sie alle Sinne des Menschen berührt: *Man kann sie sehen und riechen, man hört und schmeckt sie. Sogar der Tastsinn schafft, etwa über das Fühlen von Stoffen, beeindruckende Nähe zu den chemischen Ereignissen.* Daher sollte in jeder Unterrichtsstunde ein Versuch gemacht werden oder wenigstens Anschauungsmaterial bereitgestellt sein.

Wo bleibt Zeit für die Anwendungen im Alltag ? Wie schaut es aus mit der Bildung von Verantwortungsbewusstsein für unsere Umwelt ? Wir sammeln nicht nur Früchte und Pilze, sondern wir können sie auch auf verschiedenste Weise verändern. Wir verbrauchen fortwährend Energie und machen uns zuwenig Gedanken, woher denn diese kommt. Wir produzieren laufend riesige Mengen an Abgasen und bedenken nicht, dass wir damit unser Klima verändern. MaturantInnen einer AHS erhalten ein Zeugnis, das ihnen Allgemeinbildung nachweist. Aber sind sie wirklich reif, heutige Umweltprobleme zu erkennen und zu verstehen ? Wenn man manchmal die Zeitung liest oder Nachrichten hört, möchte man das bezweifeln (Vergleichen Sie [Presse-texte²](#)). Die meisten Menschen haben keine Vorstellung für analytische Angaben in ppm oder ppb, weil das in der Schule kaum gelehrt wurde/ wird.

Aus diesen Überlegungen entstand der Gedanke ein Pilotprojekt „Umwelttechnik“ in der AHS zu starten. Als geeignetster Zeitpunkt erschien mir die 5. Klasse, weil noch grundlegende Chemie-Kenntnisse aus der 4. Klasse vorhanden sind und ein offener Blick für Neues besteht. Weiters ist auch noch Zeit genug, bis zum Schulabschluss das Gelernte in anderen Gegenständen aufzugreifen und somit zu vertiefen, wodurch das Verständnis für naturwissenschaftliche Zusammenhänge gefördert wird.

Die Beschäftigung mit Umweltwissenschaften (Begriff nach [BLUME³](#)) weckt ein Verständnis für die Vielschichtigkeit des Umweltbegriffs und versucht die Zusammenhänge von Ökonomie und Ökologie aufzuzeigen, um Einsicht in Ursachen und Folgen von Umweltschäden zu gewinnen. Neben Kenntnissen der verschiedenen Möglichkeiten zur Energiegewinnung, der Abgasproblematik und Wasserverschmutzung ist es auch erstrebenswert, praktische Erfahrungen bei zahlreichen Experimenten zu erwerben. Durch die Beschäftigung mit Umweltfragen wird ein verantwortungsbewusstes Verhalten gegenüber der Gemeinschaft und eine überlegte Handlungsweise als Konsument angeregt.

1 METHODIK UND ZIELE

1.1 Rahmenbedingungen

Seit dem Sommer 2003 gibt es an unserer Schule einen modernen Chemiesaal. Bei insgesamt 32 Schülerarbeitsplätzen sind für je zwei Schüler Gas-, Wasser- und Stromanschlüsse vorhanden und in mehreren Kästen sind Geräte für Schülerübungen untergebracht. Die steinernen Tischplatten sind extrem unempfindlich auf Hitze und Chemikalien. Damit wurden beste Voraussetzungen für einen experimentell orientierten Unterricht geschaffen.



Abb.1: Chemiesaal

Durch Vermittlung der Naturwissenschaftswerkstatt wurden vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur 1,5 Werteinheiten zur Verfügung gestellt, welche zur Erweiterung des Angebots an unverbindlichen Übungen an unserer Schule verwendet wurden. Es meldeten sich ca. 10 TeilnehmerInnen der 5. und 6. Klassen AHS, die sich durch das Thema „Umwelttechnik“ angesprochen fühlten. Das Interesse der SchülerInnen bezog sich vor allem auf die eigenständig durchzuführenden chemischen Experimente.

1.2 Unterrichtskonzept

Heute wird viel über den Erwerb von Schlüsselqualifikationen gesprochen. Darunter versteht man *Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, welche die Eignung für die Bewältigung von Anforderungen im Laufe des Lebens erbringen* (Begriffsbildung von DIETER MERTENS 1974, „Schlüsselqualifikationstraining“ von [G. KELLER](#) und [W. HITZLER](#)⁴).

Aus diesem Blickwinkel wollte ich meinen Nachmittagsunterricht gestalten. Neben dem Erwerb von **Fachkompetenz** war mir **Methodenkompetenz** (Vgl. „Methodentraining“ von [H. KLIPPERT](#)⁵) und **Sozialkompetenz** wichtig. Unter Methodenkompetenz ist die Fähigkeit zu verstehen, neues Wissen selbstständig zu erwerben, zu verarbeiten, zu vermitteln und auf die Lösung von Problemen zu übertragen. (für [H. KLIPPERT](#)⁶ auch die Voraussetzung für „eigenverantwortliches Arbeiten“, kurz EVA)

Um diese neuen didaktischen Entwicklungen in meinen Unterricht einzubauen, überlegte ich mir folgende Punkte:

- Wie kann man theoretische Inhalte besonders ansprechend gestalten ?
- Auf welche Weise kann ich eigenständigen Wissenserwerb fördern ?

Dieser Punkt erschien mir besonders wichtig, weil in unverbindlichen Übungen keine Prüfungen zur Festigung der Inhalte stattfinden

- Soll ich Partnerarbeit fordern oder besser nur als wünschenswert darstellen ?

Das war anfangs nicht so selbstverständlich, weil die SchülerInnen aus verschiedenen Klassen kamen.

- Welche Möglichkeiten gibt es Präsentationen zu üben? Für die Persönlichkeitsbildung erschien es mir wertvoll, einen erarbeiteten Lehrstoff oder optimierte Versuche anderen vorzuführen. Auch die Gestaltung von Plakaten war erstrebenswert, um unser Produkt „Umwelttechnik“ zu vermarkten.
- Und immer wieder tauchte die Frage auf, wie weit ich Kreativität bei Experimenten zulassen kann oder aus Sicherheitsgründen einschränken muss (Bsp. dafür in Abb. 2).
- In dieser kleinen Schülergruppe kann ich auf individuelle Interessen und Fähigkeiten eingehen und sie unterstützen, indem ich sie bei der Auswahl der Inhalte zur Mitsprache auffordere bzw. verschiedene Experimente zur Wahl stelle.



Abb. 2: Alexander und Veronika beim Löschen eines Ölbrandes mit Hilfe eines selbst gebauten Feuerlöschers. Dass dieser nur bis zu einer gewissen Größe des Brandes wirksam sein kann, war allen Anwesenden klar. Trotzdem war die Versuchung groß, die Ölmengen weiter zu steigern

1.2.1. Kreatives Experimentieren – Egg races

In Anlehnung an Geschicklichkeitsspiele wie das „Eierlaufen“ gab es in England um 1975 eine Fernsehsendung „The Great Egg Race“, in der folgendes Problem aufgeworfen wurde: „Construct a machine to transport a fresh egg the greatest possible distance using only the energy which can be stored in a small rubber band.“ Die daraufhin gebauten „Ovomobile“ konnten bei durchdachter Konstruktion, geeigneten Materialien und verminderter Reibung wider Erwarten sehr weit fahren und wurden ständig verbessert. Angesichts der positiven Resonanz folgten andere BBC-Aufgabenstellungen und die Egg-Race-Idee breitete sich als besondere Form des Wettbewerbs innerhalb Großbritanniens aus.

Nach [H. GÄRTNER](#) und [G. v. BORSTEL](#)⁷ sind Egg-races praktische naturwissenschaftlich-technische Aufgabenstellungen,

- *die sich durch ungewohnte Blickweisen oder durch Skurrilität von üblicherweise gestellten Aufgaben abheben*
- *die Neugier und damit ein Spiel mit bekannten und neuartigen Lösungsstrategien herausfordern*
- *die Spielraum und Zeit lassen, mehrere Lösungswege auszuprobieren*
- *die innerhalb einer vorgegebenen Zeit und mit vorgegebenen Mitteln zu lösen sind*
- *die einen praktischen Bezug aufweisen und deren Produkte bewertbar sind*

Aufgaben dieser Art, die Kreativität auf chemischen Gebiet erlauben und gleichzeitig vom sicherheitstechnischen Aspekt besonders empfehlenswert sind, sind Reaktionen, bei denen Kohlendioxid aus Carbonaten mit Säuren gebildet wird.

Bsp: „Wie viel Gas produziert eine Brausetablette?“

oder „Baue einen einfachen Feuerlöscher“

Diese Art von Chemie-Unterricht fördert selbstständiges Denken und Handeln infolge der Suche nach eigenen Lösungswegen. Durch Absprache mit anderen Gruppenmitgliedern kommt es zu einer teamorientierten Produktion, wie es in Wirtschaftskreisen immer mehr gewünscht wird (Vgl. [H. KLIPPERT](#)⁸ „Teamentwicklung im Klassenraum“). Der Lehrer/die Lehrerin selbst muss sich möglichst zurücknehmen und sollte nur in seltenen Fällen eingreifen.

1.3 Projektinhalt

1.3.1. Stoffsammlung

Zu Beginn des Projekts erstellten meine SchülerInnen und ich eine Stoffsammlung in Form einer **Mindmap**. Entsprechend den vier Grundelementen „Wasser, Erde, Feuer, Luft“ suchten wir nach passenden Stichworten und ordneten sie in Kategorien. Dabei sind riesige Bäume entstanden wie anschließend zu sehen ist:

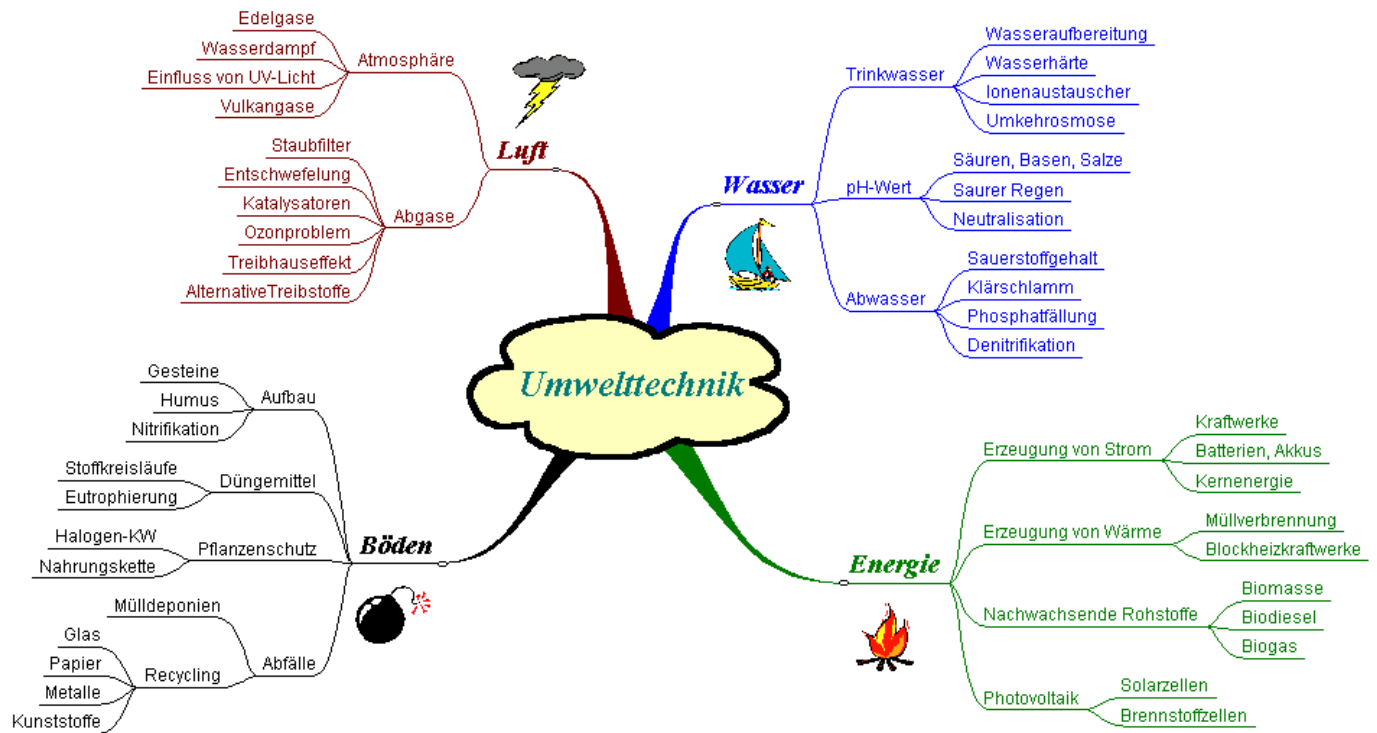


Abb.3 : Mindmap

1.3.2. Einstieg in das Projekt

In den ersten Unterrichtseinheiten im September begann ich auf dem Lehrstoff der 4.Klasse aufzubauen, indem ich wichtige Grundbegriffe wiederholte und sie durch praktische Anwendungen vertiefte. Beispielsweise wurden für das Säure-Base-Training verschiedene Unterrichtsmaterialien zur Verfügung gestellt, die für das „**Offene Lernen**“ schon von früher vorhanden waren: Das Kluppenblatt, die Lernscheibe (vgl. [Lit.¹⁰](#)) und das Nagelbrett. Weitere Anregungen sind auf der CD-ROM „Methodenwerkzeuge“ (vgl. [Lit.¹¹](#)) zu finden.

1.3.3. Unterrichtseinheiten

Wie aus obiger Mindmap ersichtlich, haben wir uns sehr viel Lehrstoff vorgenommen. Es konnten nur Schwerpunkte aus den Bereichen Wasser, Energie und Luft gesetzt werden. Neben den Chemielehrbüchern der 7. Klasse habe ich mir viele Anregungen aus den Internet-Adressen [BLUME³](#) und [SEILNACHT¹²](#) und dem „Taschenatlas der Umweltchemie“ von [G. SCHWEDT¹³](#) und dem sehr aktuellen Buch der Gesellschaft Deutscher Chemiker „Green Chemistry“¹⁴ geholt.

Detaillierte Lehrinhalte sind aus dem **ANHANG** ersichtlich, in dem die einzelnen Unterrichtseinheiten angeführt sind, wobei **LZ** Lehrziel bedeutet, **M** die jeweilige Methode und **P** für praktische Versuche steht.

Um den SchülerInnen eigenverantwortliches Arbeiten zu ermöglichen und gleichzeitig wichtige theoretische Inhalte nahe zu bringen, wurden **Arbeitsblätter** (vgl. ANHANG) ausgeteilt, die aus nicht zu schwierigen Lückentexten aufgebaut sind, wozu auch ab und zu der Taschenrechner Verwendung fand. Beim Vergleichen kann es dann zu Erfolgserlebnissen kommen, die wiederum die Leistungsbereitschaft erhöhen.

1.3.4. Experimente

Die zweite Hälfte einer Unterrichtseinheit war stets Experimenten gewidmet. Üblicherweise gab es eine schriftliche Experimentieranleitung, die wir gemeinsam besprachen, um auch auf ev. Gefahren hinzuweisen. Diese Versuche wurden meist als **Partnerarbeit** durchgeführt, d.h. der eine holt die Geräte zum Arbeitsplatz, der andere sorgt für die Chemikalien. Gemeinsam wird dann der Versuch durchgeführt und protokolliert.

Zum Thema Wasserstoff wurde ein **Stationenbetrieb** aufgebaut, in dem verschiedene Möglichkeiten zur Herstellung von Wasserstoff (Elektrolyse von Wasser, Reaktion von Zink mit Salzsäure, Modelle von Brennstoffzellen) angeboten wurden.

Die Methode „**Egg races**“, die ich im Kap 1.2.1. bereits beschrieben habe, wurde beim Bau eines Feuerlöschers und bei der Aufgabe, wie viel Gas eine Brausetablette abgibt, verwendet.

Kreatives Experimentieren wurde auch bei anderen Versuchen zugelassen, soweit es Zeit und Sicherheit zuließen, wie B. LUTZ¹⁵ es auch im **Offenen Labor** empfiehlt.

1.3.5. Einsatz von Medien

In einigen Fällen hatte ich als Unterrichtseinstieg eine **Powerpoint-Präsentation**, ein **Kurzvideo** oder **Bildvorlagen**, die ich vom Lehrertisch im Chemiesaal über Laptop und Beamer bzw. Videokamera und Beamer an die Wand projizieren kann. Diese Arbeit mit Medien ist derzeit sehr motivierend für die SchülerInnen und ermöglicht, schnell einen Einblick in ein Thema zu bekommen. Im Internet unter „Ökoclips“ von SEILNACHT¹² sind **Overhead-Folien** zu finden, die sich ausgezeichnet als Diskussionsgrundlage eignen.

Mehrere Male verbrachten wir auch einen Teil der Unterrichtszeit im EDV-Raum, wo wir bei einem bestimmten Thema (z.B. Ozon) nach Informationen suchten, die dann anschließend den anderen berichtet bzw. durch **Gestalten eines Plakats** (vgl. Abb.4: Ozon-Plakat) vertieft wurden.

Einmal durften **Kreuzwörterrätsel mit Computerhilfe** erstellt werden. Dazu wurden unter der Internetadresse „Puzzlemaker“¹⁶ verschiedene Umweltbegriffe eingegeben, welche der Computer automatisch in ein „Criss-Cross-Puzzle“ formte.

1.3.6. Exkursionen

Um den Unterricht nach außen zu öffnen, wurden mehrere **Exkursionen** unternommen. Im Wintersemester besuchten wir den Kernreaktor der Wiener Universitäten und das Haus Wien-Energie, im Sommersemester führten wir Wasseranalysen an mehreren Stellen des Liesing-Baches durch.

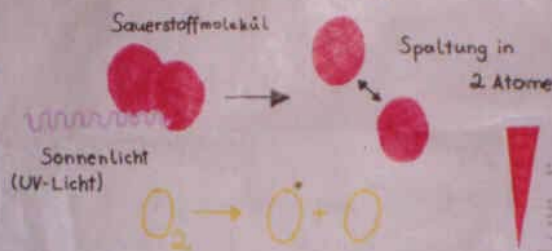
OZON

STECKBRIEF OZON

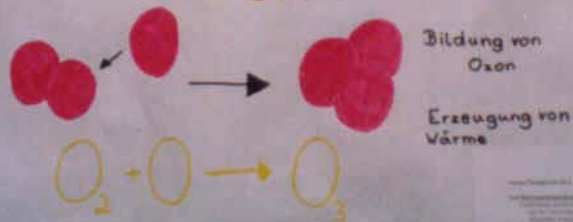
Das Ozon (O₃) ist ein allotropes Modifikationsform des Sauerstoffs. Es besteht aus drei Sauerstoffatomen, die in einer gebogenen Kette angeordnet sind. Ozon ist ein starkes Oxidationsmittel und wird in der Luft durch die Wirkung von UV-Licht aus Sauerstoff gebildet. Es spielt eine wichtige Rolle in der Ozonschicht der Stratosphäre, die vor schädlicher UV-Strahlung schützt.

DIE OZON- PHOTOSYNTHESE

1, Die Photolyse (Zerlegung) von Sauerstoff



2, Die Synthese (Entstehung) von OZON



Die natürliche Ozonbildung in der Atmosphäre ist ein natürlicher Prozess, der durch die Wirkung von UV-Licht auf Sauerstoffmoleküle entsteht. In der Stratosphäre wird Ozon durch die Wirkung von UV-Licht aus Sauerstoff gebildet. Es spielt eine wichtige Rolle in der Ozonschicht der Stratosphäre, die vor schädlicher UV-Strahlung schützt.

Das Ozon (O₃) ist ein allotropes Modifikationsform des Sauerstoffs. Es besteht aus drei Sauerstoffatomen, die in einer gebogenen Kette angeordnet sind. Ozon ist ein starkes Oxidationsmittel und wird in der Luft durch die Wirkung von UV-Licht aus Sauerstoff gebildet. Es spielt eine wichtige Rolle in der Ozonschicht der Stratosphäre, die vor schädlicher UV-Strahlung schützt.

- 1. Ozon ist ein allotropes Modifikationsform des Sauerstoffs.
- 2. Es besteht aus drei Sauerstoffatomen, die in einer gebogenen Kette angeordnet sind.
- 3. Ozon ist ein starkes Oxidationsmittel und wird in der Luft durch die Wirkung von UV-Licht aus Sauerstoff gebildet.
- 4. Es spielt eine wichtige Rolle in der Ozonschicht der Stratosphäre, die vor schädlicher UV-Strahlung schützt.

Abb. 4: Ozon – Plakat

Diese Zusammenstellung von Entstehung, Wirkung und Eigenschaften von Ozon wurde von einer Schülerin im Sommersemester nach eigenständigem Studium gestaltet.

2 EVALUATION

Da dieses Projekt „Umwelttechnik“ erstmals in einer AHS als unverbindliche Übung stattgefunden hat, ist es interessant festzustellen, ob es denn überhaupt sinnvoll war. Es muss überlegt werden:

- ❖ Sind die Inhalte von Bedeutung ? War die Stoffauswahl optimal ?
- ❖ Was erschien den SchülerInnen wichtig ?
- ❖ Hat es Spaß gemacht? War es auch ein Beitrag zur Allgemeinbildung?
- ❖ Wurden tatsächlich Schlüsselqualifikationen vermittelt ?
- ❖ War der Unterricht für die Lehrerin attraktiver als für die SchülerInnen ?
- ❖ Welche Reaktionen gab es von außen ? (Eltern, Administration, Direktion)
- ❖ Wie könnte der Unterricht in Zukunft ausschauen?

2.1 Das Projekt aus Schülersicht

Gegen Ende des Schuljahres wurde eine Schülerin aufgefordert, für den Jahresbericht einen kurzen Aufsatz zu schreiben, der den Eindruck der Gruppe zusammenfassen sollte:

2.1.1. Persönlicher Bericht einer Schülerin

In diesem Schuljahr wurde zum ersten Mal „Umwelttechnik“ als unverbindliche Übung von Frau Prof. Hetzl angeboten. Es fanden sich sehr bald neugierige Schüler der 5. und 6. Klasse, die dieses Fach näher kennen lernen wollten. Jeden Freitag trafen wir uns, um aufregende Versuche zu machen und auch um viel Neues zu erfahren.

Umwelttechnik beschäftigt sich mit den Themen Wasser, Energie, Luft und Böden. Es geht um die Zusammensetzung der Atmosphäre, die Abgasproblematik, das Trinkwasser und das Abwasser. Ich habe viel Hochaktuelles gelernt, z.B. über den Treibhauseffekt, der uns alle betrifft oder über Ozon, die Erzeugung von Strom durch Solarzellen (Photovoltaik) und über Brennstoffzellen und den Wasserstoff als Energieträger. Wir durften mehrere Varianten der Knallgasreaktion – natürlich nur in kleinsten Mengen – selbst ausprobieren. Zum Thema Energie stellten wir Wärmebeutel her und lernten durch Ausprobieren von verschiedenen Verbrennungsvorgängen das „Element Feuer“ besser zu beherrschen. Wir machten auch eine Exkursion in das „Haus Wien Energie“, wo uns das Prinzip einer Wärmepumpe und einer zentralen Warmwasserbereitung vorgestellt wurde. Einen Höhepunkt stellten die Wasseranalysen direkt am Liesing-Bach dar, dessen Wasserqualität überraschenderweise ausgezeichnet war.

Für jeden wurde etwas Interessantes angeboten. Um die Inhalte auch verstehen zu können, bekamen wir abwechslungsreiche Arbeitsblätter, die wir in fröhlicher Atmosphäre gemeinsam ausfüllten. Zu einigen für Frau Prof. Hetzl sehr wichtigen Themen haben wir auch Plakate gemacht, welche die Wand vor dem Chemiesaal zierten. Ich persönlich habe durch diese Art des Unterrichts viel Neues erfahren und kann es nur weiter empfehlen, denn Umwelttechnik macht Spaß und bietet eine schöne Abwechslung zum Schulalltag.“

2.1.2. Auswertung der Schülerfragebögen

Mitte März wurde in einer Übungsstunde ein kurzer Fragebogen ausgeteilt, der folgenden Inhalt hatte:

- ❖ Wie wichtig ist dir Chemie für deinen späteren Beruf ?
- ❖ Wie fandest du die Arbeitsbedingungen im Chemiesaal ?
- ❖ Wie hat dir die Art des Unterrichts gefallen ?
- ❖ Fällt dir das Experimentieren leicht ?
- ❖ Hättest du bei manchen Übungen noch mehr machen wollen ?
- ❖ Glaubst du, dass dir Experimente helfen, Chemie besser zu verstehen ?
- ❖ Wie wichtig findest du den Alltagsbezug?
- ❖ Arbeitest du gerne im Team ?
- ❖ Wie gefällt dir die Methode mit den Arbeitsblättern ?
- ❖ Hast du ausreichend theoretisches Wissen erworben ?

Betrachtet man das Ergebnis der Fragebögen, so kann man zu folgenden Schlussfolgerungen kommen:

Arbeitsbedingungen

Der neue Chemiesaal mit all seinen Möglichkeiten wurde auch von den SchülerInnen sehr geschätzt und half mit, eine kreative Atmosphäre zu erzeugen.

Teamarbeit

Auffallend war, dass einige sehr gerne im Team arbeiten, andere weniger, d.h. ihre Experimente lieber allein durchführen. Dieses Umfrageergebnis deckte sich mit meinen Beobachtungen.

Alltagsbezug

Interessanterweise ist der Bezug zu Alltagserscheinungen für die SchülerInnen gar nicht so wichtig. Sind sie vielleicht von unseren Schul-Lehrstoffen schon gewohnt, dass man sowieso nicht erkennen kann, wozu man das alles braucht ?

Unterrichtsmethoden

Aus den Fragebögen ist zu entnehmen, dass die Methode der Arbeitsblätter doch nicht so gut ankam wie ich dachte. Möglicherweise entstand dabei zuviel Leistungsdruck für unverbindliche Übungen. Hingegen bei den Experimenten war die Begeisterung feststellbar und sogar der Wunsch nach mehr ersichtlich. Nach einzelnen Methoden habe ich nicht direkt gefragt, bin aber sicher, dass die Lernspiele hohe Akzeptanz fanden. Die Ausarbeitung von Texten mit anschließender gegenseitiger Präsentation wurde von manchen mit Freude, von anderen weniger gern durchgeführt. Ebenso geteilter Meinung waren sie bei der Gestaltung von Plakaten, die von einzelnen mit großem Eifer sogar zu Hause fertig gestellt wurden.

2.2. Das Projekt aus Lehrersicht - Diskussion

Aus dem Bericht der Schülerin (vgl. Kap. 2.1.1.) ist ersichtlich, dass die Inhalte ansprechend waren und im richtigen Schwierigkeitsgrad - der Altersstufe entsprechend - bearbeitet wurden: „Für jeden wurde etwas Interessantes angeboten.“ Er zeigt auch, dass die Methoden Akzeptanz fanden und dass es Spaß gemacht hat – die Atmosphäre stimmte.

Es ist mir gelungen, das Interesse meiner SchülerInnen für Chemie und im speziellen für Umweltprobleme zu fördern und die Freude am Experimentieren zu erhalten bzw. noch zu erhöhen. Durch die Diskussion von theoretischen Inhalten wurde das Verständnis für naturwissenschaftliche Zusammenhänge verbessert. Dieser Unterricht war eine *schöne Abwechslung im Schulalltag* (wie im Bericht der Schülerin zu lesen ist).

Wieso kann Chemieunterricht Abwechslung im Schulalltag sein ?

Wenn ich meinen Unterricht plane, denke ich zuerst an die theoretischen Inhalte. Da es aber bekannt ist, dass die Konzentrationsfähigkeit auch bei interessierten Menschen nach ca. 20 Minuten nachlässt, ist hier ein **Methodenwechsel** anzustreben. Also z.B. Arbeitsblatt-Medieneinsatz oder Bearbeitung eines Textes-Präsentation des Inhalts oder Rechenbeispiele-Schüler+Lehrer-Gespräch. Somit kann Theorie abwechslungsreich gestaltet werden.

Einige Male arbeiteten wir mit dem Taschenrechner, um stöchiometrische Berechnungen zu machen. Beispielsweise war die Sauerstoffmenge zu bestimmen, die ein PKW auf der Strecke von Wien nach Rom verbraucht. Obwohl das Rechnen an und für sich eher weniger Freude machte, waren die SchülerInnen von den Ergebnissen umso mehr beeindruckt (vgl. Arbeitsblatt „Rechnen mit Kohlenwasserstoffen“). An diesem Nachmittag hatten wir die Unterrichtszeit von 1,5 Stunden für die Rechenbeispiele verbraucht und ich dachte, sie wollten jetzt nach Hause gehen. Da irrte ich mich aber sehr, denn sie gingen erst, nachdem sie wenigstens ein kleines chemisches Experiment machen durften. Das Experiment ist und bleibt die Abwechslung im Schulalltag.

Warum sind gerade Umweltthemen im Unterricht abwechslungsreich ?

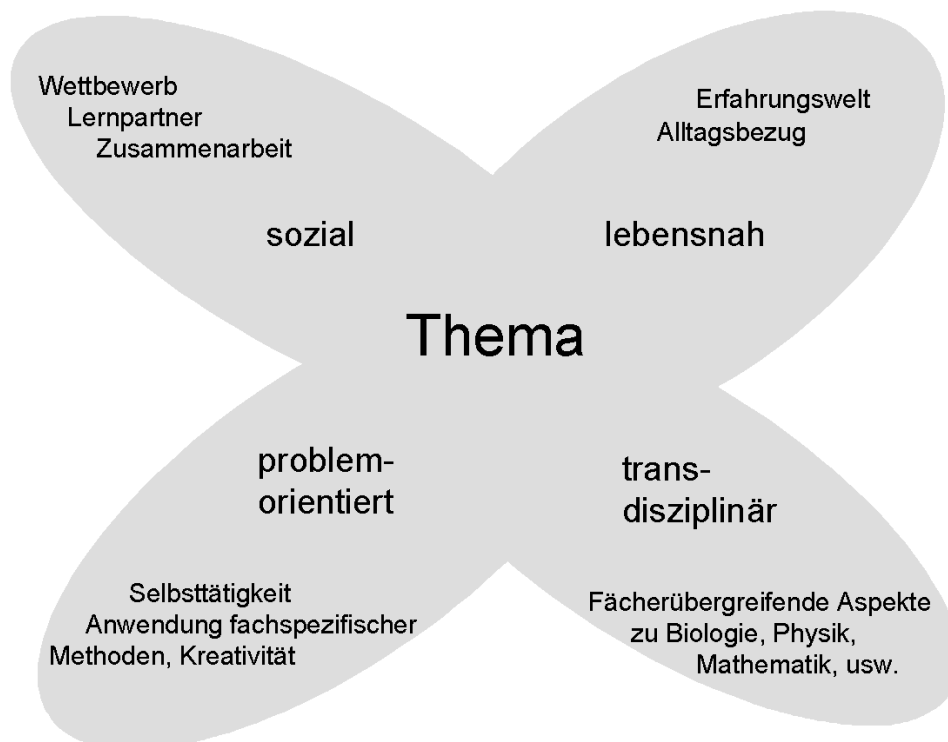


Abb.5 :Diagramm aus Lit.1

Wie aus Abb.5 ersichtlich ist, ist ein Thema für einen „**Offenen Unterricht**“ besonders geeignet, wenn es in dieses Schema eingeordnet werden kann. Bei Umweltthemen ist das der Fall. Bei Wasser, Luft und Energie sind lebensnahe Bezüge besonders leicht herzustellen und fächerübergreifende Aspekte zu Biologie, Physik, Mathematik,... sind naheliegend. Es ist relativ einfach, problem-orientierte Fragestellungen zu finden und bei ihrer Bearbeitung die Sozialkompetenz der SchülerInnen zu fördern. Die Einbindung von Internet und außerschulischen Fachleuten bietet sich an.

Warum werden dann Umweltthemen noch immer so wenig unterrichtet ?

Es besteht eine Schwierigkeit: Einerseits muss man als LehrerIn „Panikmache“ bei Umweltfragen vermeiden und extreme Bemerkungen der Schüler abschwächen. Notfalls kann man die „Vogel-Strauß-Politik“ anwenden: „So schlimm wird es schon nicht werden, der Mensch hat sich immer Veränderungen der Natur angepasst.“ Andererseits ist das eine schlechte Einstellung gegenüber Umweltthemen. Denn ist es ganz wichtig, die Zusammenhänge aufzuzeigen, damit wir nicht alles laufen lassen, sondern unser Leben in bestmögliche Richtung lenken nach dem Motto: „Hilf dir selbst, dann hilft dir Gott.“

2.3. Nachhaltigkeit des Projekts

Unbefriedigend war für mich, dass wir große Teile der von uns zusammengestellten Stoffsammlung (Vgl. Mindmap Abb.3) nicht besprechen konnten, weil einfach die Zeit zu kurz war. Außerdem hätte ich mich gefreut, wenn mein Pilotprojekt bei meinen KollegInnen und vor allem in der Direktion mehr Anklang gefunden hätte. Daher wird es an unserer Schule im Moment keine Fortsetzung dieses Unterrichts geben, aber ich könnte mir vorstellen, dass in anderen Schulen meine Idee aufgegriffen und dort ein intensiverer Unterricht über Umweltprobleme mit praktischen Versuchen statt finden wird. Vielleicht gibt es die eine oder andere Chemie- oder Biologiekollegin, die meine Begeisterung für diese Lehrinhalte teilt ... Aber es ist kein bloßes Auswendiglernen von Inhalten anzustreben, sondern dem Ausspruch des griechischen Philosophen DEMOKRIT zu folgen: „*Viel Denken, nicht viel Wissen soll man pflegen*“, denn nur so kann es zu kreativem Problemlösen der zukünftigen Generation kommen.

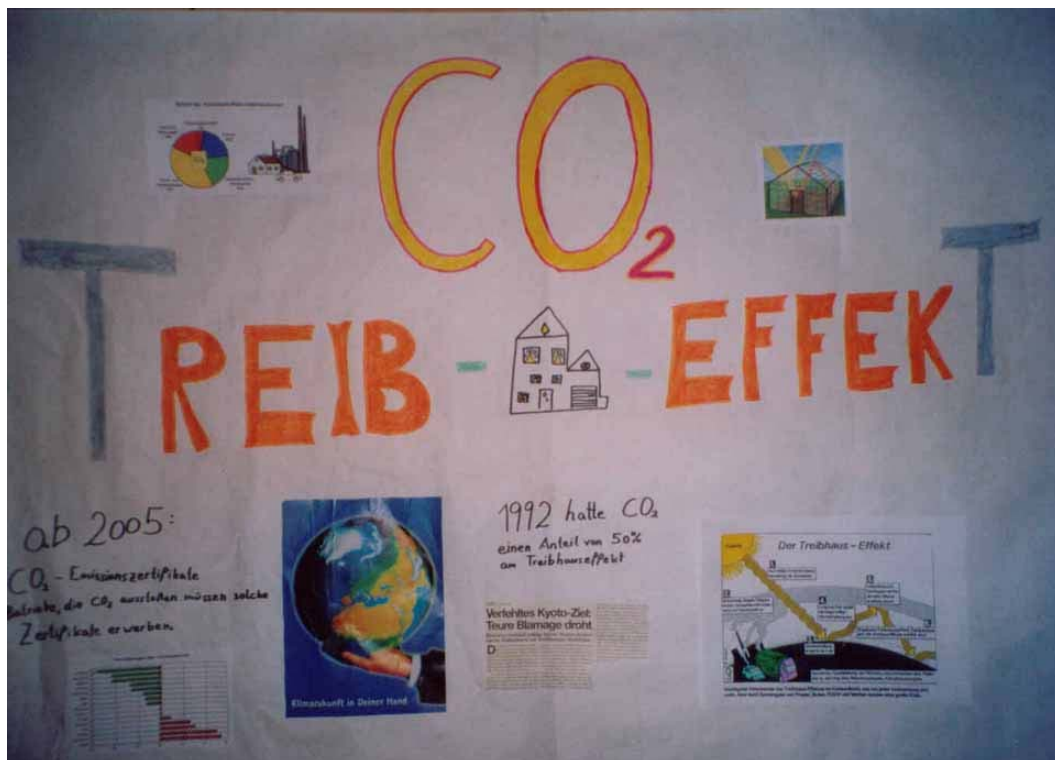


Abb.6: Ein zum Treibhauseffekt gestaltetes Plakat

3 LITERATURVERZEICHNIS

Bücher:

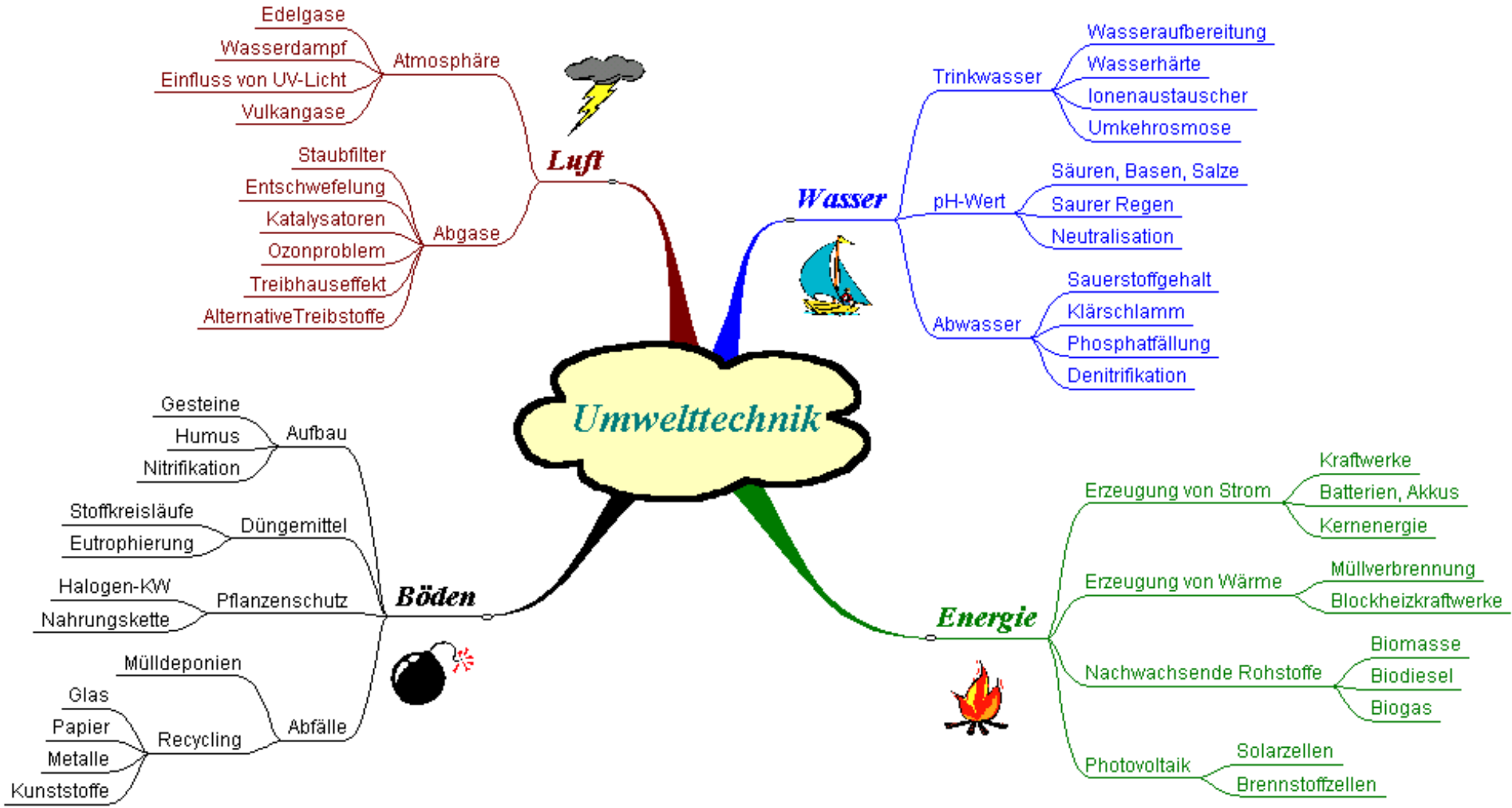
- [2] Lüdtker Norbert, Pressetexte Umwelt und Chemie - für den Unterricht aufbereitet, Aulis Verlag Deubner & Co (1994)
- [4] Keller G., Hitzler W., Schlüsselqualifikationstraining, Auer Verlag, 1.Aufl.2001
- [5] Klippert H., Methodentraining, Beltz Verlag 13.Aufl. 1994
- [6] Klippert H., Eigenverantwortliches Arbeiten und Lernen, Beltz Verlag 2.Aufl. 2001
- [8] Klippert H., Teamentwicklung im Klassenraum, Beltz Verlag 6.Aufl.2002
- [13] Schwedt G., Taschenatlas der Umweltchemie, Thieme Verlag 1996
- [14] Bader, Bahadir; Lenoir und Ralle, Green Chemistry – Nachhaltigkeit in der Chemie, Gesellschaft deutscher Chemiker, Wiley-VCH 2003

Zeitschriften:

- [7] Gärtner H.J. und Gregor von Borstel, Egg-Races in der Sekundarstufe I, Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 2003, Heft 78: 19-21
- [10] H. Nickel, Chemie - eine runde Sache – Die Lernscheibe, Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 2003, Heft 74: S46
- [11] CD-ROM zum Heft „Methodenwerkzeuge“, Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 2001, Doppelheft 64/65, Bestell.Nr.92320
- [15] B. Lutz, Das Offene Labor, Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 2002, Doppelheft 70/71: S13

Internet-Adressen:

- [1] <http://www.chemie.uni-muenchen.de/didaktik/>
- [3] <http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/studie.htm>
- [9] <http://io-net.de/home/gregorvonborstel/index.htm>
- [12] <http://www.seilnacht.com/>
- [16] <http://puzzlemaker.school.discovery.com/>



Unterrichtseinheit	Beschreibung und Lernziel	Methode und Praxis	Arbeitsblatt
Stoffsammlung „Umwelttechnik“	Durch gemeinsames Erstellen einer Mindmap wurden Inhalte erfasst und sortiert LZ: Überblick über das Thema	M: Gruppengespräch P: Einführung in die Arbeit mit Pipetten, Büretten und anderen Volumsmessgeräten	AB: Mindmap
Kalkkreislauf	Anhand der Etiketten von Mineralwasserflaschen wurden die lebenswichtigen Ionen erkannt und der Weg ins Trinkwasser überlegt LZ: Verständnis für den Kalkkreislauf in der Natur	Vorstellung des Ionenaustauschers im neuen Chemiesaal P: Bestimmung der Wasserhärte	AB: Unser Trinkwasser
Säuren, Basen, Salze	Durch Erarbeiten eines Lückentextes wurde Bekanntes wiederholt und vertieft. LZ: Erkennen der Salzformeln als zusammengesetzte Säure-Base-Ionen	M: Offenes Lernen zum Vertiefen der Formeln (Kluppenblatt, Lernscheibe und Nagelbrett) P: Reaktion von Carbonaten mit Säuren auf das Modell eine Vulkankraters angewendet	AB: Säure-Base-Training
Kernenergie EXKURSION: Atominstitut der österreichischen Universitäten	Radioaktive Strahlung, Isotope. Radiocarbonmethode, Kernreaktor LZ: Gewinnung eines Überblicks als Vorbereitung für die Exkursion	M: Präsentation mit Beamer (CD-ROM, Internet) P: Sinnerfassendes Lesen eines naturwissenschaftlichen Textes zur Beantwortung der Fragen auf AB	AB: Radioaktivität

<p>Wärme­kraftwerke und Kohlenstoffkreislauf</p>	<p>Durch Verbrennung von Kohle entsteht CO₂ und Wärme, die in kinet.E bzw. elektr.E umgewandelt wird. Wie reagiert CO₂ weiter ?</p> <p>LZ: Erkennen von Umwandlungen der Energieformen u.a.Stoffen.</p>	<p>M: Partnerarbeit: Bearbeitung eines Funktionsschemas eines Kohlekraftwerks</p> <p>P: Herstellung eines Wärmebeutels aus einer unterkühlten Schmelze</p>	<p>Energieumwandlungen (Klett) Kohlenstoffkreislauf (Klett)</p> <p>Faszinierende Experimente (PdN)</p>
<p>Verbrennung von Kohlenwasserstoffen</p>	<p>Einführung des Molbegriffs, der Molmasse und des Molvolumens</p> <p>LZ: Erfassen der Problematik, dass bei Energiegewinnung durch Verbrennen CO₂ entsteht und dabei viel Sauerstoff verbraucht wird.</p>	<p>M: Gemeinsame Bearbeitung der Rechenbeispiele und deren Interpretation</p> <p>P: Bau einer Öllampe Egg race: Erfindung eines Feuerlöschers, um einen kleinen Ölbrand zu löschen</p>	<p>AB: Rechnen mit Treibstoffen</p>
<p>Treibhauseffekt</p>	<p>Der nach wie vor steigende Einsatz fossiler Rohstoffe zur Energiegew. lässt die von Österreich angenommenen Kyoto-Ziele als unmöglich erscheinen.</p> <p>LZ: Verringerung des CO₂-Ausstoßes, Begriff „CO₂-neutral“</p>	<p>M: Sinnerfassendes Lesen eines naturwissenschaftlichen Textes zur Beantwortung der Fragen auf AB</p> <p>P: Herstellung von essbarem Einweggeschirr (zur CO₂ bzw. Müllverringernach einer Party - doch eher ein Scherz)</p>	<p>AB: Klimaschutz zur Broschüre des ökosozialen Forums: „Klimaschutzpolitik außer Kontrolle ?“</p>
<p>EXKURSION: „Haus der Energie“ Mariahilferstraße 1070 Wien</p>	<p>LZ: Anwendungsorientierte Nutzung von Sonnenenergie, Idee der Wärmepumpe für Einfamilienhäuser</p>		

<p>Brennstoffzelle, Sonnenenergie, Wasserstoff</p>	<p>Zur Verringerung des CO₂-Ausstoßes ist Wasserstoff als Energieträger einsetzbar, der durch Elektrolyse von H₂O gewonnen werden kann.</p> <p>LZ: Erfassen des elektrochem. Prozess in einer Brennstoffzelle, Beherrschung der Knallgasrkt.</p>	<p>M: Stationen zur Wahl in beliebiger Reihenfolge: P: H₂ aus Elektrolyse (selbst gebastelt nach Obendrauf), H₂ aus Salzsäure + unedlen Metallen (versch.Apparaturen), Solarbetriebenes Modellauto Solare H₂O - Elektrolyse</p>	<p>CD-Rom: Elektropolis 2</p> <p>AB. Brennstoffzellen für Haus- und Automobiltechnik</p> <p>AB: Wasserstoff – Energieträger der Zukunft</p>
<p>Luftverschmutzende Teilchen</p>	<p>Power-Point-Präsentation zum Thema „Luft“ (Überblick), Kohlenmonoxid in der Technik und als gefährliches Giftgas</p> <p>LZ: Bestandteile des Zigarettenrauches</p>	<p>M: Info über CO durch AB</p> <p>P: Nachweis von CO und NO_x im Zigarettenrauch mithilfe von Drägerröhrchen</p>	<p>AB: Kohlenmonoxid</p> <p>AB: Steckbriefe (gesucht werden Gase)</p>
<p>Edelgase</p>	<p>Aus drei versch. Literaturstellen musste ein kurzer Bericht verfasst werden.</p> <p>LZ: Erfassen von gemeinsamen und unterschiedlichen Eigenschaften der Edelgase</p>	<p>M: Partnerarbeit und Präsentation im Team</p> <p>P: Entzünden von Leuchtstoffröhren mittels Hochspannungsgerät</p>	<p>AB: He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn</p>
<p>Ozon</p>	<p>Anthropogene Einflüsse auf den Ozongehalt in der Troposphäre und Stratosphäre</p> <p>LZ: Entstehung von zuviel Ozon aus NO_x und Ausdünnung der Ozonschicht durch FCKWs</p>	<p>M: Internet-Recherche zum Thema Ozon</p> <p>P: Erstellen von Plakaten</p>	<p>Als Hilfe für die Plakatinhalte wurden die von Schülern aus dem Internet erstellten Kopien verwendet</p>

<p>Autoabgase</p>	<p>Entstehung und mögliche Weiterreaktionen der Autoabgase</p> <p>LZ: Funktionsweise des Ottomotors und die Entstehung der Abgase verstehen</p>	<p>M: Gemeinsames Erarbeiten chem. Reaktionsgleichungen</p> <p>P: Benzin-Verbrennungen und Benzin-Explosion (im Pappkarton)</p>	<p>AB: Das Auto und seine Abgase</p>
<p>Katalysatoren</p>	<p>Mit Hilfe von OH-Folien wurden Eigenschaften von anorgan. und organischen Katalysatoren erklärt</p> <p>LZ: Aufbau und Wirkung des Autokatalysators verstehen</p>	<p>M: Durch experimentelle Erfahrung Eigenschaften von Katalysatoren kennen lernen</p> <p>P: Reaktion von versch. Kat. mit Wasserstoffperoxid</p>	<p>AB: Die Wirkung von Katalysatoren auf H_2O_2</p>
<p>Gasgesetze</p>	<p>Beschreibung des Zustands eines Gases durch Druck, Temperatur und Volumen</p> <p>LZ: Zustandsänderungen von Gasen berechnen</p>	<p>M: Einzel- und Partnerarbeit</p> <p>P: Egg race: Wie viel Gas entsteht aus einer Brausetablette ?</p>	<p>AB: Anwendungen der Gasgesetze</p>
<p>Säure-Base-Titrationen und Komplexometrie</p>	<p>Vertiefung des pH-Wertes, Reaktion der EDTA, Berechnung von Titrationen</p> <p>LZ: Quantitatives Arbeiten zur Vorbereitung auf die Wasseranalysen</p>	<p>M: Einzel- und Partnerarbeit</p> <p>P: Durchführung von Titrationen</p>	<p>AB: pH-Titrationen</p> <p>AB: Titrations-Trocken-Training</p>

Wasseranalysen an der Liesing	Probennahme und Analyse direkt am Fluss LZ: Quantitatives Arbeiten	M: Partnerarbeit P: Durchführung von Titrationsen und kolorimetrische Ablesung der Ergebnisse mit Hilfe von einem „Wasserkoffer“	AB: Gebrauchsanleitungen des Wasserkoffers
Analyse von Gartenerde	Analyse von in Gläsern mitgebrachten Proben LZ: Quantitatives Arbeiten	M: Partnerarbeit P: Bestimmung von Kalkgehalt, pH u. Ionenaustauschkapazität	AB: Böden – Grundlage unserer Ernährung