

# PROJEKT 7

*Alltags- und umweltorientierter  
Chemieunterricht in der Sekl  
und im allgemeinbildenden  
Chemieunterricht  
von FOS-Klassen  
Projektbericht*

*Richten Sie Ihre Fragen bitte an*

Prof. Dr. Eberhard Just  
Universität Bremen FB 2

Postfach 330 440  
**28 334 Bremen**

 0421-218-2902

# Alltags- und umweltorientierter Chemieunterricht in der Sekundarstufe I und im allgemeinbildenden Chemieunterricht von Fachoberschulklassen

(J.Behrendt, S.Faust, E.Just, J.Meyer-Vogel, R.Uebers)

Inhaltsverzeichnis	Seite
Zusammenfassung des Vorhabens (abstract)	3
0. Vorbemerkungen	4
1. Ausgangspunkt der Problemlage	4
2. Dokumentation und Bewertung der Projektarbeit	5
2.1 Zusammensetzung des Teams	
2.2 Arbeitsweise des Teams	
3. Darstellung der Forschungsergebnisse	9
3.1 Übersicht über Ergebnisse	9
3.2 Skizze des unterrichtlichen Ablaufs	9
A. 8. Klasse, ein Halbjahr	10
B. 9. Klasse, ein Halbjahr	18
C. 10. Klasse, 1. Halbjahr	26
D. 10. Klasse, 2. Halbjahr	29
3.3 Erfahrungen	37
3.3.1 Allgemeines zum vorliegenden Konzept für einen alltagsorientierten Chemieunterricht in der Sekundarstufe I	37
3.3.2 Einschätzung im Hinblick auf die charakteristischen Unterrichtssituationen Wirkungen bei den einzelnen Themen	38
4. Evaluation des Vorhabens	45
4.1 Zu: Fragebogen zu Beginn der 8. Klasse Was interessiert mich im Chemieunterricht	46
4.2 Zu: Fragebogen nach Klasse 9 Was wir schon immer von Dir wissen wollten	47
- Auswertung der Schülerfragebögen (Ankreuzverhalten im Mittelteil)	48
- Auswertung der Schülerfragebögen (freie Antworten)	49
4.3 Zu: Fragebogen in der letzten Chemiestunde der Sekundarstufe I - Auswertung der "Fieberkurven" zum Schüler - Interesse am Fach Chemie	51
4.4 Zu: Fragebogen nach ca. ¼ Jahr in 11. Klasse (Sekundarstufe II) Befragung von Schülern in der Sekundarstufe II	52
4.5 Zu: Dokumentierte Gespräche mit Schülern (Gesamtgruppe oder Teilgruppen) 2.1 Gespräche Februar '95	55

4.6	Zu: Dokumentierte Gespräche mit Schülern (Gesamtgruppe oder Teilgruppen) Gespräche '96 nach der Unterrichtseinheit "Lebensmittel und Ernährung"	56
4.7	Zu: Dokumentierte Gespräche mit Schülern (Gesamtgruppe oder Teilgruppen) Gespräche am Ende des Chemieunterrichts der Sekundarstufe I	57
4.8	Zu: Dokumentierte Gespräche mit Schülern (Gesamtgruppe oder Teilgruppen) Befragung am Ende des Chemieunterrichts der Sekundarstufe I	59
4.9	Implementation: Die Situation am Schulzentrum Findorff (Regensburger Str.) unter dem Einfluß des Forschungsvorhabens Nr. 7	61
5.	Fazit und Schlußbetrachtung	62
6.	Alltagsorientierter Chemieunterricht- erprobter Unterricht in der Sekundarstufe I (Hauptartikel in: NiU-Chemie 8 (1997) Nr. 37	63

## **Anhang**

<b>Teil 1</b>	<b>Materialien zur 8.Klasse</b>
<b>Teil 2</b>	<b>Materialien zur 9.Klasse</b>
<b>Teil 3, 4, 5</b>	<b>Materialien zur 10.Klasse</b>

## Zusammenfassung des Vorhabens (abstract)

Der Chemieunterricht befindet sich öffentlich in der Defensive. Zum Teil ist die Kritik am Chemieunterricht durchaus berechtigt. Andauernde Lernergebnisse kognitiver, affektiver und psychomotorischer Art sind sehr oft kaum nachzuweisen. Daneben ist die Akzeptanz von Chemieunterricht bei Schülerinnen und Schülern noch immer gering.

Mit dem hier gewählten **Ansatz** wird versucht, diese **Defizite zu verringern**, indem der Unterricht weitgehend am Alltag der Gesellschaft (und teilweise speziell an dem von Schülerinnen und Schülern) orientiert ist, gleichzeitig aber ein chemisches Grundwissen aufgebaut werden soll. In der Regel wechseln dabei stark alltagsorientierte Sequenzen mit Abschnitten chemischer Vertiefung oder Grundlegung ab.

Es war zu **untersuchen**, ob das daraus erarbeitete Konzept auch im Schulalltag der fast 4-jährigen Erprobung beibehalten werden kann. Die Erprobung erfolgte in drei Durchgängen der Jahrgangsstufen 8 - 10 (jeweils drei bis fünf Klassen) und bestätigte die Eignung des Konzepts für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe I.

Das Unterrichtskonzept überspringt in den alltagsorientierten Sequenzen inhaltlich die Fächergrenzen und überwindet teilweise auch das Schulgelände. Es beansprucht aber auch in diesen Phasen keine organisatorischen Änderungen etwa wie ein Projekt.

Die **Ergebnisse** der konstruktiven Arbeit bestehen aus einem erprobten Curriculum für diese Jahrgangsstufen, d.h. aus ausführlich ausgearbeitetem und evaluiertem Lehrgang mit umfangreichem Lernmaterial und zahlreichen Experimenten und aus den Erfahrungen aus der wissenschaftlichen Begleitung. Der Unterricht wird von den weitaus meisten Schülern über die Gesamtdauer von 3 Jahren akzeptiert, obwohl in diesen Klassenstufen gerade naturwissenschaftliche Fächer unter der radikalen Umorientierung vieler Schüler in der persönlichen Entwicklung zu leiden haben (wie auch umgekehrt...).

Das weitere Vorhaben, Ergebnisse aus der Sekundarstufe I für den allgemeinbildenden Chemieunterricht in Berufsfachschulen zu adaptieren, scheiterte in den ersten 3 Jahren an dem erheblichen Ausfall des dafür vorgesehenen Personals (aus Schulbegleitforschung und Universität). Inzwischen konnten aber drei Bausteine der curricularen Ergebnisse adaptiert und (nach dem Berichtszeitraum) auch erprobt werden.

## 0. Vorbemerkungen

Dieser Bericht des Forschungsvorhaben: "Alltags- und umweltorientierter Chemieunterricht in der Sekundarstufe I und im allgemeinbildenden Chemieunterricht von Fachoberschulklassen" faßt die Ergebnisse von vier Jahren zusammen. Die wichtigsten Ergebnisse werden in diesem Bericht bzw. in seinem Anhang dargestellt.<sup>1</sup>

Das Vorhaben war für eine Laufzeit von vier Jahren geplant und wurde auch vier Jahre gefördert. Da mit ihm eine weitgehend vollständige curriculare Neukonstruktion einschließlich der Evaluation geplant war, beantragten wir eine umfangreichere Förderung hinsichtlich der Freistellung der beteiligten Lehrer. Diese konnte nicht bewilligt werden. Selbstverständlich schränkte das die Möglichkeiten für gesicherte Ergebnisse stark ein. Da das Vorhaben aber die Erprobung neuer Konzepte für den Chemieunterricht der gesamten Sekundarstufe I zum Ziel hatte, fingen die Lehrer und der Hochschullehrer die drohenden Defizite in den wichtigsten Komponenten durch Mehrarbeit auf. Leider konnte Rainer Uebers, der als Wissenschaftlicher Mitarbeiter zu rund der Hälfte seiner Arbeitszeit an die Universität abgeordnet war, über fast zwei Jahre wegen eines schweren Unfalls (und später wegen der Spätfolgen) nicht, wie geplant, bei der Evaluation mitwirken. Als wichtigstes Defizit bleibt somit die ausführliche Dokumentation des begleitenden Forschungsprozesses; daneben kleinere Ungeheimheiten bei den von uns gemeinsam entwickelten, umfangreichen Unterrichtsmaterialien (einschl. der Experimentieranleitungen).

## 1. Ausgangspunkt der Problemlage<sup>2</sup>

Die Beschreibung des Vorhabens im Antrag von 1993 charakterisiert heute noch den Kontext des Vorhabens:

“Das Vorhaben hat zum Ziel, den Chemieunterricht der aufgeführten Schulstufen durchgängig lebensweltlich auszurichten sowie gleichzeitig und gleichgewichtig die dabei erlangten chemischen Fachkenntnisse so gezielt zu vertiefen, daß sie einen systematischen Sachzusammenhang ergeben, der auch für andere Zusammenhänge vom Schüler herangezogen werden kann. (Orientierung der Unterrichtsinhalte an der Gegenwart und Umwelt von heute; d.h. "Lebensweltorientierung").

---

<sup>1</sup> Wir bitten dabei um Nachsicht für eine Sprachregelung: Obwohl praktisch paritätisch zusammengesetzt, hat sich die Arbeitsgruppe entschieden, bei Personen wie Schülerinnen oder Schülern im allgemeinen die männliche Form als quasi geschlechtsneutrale Form zu wählen. Die Verfasser sind beispielsweise in Wirklichkeit also zwei Verfasserinnen und drei Verfasser.

<sup>2</sup> “Akzeptiert die Gesellschaft in Deutschland noch das Interesse der Disziplin Chemie und des Chemieunterrichts, seine grundlegenden Denk- und Arbeitsweisen allen Schülern der Sekundarstufen zu vermitteln? NEIN!” (vgl. Anlage 1).

Neben der Lebensweltorientierung kennzeichnen folgende Stichworte die Zielsetzung: inhaltliche und methodische Öffnung im institutionellen Rahmen des Chemieunterrichts; Handlungsorientierung; fächerübergreifender Unterricht; Kooperationsfähigkeit; soziale Kompetenz und fachliche Kompetenz.

Als Produkte sollen durchgängige curriculare Konzepte (Inhaltsabfolgen, Unterrichtsmaterialien, Lehr- und Lernformen, Lehrerhilfen) für einen alltags- und umweltorientierten Chemieunterricht der Sekundarstufe I und der FOS vorliegen.

## Beschreibung des Forschungsprojektes

- **Bedürfnis der Schulen:**

Herkömmlicher Chemieunterricht geht vielfach am Interesse der Schüler vorbei und ist nach vielen Untersuchungen eines der unbeliebtesten Schulfächer überhaupt. Der Lernerfolg bleibt gering. Die starke Chemisierung der Umwelt und auch die daraus resultierenden Ängste der Jugendlichen werden kaum oder gar nicht aufgegriffen. Es gibt also einen starken Widerspruch zwischen der Bedeutung der Chemie in Umwelt und Gesellschaft einerseits und der schulischen, aber auch bildungspolitischen Auseinandersetzung mit Chemie andererseits. Lehrer brauchen Hilfen, um dem veränderten Stellenwert der Chemie und den veränderten Anforderungen an das Unterrichtsfach Chemie gerecht zu werden.

- **Die Aktualität des Vorhabens** ergibt sich durch direkte Bezüge zu den „Empfehlungen zur Schulentwicklung in Bremen“ (*Teil Sek.I - insbesondere 2.3.4 (innere Schulreform) Abschnitt b) für einen fächerübergreifenden Chemieunterricht und c) für Umwelterziehung; 4.1 bezüglich der Unterrichtsmethoden und Lernformen (Methodenvielfalt und Schülerselbstständigkeit; offenes Lernen).*)

Die Auswahl der chemischen Inhalte wird sicherlich (ohne den Ergebnissen vorgreifen zu wollen) zu einer starken Verringerung rein chemischer Fachzusammenhänge führen müssen. Insofern können die Ergebnisse direkte Auswirkungen auf weitere Lernplanungen in den angesprochenen Schulstufen haben.

- **Ziele:**

Der unten skizzierte Chemieunterricht soll das Interesse der Schüler verstärken und Grundlagen schaffen, um Schüler kompetenter zu machen, sich in der chemisierten Lebenswelt zu orientieren, Entscheidungen zu treffen und umweltgerecht zu handeln. Die Ängste von Schülern im Zusammenhang mit Chemie und Umwelt können besser glaubhaft thematisiert und ernstgenommen werden. ... Es werden Handlungskompetenzen erworben wie „Informationen aufspüren“, „Fachleute befragen“, „adressatenbezogen arbeiten“, „sich gegenseitig stützen“, „arbeitsteilig arbeiten und zusammen Ergebnisse zu einer Einheit fügen“...

## 2. Dokumentation und Bewertung der Projektarbeit

### 2.1 Die Zusammensetzung des Teams

*Zur Kerngruppe des Teams gehörten:*

Jochen Behrendt, SZ Helgolander Straße	(Schuljahr 1994/95 bis 96/97*)
Sabine Faust, SZ Regensburger Straße	(Schuljahr 1993/94 bis 96/97*)
Prof. Dr. Eberhard Just, Universität Bremen, Fachbereich Chemie (Didaktik)	
Jutta Meyer-Vogel, SZ Regensburger Straße	(Schuljahr 1993/94 bis 96/97*)
Rainer Uebers, SZ Utbremen / Universität Bremen	(Schuljahr 1993/94 bis 96/97)

*(\* im genannten Zeitraum jeweils mit vier Stunden Unterrichtsentlastung)*

R. Uebers war in den ersten drei Jahren der Laufzeit des Projektes als Wissenschaftlicher Mitarbeiter (mit einer halben Stelle) im Fachbereich Chemie tätig und sollte mit einem Teil seiner Stunden im Team vor allem bei der Evaluation mitarbeiten. Außerdem sollte er (zusammen mit R. Nestvogel, s.u.) FOS- spezifische Fragen bearbeiten. Leider fiel R.Uebers durch Krankheit fast zwei der drei Jahre (mit Unterbrechungen) als Mitarbeiter des Teams aus.

Zudem hatte er aus dem gleichen Grund in der Zeit seiner 9-monatigen Tätigkeit im Schuljahr 1995/96 keine eigene FOS-Klasse (Wirtschaftsklasse).

Aus diesen Gründen konnten die Evaluation und die Planung für den Unterricht an der FOS nicht im geplanten Umfang erfolgen. Erst ab 1.8.1996 stand R.Uebers dem Team mit vier Stunden Unterrichtsentlastung aus dem Pool der Schulbegleitforschung zur Verfügung; erst jetzt konnte er auch den Unterricht in einer Wirtschaftsklasse der FOS erproben.

In der Zeit vom 1.8.1994 bis 31.7.1996 gehörte auch R. Nestvogel vom SZ Utbremen zur Arbeitsgruppe. Obwohl vorgesehen, hatte er aus nicht geklärten Gründen in dieser Zeit keine W-Klasse der FOS, in der er den geplanten Unterricht hätte durchführen können. Es gelang daher nur unvollkommen, ihn in den Prozeß der Projekt- und Forschungsarbeit zu integrieren.

An dieser Stelle hat also die Zusammenarbeit zwischen der FOS und der Sekundarstufe I nicht funktioniert.

### 2.2 Die Arbeitsweise des Teams

Die Mitglieder des Teams trafen sich wöchentlich zu einer vierstündigen Arbeitsgruppensitzung in der Universität. Hier erfolgte die schrittweise Entwicklung von Konzept und Materialien für den Unterricht. Im Einzelnen bedeutete das:

- ⇒ Forschungsfragen formulieren
- ⇒ methodische und inhaltliche Alternativen diskutieren
- ⇒ Experimente entwickeln, auswählen und erproben

- ⇒ Materialien sichten, auswählen und erstellen
- ⇒ geeignete Interpretationsmodelle für chemische Prozesse entwickeln
- ⇒ Unterrichtsstunden grob planen
- ⇒ Schülerprodukte bewerten
- ⇒ Teile des Konzeptes erarbeiten bzw. revidieren
- ⇒ Ergebnisse von Schülerinterviews u. ä. dokumentieren usw.

Zu Hause wurden Experimentieranleitungen und Erfahrungsberichte geschrieben, Papiere für die Gruppensitzungen vorbereitet, die Feinplanung der Stunden entwickelt, Fragebögen ausgewertet, Informationsmaterial gesammelt u.ä.

Die Aufzählungen sind unvollständig und ließen sich weiter fortsetzen. Sie zeigen, welch hohen Anspruch das Ziel darstellt, ein durchgängiges Unterrichtskonzept zu erarbeiten und zu evaluieren, zumal Entwicklung, Erprobung und Revision parallel verlaufen und zeitlich ineinandergreifen (wir lebten wegen der zu knappen verfügbaren Zeit meistens „von der Hand in den Mund“).

So kennzeichnete ein ständiger Zeitdruck und ein Wust von Unerledigtem unsere Arbeit.

Insbesondere das dritte Jahr war geprägt von der völlig neuartigen Entwicklung der Sequenzen 'Lebensmittel und Ernährung', 'Stärke', 'Cellulose und Kunstfasern - Textilien'. Daneben war aber eine erneute Revision für die 9. Klasse des 2. Durchgangs mit der Überarbeitung der schwierigen Sequenz 'Batterien' zu leisten.

Besonders die wissenschaftliche Begleitung mußte daher teilweise im geringeren Umfang durchgeführt werden, da die - für diesen Bereich ohnehin verringerten (s.o.) - Personalressourcen vordringlich für die konstruktive Arbeit an den Inhalten gebraucht wurden.

Trotzdem fand in den ersten drei Jahren der Projektarbeit eine fast ständige (!) teilnehmende Beobachtung durch den Hochschullehrer statt, die zusammen mit den Erfahrungen der Lehrer jeweils anschließend in der Arbeitsgruppensitzung aufgearbeitet wurde. Zusätzlich wurden zu ausgewählten Zeitpunkten als Erhebungsinstrumente Fragebögen, Schülerinterviews und Stundenprotokolle eingesetzt.

Dieses Vorgehen entspricht dem Konzept der Handlungsforschung. Es war aber nicht in jedem Fall möglich, die Fülle von Daten und Aufzeichnungen gründlich auszuwerten.

**Die jährlichen SBF -FOREN** erzwangen zusätzlich eine produktive Zäsur im Sinne einer grundsätzlichen Reflexion und weiterer Systematisierung der eigenen Zwischenergebnisse. Sie belasteten zwar zeitlich, **werden aber von uns auch im Rückblick als notwendige Hilfe angesehen!**

Im vierten Jahr der Projektarbeit wurde in wieder neuen Klassen nach zum Teil revidierten Konzept unterrichtet, und es wurden weitere Befragungen durchgeführt (die teilnehmende Beobachtung durch den Hochschullehrer fand nicht mehr statt).

Es ist unser Ziel, Konzept, Materialien und Erfahrungen in einer Handreichung vorzulegen.

Da wir praktisch bis zum Ende der Laufzeit des Projektes vor allem curricular arbeiteten, liegt z. Zt. nur eine Rohfassung vor. Teile davon bildeten den Schwerpunkt eines Themenheftes "Alltagsorientierter Chemieunterricht" (Naturwissenschaften im Unterricht / Chemie, Heft 37, Ausgabe 1/ 97). Diese Veröffentlichung führte zu viel positiver Resonanz und zahlreichen Bitten um weiteres Material.

Der langwierige Prozeß der Überarbeitung von Themen und Experimenten wird hier nicht deutlich und ist auch nicht darstellbar. **Beispielhaft** sollen in Kurzform einige Veränderungen zwischen der ersten Fassung und unserem endgültigen Konzeptvorschlag aufgezeigt werden.

<b>Klasse 8:</b>	
<b>'ALT'</b>	<b>'NEU'</b>
Die Experimente zum Thema 'Müll / Recycling' werden arbeitsteilig durchgeführt.	Jede Schülergruppe führt alle Experimente durch.
Das Schülerexperiment 'Kunststoffe erkennen'	<i>entfällt</i>
Comic zu den Vorgängen bei Oxidation und Reduktion	<i>entfällt</i> ; statt dessen Einsatz von Folienscheiben als 'Teilchen' auf dem Tageslichtprojektor
4. Schülerexperiment 'Kaliumnitrat und Holzkohle entzünden'	<i>entfällt</i> ; statt dessen Experiment 'Untersuchung eines Feuerwerkskörpers', evtl. Film dazu

Bei der Bewertung der Projektarbeit soll die gute Arbeitsatmosphäre innerhalb des Teams und die reibungslose Zusammenarbeit zwischen Universität und Schule(n) (so z. B. auch der oft mühsame, aber funktionierende Austausch von Materialien, Geräten und Chemikalien) besonders betont werden. Trotz der zeitweisen Mehrarbeit und der oben beschriebenen Schwierigkeiten überwog bei den Beteiligten der Spaß, in der Gruppe Neues zu erarbeiten, auszuprobieren und zu lernen, interessante Forschungsergebnisse zu erfahren und oftmals motivierte, zufriedenere Schüler im Unterricht zu erleben.

### 3. Darstellung der Forschungsergebnisse

#### 3.1 Übersicht über Ergebnisse

Die Ergebnisse des Vorhabens werden einerseits durch die curricularen Elemente dargestellt: inhaltlicher Ablauf (unter 3.2) und Materialien zu den Unterrichtssequenzen (vgl. vor allem den Anhang Teil 1 - 4). Andererseits liegen Ergebnisse in Form der im Vorhaben gewonnenen aufgearbeiteten Erfahrungen mit den Unterrichtssequenzen und dem Gesamtkonzept vor (Abschnitt 3.3)

Die wichtigsten Evaluationsschritte und die hier verwendeten Instrumente werden im 4. Kapitel dargestellt (teilweise dokumentiert im Anhang Teil 5)

#### 3.2 Skizze des unterrichtlichen Ablaufs

##### **Reihenfolge der Unterrichtsabschnitte:**

(A = überwiegend alltagsorientiert; Th = überwiegend theoretisch orientiert)

##### **8. Jahrgangsstufe** (*Halbjahr mit 2 Wochenstunden*)

- |   |  |
|---|--|
| 0 Spiel zum Einstieg                                      | 1 Müll und Stoffrecycling (A)                |
| 2 Feuer (A)   | 3 Verbrennung (Th)                           |
| 4 CO <sub>2</sub> als Sauerstofflieferant, Reduktion (Th) | 5 KNO <sub>3</sub> als Oxidationsmittel (Th) |
| 6 Feuer löschen (A)                                       |  |

##### **9. Jahrgangsstufe** (mit 2 Wochenstunden)

- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| 7 'Verkehr in unserem Stadtteil' (A)            | 8 Katalysator (Th)                    |
| 9 Stickoxide und Sommersmog (Th und A)          | 10 Verbrennung und 'Saurer Regen' (A) |
| 11 Saure Reiniger                               | und 12 basische Reiniger              |
| .(A, jeweils mit theoretischer Zusammenfassung) |                                       |

13 Wasser (A)

##### **10. Jahrgangsstufe** (mit 2 Wochenstunden)

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| 14 Batterien und Akkumulatoren (A und Th) |                                   |
| 15 Erdöl und Kohlenwasserstoffe (Th)      | 16 Lebensmittel und Ernährung (A) |
| 17 Stärke (Th)                            | 18 Cellulose (Th)                 |
| 19 Kunstfasern, Textilien (A)             |                                   |

##### **12. Jahrgangsstufe FOS** (*mit 2 Wochenstunden; 2. Halbjahr nur verkürzt*)

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| 16 Lebensmittel und Ernährung (A)         | 17 Stärke (Th)                |
| 18 Cellulose (Th)                         | 19 Kunstfasern, Textilien (A) |
| 14 Batterien und Akkumulatoren (A und Th) |                               |

## A. 8. Klasse, ein Halbjahr

### Unterricht Alltagsorientierung

<b>Sequenz 1:</b>	<i>(Teilwiederholung am Beispiel)</i> <b>Müll</b>	<i>(5 Doppelstunden)</i>
-------------------	---	--------------------------

#### 1. Doppelstunde

##### *Ablauf:*

- Notwendige Sicherheitsbelehrungen *(15 Minuten)*
- Ein Spiel mit Stoffen/Stoffeigenschaften (Ereigniskarten mit Wägen, Thermometer benutzen, Stromkreis aufbauen u.ä. sowie Experimentier- und Sicherheitsfragen aufgrund von Charakteristika benennen)

#### 2. und 3. Doppelstunde

Die Ergebnisse der Besprechung dienen zur Wiederholung einiger Inhalte aus der Orientierungsstufe am Beispiel Müll.

##### *Stationen des Unterrichts:*

1. Eine selbst hergestellte Sammlung von Abfall als Müll wird präsentiert (Getränkedosen, Saftkartons und -beutel, Joghurtbecher, Kronenkorken, Glasflaschen, Kunststofffolien, Stoffreste, Papier, Pappe, Apfel- und Kartoffelschalen, Brot, Draht, Blumentopf mit Resterde, Zigarettenreste, Asche?, Saftreste?, Zucker??, Salz??)
2. „Sortiert mal den Müll!“
3. „Wonach habt Ihr sortiert?“ (Nach Gegenständen/ Behältern wie Dosen und nach Materialien wie Papier)
4. „Wir haben Experimente vorbereitet, bei denen Ihr einige der Müllbestandteile kennenlernt“ → Die Experimente werden in Gruppen durchgeführt.

##### *Experimente:*

**Experiment 1:** Altpapier recyceln

**Experiment 2:** Materialien untersuchen (vgl. UE Getränkeverpackungen. *Experiment 14*)

**Experiment 3:** Verbundkartons zu ‘Platten’ verschmelzen

**Experiment 4:** Glas recyceln

**Experiment 5:** Aluminium erkennen

#### 4. Doppelstunde (Auswertung der Versuche)

##### *Zu Experiment 1: Altpapier recyceln*

1. *Altpapierrecycling / Faserkonzept im Sinne:* Fasern bestehen aus dem Stoff Zellulose. Fasern lösen sich nicht in Wasser, andere Stoffe lösen sich in Wasser. Einige Farbstoffe lassen sich durch Wasserstoffsuperoxyd zerstören, Zellulosefasern nicht. Nach dem Waschen, Schöpfen und Trocknen haften die Zellulosefasern gut aneinander und ergeben so ein haltbares Papier. Zellulose ist ein fast reinweißer Stoff. (Falls die Besprechung weitergeht, dann in die Richtung: Reine Stoffe lassen sich nicht bleichen, doch dieses soll nicht unbedingt erarbeitet werden).
2. *Recycling:* Papierrecycling funktioniert seit langem; **es spart Rohstoffe, Energie und Müll.** Papierrecycling führt zu Abwasserproblemen; aber deutlich weniger als bei der Herstellung von neuem Papier.

##### *Zu Experiment 2: Materialien untersuchen (Richtung der Besprechung)*

#### A. Getränkedose

1. *Zusammensetzung:* Eine **Getränkedose** besteht aus mehreren Stoffen: Aluminium, Eisen, Zinn als Überzug (Eisen mit Zinnüberzug = Weißblech = Eisenblech mit Zinn überzogen), Kunststoff, (Farbstoffe). Nur Kunststoffe, Etiketten (und Farbstoffe) verbrennen. Nur Eisen ist magnetisch. (Eisen + Säure: Eisen wird zerstört).
2. *Recycling:*
  - Eisen wird zum Bestandteil des Stahl. Das als Rohstoff mittelfristig knappe Zinn wird nicht wiedergewonnen, sondern findet sich in Flugasche oder störend im Stahl. Alle anderen Stoffe verbrennen.
  - Dosen, die nur aus Aluminium bestehen, können zu Aluminium eingeschmolzen werden.
  - Dafür ist Energie notwendig - aber **deutlich** weniger als bei neuem Aluminium.

#### B. Verbundkarton

1. *Zusammensetzung:* Ein Saftkarton besteht aus mehreren Stoffen jeweils in dünnen Lagen: Kunststoff, Pappe (Papier), Aluminium.
  - Pappe weicht in Wasser, die anderen Stoffe nicht.
  - Kunststoff verhindert das Aufweichen durch den Saft im Behälter (ist wasserundurchlässig).
  - Pappe gibt Halt und verhindert, daß Licht durchkommt.
  - Aluminium verhindert, daß Licht und Luft eindringen und daß Duft- und Geschmacksstoffe verloren gehen (undurchlässig).

## 2. Recycling:

- Pappe zu Pappe oder Papier
- Aluminium zu Aluminium: Wieder einschmelzen
- Kunststoffe sind schwierig zu recyceln; theoretisch zu neuem Kunststoff mit schlechteren Eigenschaften.

## 3. Probleme:

- Bei Pappe keine größeren Probleme als beim Altpapier.
- Aluminium ist schwer vom Kunststoff abzulösen, d.h. das wird aufwendig.
- Es gibt nur ganz wenige Aluminium-Recyclinghütten; die nächste liegt im Ruhrgebiet; daher wird der Transport teuer und ökologisch widersinnig: Weil nur ganz wenig Aluminium pro Verpackung anfällt, wird bei hohem Verarbeitungsaufwand nur wenig Erlös durch Verkauf von Alt-Aluminium erzielt, und es lohnt sich nicht, auch nicht für die Umwelt, dieses Aluminium weit zu transportieren und zu recyceln. Die bessere Alternative sind kleine Glasflaschen.
- Kunststoffe lösen sich schlecht vom Aluminium, daher ist das Ablösen der sehr dünnen Kunststoffschichten sehr aufwendig und teuer. Und lohnt sich auch nicht für die Umwelt (siehe Aluminium).
- Es gibt nur wenige Betriebe, die diese dünnen Kunststoffreste stofflich wiederverwenden: Saftkarton-Kunststoff würde ohne Subvention praktisch kaum Abnehmer finden (zusätzlich zum Problem der großen Transportwege).

*ALSO: Nur durch die Einsparung hoher Abfallkosten sind Kunststoffabfälle begehrt*

### Zu Experiment 3: Verbundkartons zu 'Platten' verschmelzen

1. *Auswertung in Richtung der Aussagen:* Viele Kunststoffe erweichen beim Erhitzen und sind dann klebrig. (Auch Klebstoffe enthalten Kunststoffe zum Haften).
2. *Recycling:* (Materialprobe einer Platte aus dem Werbeangebot der Saftkartonhersteller?  
Auf diese Weise wird dieser Müll besser/umweltverträglicher beseitigt; **aber** es gibt bisher nur Vorzeige-Produkte/-Möbel (sie sind nicht zu kaufen). (**Die Möbel bringen später zusätzliche (!) Müllprobleme.**)

### Zu Experiment 4: Glas recyceln

1. *Richtung der Auswertung:*
  - Glas schmilzt bei hohen Temperaturen; je höher die Temperatur desto dünnflüssiger wird es (eigene Erfahrung zum Energieaufwand, in Hütte aber sehr viel effektiver).

- Glas dehnt sich beim Erhitzen aus (Ausnahme: Feuerfestes Glas) und springt deshalb, wenn es nicht gleichmäßig und vorsichtig erhitzt wird.

## 2. *Recycling*:

- Reine Sorten haben kaum Qualitätsverluste bei Zusatz von primären Rohstoffen.
- Verschiedene Glassorten (z.B. Flaschen und Fensterglas) dürfen nicht zusammen geschmolzen werden.
- Glas-Recycling funktioniert wirtschaftlich; es spart Rohstoffe und Energie.

## **Zu Experiment 5: Aluminium erkennen**

1. *Richtung der Auswertung*: Unterschiedliche Stoffeigenschaften des Aluminiums und des Eisens kann man zur Sortierung ausnutzen.
2. *Recycling*: Mit Magneten werden Gegenstände aus Eisen aus dem Müll aussortiert, Gegenstände aus Aluminium bleiben im Abfall.

## 5. **Doppelstunde**

**Erfahrungen** der Gruppen werden **zusammentragen** und mit Müllverwertung verbunden => Struktur an der Tafel, ohne daß Schüler abschreiben. =>

### **Durchgängige Idee:**

**BEI MÜLLSORTIERUNG BENUTZT MAN STOFFEIGENSCHAFTEN.**

*Fakultativ: Ein Biogas-Glas wird gefüllt und angesetzt ('geimpft').*

## 6. **Doppelstunde**

- Gang zum Recyclinghof (ca. 45 min. ), dort wird erkundet, was an Abfall gesammelt und was verkauft wird (z.B. Kompost).
- Danach in der Klasse Aufarbeitung mit Hilfe von informierenden Broschüren.

*(Evtl. Zusatzversuch: Biogas wird festgestellt und an einer Glasspitze verbrannt).*

### **Materialien für den Unterricht**

- - Erläuterungen zum Spiel (vgl. Anhang Teil 1)
- - Experimentieranleitungen Experimente 1-5 und Zusatzversuch (vgl. Anhang Teil 1)
- - Auswertungshilfen für Experimente (z.T. Anhang Teil 1)
- - Informationsmaterial zu Recycling der entsprechenden Stoffklassen, Mehrweganteil und Energieaufwand sowie Altag ( z.B. Zahlen aus Römpf Tab. und Harenberg Aktuell'97) (z.T. Anhang Teil 1)

<b>Sequenz 2:</b>	<i>(Rund ums) Feuer</i>	<i>(1 Doppelstunde)</i>
-------------------	-------------------------	-------------------------

**‘Experiment’:** Draußen Feuer machen (mit 6 Steinen, 1,5 Zeitungsblättern und 0,5 m Holz/ unbehandelte Dachlatte; Säge, Beil, ca. 10 Streichhölzer).

**Ziel:** „Wer bekommt das Wasser/ Würsten zuerst so heiß, daß es kocht?“ Dabei lockere Gespräche ohne Belehrung über Luft fächeln, Löcher in Feuerumrandung für Luftzufuhr, Kaminwirkung, Holz klein machen, wozu Papier etc.

*Materialien für den Unterricht: s.o.*

<b>Sequenz 3:</b>	<b>Verbrennung, Oxidation</b>	<i>(2 Doppelstunden)</i>
-------------------	-------------------------------	--------------------------

### 1. Doppelstunde

#### **Eingeschlossene chemische Theorie:**

Luftsauerstoff ist zur Verbrennung nötig; Zusammensetzung der Luft; Kennenlernen von CO<sub>2</sub>, Kohlenstoffdioxid (kurz: ‘Kohlendioxid’) als **Verbrennungsprodukt** von Kohlenstoff; Kohlenstoffdioxid: In dem Verbrennungsprodukt sind Kohlenstoff und Sauerstoff zum neuen Stoff Kohlenstoffoxid **verbunden**.

*“OXIDATION” als erster Begriff für einen Reaktionstyp*

1. Im Klassenraum die Erfahrungen auswerten, dabei immer wieder die Situation ins Gedächtnis zurückrufen; Stichworte an die Tafel → Schwerpunkt: - ‘Luft ist nötig’ → **‘Sauerstoff in der Luft ist nötig’**
2. **Experiment 6:** arbeitsteilige Versuche: 4 Standzylinder mit Abdeck-Scheiben, gefüllt mit Sauerstoff, Stickstoff, Kohlendioxid, Luft - jeweils mit brennendem (nicht brennendem!) Holzspan.
3. Jede Gruppe wertet den Versuch aus, (?Alle Gruppen erhalten Arbeitsblatt mit allen vier Versuchen und müssen sie beobachten?? -> Vermutungen? zur Deutung??)
4. Ergebnis: „Das Gas Sauerstoff ist zur Verbrennung nötig, das Gas fördert die Verbrennung, es ist Bestandteil der Luft“
5. Der Lehrer trägt vor (o.ä.), wie die Luft zusammengesetzt ist. (z.B. Tortengrafik oder Video oder Schulbuch ...). Danach erzählt er lebendig Geschichten dazu (wie Geschichte der Entdeckung, CO<sub>2</sub> - Hundsgrotte, reiner Sauerstoff und Apollokapsel, Stickstoff... ; Restspurengase Argon...

### 2. Doppelstunde

1. Wiederholung (Evtl. anhand des hier modifizierten - eigentlich umstrittenen - ‘Glockenversuchs’- modifiziert als = **Experiment 7**): Nach Verbrennung ist ein Teil der Luft -nämlich Sauerstoff - weg. Alternativ können 2 Streichhölzer im Reagenzglas mit einem aufgeblasenen Luftballon er-

hitzt werden (aber für Schüler ergeben sich evtl. Verständnisprobleme, warum das Gasvolumen erst bei Wasserzutritt abnimmt)

2. **Experiment 8:** Nachweis von  $\text{CO}_2$  als Schülerversuch (mit Metalltrichter, Glasrohr, Gasometer oder Kolbenprober, Holzkohle - vorher aber trocknen! - sonst fälschlich Wasser als Verbrennungsprodukt!; Holzkohle nur (mit Brenner) zum Glühen bringen, anschließend Blasebalg/ pusten und Trichter dicht über Schale mit Holzkohle. Gas im Kolbenprober/ Gasometer (oder 50 ml Kunststoffspritze) anschließend in Kalkwasser einleiten. Kontrollversuche mit Luft,  $\text{N}_2$  und  $\text{O}_2$  gegenüber Kalkwasser.

**(Nur eventuell (aber Lehrer sollte dazu vorbereitet sein) ein 2. Versuch:** Kontrollversuch durch Lehrer wie im 1. Versuch, aber ohne Holzkohle )

### 3. Festigung an der Tafel Sinn der Schlußfolgerungen:

„Bei der Verbrennung von Holzkohle entsteht ein farbloses Gas. Man kann es mit Calciumhydroxid-Lösung nachweisen (weiße Trübung). Das Gas ist das Verbrennungsprodukt von Kohlenstoff und heißt Kohlenstoffdioxid - kurz: 'Kohlendioxid' . In dem Verbrennungsprodukt sind Kohlenstoff und Sauerstoff zum neuen Stoff Kohlenstoffoxid verbunden.“ (Und weiter:) „Verbinden sich Stoffe mit Sauerstoff, so heißt dieser Vorgang 'OXIDATION'.“

**Bei diesen Überlegungen wird modellhaft vereinfacht die molekulare Ebene mit 'transparenten Plättchen', Münzen oder Kugeln beschrieben**

### Materialien für den Unterricht

- Experimentieranleitungen Experimente 5-8 und Zusatzversuch (Anhang Teil 1)
- Informationen zur Auswertung der Themenbereiche zu den Experimenten (Anhang Teil 1)
- Beispiel für Vorgehen mit Plättchen (Anhang Teil 1)
- Farbige, selbst ausgestanzte oder ausgeschnittene Folienplättchen (z.B. Bucheinbandfolien)

→ *Um der Prägnanz willen werden die meisten der folgenden Sequenzen* ←  
 → *unter den Rubriken Handlungsebene und Theorieebene skizziert!* ←

<b>Sequenz 4:</b>	<b>CO<sub>2</sub> als Sauerstofflieferant, Reduktion</b>	<i>(1 Doppelstunde)</i>
-------------------	--	-------------------------

**Ziele: Erweiterung der Vorstellungen Oxidation mit Sauerstoff aus anderen Stoffen**

HANDLUNGSEBENE	THEORIEEBENE
Wiederholung zum Begriff Oxidation	mit 'Plättchen'; fakultativ: $C + O_2 \rightarrow CO_2$
<b>Experiment 9</b> Reaktion zwischen Magnesium und Kohlendioxid (ergibt Rußflocken und Magnesiumoxid)	(fakultativ: $2 Mg + CO_2 \rightarrow 2 MgO + C$ ; sonst nur mit Wortgleichung beschreiben) Begriff: 'REDUKTION'
Wiederholende Festigung (Unterstützung auf der Teilchenebene durch Handeln mit Hilfe von 'Plättchen') Dabei auch Zusatzversuch ( <i>Experiment 9 a</i> ) möglich: Magnesiumspäne werden auf Keramiknetz erhitzt; anschließend wird aus mind. 1 m Entfernung mit Spritzflasche Wasser zugespritzt.	Erweiterung der Vorstellungen: 'Chemisch gebunden' fördert Sauerstoff manchmal sehr stark die Verbrennung, Begriff 'Oxidationsmittel'. 'Brennendes' Magnesium wird (vergeblich) mit Wasser gelöscht, die Verbrennung wird sogar intensiver: Wie Kohlenstoffdioxid fördert Wasser die Oxidation von Magnesium
<p><i>Weitere Doppelstunde als Ausgleichszeit der Sequenzen 3 und 4.</i></p> <p><i>Materialien: s.nach Sequenz 6</i></p>	

<b>Sequenz 5:</b>	<b>Kaliumnitrat als Oxidationsmittel</b>	<i>(2 Doppelstunden)</i>
-------------------	--	--------------------------

**Ziele: Mit Experimenten sinnliche Erfahrungen erweitern; Erinnerung an vergangene Erfahrungen; 'Feuerwerkschemie'**

**1. Doppelstunde**

HANDLUNGSEBENE	THEORIEEBENE
Visuell attraktive <u>Experimente</u> - <i>Experiment 10</i> : Untersuchung eines Feuerwerkskörpers - evtl. Videosequenz zur industriellen Herstellung von Feuerwerkskörpern - Schemazeichnung einer Feuerwerksrakete; ergänzende Informationen zur Feuerwerkschemie und zur industriellen Herstellung von Feuerwerken	- Aufbau und Inhaltsstoffe eines Knallkörpers (evtl. einer Feuerwerksrakete) - Oxidationsreaktionen bei der Zündung eines Knallkörpers; - Wiedererkennung des Interpretationsmodells Oxidationsmittel in den Beschreibungen zur Feuerwerkschemie; Kaliumnitrat als Oxidationsmittel

## 2. Doppelstunde

HANDLUNGSEBENE	THEORIEEBENE
<p><i>Experiment 11:</i> Holz in <math>\text{KNO}_3</math> -Schmelze geben</p> <p><i>Experiment 12</i> Streichholz selbst herstellen</p>	<p>- Erfahrung bewußt machen: 'Chemisch gebunden' fördert Sauerstoff manchmal sehr stark die Verbrennung;</p> <p>- Rolle des Kaliumchlorats, ein weiteres Oxidationsmittel kennenlernen (<b>Vorsicht: evtl. Mißkonzept der Schüler!!Nicht das Kaliumteilchen in den Salzen liefert Sauerstoff !</b>); ein Alltagsprodukt verstehen lernen</p>
<i>Materialien: s.nach Sequenz 6</i>	

## Sequenz 6: Feuerlöschen

(1 Doppelstunde)

## 1. Doppelstunde

HANDLUNGSEBENE	THEORIEEBENE
<p>Streichholz benutzen</p> <p>- <i>Experiment 13:</i> Einen Feuerlöscher selbst bauen (selbstgesteuert mit einzelnen Karten)</p>	<p>- Die Bauteile eines (Naß-) Feuerlöschers; Inhaltsstoffe des Feuerlöschers</p> <p>- Funktion des Feuerlöschers; Grundlagen des Löschens; evtl. Brandklassen</p>
<p>Unterrichtsgespräch: Wann welcher Feuerlöscher (Unterstützung zur Selbststeuerung durch einzelne Karten)</p>	<p>Verschiedene Möglichkeiten zum Löschen (abdecken, abkühlen)</p>
<p>evtl. Kurzversuche mit Kohlendioxid</p> <p>Unterrichtsgespräch</p>	<p>Kohlendioxid - Feuerlöscher, Erinnerung an Experiment 8 - jetzt unter dem Gesichtspunkt: Kohlendioxid fördert Magnesiumbrände". Wann werden welche Löscher-Arten eingesetzt</p>

*Materialien für den Unterricht der Sequenzen 4-6*

- Experimentieranleitungen Experimente 9 (Sequenz 4) , 10-12 (Sequenz 5) (Anhang Teil 1)
- größere Kanonenschläge und Raketen (möglichst aus deutscher Produktion)
- Ergänzende Informationen zur Feuerwerkschemie und zur industriellen Herstellung von Feuerwerken (Anhang Teil 1)
- evtl. Videosequenz zur Feuerwerksherstellung
- Infoblatt Brandklasseneinteilung nach DIN (Anhang Teil 1)
- Experimentier- und Infokartei zum Feuerlöscher (Exp. 13; Sequenz 6) (Anhang Teil 1)



**C: Austausch und Systematisierung***(2-3 Doppelstunden)*

Vorstellung der Schülerprodukte, Bewertung und Benotung der Produkte und der Produktvorstellung; systematisierende Zusammenfassung durch den Lehrer.

**Materialien für den Unterricht**

- Experiment mit Zündrohr (z.B. Fa. Hedinger <sup>3</sup>- mit Experimentieranleitung ) und zur "hüpfenden Teedose" (z.B. Keune, Filbry: chem. Schulexperimente.- Bd. 2, S. 39)
- Infoblatt 4-Takt-Motor und Dieselmotor (Anhang Teil 2)
- Arbeitsblatt "Chem. Reaktionen im Verbrennungsmotor" (Anhang Teil 2)
- Heft 1 Bremer Reihe Umwelterziehung (JUST/WOEST, Hrsg.) (liegt in allen Bremer Schulen vor; im Buchhandel: ISBN 3-88722-305-5, z.B. Universitätsbuchhandlung Bremen, Bibliotheksstraße, Postf 330440, 28334 Bremen)
- Daraus Experimentieranleitungen Experimente 1-12 und Blätter 12-14 (s.o.)
- Einige aktuellere Infotexte zu Verkehr sowie zur Ökobilanz und den "wirklichen" (= externen) Kosten (vgl. Heft 4 Bremer Reihe Umwelterziehung (JUST/WOEST, Hrsg.; ISBN 3-88722-367-5; Bezug wie bei Heft 1)
- Hilfe zur Arbeitsplanung in Gruppenarbeitsphase (Anhang Teil 2)
- Beispiel für Arbeitstransparent "Zusammenfassung zum Thema Verkehr" (Anhang Teil 2)

**Sequenz 8: Der Autokatalysator**
*(2-3 Doppelstunden)*
**Ziele der Sequenz:**

Nachdem in der vorigen fächerübergreifenden Unterrichtssequenz "Verkehr in unserem Stadtteil" (Wahldifferenzierter Unterricht) umfangreiche Erfahrungen mit positiven und negativen Aspekten der Mobilität gesammelt wurden und in der abschließenden Systematisierung die Autoabgase als Oxidationsprodukte im Motor charakterisiert wurden, soll ein Fachaspekt vertieft werden: Die Behandlung der chemischen Vorgänge am Katalysator dient einerseits als Exempel für chemische Vorgänge auf der Teilchenebene allgemein. Andererseits sind sie Modellbeispiel dafür, was "Entgiften von Abgasen" hier bedeutet: Umgruppierung der Atome in "Abgasteilchen" zu neuen Teilchen ('Molekülen'), deren Stoffe keine Giftwirkung hervorrufen. Ein Katalysator "filtert" nicht, sondern fördert spezifisch bestimmte Stoffumbildungen. Die Vertiefung eines Fachaspektes wird mit Anschauungsmaterial und ausführlicher modellhafter Betrachtung unterstützt.

<sup>3</sup>Fa. Hedinger, 70302 Stuttgart-Wangen, Best. Nr. 10810

**Unterrichtsstationen:**

Mit einem realen, aufgeschnittenen Autokatalysator als Anschauungsobjekt und Schemata in Transparenten (vergrößert bis zur modellhaften, quasi-molekularen Ebene) werden Vorstellungen entwickelt. Anschließend werden modellhaft auf der Teilchenebene Vorgänge des Entgiftens am Beispiel von Stickstoffmonoxid und Kohlenmonoxids mit transparenten Plättchen "durchgespielt" und mit einem Arbeitsblatt gefestigt (vgl. Kopiervorlage).

HANDLUNGSEBENE	THEORIEEBENE
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autokatalysator real und aufgeschnitten als Anschauungsobjekt und Schemata in Transparenten bis zur modellhaften, quasi-molekularen Ebene ansehen;</li> <li>- auf der Teilchenebene mit Hilfe der im Arbeitskreis seit langem verwendeten transparenten Plättchen (vgl. Arbeitsblatt) Vorgänge "durchspielen" und mit Arbeitsblatt festigen (vgl. Kopiervorlage y).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schematischer Aufbau des Wabenkörpers in Transparenten;</li> <li>- Vorgänge im Katalysator beim "Entgiften" der Abgase: Modellhafte Betrachtung auf der Teilchenebene</li> </ul> <p><i>Ergänzende Betrachtungen:</i> CO<sub>2</sub> als 'sauberes' Abgas und der Treibhauseffekt</p>

**Materialien für den Unterricht**

- Abbildungen/ Schemata zum Aufbau eines Autokatalysators (Als Beispiel: Anhang Teil 1 aus: Stoff-Formel-Umwelt, Bd.1 .- S.25, CCBuchner Verlag 1989; auch von Fond Chemische Industrie PC-Programm und Abbildungen dort nutzen!)
- Schrittfolge mit Plättchen (Lehrerinformation) (Anhang Teil 2)
- Arbeitsblatt Schüler chemische Vorgänge im Katalysator (Anhang Teil 2)
- Informationsblatt Der Treibhauseffekt

*Schriftlicher Test über Sequenzen 7 und 8***Sequenz 9: Stickoxide und 'Sommersmog'***(2-3 Doppelstunden)***Ziele:**

Stickoxide werden im Demonstrationsversuch hergestellt (Hochspannungsfunken); mit Wasser soll die Säurebildung nachgewiesen werden. Die Stickoxidbildung wird im Schülerversuch in Abhängigkeit von verschiedenen Flammentemperaturen verglichen; im Unterrichtsgespräch wird Gesundheitsgefährdung (Arbeitsplatz, Rauchen) diskutiert.

Die Abhängigkeit der Bildung des Sommersmogs /Ozons von Stickoxiden, Sonnenlicht und Kohlenwasserstoffen/Benzin wie auch der Ozonabbau sollen im Unterrichtsgespräch geklärt werden wie auch der Abbau. Gesundheitsgefährdung und Grenzwerte werden diskutiert.

## ☉ Stickoxide

HANDLUNGSEBENE	THEORIEEBENE
<p><b>Experimente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herstellung von Stickoxiden mit Hilfe von Hochspannungsfunken ("Blitzversuch")</li> <li>- Reaktion von Stickoxid mit Wasser</li> <li>- Stickoxide bei verschiedenen Flammentemperaturen (Vergleichsmessungen mit angefeuchteten Nitritteststäbchen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entstehung von Stickoxiden bei hohen Temperaturen</li> <li>- Stickoxid bildet mit Wasser Säuren; Oxidation des 'trägen' Stickstoffs;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gefährdete Berufsbilder herausfinden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gefährdung an entsprechenden Arbeitsplätzen (wie beim Schweißen, Glasblasen) Rauchen und Stickoxide; <b>MAK-Wert: 9 mg/ m<sup>3</sup></b></li> </ul>

## ☉ Ozon und Sommersmog

HANDLUNGSEBENE	THEORIEEBENE
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bearbeitung eines Arbeitsblattes und eines OH-Transparents zum bodennahen Ozon zur Bildung und zum Abbau von Ozon (vgl. Unterrichtsmaterial)</li> </ul>	<p>Summarische Kenntnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zur Abhängigkeit der Ozonbildung von Stickoxiden und UV-Anteilen im Sonnenlicht,</li> <li>- Verstärkung durch Kohlenwasserstoffe/ Benzin;</li> <li>- Abbau von Ozon wird katalysiert durch Stickoxide;</li> <li>- verschiedene Auswirkungen in Stadt und Land</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Tabelle:</i> Gesundheitsgefährdung in Abhängigkeit von Konzentration bearbeiten, Ozonverordnungen vergleichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gesundheitsgefährdungen und Grenzwerte verschiedener Länder</li> </ul>
<p><b>Materialien für den Unterricht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentieranleitungen Experimente (Hochspannungsversuch vgl. Chemie heute -Sek. 1, S. 247, Abb.1, Schroedel Verlag)</li> <li>• Kopiervorlage und Infoblätter zu Ozon (Anhang Teil 2)</li> <li>• Tab. Gesundheitsgefährdungen durch Ozon (Anhang Teil 2)</li> <li>• evtl. Videosequenz zu Ozon</li> </ul>	

**Sequenz 10:****‘Saurer Regen’***Doppelstunden*

**Ziele: Erweiterung der Ergebnisse aus Sequenz Stickoxide auf Verbrennungsgase von schwefelhaltiger Kohle und kurze Behandlung des Problems “Saurer Regen”**

HANDLUNGSEBENE	THEORIEEBENE
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Experiment:</i> Braunkohle oder Benzin wird verbrannt, Abgase werden durch Wasser mit Indikator geleitet</li> <li>- Alternative: <i>Experiment 4</i> aus Bremer Reihe... “Verkehr ...” mit Benzin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schwefeloxid (und Stickoxide) bilden sich bei Verbrennung von Kohle, Abgase bilden mit Wasser Säuren, Wortgleichungen; Schlußfolgerungen für das Problem “Saurer Regen”</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Experiment</i> Kohlendioxid wird durch Wasser mit Indikator geleitet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kohlendioxid bildet mit Wasser Kohlensäure, Wortgleichung;</li> <li>- Vorsichtige Verallgemeinerungen: Oxide als Verbrennungsgase bilden mit Wasser Säuren.</li> </ul>

**Erweiterungsmöglichkeiten:****a) Experimente:**

- Regen nach trockenen und feuchten Perioden auffangen und auf pH-Wert untersuchen
- verschiedene Böden ‘auswaschen’ und Filtrat auf pH-Wert untersuchen; Vergleich von Pflanzen von Böden mit verschiedener Versauerung
- Luft an befahrenen Straßen oder wenig belasteten Quartieren durch Waschflasche saugen/ blasen und pH-Wert messen bzw. mit NaOH titrieren (Pasteurpipetten-Tropfen)

**b) Handlungsmöglichkeiten:**

- Umweltverbände befragen, Bauern, Trinkwasseranstalten, Forstleute befragen; Zeitungs-Zeitschriftenartikel oder Fernsehsendungen besprechen

**Materialien für den Unterricht (zu Sequenz 9)**

- Experimentieranleitungen (entspr. Experiment 8; Klasse 8; Anhang Teil 2)
- Einige aktuellere Infotexte zu ‘Saurer Regen’ und pH-Wert (Anhang Teil 2)

**Sequenz 11:****Haushaltsreiniger und Säuren***Doppelstunden*

Die Schüler sollen anhand zahlreicher ‘inhaltlich offener’ Experimente mit sauren Haushaltsreinigern Erfahrungen über alltags- und laborbezogene Wirkungen von Säuren machen können. Diese Erfahrungen sollen aufgearbeitet werden und zu einem ersten theoretischen Verständnis über Säuren führen. (Experimentierangebote zum Kennenlernen der allgemeinen Eigenschaften - siehe Kopiervorlage 1 - und anschließend zum Kennenlernen der chemischen Eigenschaften von Säuren).

**Einführung:**

Indikatoren als Nachweisreagenz für Säuren und Basen; der pH-Wert

**1. Phase:**

Freies Experimentieren in Schülergruppen Experimental-Tableau I (Experimentierangebot) zum Kennenlernen der allgemeinen Eigenschaften und II der chemischen Eigenschaften von Säuren (vgl. Kopiervorlage im Anhang).

**2. Phase: Systematisieren**

HANDLUNGSEBENE	THEORIEEBENE
- Zusammentragen der Erfahrungen der Gruppen; ausgewählte Experimente werden von den Gruppen mit Labor-Mineralsäuren wiederholt. Experimente mit Indikatoren und pH-Wert-Messungen	- Saure Haushaltsreiniger enthalten Säuren, die genauso wirken wie Laborsäuren; es gibt auch feste Säuren - Wirkung von Säuren auf Stoffe des Alltags, insbesondere Aluminium, Eisen, Kalk, Rost, Eiweiß, Seife;
- Festigendes Arbeiten mit Frage-Antwort-Blatt (vgl. Abb.2), teilweise 'Verbesserungen' durch Schüler	- Säuren bilden eine Stoffklasse, die Säurewasserstoff gebunden enthalten (vgl. Abb. 2)
<b>Materialien für den Unterricht</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimental-Tableau I und II (Saure Reiniger)</li> <li>• Experimentieranleitungen Experimente und Geräte-/Chemikalienliste</li> <li>• Selbstinstruktion zu Säuren ( Frage-Antwort-Blätter)</li> <li>• Systematisierungshilfe für den Lehrer ("Zusammenfassung")</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(Anhang Teil 2)</li> <li>(Anhang T. 2)</li> <li>(Anhang Teil 2)</li> <li>(Anhang Teil 2)</li> </ul>

<b>Sequenz 12:</b>	<b>Basische Haushaltsreiniger und Basen</b>	<i>(6 Doppelstunden)</i>
--------------------	---	--------------------------

Wie bei den sauren Reinigern dient ein ausführliches Experimentierangebot mit basischen Reinigern zur Bildung eines - allerdings nur propädeutischen - Basenbegriffs: Basen reagieren gleichartig und lassen sich mit Hilfe von Indikatoren nachweisen. Sie können "Säuren" neutralisieren, ... (siehe systematisierende Zusammenfassung). Mit Hilfe der Namen (auf Etiketten): 'Basen enthalten Hydroxid'.

Die Unterrichtsstruktur entspricht der Sequenz Saure Haushaltsreinigern mit Experimental-Tableau I und II

**Materialien für den Unterricht**

- Experimental-Tableau I und II (Basische Reiniger) (Anhang Teil 2)
- Experimentieranleitungen und Geräte-/Chemikalienliste (z.T. Anhang Teil 2)
- Systematisierungshilfe für den Lehrer (Anhang Teil 2)
- Auswertung zu Experimenten für NaOH (Anhang Teil 2)

**Sequenz 12: 'Wasser' (5-6 Doppelstunden)**  
**(als chemische Substanz; Trink- und Abwasser)**

**Ziele der Sequenz:**

Schüler sollen Wasser als chemische Substanz und in Verbindung mit Alltagsnutzungen lebensnah besser kennenlernen. Dazu dienen Schulexperimente, solare Wasserelektrolyse, Behandlung des Wasserkreislaufs ausgehend von Trinkwasser und die Besichtigung einer Kläranlage. Der Besuch wird in Form arbeitsteiliger Themenbearbeitung zunächst ausgewertet und anschließend mit dem Lehrer systematisiert und gefestigt.

HANDLUNGSEBENE	THEORIEEBENE
- Unterrichtsgespräch zum Vorwissen über Wasser	
- <b>Experiment:</b> (Lehrerdemonstration bzw. Schülerversuch) Herstellung von Wasser aus der Verbrennung von Wasserstoff im umgekehrten Erlenmeyerkolben und im Reagenzglas; Nachweisreaktion mit Kobaltchloridpapier	- Kondensation von Wasserdampf: aus Gasen bildet sich ein flüssiger Stoff - Nachweisreaktion für Wasser kennen - Wortgleichung zur Wasserbildung - Bei Oxidation von Wasserstoff wird (viel) Energie frei ('exotherme Reaktion')
- Ausprobieren mit Plättchen für Teilchenmodell, wie sich Wassermoleküle bilden könnten	- Modellvorstellung auf der Teilchenebene zur Bildung von Wassermolekülen; Begriff: Molekül mit Beispielen <b>O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O</b>
- Schülerexperiment Knallgasprobe	- Versuchspraktische Kenntnisse
- Demonstrationsexperiment: Wasserzerlegung durch Elektrolyse mit Hilfe eines Solarpaneels (5-10 Watt) im Freien; Volumina und Nachweis der Gase mit Glimmspan und Knallgasprobe im Zusatzexperiment für die Frage: Wo bleiben die Elektronen vom Silberblech? Unterrichtsgespräch	- Aufbau und Funktion der Hoffmann-Apparatur - Stark vereinfachende Beschreibung: als Umbildung des Wassers ("Zerlegung" der Moleküle) durch Sonnenlicht mit Hilfe von Solarzellen aus Silizium - Kurzansprache des Solarwasserstoff-Konzepts (Energiespeicher Wasserstoff)
- Mit Plättchen im Modellspeil Wassermoleküle "zerlegen"	- Wortgleichung und veranschaulichende modellhafte Betrachtung der Wasseranalyse; <b>fakultativ:</b> Reaktionsgleichung
Im Unterrichtsgespräch die Bedeutung des Wassers im Alltag zusammentragen	Wasser als wichtiges Lebensmittel und "Hilfsmittel" (Spülen, Waschen, Duschen)
- Schüler versuchen Trink-, Leitungs- und Mineralwasser geschmacklich zu unterscheiden; Inhaltsstoffe auf Etiketten finden <b>fakultativ:</b> Experiment verschiedene Wasser eindampfen und Rückstände mit Flammenfärbung untersuchen	- Verschiedene Wässer enthalten unterschiedliche Stoffe gelöst; dies bedingt unterschiedlichen Geschmack <b>fakultativ:</b> verschiedene Wässer enthalten unterschiedliche gelöste (feste, flüssige oder gasförmige Stoffe)

- mit Folie und Teilapplikationen wird der Wasserkreislauf gemeinsam entwickelt - Schülerbogen zum Beschriften	- Kreislauf des Wassers: Verdunsten, Kondensieren, Regnen, Wasserwerk, Haushalt, Abwasser, Klärwerk, Fluß und Meer
- Schüler ermitteln ihre Verbrauchswerte in der Familie pro Tag/ Woche /Jahr	- Trinkwasser im Haushalt, Vergleich statistischer mit persönlichen Werten
- Vorbereitung Klärwerksbesuch	- Vorwissen und Fragestellungen zum Klärwerk
- Klärwerksbesuch	- Kennenlernen der Aspekte des Betriebs durch einen Betreuer
- Auswertung des Klärwerksbesuches in <b>arbeits- teiliger Gruppenarbeit</b> 1½ Doppelstunden anhand von konkreten Informationstexten mit folgenden <b>Teilthemen</b> : 1. Aufbau einer Kläranlage 2. Biologische Reinigung im Belebungsbecken 3. Faul- und Klärschlamm, Biogas 4. Energieerzeugung und -versorgung im Klärwerk und evtl. 5. Wasserverbrauch und Gewässerschutz mit Verbrauchertips	- Die chemischen und biologischen Prozesse der Abwasserbehandlung auf einfacher Ebene entsprechend den Gruppenthemen
- Vorstellung der Gruppenergebnisse und Unterrichtsgespräch	- Systematisierung der Einzelaspekte und Festigung

**Materialien für den Unterricht Sequenz 13: 'Wasser'**

- Experimentieranleitungen Experimente Verbrennen und Elektrolyse (Anhang Teil 2)
- Vorlage für die Ermittlung des privaten Wasserverbrauchs (Anhang Teil 2)
- Arbeitsblatt Trinkwasserverbrauch im Haushalt (Anhang Teil 2)
- Infotexte der Stadtwerke zu Wasserverbrauch und -sparen (Anhang Teil 2)
- Infotexte der Stadtwerke Trinkwassergewinnung (Anhang Teil 2)
- Arbeitsblatt zur Trinkw.gewinnung und Untersuchung von Leitungswasser (Anhang Teil 2)
- Informationen der Stadtwerke zu Trinkwasser-Analysenergebnisse (Anhang Teil 2)
- Infotexte für die Gruppenaufgaben (z.T. Anhang Teil 2)
- Infomaterialien zu Abwasser Kläranlagen für die Gruppenaufgaben (Anhang Teil 2)
- Kopien Ergebnisse von Schülergruppenarbeit zu Teilaufgaben Kläranlage (Anhang Teil 2)
- Schema Wasserkreislauf (Anhang Teil 2)
- Infomaterialien zur 'Weserabflußfahrt' (Anhang Teil 2)
- Arbeitsblatt zu Qualität von Weserwasser (Anhang Teil 2)
- Informationen Gewässergüteklassen von Fließgewässern (Anhang Teil 2)
- Infoblatt 'Tips für den Alltag' (Anhang Teil 2)

## C. 10. Klasse, 1. Halbjahr

### Unterricht Alltagsorientierung

#### Sequenz 14: Batterien und Akkumulatoren

(5 -6 Doppelstunden)

Ziele: Es soll ein einfaches chemisches Verständnis über Batterien ermöglicht werden.

Anschließend wird eine Orientierung über Batterietypen

sowie ihre Verwendung und 'Entsorgung' gegeben.

#### 1. Fundamentum:

(1-2 Doppelstunden)

HANDLUNGSEBENE	THEORIEEBENE
<p><b>-Schülerexperiment:</b> Ionenwanderung</p> <p>-Beobachtung: farbige Zonen wandern auf Filtrierpapier zu den Polen</p> <p>-Auswertung in Experimentiergruppen</p> <p>-gemeinsame Auswertung mit dem Lehrer</p>	<p>- Positive und negative elektrische Ladungen ziehen sich an, gleich geladene stoßen sich ab. Eine <math>\ominus</math>-geladene Elektrode hat Elektronen im Überschuß, einer <math>\oplus</math>- geladenen Elektrode fehlen Elektronen</p> <p>- Es gibt positiv oder negativ geladene Teilchen, die an den <math>\ominus</math>- bzw. <math>\oplus</math> geladenen Elektroden ihre Ladungen wieder abgeben können, also elektrisch ungeladen werden. Die geladenen Teilchen bilden andere Stoffe (z.B. Salze) als die ungeladenen Teilchen (z.B. Metalle)</p>
<p><b>- Schülerexperiment:</b> Elektrolyse von Kupfer(II)chlorid</p> <p>-Beobachtung: An der negativen Elektrode entsteht ein kupferfarbener Belag, an der positiv geladene Elektrode treten Chlorgeruch und Gasbläschen auf.</p> <p>-Auswertung im Unterrichtsgespräch</p>	<p>- Im Kupfersalz sind die Kupferteilchen positiv und die Chloridteilchen negativ geladen.</p> <p>Aus positiv geladenen Kupferteilchen entstehen Kupferatome, die sich zum Metallbelag vereinigen, aus den negativ geladenen Chloridteilchen entstehen Chloratome, die sich zu Chlormolekülen verbinden, die Chlorgasbläschen bilden.</p> <p>Den geladenen Kupferteilchen fehlen Elektronen, die geladenen Chloridteilchen haben einen Überschuß an Elektronen. An den Elektroden werden Elektronen aufgenommen bzw. abgegeben.</p> <p>(<b>Additum</b> für gymnasiale Klassen: Ein elektrisch neutrales Atom enthält immer eine Hülle aus <math>\ominus</math>- geladenen Elektronen und einem Kern aus <math>\oplus</math> -geladenen Protonen, werden mehr Elektronen aufgenommen als Protonen vorhanden, dann ist das Atom elektrisch negativ geladen ('Negatives Ion'), werden aus der Hülle Elektronen entfernt, so entsteht ein positives Ion.</p>

## 2. Eine Apfelbatterie

(2 Doppelstunden)

HANDLUNGSEBENE	THEORIEEBENE
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Lehrer-Experiment</i>: "Apfelbatterie";</li> <li>- Schüler variieren im eigenen Experiment Materialien und Bedingungen jeweils mit Messung der Spannung und des Leerlaufstroms</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Für eine Apfelbatterie sind 2 verschiedene Metalle und Obstsaft notwendig, je nach Metallkombination ist die A.batterie unterschiedlich leistungsfähig. Auch der Obstsaft kann besser wirken, wenn man Citronensäure dazu gibt.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durch <i>Schüler-Experiment</i> eine Liste der besten Metallkombinationen erstellen (Untersuchungen mit Fe, Cu, Zn, Al, Mg, Graphitkohle)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Kombination eines sehr unedlen (Mg) mit einem sehr edlen Metall (Ag) liefert mit einer Säure- oder Salzlösung die höchste Leistung für eine Batterie</li> </ul>

## 3. Batterien für den täglichen Gebrauch

(2 Doppelstunden)

HANDLUNGSEBENE	THEORIEEBENE
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eine Batterie selbst entwerfen !</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendung der bisherigen Kenntnisse</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eine Zink-Kohle-Babyzelle aufsägen und untersuchen;</li> <li>- mit entsprechendem Schema vergleichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennenlernen, welche Bestandteile und welchen Aufbau eine Batterie besitzt. Im Vergleich mit eigenem Entwurf die Funktion wichtiger Bestandteile einer Batterie erkennen !</li> <li>Vereinfachte Kenntnisse über den Bau einer Zink-Kohle-Batterie</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- falls möglich <i>Experiment</i> :Mit Hilfe eines Bausatzes eine Zink-Kohle-Batterie selber herstellen und testen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Festigung der bisherigen Kenntnisse</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eine 9-Volt-Kompaktbatterie aufsägen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prinzipien einer Batterie bei verändertem Aufbau wiedererkennen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mit bereitgestelltem Unterrichtsmaterial (selbst hergestellt und Firmeninformationen) im Unterrichtsgespräch und in Gruppenarbeit die Vorzüge und Nachteile der einzelnen Batterie- und Akkumulatorentypen für den Schülergebrauch feststellen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unterschiede in Leistungsfähigkeit und Umweltbelastung, die zu "Verbrauchertips" führen einschließlich Entsorgung sowie der Nickel-Metallhydrid-Akkumulator als neue Entwicklung</li> </ul>

**Materialien für den Unterricht****Sequenz 14: Batterien und Akkumulatoren**

- Experimentieranleitungen (Ionenwanderung, Elektrolyse, Apfelbatterie, optimale Metallkombinationen, Herstellung einer Trockenbatterie [Leclanché]) (z.T. Anhang Teil 3)
- Arbeitsblatt Elektrolyse von Kupferchlorid (Anhang Teil 3)
- Arbeitsblatt "Das Kern-Hülle-Modell" (Anhang Teil 3)
- Arbeitsblatt mit Tabelle für Gruppenexperiment "optimale Metallkombinationen" (Anh. T. 3)
- Schema Ionenwanderung und Ionenentladung (Anhang Teil 3)
- Infotexte für die Batterie- und Akkumulatoren-Typen einschl. Schemata (Anhang Teil 3)
- Systematisierungshilfe für den Lehrer (Anhang Teil 3)
- Bausätze für Zink-Kohle- Batterie oder Anleitung wie Jansen, Kenn: Elektrochemie.- Vers. 19; Aulis Kolleg Chemie, Köln 1978 oder Bukatsch, Glöckner Experimentelle Schulchemie-Bd. 5 Physik. Chemie, S. 155, Versuch 53a, Aulis Verlag, Köln 1977.
- Übersicht Batterien und Akkus (große Tabelle) (Anhang Teil 3)
- Arbeitsblatt (Leere Tabelle) Übersicht zu Batterien und Akkus (Anhang Teil 3)
- Infoblatt für Lehrer: Erklärungsmuster zur Ursache einer Spannung in Batterien (Anh. Teil 3)

**Sequenz 15: Erdöl und Benzin***(6 Doppelstunden)***Ziel: Einführung in organische Stoffe;****Rückbezug zu Sequenzen 7 (Verkehr...) und 8 (Autokat)**

HANDLUNGSEBENE	THEORIEEBENE
- <i>Experimente</i>	- Erdöl ist ein Stoffgemisch aus vielen verschiedenen hoch siedenden Stoffen
- Unterrichtsgespräch entsprechend klassischem Vorgehen, aber vereinfacht; Verwendung von Molekülbaukasten statt der bisher überwiegend benutzten Plättchen	- Die Moleküle der Stoffe, die im Erdöl enthalten sind, bestehen aus Kohlenstoffatomen, die sich zu einer Kette verbunden haben und die jeweils noch mit Wasserstoffatomen verbunden sind. Jedes Kohlenstoffatom kann 4 chemische Bindungen, jedes Wasserstoffatom 1 chemische Bindung zu einem anderen Atom eingehen. Die Moleküle der verschiedenen Erdölbestandteile unterscheiden sich in der "Kettenlänge" und darin, ob und wie sie verzweigte Kohlenstoffketten enthalten
evtl. Üben	evtl. einfache Nomenklatur
* <i>als Alternative</i> : "Kunststoffe" oder "Papier" (mit stärkerer Orientierung am alltäglichen Verhaltensfragen und "Faserkonzept", angelehnt an Erfahrungen aus [4])	

**Materialien für den Unterricht Sequenz 15: Erdöl und Benzin (s. Schulliter.)**

- Experimente mit Erdöl (Destillation, qualitative Nachweise von Kohlenstoff und Wasserstoff,....)
- Schema einer Raffinerie
- Informationsmaterialien zu Erdölfraktionen; Verbrauchsdaten nach Sparten Verkehr, Energie, Heizenergie, chemische Rohstoffe, .....; .....
- evtl. Arbeitsblatt für Nomenklatur
- Molekülbaukasten

**D. 10. Klasse, 2. Halbjahr****Unterricht Alltagsorientierung****Sequenz 16:****“Lebensmittel”***(8 Doppelstunden)***Offene Unterrichtseinheit****Ziel der Sequenz:**

Ein inhaltlich und methodisch offener Unterrichtsabschnitt, der an den Interessen der Schüler anknüpft, soll gleichzeitig die theorieorientierten Sequenzen zum Makromolekül- und Faserkonzept vorbereiten. Inhaltlich soll die Bedeutung von Nahrungsmitteln als ‘Energiespender und Baustofflieferant’ deutlich werden und zwischen Nährstoffen und Zusatzstoffen unterschieden werden. Kenntnisse aus der Humanbiologie sollen in der Systematisierungsphase dabei gefestigt und unter chemischen Aspekten etwas vertieft werden.

Die wahlendifferenzierte, offene Gruppenarbeit (methodisch weitgehend der Einheit ‘Verkehr in unserem Stadtteil’ entsprechend) soll einen methodischen Wechsel zur - für die meisten Schüler stark motivierenden - Eigenverantwortung beim Lernen ermöglichen.

**Inhaltliche Schwerpunkte:**☞ **“Orientierungsphase”***(2 Doppelstunden)*

- Die verschiedenen lebensweltlichen Aspekte der Beschäftigung mit Lebensmitteln werden mit den Schülern besprochen. Dabei kann man mit der ‘Zutaten’ - Liste und den Nährwertangaben auf Lebensmittelverpackungen beginnen. Die verschiedenen Stoffe können je nach physiologischer Funktion gruppiert werden - ergänzt um Lebensmittel-Zusatzstoffe.
- **Fundamentum (chemische Grundlagen):** Funktion der Lebensmittel ist es, einerseits Energie für Lebensprozesse, andererseits Baustoffe für Wachstum und Erneuerung von Organen zu liefern. Der Energiegehalt von Lebensmitteln wird durch ein einfaches Schüler-Experiment veranschaulicht: mit einer Anordnung, die formal einem Öllämpchen entspricht, werden für ein Speiseöl a) die Freisetzung von Energie und b) Kohlenstoff und Wasserstoff als Elemente in dem Speiseöl demonstriert.

**1. Teil**

HANDLUNGSEBENE	THEORIEEBENE
- Der Energiegehalt von Lebensmitteln wird durch ein einfaches <i>Schüler-Experiment</i> veranschaulicht mit einer Anordnung, die formal einem Öllämpchen entspricht, wird für ein Speiseöl a) die Freisetzung von Energie, b) Kohlenstoff und Wasserstoff als Elemente in dem Speiseöl demonstriert (Experiment 'Öllämpchen').	<i>Auswertung des Schülerexperiments:</i> - Das Speiseöl kann mit Luft bei der Verbrennung Energie in Form von Wärme liefern - Im Speiseöl sind chemisch gebunden die Elemente Kohlenstoff und Wasserstoff

**2. Teil**

HANDLUNGSEBENE und THEORIEEBENE
Die verschiedenen lebensweltlichen Aspekte der Beschäftigung mit Lebensmitteln werden mit den Schülern besprochen und für die Besprechung der Gruppenthemen innerhalb der Gruppenarbeit der folgenden Phase 'Freie Gruppenarbeit' anschließend herangezogen.

☞ **Phase "Freie Gruppenarbeit"**

(5 Doppelstunden)

Den Gruppen werden folgende Gruppenthemen als **Teilaspekte** angeboten:

1. Vegetarische Ernährung - Vollwertkost
2. Eßkultur und Eßgenuß
3. Maßgeschneiderte Lebensmittel - Fertigmkost
4. Schlankheitskuren - Diäten
5. Fast food
6. Muntermacher (Cola & Co)
7. Machen Lebensmittel krank?

Den Gruppen stehen zentral zwei Ordner mit Informationsmaterialien zur Verfügung (L = Informationen zu Lebensmitteln, E = Lebensqualität und Gewohnheiten rund ums Essen). Daneben werden 22 Experimente angeboten sowie die im Wahldifferenzierten Unterricht gewohnten Planungshilfen für die Gruppenarbeit. Die Gruppen erarbeiten ein Produkt mit den Ergebnissen ihrer Gruppenarbeit.

☞ **'Austauschphase**

(2 Doppelstunden)

Die Phase beginnt mit einem Austausch über die Gruppenergebnisse und Produkte, währenddessen bereits die Inhalte etwas systematisiert und gefestigt werden.

Danach kann bei Bedarf eine stark systematisierende Zusammenfassung zum Thema Lebensmittel erfolgen mit einer systematisierenden Vertiefung auch chemischer Aspekte wie sie in der Orientierungsphase bereits angesprochen wurden. Hier werden nochmals die Bedeutung der Stoffgruppen (Nährstoffe, Wirkstoffe (Vitamine), Mineralstoffe sowie die Ballaststoffe) für die menschliche Ernäh-

nung aufgelistet. **Querbezüge** zur Ernährungslehre im Fach **Biologie** werden spätestens hier aufgegriffen.

**Materialien für den Unterricht Sequenz 16: Offene Unterrichtseinheit "Lebensmittel"**

- Experimentieranleitungen mit Liste (Anhang Teil 4; Experimente Lebensmittel 1-23)
- Inhaltsverzeichnis der Infoordner L, E; Z (Anhang Teil 4)
- Informationsmaterialien (Anhang Teil 4; Infomaterialien Lebensmittel)
- Liste der Gruppenthemen (Anhang Teil 4)
- Planungshilfen für die Gruppenthemen (Anhang Teil 4; Teilgruppen Lebensmittel)
- Information für Lehrer Zusammenfassung zum Gesamthema (Anhang Teil 4)

**Sequenz 17:**

**"Stärke"**

2 Doppelstunden)

**Ziele der Sequenz:**

Als vertiefende Sequenz wird die **Verdauung** betrachtet als *Spaltung von* (energiereichen) **Macromolekülen** in (energiereiche) Bausteine für die Zellen. Sie greift die einfachen Kenntnisse über Moleküle mit Kohlenstoffketten als 'Gerüst' der Moleküle aus dem ersten Halbjahr der 10. Klasse wieder auf.

☞ **1. Doppelstunde 'Stärke'**

- Experimentieren mit Experimentieranleitung
- (2 gleichrangige Varianten zur Reihenfolge der *Experimente*):

*Variante 1*

a) *Experiment*: Mehl + Speichel ; anschließend mit Fehlingscher Lösung prüfen

b) *Experiment*: Mehl ohne Speichel ; anschließend mit Fehlingscher Lösung prüfen

**Auswertung:**

1. Experiment: Stärke  $\xrightarrow{\text{mit Speichelenzym}}$  Stärke ist gespalten
2. Experiment: Stärke  $\xrightarrow{\text{ohne Speichelenzym}}$  Stärke ist nicht verändert

c) *Experiment* (notfalls Leherdemonstration): Maltose mit Fehlingscher Lösung.

**Auswertung:**

3. Experiment: Maltose reagiert mit Fehlingscher Lösung.  
Das Enzym spaltet Stärke in Maltose.

**Variante 2**

- a) 1. *Experiment*: Mehl + Speichel anschließend mit Fehlingscher Lösung prüfen  
 b) 2. *Experiment*: Maltose mit Fehlingscher Lösung prüfen

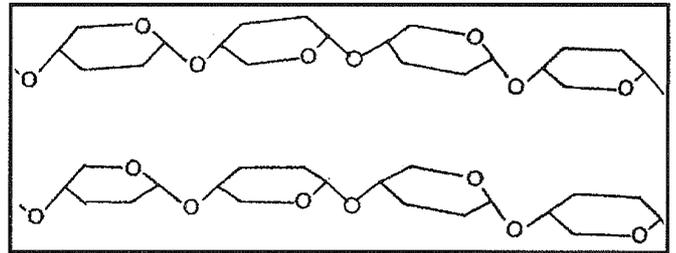
Auswertung 1. Experiment: Stärke  $\xrightarrow{\text{mit Speichelenzym}}$  Stärke ist gespalten  
Auswertung 2. Experiment:  
 Maltose reagiert mit Fehl. Lösung.  
 Das Enzym spaltet Stärke in Maltose

- c) 3. *Experiment* : Mehl ohne Speichel anschließend mit Fehlingscher Lösung

3. Experiment: Stärke  $\xrightarrow{\text{ohne Speichelenzym}}$  Stärke ist nicht verändert

☉ **2. Doppelstunde 'Stärke'**

Die Spaltung von Stärke zu Maltose wird - unter Verwendung von Modellbahnschienen und Applikationen - auf der molekularen Ebene wiederholt:



1. Der Vorgang Stärkeabbau zur Maltose ('Schüler handelt simulierend als abbauendes Enzym')
2. Die Maltose wird zu Glucose gespalten → **Begriffe:** 'Einfachzucker' Glucose und 'Zweifachzucker' Maltose.

**Ergänzung** durch

- a) Glucosebaustein vereinfacht als modifiziertes 6-Eck
- b) Maltose vereinfacht als Zweifach-Zucker mit 2 6-Ecken und gewinkelten 'Brücken' (Dauer von 1. + 2.: ca. 25-30 min)

3. Schüler wiederholen Verdauung anhand des Schemas ("Ausschneidebogen") (Dauer ca. 45 min)

Ansetzen des *Experiments 10*: Cellulose in "Schweizers Reagenz" ! für ↓ Sequenz Cellulose, 2. Doppelstunde! (Dauer ca. 15 min)

**Materialien für den Unterricht Sequenz 17: Stärke**

- Experimente mit Stärke und Maltose (Anhang Teil 5)
- Modellbahnschienen Spur N oder HO
- Applikationen für Stärkemolekül-Darstellung (Anhang Teil 5)
- Arbeitsblatt zur Verdauung v. Kohlenhydraten ("Ausschneidebogen") (Anhang Teil 5)

### ☉ 1. Doppelstunde 'Cellulose'

1. **Idee:** Wir nutzen Nährstoffe und oxidieren sie zu  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  - In der Natur wird nichts verschwendet: Aus den Stoffen  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  stellen die Pflanzen mit Hilfe des Sonnenlichts wieder Glucose her.

2. **Experiment 9** : Glucosenachweis in den Pflanzen Schnittlauch und Porree

(Dauer von 1.-2. ca. 25 min)

3. Aus Glucose wird zum Teil Stärke aber z.T. auch andere Stoffe, vor allem Cellulose als Gerüstsubstanz:

a) **Unterrichtsgespräch:** Bedeutung von Cellulose für den Menschen →

\* Baumwolle > Textilien nur erwähnen wird später behandelt!

\* Papier

(Informationen zu Papier: Christen Schulbuch ("auf dem Weg ..Zukunft")

Textauszug aus S.188 oben; Abb. aus Handreichung "Papier" (vgl.V.WOEST, P.JÜCKSTOCK) ca. 15 min.)

b) **Schüler- Experiment:** Altpapier recyceln (aus obiger Handreichung)

(Dauer ca. 30 min)

Während anschließendem Trocknen des geschöpften Papiers:

Technische Papierherstellung: Christen Schulbuch ("auf dem Weg ..Zukunft"), Abbildung S. 187.

### ☉ 2. Doppelstunde 'Cellulose'

Was ist Cellulose chemisch? Ebenfalls aus Stärke, aber andere Eigenschaften, und deshalb nicht von uns zu verdauen: Worin unterscheidet sie sich von Stärke?

1. Schema Stärkemolekül- und Celluloseketten als "Bilderrätsel":

Wie sind sie anders verknüpft?

*Auswertung:*

a) Text unter Bild von Stärke: "Glucose-Bausteine ("6-Ecke") sind in einer Kette alle gleichartig angeordnet. Dieses Stärkemolekül ist insgesamt schraubig gewunden."

b) Text unter Bild von Cellulose:

„Glucose-Bausteine sind in den Cellulosemolekülen abwechselnd 'gedreht' zu einer Kette angeordnet: jeweils um  $180^\circ$  gedreht ('die Sauerstoffbrücke mal unten, mal oben'). Das lange Cellulosemolekül ist gestreckt und nicht schraubig gewunden.“

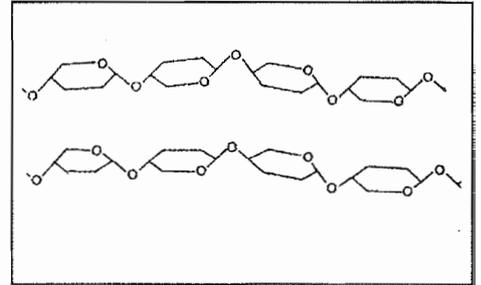
2. **Experiment 10:**

Cellulose-Lösung in Säurebad zu "Fäden" ausfällen

### 3. nur als Additum für Gymnasialklassen!!:

Modellbetrachtung mit Applikationen (Cellulosesträngen s. Abb.)

a) zum Fällen; b) zum Lösen parallel und mit Fremdkörpern ('ammoniakalische Kupferverbindung'), "die sich dazwischen drängen ...."



4. Folgender Text nach Erarbeitung als 3. Teil auf das Blatt mit den Abbildungen Stärke und Cellulose und Fazit dieser Stunde:

*"Die Cellulosemoleküle lagern sich (in der Länge) versetzt aneinander (ca. 6000 Molekülketten) und bilden so eine dünne Baumwollsamenfaser"*

**Materialien für den Unterricht: Sequenz 18 'Cellulose'**

- Experiment mit Schweizers Reagenz (Anhang Teil 5)
- Applikationen zum Ausschneiden: Stärke- und Cellulose-Molekülketten (Anhang Teil 5)

**Sequenz 19:**

**'Kunstfasern; Textilien'**

*(1 Doppelstunde)*

#### ⇒ 1. Doppelstunde 'Kunstfasern, Textilien'

1. **Wiederholung:** Mit Hilfe von Applikationen (den ausgeschnittenen Strukturformel-Bildern von Molekülketten als 'Applikationen') werden modellhaft Cellulosemoleküle mehrfach nebeneinander und versetzt gelegt (Festigung gemeinsam mit entsprechenden transparenten Applikationen auf dem OH-Projektor!). Daraus entsteht folgende Formulierung:

*"Aus versetzt aneinandergelagerten Cellulosemolekülen wird eine dünne Faser, die länger ist als eine lange Molekülkette."* (schriftlich festhalten).

2. **Experiment 11:** Nylonfaden-Versuch

(siehe Versuchsanleitung → ergibt sehr langen "Faden"!)

3. **Theorie:** auch die Chemiker bringen geeignete Bausteine zusammen, die sich zu langen Kettenmolekülen verknüpfen, die sich dann nebeneinander lagern. Hier sind es zwei verschiedene Bausteine, die sich abwechselnd verbinden.

Medien:

a) Realschule > Modellskizze

b) im Gymnasium: Modellskizze; außerdem : Möglichst mit Steckperlen ein Riesenmolekül gemeinsam durch die ganze Klasse bauen. (einfach: mit Büroklammern und Sicherheitsnadeln)

<b>Abschluß des Chemieunterrichts mit "Textilien"</b>	<i>(2-3 Doppelstunden)</i>
---	----------------------------

**Hausaufgabe zur 1. Doppelstunde**

Jeder schreibt einen Bericht:

- Gehe in die Stadt und kaufe fiktiv ein Kleidungsstück, das Dir gefällt.
- Fülle für diese Kleidung den "Steckbrief" aus.

**In der Unterrichtsstunde:**

☞ **1. Doppelstunde** (*Hinweise zur Richtung der Behandlung*):

- Warum hast Du Dich für so ein Kleidungsstück entschieden? Schicker Schnitt? Marke? usw.
- Wie oft kaufst Du solche Klamotten? (Im Durchschnitt aller Bundesbürger wirft jeder weg oder gibt zur Altkleidersammlung: ca. 25- 26 kg  $\approx$  mehr als 50 Textilstücke pro Jahr!)
- **Ziel** den Schülern benennen : Für die Erstellung eines Steckbriefs weitere Erfahrungen sammeln:
  - a) Schüler sehen sich unter der Lupe oder Stereolupe 2-3 verschiedene Stoffproben an und versuchen Unterschiede herauszubekommen; **Ziel:**  $\rightarrow$  kennenlernen  $\rightarrow$  Hinweise auf Trageeigenschaften ?
  - b) **Experiment** ansetzen für nächste Woche: Versuch zur Durchlässigkeit und zum Wasseraufnahmevermögen (Stoffstück trocken wiegen - **Waage auf 10 mg genau erforderlich!**, ca. 250 ml Becherglas mit abgewogenem Wasservolumen - halbvoll - und darüber das Stück trockenen Stoffs mit Gummiband befestigen); (Stoffe: Baumwolle, Viskose und Polyester, möglichst 100%; - Gruppen parallel jeweils 2 verschiedene Stoffe)
- Schüler beginnen einen "Steckbrief meines Kleidungsstückes" mit Hilfe der Einkaufserfahrung

☞ **Nächste Doppelstunde:**

- **Experiment** beenden: Nach 1 Woche Stoffstück wieder wiegen, Wassergewicht im Becherglas erneut bestimmen, Stoffstücke mit Fön oder über Heizung trocknen und nochmals wiegen; Auswerten in Richtung: Verschiedene Stoffe lassen Wasserdampf gleich gut durch, wenn Wasser nur wenig verdunstet (Vergleich mit Körper in Ruhe; keine Aussage für "Schwitzen"!), aber verschiedene Stoffe nehmen unterschiedlich viel Feuchtigkeit in der Faser auf (Baumwolle und Viskose als Cellulosefasern ähnlich viel (ca. 30- 50 mg bei 250 ml Becherglas) und Polyester praktisch nichts!)
- Steckbrief fertigstellen: Mit Informationsmaterialien und Experimenten (einschl. Lupe) **Informationsmaterialien:** 1. Heftchen Verbraucherzentrale " Ratgeber Textilien" 2. "Die Baumwolle" ("Schweizer Baumwollinstitut") 3. "Textilveredelung" (2S.) 4. "Textilausrüstung im Überblick" (1 S.) 5. "Hautnah" (1 S.) 6. Abrüsten statt ausrüsten (Ökotest, 3 S.) 7. "Woher kommt das billige T-Shirt" (1 S. Weser Kurier)
- Zusammentragen und vergleichen

Etwa: Alle Steckbriefe an Wand heften, ansehen lassen. Zusammentragen kürzen und akzentuieren, indem erfragt wird: „Was ist Euch aufgefallen, was habt Ihr Neues erfahren/gelernt?“

- Als *Ergänzung*, wenn Zeit vorhanden: Lehrerversuch zu Goretex-Polyester in Stoff-“Sack” Wasser gießen; Vergleich mit anderen Stoffproben evtl. einen Schüler probieren lassen, durch Goretex und durch anderen Stoff Luft zu holen. Ergänzungsmöglichkeit: Ein Video zu Textilproblematik in letzter Chemiestunde Sekundarstufe I (*Im Winter evtl. statt Polyester Wolle und Polyacryl*)

***Materialien für den Unterricht: Sequenz 19 ‘Kunstfasern, Textilien’***

- Experimente (Nylonfaden und Wasserdampfdurchlässigkeit v. Textilproben) (Anhang Teil 5)
- Informationsmaterialien zu Textilien und Rohstoff Baumwolle (Anhang Teil 5)
- Arbeitsblatt: Leerschablone “Steckbrief meines Kleidungsstückes” (Anhang Teil 5)

### 3.3 Erfahrungen

#### 3.3.1 Allgemeines zum vorliegenden Konzept für einen alltagsorientierten Chemieunterricht in der Sekundarstufe I

Durchweg blieb bei dieser inhaltlichen und methodischen Art von Chemieunterricht der sonst so gefürchtete Einbruch der Attraktivität des Chemieunterrichts in der 9. Klasse aus. Zum Teil ist dies sicher auch damit zu erklären, daß der Zeitpunkt der Einführung der (bis auf eine Klasse) für Schüler sehr attraktiven offenen Lernform zu Beginn der 9. Klasse sehr günstig ist.

Die Schüler schätzen ihren Chemieunterricht durchaus als normalen Unterricht ein. Für einen Teil der Schüler ist er weiterhin "notwendiges Übel", wird aber von ihnen nicht stark (als "ätzend") abgelehnt.

Ein größerer Teil schätzt den eigenen Chemieunterricht positiver ein. So wird an einigen Stellen der Nutzen gesehen, sich etwas eingehender mit Alltagsfragen zu beschäftigen. Besonders positiv sehen die Schüler die Verknüpfung von alltagsorientierten Themen mit den offeneren Lernformen wie die des Wahldifferenzierter Unterrichts (Thematiken "Verkehr" und "Lebensmittel und Ernährung"). Zwei Klassen fanden auch die Möglichkeit attraktiv, mit Frage-Antwort-Blättern den Stoff zu wiederholen.

Das Experimentieren ist weiterhin sehr beliebt und wird auch für den eigenen Lernerfolg als wichtig angesehen.

Die Schüleraussagen decken sich größtenteils mit den Ergebnissen der Teilnehmenden Beobachtung, die aber weitergehende Aussagen unterstützen. So ist die sonst durchaus häufige Langeweile (sichtbar Müdigkeit, Unsinn machen, stören) wenig zu beobachten. Auch beobachteten wir sehr viel seltener, daß der Gong deutlich sichtbar herbeigesehnt wird. Dagegen ist bei Unterrichtsabschnitten mit Wahldifferenziertem Unterricht öfters zu beobachten, daß bis zum Gong gearbeitet wird, ja daß er manchmal in der Zwischenpause innerhalb der Doppelstunde überhört wird.

Es ist interessant, daß sich mit unterschiedlichen Evaluationsmethoden der Eindruck verstärkt, daß sehr viele Schüler den alltagsorientierten Chemieunterricht als motivierend erleben und ihn auch gerne und (für das eigene Verständnis) erfolgreich besuchen. Demgegenüber ist der weitaus überwiegende Teil der Schüler sehr zurückhaltend mit der Beurteilung, ob die Themen den eigenen Alltag behandeln oder gar, ob sie durch den Unterricht für die behandelten Alltagsthemen nun kompetent sind. Offenbar hängt die Meßlatte für solche Einschätzungen sehr hoch.

Bei einigen Untersuchungen haben wir festgestellt, daß die Lust und die Motivation im alltagsorientiertem Chemieunterricht (wie sie beobachtet und in Gesprächen wie auch in Fragebögen-Antworten festgestellt werden kann!) nicht übereinstimmen mit der *generellen* Einschätzung des Unterrichtsfa-ches Chemie! So lagen *beispielsweise* bei drei 8. Klassen die Durchschnittswerte zwischen der "Lust mitzumachen" und dem (generellen) "Spaß in Physik/Chemie" in einer 6 stelligen Skala ( $\cong$  "Schulnoten") bis zu 1,5 Skalenwerten ("Noten") auseinander.

Für den Lehrer ergeben sich im "Alltagsgeschäft" mit alltagsorientiertem Chemieunterricht keine gravierenden Unterschiede. Dem Vorteil von durchschnittlich doch deutlich motivierteren Schülern steht ein etwas höherer Aufwand an Schülerexperimenten gegenüber. Voraussetzung für die Schülerexperimente sind natürlich die gut erprobten und mehrfach verbesserten Experimentieranleitungen (auch wenn sie hier und da sicher noch Defizite aufweisen). In einzelnen- wirklich wenigen - Fällen haben wir spezifische Geräte benötigt. Fehlen diese, muß der Lehrer Alternativen suchen oder das Experiment streichen. Auch das umfangliche weitere Unterrichtsmaterial zu den einzelnen Sequenzen erleichtert die Unterrichtsroutine, so daß noch Kraft und Energie für die Schüler bleibt.

Es hat sich (nicht nur in Realschulklassen) als erfolgreich erwiesen, daß die chemischen Symbole und entsprechende Reaktionsgleichungen bei Versuchsauswertungen nur als Angebote (fakultativ) im Unterricht eingebracht wurden. Sie ergänzten nur die Wortgleichungen und das "Vormachen mit Plättchen". So gewöhnten sich die Schüler an die chemische Zeichensprache und die meisten lernten an den Beispielen durch individuelles analoges Denken ("ach so scheint das zu gehen") zumindest die einfache Zeichensprache zu interpretieren. Regeln zum Aufstellen von Reaktionsgleichungen wurden bewußt nicht geübt. Im Schulalltag vergißt der Lehrer leicht, die modellhafte Teilchenebene anzusprechen und dies mit Plättchen o.ä. zu veranschaulichen. Dies erschwert aber im Regelfall die theoretische Aufarbeitung - wie sich dann erst danach herausstellt. Bei konsequenter Benutzung bei der Deutung von chemischen Phänomenen werden Plättchen o.ä. immer stärker entbehrlich.

Mit dem vorliegenden Konzept kann der Chemieunterricht nach unserer Erfahrung beitragen zu den allseits diskutierten Schlüsselqualifikationen und zur sozialen Funktion von Schule.

### **3.3.2 Einschätzung im Hinblick auf die charakteristischen Unterrichtssituationen Wirkungen bei den einzelnen Themen**

**0. Das Spiel** zu Beginn stellt eine gute Möglichkeit dar, Inhalte aus der Orientierungsstufe zu wiederholen und gleichzeitig einen motivierenden Einstieg in den Chemie-Anfangsunterricht zu finden. Auf diese Weise erinnern sich die Schüler und gelangen spielerisch in das chemisch-naturwissenschaftliche Feld, weil so die besprochenen Inhalte als im Alltag bedeutsam wiedererkannt werden. Die Schüler spielen konzentriert bis zu 45 min. Am Ende werden vielfach aus Neugier die restlichen Aufgaben bearbeitet - ohne zu spielen (würfeln)!

**1. Müll:** Die ersten Experimente zu "Müll" gefallen den Schülern sehr gut, insbesondere die sinnliche Erfahrung und die persönlichen Erfolge beim Recycling von Papier oder dem Herstellen eines schönen Glastropfens. Trotz der organisatorischen Mühen sollte man nicht auf den Besuch eines Recyclinghofs (o.ä. Einrichtungen) verzichten.

**2. und 3. Feuer/ Verbrennung/ Oxidation:** Für die Schüler ist es ungewöhnlich und sehr attraktiv, selber im Schulhof Feuer zu machen und dazu Holz zu sägen und zu spalten, mit Steinen eine Feuerstelle zu optimieren, auch wenn dabei das Resultat noch keineswegs optimale Feuerstellen sind.<sup>4</sup> Die Schüler verbessern dennoch sichtbar ihre Fähigkeit, Feuer zu machen, wenn sie eine weitere Chance erhalten, ihr Feuer zu optimieren. Die anschließende theoretische Aufarbeitung mit forschend-entwickelndem Vorgehen ist für die Schüler angemessen.

Die Erarbeitung der Verbrennung als Oxidation ist für die Schüler noch die Fortsetzung der theoretischen Aufarbeitung der Verbrennung und wird gerade noch toleriert, weil hier neue, interessante Phänomene auftauchen.

**4. Der Vorgang der Reduktion** ist von den Schülern mit weniger Emotionen verbunden und schon relativ abstrakt. Der logisch einwandfreie Versuch der Reduktion von  $\text{CO}_2$  mit Magnesium überzeugt vom Phänomen her die Schüler wenig. Spektulärere Versuche dagegen sind theoretisch schwieriger zu interpretieren. Lediglich das Löschen von "brennendem Magnesium" (Experiment 9a) weckt Aufmerksamkeit, weil vielfältige Assoziationen entstehen ("Unterwasserfackeln", "Unterwasserschweißen", "Feuerwerk"). Sehr wesentlich wird den Schülern das Verständnis erleichtert, wenn bei den Oxidationsprozessen das Teilchenkonzept anhand einfachster Modelle (wie Plättchen) vertraut wurde und nun der Prozeß der Sauerstoffübertragung auf das Reduktionsmittel im Vergleich zur Oxidation deutlicher erkannt werden kann (einschl. diskriminativen Lernens).

**5. Die experimentellen Erfahrungen mit Oxidationsmitteln** werden spielerisch erworben und bringen ansprechende Effekte. Sie vertiefen darüber hinaus das chemische Wissen zu dem Gesichtspunkt, daß der zur Oxidation nötige Sauerstoff aus anderen Stoffen stammen kann. Dazu kommt die Erfahrung, daß die Reaktion heftiger erfolgen kann als mit Luftsauerstoff.

Das gegenüber der ersten Fassung in das endgültige Konzept übernommene Experiment "Untersuchung eines Feuerwerkskörpers" steigert an dieser Stelle erheblich Motivation und Sachinteresse der Schüler.

**6. Am Schluß des Schulhalbjahrs** wird ein Naß-**Feuerlöscher** gebaut. Er ist Ausgangspunkt zur lockeren Besprechung von Möglichkeiten zur Brandbekämpfung. Die Schüler nehmen selektiv die für sie persönlich interessanten oder unterhaltsamen Aspekte auf. Nach dem Konzept von selbstgesteuertem Lernen (vgl. auch JUST/ WELLER) werden Fragen zum Löschen aufgegriffen.

**7. Verkehr in unserem Stadtteil:** Die Arbeitsweise mit überwiegend offener Gruppenarbeit ist für Schüler attraktiv. - Der Lehrer muß bei der Auswertung der Experimente Hilfen geben, manchmal auch mehrmals, damit die eigenen Ergebnisse der Gruppe in das Gruppenthema und seine spezifischen Fragestellungen eingeordnet werden können (z.B. bei Messungen von Lärm,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$  : Zei-

---

<sup>4</sup>So kann der Lehrer hartnäckige Mißkonzepte erkennen. Besonders schält sich heraus, daß viele Schüler versuchen, "die Hitze dadurch zu konzentrieren", daß die Steine ganz dicht um das Holz und das zu erhitzende Gefäß gepackt werden, mit der Folge, daß eine Luftzufuhr weitestgehend unterbunden wird. Oder einige Gruppen schichten die Holzscheite nur seitlich dicht um das Gefäß (längliche Dose mit Würstchen) herum, dagegen kein Holz unter die Dose)

gen die eigene Meßergebnisse Gefährdung an, ist diese geringer als anderswo?) Außerdem planen Gruppen nicht immer Vergleichsmessungen. Es würde sich z.B. anbieten, am Auspuff von Motoren mit unterschiedlicher Betriebstemperatur zu messen.

- Die Hilfen des Lehrers werden fast ausnahmslos als Unterstützung angesehen und das Gruppenthema bleibt dennoch "ihr eigenes" und nicht das des Lehrers.
- Das Interesse der Schüler gilt eher dem Fahrrad, dem Pkw und der Straßenbahn im Zusammenhang mit Berufs- und Freizeitverkehr, dagegen liegt der Lkw und seine Aufgaben für die Zulieferung in der Stadt wohl kaum im Blickwinkel der Veränderungsmöglichkeiten von 15-16-jährigen.
- Eigene Wertvorstellungen werden kaum revidiert. Bei der Ablehnung des Autos werden vorwiegend ökologische Argumente herangezogen. Für die Zustimmung spielen vor allem ökonomische Argumente ("Arbeitsplätze ...", "Umstellung des Verkehrs wäre viel zu teuer") oder "neue Werte" ("ohne Auto wäre man ja weniger schnell", "Mobilität/Bewegungsfreiheit darf nicht eingeschränkt werden") u.ä. eine Rolle, obwohl auch diese Schüler neue Fakten zur Kenntnis nehmen ("Ich weiß ja, daß das eigentlich nicht gut ist" o.ä.). Die rigorose Ablehnung von Autoverkehr relativiert sich, da die Schüler selbst noch keinen Führerschein besitzen. Die eigenen Einstellungen werden in der Regel durch Versuchsergebnisse eher unterstützt (sie führen wenig zum Umdenken).

**8. Der Autokatalysator:** Aus Sicht der Planer dient dieses Thema als Gelegenheit, um - für die Schüler plausibel - das Verständnis von chemischen Vorgängen als Teilchenumgruppierung zu ermöglichen. Dies wird auch bei den meisten Schülern erreicht, indem intensiv in mehreren Festigungsschritten gearbeitet wird:

- a) Der Lehrer führt die Umgruppierung am Tageslichtschreiber vor (durch modellhaftes Spielen mit verschiedenfarbigen Folien-Plättchen);
- b) 1-2 Schüler versuchen das gleiche am Projektor mit gemeinsamer Korrektur durch die Mitschüler,
- c) jeder Schüler füllt ein ähnlich gestaltetes Arbeitsblatt (vgl. Abb.) aus (mit Buntstiften und Elementsymbolen).

Diese länger andauernde und konzentrierte theoretische Beschäftigung ist bei den Schülern relativ unbeliebt, wird aber toleriert. Antworten im schriftlichen Test zum Thema Katalysator zeigten für diese Theorie einen mittleren Lernerfolg für abfragbares Wissen.

Kann man den Schülern einen aufgeschnittenen Pkw-Katalysator präsentieren, dann wird für sie ein authentischer Alltagsbezug geschaffen.

**9. Das Thema Stickoxide** berührt die Schüler nicht sehr.

Dagegen erachten sie das - knapp behandelte - Thema **Ozon und Sommersmog** als bedeutsam und wünschen sich mehr Zeit dafür.

Dies ist vermutlich mit beeinflusst durch die zeitgleiche Diskussion in den Medien über die neue Sommersmog-Gesetzgebung. Aber auch in jedem Jahr taucht die Fragwürdigkeit der bisherigen Grenzwerte wieder auf.

Kenntnisse über Ozon wurden von vielen Schülern bis zum Ende des 10. Schuljahres behalten, insbesondere die Unterschiede innerhalb des Tagesverlaufs und zwischen Stadt und Land.

**10. Das Thema Saurer Regen** wird heute in den anderen Schulfächern und in den öffentlichen Medien nicht mehr ausführlich behandelt. Auch deshalb stößt es bei den Schülern oft auf Interesse. Die Sequenz sollte dann erweitert werden.

**11. Das Thema Saure Haushaltsreiniger** besteht zum größeren Teil aus einem inhaltlich breit angelegten Experimentierangebot (in 2 Abschnitten) für Schülergruppen.

Der Begriff "Reinigungsmittel" oder "Haushaltsreiniger" scheint bei vielen Schülern eher negative Assoziationen hervorzurufen. "Reinigen" hat in ihren Augen zu wenig persönlichen Alltagsbezug (!). Zudem sind ihnen die Phänomene bei den Versuchsbeobachtungen zu wenig spektakulär und werden von den meisten Schülern nur "blaß" in ihre persönliche Erfahrung übernommen.

Demgegenüber sind Mineralsäuren für die meisten Schüler offenbar Chemikalien mit stärkerem chemischen "Ernsthaftcharakter"; sie sind vielleicht auch mit verkappt animistischer Potenz ausgestattet. Den stärksten Eindruck hinterläßt bei fast allen, wie schnell und gründlich 1 Tropfen konzentrierter Schwefelsäure textilen Stoff zerstört, so daß sie meist als "alles zerrfassende Säure" angesehen wird.

Die Vielfalt der Experimente erfordert es, die Versuchsbeobachtungen zusammenzutragen und zu interpretieren.

Das Frage-Antwort-Blatt zur Theorie regt an zu selbständigerem Lernen und zu weiteren Fragen.

**12. Basische Haushaltsreiniger:** Hier sind besonders die Versuche mit Aluminium-haltigem Abflußfrei besonders beliebt (Schäumen, Knallgasentwicklung, Hitzeentwicklung, Knallgasschaum mit Spülmittel). Selbst Hinweise auf Gefahren ändern nichts; ansonsten verschärfen sich die Motivationsprobleme bei den Schülern, die von der Thematik "Reiniger" wenig angesprochen werden.

**13. Wasser** ist für die Schüler offenbar ein solch alltäglicher Stoff, daß sie meist erst bei konkreteren sinnlichen Erfahrungen wie solare Wasserstoffherzeugung aus Wasser oder Besuch einer Kläranlage ein persönliches Interesse entwickeln. Damit die Schüler zielorientiert arbeiten, werden von ihnen die Ergebnisse der Klärwerksbesichtigung (arbeitsteilig) in Form von selbständigen Gruppenprodukten gefordert.

Dies ist für die Schüler stärker motivierend und erfolgreicher als rein rezeptives Lernen. Bemerkenswert ist, daß in allen Klassen viele Schüler selbst danach Schwierigkeiten hatten, Klärwerke und Trinkwasserwerke inhaltlich in dem Sinne deutlich voneinander zu trennen, daß in ihrer (immer noch vagen) Vorstellung das geklärte Abwasser direkt oder über den Fluß wieder zu Trinkwasser wird.

Wie später bei der Unterrichtseinheit Lebensmittel erwies sich offenbar hier, daß die Schüler sich in dieser Sequenz viel öfter mit einer Thematik (Wasserkreislauf ...) beschäftigen müssen, um die Be-

deutung der logisch verständlichen Inhalte zu erfassen (“Einordnung in ihre persönliche Sicht- und Denkweise”)

Als weiterer markanter Punkt erwies sich durchgehend die Feststellung des Wasserverbrauchs in der eigenen Familie und gemeinsame Auswertung im Gespräch über die persönlichen Verbrauchsgewohnheiten.

**14. Den Bereich Batterien und Akkumulatoren** halten wir für wichtig und relevant im Unterrichtsgang der Sekundarstufe I, da Batterien Gebrauchsgüter für Schüler sind. Er ist aber sehr komplex und erfordert viel Vorwissen. Deshalb werden fachliche Grundlagen durch die Experimente “Ionenwanderung” und “Elektrolyse” geschaffen. Die theoretische Behandlung von Atomen und Ionen beschränkt sich auf ein einfaches Kern-Hülle-Modell oder auf ein vereinfachtes Schalenmodell (innere Elektronen/Außenelektronen). Hier ist der Bezug zum PSE herzustellen, um einerseits systematische Zusammenhänge aufzuzeigen und andererseits dem Bedürfnis einiger Schüler nach Behandlung des PSE gerecht zu werden (siehe Befragung unserer ehemaligen Schüler in der 11.Klasse).

Die unterrichtliche Umsetzung bedeutet eine schwierige Gratwanderung, ein fachlich richtiges, vereinfachtes und gleichzeitig für Schüler verständliches Erklärungsmuster zu vermitteln. Dies ist uns nach unserer Einschätzung nicht vollständig gelungen. Auch für Schüler blieb nach entsprechenden Aussagen die theoretische Aufarbeitung z.T. unbefriedigend: einigen ist der Theorieanspruch zu hoch, für andere ist die Theorie zu unvollständig.

Wir schlagen ein Erklärungsmuster vor (siehe entspr. Informationsblatt). Dabei beschränken wir uns auf die Redoxprozesse zwischen edlen und unedlen Metallen, obwohl in vielen Batterien und Akkumulatoren bei den primären Redoxvorgängen andere Redoxpartner (wie Braunstein) reagieren. Wir sind uns aber bewußt, daß dies keine Patentlösung darstellt. Eine weitere didaktische Aufbereitung dieses Unterrichtsabschnittes erscheint uns notwendig.

*Wichtig ist, daß beim forschend - entwickelnden Vorgehen auf die Inhalte des Fundaments zurückgegriffen wird, um den Elektronenfluß durch Elektronenübergang von Atomen des unedlen Metalls zu Atomen des edleren Metalls zu erklären (in Gymnasialklassen evtl. einfache Oktettregel einführen und benutzen).*

Unabhängig von den theoretischen Schwierigkeiten haben die Schüler gerne die folgenden Experimente durchgeführt: Apfelbatterie, Aufsagen käuflicher Batterien, Herstellung einer eigenen Batterie. Es ist bemerkenswert, daß die Schüler intensiv das vielfältige Informationsmaterial zu Gebrauch- und Umwelteigenschaften bearbeitet haben.

Dadurch werden sie auf die Kriterien für eine Kaufentscheidung aufmerksam (siehe hierzu Arbeitsblatt: “Übersicht...”).

**15. Das Thema Erdöl und Kohlenwasserstoffe** wurde im herkömmlichen Sinne theorieorientiert mit Alltagsbezügen unterrichtet. Hier wurde auch mit Verbrennungsversuchen uu.ä. an die (1 Jahr zurückliegende) Einheit "Verkehr in unserem Stadtteil" erinnert.

**16. Die Unterrichtseinheit 'Lebensmittel und Ernährung'** war die zweite Einheit, die mit der Methode des Wahldifferenzierten Unterrichts durchgeführt werden konnte. Die Schüler waren wieder größtenteils mit Eifer bei der Sache. Ein Teil der Schüler gab an, auf Chemie bezogen nicht viel gelernt zu haben, ein anderer Teil betonte, daß sie aber sehr viel andere Inhalte für sich gelernt hätten. Offenbar waren die Schüler - bis auf eine Klasse - kaum in der Lage, die Kenntnisse oder Lehrinhalte aus dem Fach Biologie heranzuziehen.

Es fehlten attraktive Experimente außerhalb der Schule. Bei vielen Experimenten konnten die meisten Schüler keinen Bezug der eigenen experimentellen Ergebnisse zu ihrem Gruppenthema herstellen. Zudem ergibt sich aus Sicht der Schüler bei den Gruppenthemen 'Vegetarische Ernährung, Ernährungskultur, Schlankheitskuren und Diäten' kaum ein Ansatz zum Experimentieren.

Durch eine Zusammenfassung des Lehrers über die Wirkung der Inhaltsstoffe in Lebensmitteln kann für sehr viele Schüler endgültig ein Bezug zum eigenen Leben und eigenen Körper hergestellt werden. Sie konnte gut außerdem als Überleitung für das nachfolgende, vertiefende Thema genutzt werden. Dies wird unterstützt durch eine vorhergehende Zusammenführung der Gruppenergebnisse (vgl. die exemplarische Vorlage "Zusammenfassung zum Thema "Lebensmittel" in den Materialien)

Insgesamt sind die Erfahrungen in den verschiedenen Klassen sehr unterschiedlich (vgl. auch Kapitel Evaluation)

**17. Die vertiefende Sequenz Stärke** soll einerseits eine wichtige Stoffklasse unter chemischen Aspekten vertiefen. Andererseits wird damit in ein Makromolekül-Konzept eingeführt, das in den folgenden Sequenzen 18 und 19 gefestigt wird.

Die als Modell verwendeten (lose steckbare) Modellbahnschienen der Spur HO oder N leisten in der Regel gute Dienste zur Frage, um welche Betrachtungsrichtung es eigentlich geht (Aufbau und Abbau der Stärkemoleküle; untereinander gleiche Baueinheiten; Unterschied Zweifach- und Einfachzucker). Es ist wichtig, daß nur die Schüler die Schienen *selbst* zusammenstecken bzw. bei Besprechung des enzymatischen Abbaus die lange Schiene zu "Baueinheiten" zerlegen. Dabei sollte der Lehrer selbst *gleichzeitig* zu dem Schülerhandeln die Vorgänge des Stärkeabbaus beschreiben! Diese erste Betrachtung wird dann chemisch vertieft durch die vereinfachenden Applikationen von Stärkekettchen. Die Wirkungsweise des Enzyms wird durch eine einfache Darstellung wie in Natura.- (Biologie), S.182; (Klett-Verlag, 1991) präzisiert.

Der Versuch mit Speichelenzym wird von den meisten Schülern verstanden. Dennoch müssen die Schritte zur Auswertung des enzymatischen Stärkeabbaus direkt noch einmal wiederholt werden. Diese Ausführlichkeit ist unbedingt notwendig, um die Leitidee - ein Makromolekül enthält wiederkehrende Baueinheiten - mit bildhafter Vorstellung zu verknüpfen. Diese Vorstellungen werden in der zweiten Sequenz "Cellulose ist ein anderes Makromolekül aus Glucose-Baueinheiten" aufgegriffen.

**18. Cellulose:** Der unbekannte (chemische) Stoff Cellulose wird den Schülern über die Alltagsartikel Baumwolle und Papier nahe gebracht. Ein Bilderrätsel soll auf die Modellebene führen. Das ist für viele Schüler schwierig. Die Unterschiede werden durch die sorgfältig formulierten Bildunterschriften a) und b) (siehe Verlaufsplan in den Materialien) verdeutlicht.

Der Versuch zur Bildung von Kupferseide sollte möglichst am Ende der vorhergehenden Stunde durch die Schüler angesetzt werden, da mehrere Tage zum "Lösen" der Cellulose notwendig sind. Um die Schüler nicht zu enttäuschen, sollte bei dem Experiment die Betonung nicht zu sehr auf "Faden" liegen, da eher "wurmähnliche Gebilde" entstehen. Mit dem Herstellen eines "Fadens" aus Kupferseide wird das Faserkonzept in der Weise behandelt, daß die Schüler sich vorstellen können, wie mehrere Cellulosemoleküle sich - versetzt - aneinanderlagern.

Auch hier wurden zur Veranschaulichung der Verknüpfungen von Glucose-Bausteinen (zu Cellulose) Applikationen herangezogen, die in der Vereinfachung denen von Stärke entsprechen.

**19. Die Sequenz Kunstfasern - Textilien** steht am Ende des Chemieunterrichts der Sekundarstufe I. Daher ist es hier angemessen, die Theorie nur sehr einfach und knapp zu behandeln. Der Schwerpunkt liegt auf dem Alltagsbereich Textilien. Die Schüler empfinden diese Sequenz teilweise als Entlastung von Theorie und Öffnung des Unterrichts.

#### 4. Evaluation des Vorhabens

Das Vorhaben wurde im methodischen Rahmen der Aktionsforschung evaluiert. Dafür arbeitete während des ersten Erprobungsdurchgangs der beteiligte Bremer *Hochschullehrer Prof.Dr. E.Just* als *Teilnehmender Beobachter* in fast jeder Unterrichtsstunde der drei freigestellten Lehrer in den Klassen der Sekundarstufe I. Darüber hinaus konnte der Wissenschaftliche Mitarbeiter aus dem Arbeitskreis Just (R.Uebers) im ersten Durchgang ersatzweise im 3. Jahr einspringen und in diesem Zeitraum sowie im 4. Berichtsjahr Unterricht der Klassen des zweiten und dritten Erprobungsdurchgangs teilnehmend beobachten, ergänzt durch einzelne Beobachtungen des Hochschullehrers.

In den wöchentlichen Arbeitssitzungen aller SI - Lehrer, des HL sowie des Wissenschaftlichen Mitarbeiters (soweit er nicht durch die Folgen eines schweren Unfalls krank war) wurden aktuelle Ergebnisse der einzelnen Unterrichtsstunden aus Sicht der Lehrer und der teilnehmenden Beobachter zusammengetragen. Nach einer Kurzanalyse wurden Schlußfolgerungen in Form von aktuellen Revisionen für den Unterricht in anderen nachfolgenden Klassen erarbeitet; ebenso grundsätzliche Fragen des Vorhabens diskutiert, soweit die knappe Zeit dafür noch Gelegenheit ließ.<sup>5</sup>

Neben der kontinuierlichen Evaluation nahmen wir zu ausgewählten Zeitpunkten die Möglichkeit wahr, punktuelle Befragungen der Schüler durchzuführen. Die Ergebnisse flossen sowohl in die grundsätzliche Reflexion als auch in die aktuelle Revision ein.

Neben den informellen Gesprächen der teilnehmenden Beobachter und einzelnen Videoaufzeichnungen im ersten Erprobungsjahr wurden Fragebögen, dokumentierte Gespräche nach dem ersten, zweiten und dritten Jahr verwendet. Die beteiligten Lehrer ihrerseits gaben Stellungnahmen zu spezifischen Fragen des Unterrichtsgangs und seiner Wirkung ab und stellten im Abstand von rund einem Jahr in der Gesamt-Forschungsgruppe Hypothesen auf. Die Fragebögen, einige Ergebnisse und Gesprächsprotokolle mit Schülern und Lehrern werden hier in Auszügen abgedruckt:

##### 1. Fragebögen für Schüler

- 1.1 Fragebogen zu Beginn der 8. Klasse / Fragebogen am Ende Klasse 8
- 1.2 Fragebogen nach Klasse 9
- 1.3 Fragebogen in der letzten Chemiestunde der Sekundarstufe I
- 1.4 Fragebogen nach ca. ¼ Jahr in 11. Klasse (**Sekundarstufe II**)

##### 2. Dokumentierte Gespräche mit Schülern in der Gesamtgruppe oder in Teilgruppen

- 2.1 Gespräche Februar '95
- 2.2 Gespräche '96 nach der Unterrichtseinheit "Lebensmittel und Ernährung"
- 2.3 Gespräche am Ende des Chemieunterrichts der Sekundarstufe I

##### 3. Erfahrungen und Einschätzungen der beteiligten Lehrer bzw. des Gesamtteams

- 3.1 Reflexion und .... am Ende der 8. Klasse
- 3.2 Thesen
- 3.3 Einschätzungen von drei Lehrern nach der offenen Unterrichtseinheit "Lebensmittel ..."

<sup>5</sup> Die entsprechenden Protokolle liegen wegen einer fehlender Schreibkraft nicht in Reinschrift vor.

## 4.1 ZU I.1 Fragebogen zu Beginn der 8. Klasse

## Was interessiert mich im Chemieunterricht

Nr.	Fragen	Auswertung zur Schülerbefragung <sup>6</sup>
1.	In der Zeitung steht oft etwas von - Ozonloch - Treibhauseffekt/Klima - Autokatalysator - Luft im Stadtteil und anderes: <i>Worüber würdest Du gern besser Bescheid wissen?</i>	positiv: 8 negativ: 1 sonstige: 6 (unentschieden, nicht beantwortet, Antwort nicht zu werten)
2.	Die Rede ist vom Verkehrsinfarkt der Städte. Was bedeutet das für Mensch und Umwelt? <i>Würdest Du Dich gern näher mit diesem Thema beschäftigen?</i>	positiv: 6 negativ: 4 sonstige: 5 (unentschieden, nicht beantwortet, 1 x Frage nicht verstanden)
3.	Glaubst Du, daß Du Dein Zimmer im Winter eine Woche mit einem Ofen beheizen könntest? Brennstoff hast Du! <i>- Was müßtest Du dazu wissen?</i> <i>- Würde es Dir Spaß machen?</i>	positiv: 4 negativ: 10 sonstige: 1 (unentschieden.)
4.	Kannst Du Dir vorstellen, daß Körperpflegemittel wie Cremes oder Shampoo krankmachen? <i>Brauchst Du dazu Informationen?</i>	positiv: 11 negativ: 1 sonstige: 3 (unentschieden.)
5.	In Findorff werden die Gelben Säcke regelmäßig eingesammelt Interessiert Dich was mit dem Inhalt geschieht?	positiv: 7 negativ: 2 sonstige: 1 (unentschieden.) 5 Schüler schreiben, daß sie über Müllverwertung gut Bescheid wissen!
6.	Würdest Du gern einmal ein Bengalisches Feuer / ein Streichholz herstellen?	positiv: 14 sonstige: 1 (unentschieden.)
7.	Glaubst Du, daß Haushaltsreiniger Schaden anrichten können? - <i>Welche?</i> <i>- Sollte jeder darüber informiert sein?</i>	positiv: 13 sonstige: 2 (unentschieden.)
8.	Glaubst Du, Schüler sollten auch die Geheimsprache der Chemie (Formeln und Gleichungen) kennen?	positiv: 6 negativ: 8 sonstige: 1 (unentschieden.)
9.	Fändest Du es gut, wenn wir alle 2 Wochen eine kurze "Fragestunde" einrichten würden?	positiv: 8 negativ: 2 sonstige: 5 (unentschieden.) 2 (unentschieden.)

<sup>6</sup> grob nach positiven oder negativen Interessen bzw. Aussagen am *Beispiel* des SZ Regensburger Straße;  
8. Gymnasialklasse, 15 Schüler

## 4.2 ZU 1.2 Fragebogen nach Klasse 9

### Was wir schon immer von Dir wissen wollten

- Im bisherigen Chemieunterricht fand ich folgendes besonders interessant: .....
- Im bisherigen Chemieunterricht fand ich folgendes besonders langweilig: .....
- Mir fehlt im Chemieunterricht .....

Ich möchte lieber mit echten Laborchemikalien und nicht mit Stoffen, die in meinem Lebensbereich vorkommen, arbeiten.

	stimmt genau	stimmt fast	unentschieden	stimmt kaum	stimmt nicht
	<input type="radio"/>				

Wenn im Fernsehen / in der Zeitung/ Familie über Themen aus unserem Chemieunterricht berichtet bzw. gesprochen wird, kann ich gut folgen.

	stimmt genau	stimmt fast	unentschieden	stimmt kaum	stimmt nicht
	<input type="radio"/>				

Ich glaube, daß für mich diese Themen von Nutzen sind:

	stimmt genau	stimmt fast	unentschieden	stimmt kaum	stimmt nicht
-Feuer/Verbrennung	<input type="radio"/>				
Verkehr	<input type="radio"/>				
Katalysator	<input type="radio"/>				
Ozon/ Sommersmog	<input type="radio"/>				
Saurer Regen	<input type="radio"/>				
Haushaltsreiniger und Säuren	<input type="radio"/>				
Haushaltsreiniger und Laugen	<input type="radio"/>				
Wasser	<input type="radio"/>				

Mein Interesse am Chemieunterricht hat seit Anfang der 8. Klasse abgenommen

	stimmt genau	stimmt fast	unentschieden	stimmt kaum	stimmt nicht
	<input type="radio"/>				

Im Unterricht finde ich gut, wenn ....

	stimmt genau	stimmt fast	unentschieden	stimmt kaum	stimmt nicht
- wir aus vielen Versuchen selbst auswählen können	<input type="radio"/>				
- wir aus wenigen Versuchen selbst auswählen können	<input type="radio"/>				
- wir bei der Versuchsauswertung mit Folienteilchen /Plättchen arbeiten	<input type="radio"/>				
- wir Texte selbst bearbeiten	<input type="radio"/>				
- der Lehrer den Versuch durchführt	<input type="radio"/>				
- wir mit Hilfe von Frage- und Antwortbogen selbst lernen können	<input type="radio"/>				
- wir selbst einen Versuch erfinden können	<input type="radio"/>				

Im Chemieunterricht interessieren mich auch noch die Themen:

- Lebensmittel       Batterien       Erdöl       Kunststoffe       Metalle  
 ..... ..... .....

**ZU 1.2 Auswertung der Schülerfragebögen (Ankreuzverhalten im Mittelteil)**

Was wir schon immer von Dir wissen wollten .....

- Im bisherigen Chemieunterricht fand ich folgendes besonders interessant .....
- Im bisherigen Chemieunterricht fand ich folgendes besonders langweilig .....
- Mir fehlt im Chemieunterricht .....

Ich möchte lieber mit echten Laborchemikalien und nicht mit Stoffen, die in meinem Lebensbereich vorkommen, arbeiten.

stimmt genau    stimmt fast    unentschieden    stimmt kaum    stimmt nicht

○    ○    \*    X    □    ○    ○

Wenn im Fernsehen / in der Zeitung/ Familie über Themen aus unserem Chemieunterricht berichtet bzw. gesprochen wird, kann ich gut folgen.

○    ○    □    \*    X    ○    ○

Ich glaube, daß für mich diese Themen von Nutzen sind:

Feuer/Verbrennung

○    ○    \*    X    □    ○    ○

Verkehr

○    ○    \*    X    □    ○    ○

Katalysator

○    ○    ○    ○    □    ○    ○

Ozon/ Sommersmog

○    \*    □    ○    ○    ○    ○

Saurer Regen

○    ○    \*    X    □    ○    ○

Haushaltsreiniger und Säuren

○    ○    ○    \*    X    □    ○    ○

Haushaltsreiniger und Laugen

○    ○    ○    \*    X    □    ○    ○

Wasser

○    \*    □    ○    ○    ○    ○

Mein Interesse am Chemieunterricht hat seit Anfang der 8. Klasse abgenommen

○    ○    \*    X    □    ○    ○

Im Unterricht finde ich gut, wenn wir aus vielen Versuchen selbst auswählen können

○    \*    □    ○    ○    ○    ○

wir aus wenigen Versuchen selbst auswählen können

○    ○    \*    X    □    ○    ○

wir bei der Versuchsauswertung mit Folienteilchen /Plättchen arbeiten

○    ○    ○    ○    □    \*    X    ○    ○

wir Texte selbst bearbeiten

○    ○    ○    ○    ○    \*    X    □    ○    ○

der Lehrer den Versuch durchführt

○    ○    ○    ○    ○    \*    X    □    ○    ○

wir mit Hilfe von Frage- und Antwortbogen selbst lernen können

○    ○    ○    \*    X    □    ○    ○

wir selbst einen Versuch erfinden können

○    \*    □    ○    ○    ○    ○

Im Chemieunterricht interessieren mich auch noch die Themen:

- Lebensmittel     Batterien     Erdöl     Kunststoffe     Metalle
- Sprengstoffe.....     Giftstoffe.....     Arzneimittel.....

- S2 Regensburger Str. (19 SchülerInnen) Gy 9
- S2 Helgolander Str. Gy 9 (22 SchülerInnen)
- X S2 Regensburger Str. R9 (24 SchülerInnen)
- \* S2 Regensburger Str. R9 (14 SchülerInnen)

## ZU 1.2 Auswertung der Schülerfragebögen (freie Antworten)

- **besonders interessant:** Neben den äußerst beliebten offeneren Arbeitsweisen (Wahldifferenzierter Unterricht, Schülerexperimente) werden folgende Themen besonders häufig genannt: *Ozon/ Smog, Säuren/ Laugen, Verkehr/ Lärm/ Katalysator, Feuer.*
- **besonders langweilig:** Auffällig ist die häufige Nennung von *“Theorie”*. Darunter verstehen die Schüler:
  - Versuchsauswertung/ Anfertigen von Protokollen, Lehrervortrag, “Unterrichtsgespräche”, Bearbeitung von Texten.
  - “Schreiben” ist - wie sonst auch - unbeliebt.
  - An Inhalten wurden in allen Klassen lediglich genannt:
    1. Haushaltsreiniger/Säuren-Laugen; 2. Katalysator .
 Nach unserer Einschätzung wurde das 1. Thema über einen zu langen Zeitraum und das 2. Thema mit einem zu hohen Theorieanteil behandelt.
- **Mir fehlt :** Bemerkenswert ist, daß etwa die Hälfte der Schüler hier keine Angaben macht. Ansonsten werden gewünscht: Häufiger offenere Arbeitsweisen, mehr Spaß/Spannung/ Abwechslung. Inhalte spielten bei der Beantwortung nur eine untergeordnete Rolle.

### Verallgemeinerte Erfahrungen aus der teilnehmenden Beobachtung im Jahr 1994

- Für die Schüler ist die Unterrichtsmethode wichtiger als die Inhalte.
- In der **8. Klasse** wird das (gemäßigte) Interesse der Schüler aufrecht erhalten. Unter diesem Gesichtspunkt ist der *offene* Chemieunterricht am **Anfang der 9. Klasse** sehr wichtig, da in einer schwierigen Entwicklungsphase der Sozialisation ein bedeutsames Thema (“Verkehr” o.ä.) mit einer Methode/ Lernweise verbunden ist, die den Schülern angemessen erscheint, ja, die sie teilweise fast “genießen”. Zudem werden dadurch die Auswirkungen der verschlechterten organisatorischen Rahmenbedingungen (Klasse 8: Halbgruppe, Klasse 9: Vollklasse) abgemildert.
- Im nachfolgenden Chemieunterricht kann sich bei Schülern so etwas wie “Vorstellung, was bei chemischen Reaktionen passiert” verfestigen (Anfänge/ Grundlagen sind dazu in der 8. Klasse gelegt worden). In diesem Zusammenhang: Für “chemisches Verständnis ist es hilfreich, mit Plättchen o.ä. zu arbeiten. Auch sollte man durchaus eigene “Anthropomorphismen” gebrauchen, die natürlich mit Nebensätzen relativiert werden müssen.



**ZU 1.3 Auswertung der "Fieberkurven" zum Schüler - Interesse am Fach Chemie;  
durchschnittlicher Rang des Faches Chemie**

typische "Fieberkurven" (auswertbar N = 70)

ab 9. Klasse absinkend:

$$\Sigma = 5 \text{ x}$$

immer unten:

$$\Sigma = 13 \text{ x}$$

---

**negativ oder später absinkend**

$$\} \Sigma = 18 \text{ (26\%)}$$

.....

.....

Phasen:

$$\Sigma = 9 \text{ x}$$

schwankend (mal hoch, mal unten):

$$\Sigma = 5 \text{ x}$$

anfangs mittel bis hoch und weitgehend bleibend:

$$\Sigma = 26 \text{ x}$$

weitgehend stetig ansteigend:

$$\Sigma = 12 \text{ x}$$

---

**positiv bzw. nicht gegen Ende immer mehr absinkend:**

$$\} \Sigma = 52 \text{ (74\%)}$$

(davon hoch bleibend oder stetig ansteigend 38 X = 54%)

.....

.....

#### 4.4 ZU 1.4 Fragebogen nach ca. ¼ Jahr in 11. Klasse (Sekundarstufe II) Befragung von Schülern in der Sekundarstufe II

Der folgende Fragebogen wurde an ehemalige SI-Schüler gegeben, die an dem neuen Chemiemodell teilgenommen haben und an Schüler aus Vergleichsklassen (VG).

*Liebe Schülerinnen und Schüler,*

*hier melden sich Chemielehrer und Chemielehrerinnen der Sek. I und Herr Just von der Universität und möchten ein paar Informationen von Euch. Um den Unterricht in der Sek. I zu verbessern, wollen wir erfahren, wie den Chemieunterricht nach dem Übergang in die Sek. II erlebt habt.*

*Bitte beantwortet folgende Fragen.*

Nr.	Fragen	Antworten <sup>7</sup> (11 Rückmeldungen)	Antworten (VK- 7 Schüler)
<b>A. Am Beginn in der Sek. II (August '96)</b>			
1	Was aus dem Unterricht in der Sek. I hat Dir evtl. im Unterricht der Sek. II geholfen ? (z. B. Unterrichtsmethoden, Experimentieren o. ä.)	- Selbständiges Experimentieren: 1x - Nichts: 1x - Experimentieren: 3x ..- Selbständiges Arbeiten: 2x - Motivation/Interesse an Chemie 1x - Periodensystem der Elemente 0x	- (0x) - (2x) - (1x) - (1x) - (0x) - (1x)
2	Hattest Du das Gefühl, im Vergleich zu anderen in einigen Bereichen mehr zu wissen ? In welchen Bereichen ?	- Nein 7x - Im Experimentieren 1x - Ja 2x - Chemisches Rechnen 0x - Atommodell 0x - Periodensystem 0x	- (1x) - (0x) - (0x) - (2x) - (3x) - (1x)
3	Hattest Du das Gefühl, im Vergleich zu anderen in einigen Bereichen zu wenig zu wissen ? In welchen Bereichen ?	- Nein 4x - Ja 6x - Periodensystem 2x - Atommodell 2x - Formeln 2x - Theorie 2x - Chemisches Rechnen 1x - Elektronegativität 0x	- (2x) - (2x) - (0x) - (0x) - (0x) - (0x) - (0x) - (2x)

<sup>7</sup> **Vorbemerkungen:** Von der ohnehin geringen Anzahl von Schülern, die einen Chemie-Grundkurs oder -Leistungskurs gewählt haben, konnten von uns zudem nicht alle per Fragebogen erreicht werden. So bekamen wir 11 Rückmeldungen von "unseren" ehemaligen Schülern, die Vergleichsgruppe (VG) bilden 7 Schüler aus anderen Schulen. Aufgrund dieser Zahlen können aus den Antworten nur sehr vorsichtig Aussagen und Einschätzungen abgeleitet werden.

4	Ist das jetzt noch nachteilig für Dich?	- Manchmal - Nein - Ja <i>(von den sechs Ja-Antwortern in A3 antworten jetzt mit Nein: 3x; Manch-mal 2x; Ja 1x)</i>	2x 5x 1x	- (0x) - (3x) - (0x)
<b>B. Nach einigen Monaten in der Sek. II (jetzt)</b>				
1	Wie kommst Du jetzt in Chemie klar ?	- Schlechte Klausur - Mittelmäßige Klausur - Gut - Sehr gut -Schwierigkeiten -Mittelmäßig	1x 1x 4x 2x 1x 2x	- (0x) - (0x) - (5x) - (2x) - (0x) - (0x)
2	Macht Dir der Chemieunterricht (noch) Spaß?	- Ja - Nein - Nur bei Versuchen - Eingeschränktes Ja - Eher weniger	8x 1x 1x 1x 0x	- (4x) - (1x) - (0x) - (1x) - (1x)
3	Wenn Du uns noch Vorschläge für den Chemieunterricht in der Sek. I machen willst :	- Weiter so - Mehr Theorie - Absprache Sek. I / Sek. II - Mehr Theorie für Interessierte - Mehr Lewis-Schreibweise -Kein Abwasser - Keine Experimente - Mehr Projekte /Gruppenarbeit	1x 7x 2x 1x 0x 0x 3x 0x	- (0x) - (1x) - (0x) - (0x) - (1x) - (1x) - (0x) - (1x)

## II. Auswertung / Bewertung

**Zu A1:** Etwa die Hälfte der Schüler nennen Experimentieren und selbstständiges Arbeiten als Hilfe aus der Sek. I für die Sek. II. In den Antworten der VG ist keine Tendenz zu erkennen.

**Zu A2:** Eine deutliche Mehrheit antwortet mit Nein, während in der VG mehrfach Theorieanteile genannt werden.

**Zu A3:** Etwa die Hälfte der Schüler antwortet mit Ja und nennt Theoriebereiche (Periodensystem, Atommodell, Chemisches Rechnen, Formeln, Elektronegativität). In den Antworten der VG ist keine Tendenz zu erkennen.

**Zu A4:** Von den Ja-Antwortern zur Frage A3. meint nur ein (!) Schüler, daß das "Weniger Wissen" jetzt noch von Nachteil für ihn ist.

- Zu B1:** Gut die Hälfte der Schüler kommt gut oder sehr gut zurecht, 2 Schüler haben Schwierigkeiten. In der VG glauben alle (!) gut zurechtzukommen.
- Zu B2:** In beiden Gruppen antwortet erfreulicherweise jeweils nur ein Schüler mit Nein.
- Zu B3:** Etwa zwei Drittel der Schüler wünschen sich mehr Theorieanteile im Unterricht der Sek. I. In den Antworten der VG ist keine Tendenz zu erkennen (eine Nennung: mehr Projekt- und Gruppenarbeit).

**Zusammenfassende Bemerkungen zu dieser punktuellen Befragung:**

Festzustellen bleibt vor allem, daß die Mehrzahl der Schüler mehr Theorieanteile für die Sekundarstufe I wünscht, aber andererseits objektiv (nach Aussage eines unterrichtenden Kollegen) und nach eigener Einschätzung der Schüler durch das Fehlen dieser "Theorie" keine Nachteile im Chemieunterricht der Sekundarstufe II entstehen (eine Ausnahme, 2x "manchmal"). An dieser Stelle wird mehrfach betont, daß in der Sek. II sowieso "alles wiederholt" und "neu erklärt" wird.

*Nach unserer Ansicht spricht dieses Ergebnis unserer Befragung nicht gegen unser Konzept des Chemieunterrichts für die Sek. I.*

Es scheint sich hier und aus den Antworten zu Frage A1. ("Selbstständiges Arbeiten", "Experimentieren") die These zu bestätigen, die wir aus den Schüleräußerungen in der Befragung Klasse 9 (Februar 1995, siehe Forum SBF 1995) abgeleitet haben:

"Es scheint ... wichtiger zu sein, wie gelernt wird, als welche Inhalte gelernt werden".

Trotzdem dürfen die Wünsche der Schüler nicht völlig ignoriert werden. So sollte geprüft werden - und ist von uns zwischendurch auch immer reflektiert worden - an welchen Stellen es sinnvoll ist, dem Bedürfnis der Schüler nach mehr "Theorie" Rechnung zu tragen. Mögliche Beispiele: Atommodell im Zusammenhang mit dem Themenbereich Ionen/Batterien, .....

Bemerkenswert und erfreulich für uns sind die konkreten Aussagen von zwei Schülern, daß erst die von uns durchgeführte Art des Chemieunterrichts sie für die Wahl dieses Faches in der Oberstufe motiviert hat.

Dies muß eine der Maximen des Chemieunterrichts der Sek. I sein: Durch Inhalte und Methoden das Interesse und die Motivation für Chemie aufrechterhalten.

Die für uns spannende Frage "Wie geht es weiter mit unseren Schülern im Chemieunterricht der Sek. II" müßte weiter untersucht werden. Einzubeziehen sind in größerem Maße auch die jeweiligen Fachkollegen. Dann würde auch der von Schülern geforderten Abstimmung zwischen Sek.I/ Sek.II mehr Rechnung getragen werden.

## 4.5 ZU 2. Dokumentierte Gespräche mit Schülern (Gesamtgruppe oder Teilgruppen) 2.1 Gespräche Februar '95

### Zusammenfassung und Auswertung von Gesprächen in drei 9. Klassen (Gymnasium und Realschule)

#### Klasse A: Schüleräußerungen zur Art des bisherigen Unterrichts (auszugsweise)

- In der Gruppe lernen wir besser.
- Wir kamen gleich mit dem Thema klar.
- Es war interessant, daß wir rausgehen und messen/ befragen konnten.
- Nur die fehlende Zeit hat uns gehindert, noch mehr zu dem Thema zu lernen.
- Das Material sollte aktueller sein.
- Es machte uns keine Schwierigkeiten, die Werte zur Luftverschmutzung einzuordnen.
- Die Gruppen sollten ein Blatt für die anderen Schüler anfertigen.
- Die Themen waren insgesamt mehr aus dem Alltag als sonst in Chemie.
- Nach dem Thema 'Verkehr' hat der Lehrer so lange nur gesprochen (Autokat); wir hielten es für besser, uns die Zusammenhänge-auch beim Autokat-selbst beibringen zu können (mit Lehrerhilfe).
- Chemie ist gut, 'Bio' nicht so ;.. (hier unterrichtete derselbe Lehrer!)

#### Klasse B: Schüleräußerungen zur Art des bisherigen Unterrichts (auszugsweise)

- Es war gut, daß wir selbständig arbeiten, uns die Arbeit aufteilen und dann gegenseitig erzählen und ergänzen konnten, was jeder wußte; so haben wir mehr für uns selbst gelernt.
- Einzelarbeit ist weniger lustig.
- Wir haben gut dazu gelernt.
- In der Gruppe gleicht es sich aus, wenn einer mal was nicht so gut kann.
- (Auf Nachfrage:) Auch beim Autokat würde es besser sein, wenn die Schüler innerhalb der Gruppe sich (mit Lehrerhilfe) die Wirkungsweise selber beibringen könnten.

#### Klasse C: Schüleräußerungen zur Art des bisherigen Unterrichts (auszugsweise)

- Es war interessant, auf der Straße zu erfahren ...
- In der 8. Klasse gab es zu viele Formeln.
- Beim Thema 'Verkehr' waren die Themen und die Texte usw. gut zusammengestellt.
- In der Gruppenarbeit haben wir selbst gelernt und gelernt, wie man es macht.
- Jetzt weiß man, was beim Auto für Gase rauskommen.
- Bei diesem Unterricht kommen nicht nur Chemiecracks zum Zuge.
- Beim Thema 'Katalysator' habe ich viel gelernt, beim Thema 'Stadtteil...' nicht so viel.
- Faulheit hat uns gehindert, noch mehr zu lernen, wir haben das Nötigste für eine gute Note getan.
- Andere dazu: Wir haben die Arbeit auf den Nachmittag verschoben/ Wir sind erst spät auf die richtigen Ideen gekommen/Nächstes Mal würde es besser klappen, erst an den Freiraum gewöhnen.
- Man konnte das Informationsmaterial gut nutzen.
- Es war gut, bei der Einführung zum Thema den Motor zu besprechen.
- Beim Thema 'Ozon' war alles zu schnell (andere Schüler widersprechen), Saurer Regen auch zu kurz behandelt,
- *Das, was wir in der 8. Klasse zum Thema 'Oxidation' gelernt haben, konnte ich jetzt gebrauchen; ich habe es im Text gleich verstanden.*
- *Mit den Teilchen (Folienscheiben auf dem OHP) war der Katalysator leichter zu verstehen / Als Bild war es leichter zu verstehen/ Es ist bildhafter, was passiert.*
- (Mehrheitlich:) In einer Gruppe sollten nicht die Leistungsfähigen zusammenarbeiten, sondern "gemixt" Es klappt nur, wenn man sich gut kennt, z. B. nachmittags treffen.

## 4.6 ZU 2. Dokumentierte Gespräche mit Schülern (Gesamtgruppe oder Teilgruppen)

### 2.2 Gespräche '96 nach der Unterrichtseinheit "Lebensmittel und Ernährung"

#### Kreisgespräch in der Klasse 10 k SZ Regensburger Straße

#### **Lehrerfrage: Wie war's?**

*Spontane Schüleräußerungen zur Gruppenarbeit:*

- Alle Gruppenmitglieder müssen aktiv sein.
- Die Zusammensetzung der Gruppe muß man sich gut überlegen.
- Wir haben gewußt, daß die Mitgliederwahl falsch war.
- Ein Gruppenmitglied war unzuverlässig.
- Arbeitsteilung hat nicht geklappt.
- Man muß sich auf Mitarbeiter verlassen können.
- Wir haben mehr gelernt.
- Es bleibt länger hängen.
- *Schülervorschlag:*: Teilthemen eine Woche vor Beginn der Gruppenarbeit vorstellen und die Zeit zur Gruppenwahl einplanen.

#### **Lehrerfrage: Wie war es mit den Arbeitsanteilen zu Hause?**

- Zeitdruck
- Es ist stiller. Man kann besser arbeiten.
- Es war schon Druck, es war viel ,dabei hat es auch Spaß gemacht.
- Man wollte immer mehr Informationen. Laß uns noch eine Seite machen und noch eine Seite.
- Spannende Themen, man hat sich dumm und. dämlich gelesen.
- Das muß man machen.

#### **Lehrerfrage: Wie findet ihr es, wenn ihr vortragen müßt?**

- Man kennt die Leute ja.
- Na ja, wenn sie fragen.
- *Schülervorschlag:* Kopieren aller Arbeitsergebnisse. Ich möchte die gern haben.
- Diskussion: Dann modifizierter Vorschlag: Liste anfertigen und jeder Schüler trägt ein, welche Kopien er gern hätte. Evtl. kleiner Kostenbeitrag.

#### **Lehrerfrage: Haben euch die Planungshilfen genützt?**

- Nicht viel, d. h. wir haben sie nicht so benutzt.
- Wir haben bessere Texte gefunden, Geo war zu schwierig. Krankenkassen haben besseres Material.
- Es war schwierig, die Adressen herauszufinden, um Material anfordern zu können.
- *Schülervorschlag:*: Man sollte solche Adressen in den Planungshilfen mit (genau) angeben.

#### **Lehrerfrage: Wie seid ihr mit den Experimenten zurecht gekommen?**

- Uns war nicht klar, mit den Isogetränken, daß sie keinen Zucker enthalten dürfen. Die gibt's ja nicht.
- Man muß einen Hinweis machen.
- Auch mit der Margarine, das man nicht das Falsche kauft. (Auf Nachfrage: Man braucht normale und light Margarine.)
- Mit dem Phosphat in der Wurst. (Nachfrage: Schlachter behauptete, phosphatfrei) *Schülervorschlag:* Man soll mit Schlachter darüber sprechen.

#### **Lehrerfrage: Wie war das so als Chemieunterricht?**

- Mehr Biologie.
- Man sollte das mixen.

#### **Lehrerfrage: War zuviel Chemie darin?**

- Zuwenig Chemie. Zuviel Chemie.

**4.7 ZU 2. Dokumentierte Gespräche mit Schülern (Gesamtgruppe oder Teilgruppen)**  
**2.3 Gespräche am Ende des Chemieunterrichts der Sekundarstufe I**

**Abschlußgespräch mit den Schülern der Realschulklasse 10i**  
**des SZ Regensburger Straße**

**Gruppe 1**

Leiter: *Ihr habt hier außerhalb des Chemieraumes Themen bearbeitet. Es geht heute darum, welche Sachgebiete dir etwas gebracht haben.*

S.: Lebensmittel und Ernährung.

S.: Nichts.

S.: ----

S.: Verkehr im Stadtteil, Katalysator.

L.: Stichwort, warum?

S.: Was drinsteckt in der Ernährung.

S.: Was in Lebensmitteln ist, was das bedeutet.

L.: Verkehr, was war da?

S.: War ich nicht da... Streitgespräch.

S.: Katalysator, was mit bunten Plättchen.

S.: Wir haben gemessen, was da so laut war und, daß man sich daran gewöhnt hat.

L.: Wird die Lebensqualität durch den Verkehr beeinträchtigt oder eher durch Lärm?

S.: Lärm ist schon erstaunlich.

L.: Andere Themen? Wir gehen einmal durch: Ozon, Sommersmog.

S.: Man weiß es, es hat aber nicht viel gebracht.

S.: Aber ich weiß nicht, wie eine Batterie funktioniert.

S.: Trotzdem, so mit den Themen hat es mehr Spaß gebracht.

L.: Ozon hat nichts gebracht? Erinnert euch an die Tabelle mg Ozon und Auswirkungen auf die Gesundheit.

S.: Das war interessant, das weiß man so nicht.

L.: Feuermachen. Weiß man das nicht, daß man unten die großen Holzstücke hat, dann kleine, oben drauf das Papier....

S.: Was soll das schon.

**Gruppe 2**

S.: Gruppenarbeit war gut.

S.: Benotung fanden wir nicht gut.

L.: Ernährung und Lebensmittel ist euch noch besser im Gedächtnis.

S.: Ich wollte noch was zu Wasser was sagen. Das Boot war ja wohl voll daneben. Ich hab gedacht, ich sauf ab.

- S.: Dann haben die da vorne was rumgemacht.
- S.: Das hat den Unterricht aber gut gelockert.
- S.: Willste darauf verzichten oder was?
- S.: Ich finde Chemie gut, aber die Themen haben das Fach runtergedrückt. Chemie ist nicht Wasser.
- L.: Was dann? Sprengstoff, Knaller?
- S.: In welchem Fach sollte man es sonst lernen? (Gemeint war Wasser).
- L.: Habt ihr zu wenig Hintergrundwissen?
- Ss.: Ja.
- S.: Stärkeabbau war voll langweilig.
- L.: Das war Hintergrundwissen.
- S.: Gruppenarbeit war interessant, nicht so dröge wie Wasser.
- L.: Erinnert ihr euch? Viele wollten hier kein Leitungswasser trinken! Ihr habt gedacht, da sind Keime drin.
- S.: Ich werde hier nichts aus der Leitung trinken.
- S.: Bleirohre, da kriegste Gehirnschaden.
- L.: Die Meinung in der Gruppe ist gespalten. Einige wollen mehr Chemie lernen, aber: - über Abwasser Bescheid wissen, braucht man das nicht?
- S.: Schon, muß man interessanter machen.
- L.: Wann im Leben kann man was dazu lernen, wenn nicht in der Schule. Interessant ist nicht das einzige Kriterium.
- S.: Wasser ist nicht so interessant, aber ohne Wasser können wir nicht leben, überleben und so.
- S.: Schule sollte vorbereiten auf das Leben. Wenn ich weiß, daß in der Weser hartes Wasser ist, was bringt das?
- L.: Du weißt auch, daß Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser wird, daß der Wasserstoff der Energieträger der Zukunft ist.
- S.: Wasserstoffautos.
- L.: Ja, es stand gerade ein Artikel in...
- S.: Du mußt auch Bedenken, daß in allen Getränken Wasser ist, z.B. Fanta, Cola usw.
- S.: Es kommt auch darauf an, ob man allgemein Chemie mag oder nicht.
- S.: Genau, der interessiert sich für die Themen.
- L.: Habt ihr schon mitgekriegt, daß wir die Themen so ausgewählt haben, daß auch diejenigen etwas davon haben, die später nicht mit Chemie weitermachen.
- L.: Stichwort Verkehr, dazu gehört auch, daß man lernt, wie man an Ärzte oder Behörden herankommt.
- S.: Dazu gelernt kann man nicht sagen.
- S.: Ja, doch.

## 4.8 ZU 2. Dokumentierte Gespräche mit Schülern (Gesamtgruppe oder Teilgruppen)

### 2.3 Befragung am Ende des Chemieunterrichts der Sekundarstufe I

#### Abschlußbefragung von SI-Schülern (im Juni 1996)

Die Gespräche mit den Schülerinnen erfolgten *im Anschluß an einen vollständigen "Durchgang"* nach unserem Unterrichtskonzept in zwei zehnten Realschulklassen und zwei zehnten Gymnasialklasse.<sup>8</sup> In den Realschulklassen wurde nur jeweils eine Halbgruppe aus der Jahrgangsstufe 8 nach diesem Konzept unterrichtet. Diese SchülerInnen haben sich mit den Themen 1-5 nicht beschäftigt.

Bei der Auswertung der Gespräche interessierte uns zunächst, welche Themen den Schülern nach drei Jahren Chemieunterricht im Gedächtnis geblieben sind (Nennungen). Weiterhin legten wir Wert auf die Einschätzung, ob die o.a. Themen ihnen "etwas gebracht (+)/nichts gebracht" (-) haben.

Mit der Frage, ob sie nun ein bestimmtes Thema besser "verfolgen" können (z.B. in der Zeitung/ im Fernsehen), wollten wir klären, in welchen Unterrichtsgebieten, sich die Schüler sachkundig bzw. kompetent fühlen.

**Tab.: Grobe Auszählung der kategorisierbaren Schülerantworten**

Themen	Nennungen		"Gebracht" (+)		"Gebracht" (-)		Sachkundig (+)		Sachkundig (-)	
	R	Gy	R	Gy	R	Gy	R	Gy	R	Gy
1 Müll und Stoffrecycling	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0
2+3 Feuer und Verbrennung	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0
4 Feuersprühen und Streichhölzer										
5 Feuerlöschen										
6 "Verkehr ..."	11	2	7	1	2	1	0	0	0	0
7 Katalysator	8	1	1	0	3	1	0	0	0	0
8 Stickoxide	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
9 Ozon und Sommersmog	4	1	12	0	1	0	1	1	2	2
10+11 Saure und basische Reiniger	5	4	5	2	0	2	0	0	0	0
12 Wasser	11	0	4	0	3	0	0	0	0	0
13 Batterien	7	3	3	1	2	2	0	0	0	0
14 Erdöl ...	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0
15 Lebensmittel und Ernährung	10	3	4	3	0	0	0	0	0	0
16 Stärke und Cellulose	3	4	1	3	2	3	0	0	0	0
17 Kunstfasern	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

<sup>8</sup>In einer Ggymn. Klasse konnte kein durchgängiges Wortprotokoll geführt werden. die Aussagen in dieser Klasse decken sich aber inhaltlich weitgehend mit denen in den anderen Klassen, die hier zitiert werden.

Viele Schüleräußerungen konnten in die o.a. Auswertungstabelle nicht übernommen werden, da sie sich nicht unmittelbar auf die Unterrichtsthemen, sondern auf Methoden, wie z.B. Gruppenarbeit, Experimente, selbständiges Erarbeiten etc. bezogen haben.

### **SCHÜLERAUSSAGEN/ Realschulklassen**

**Gruppenarbeit:** Mehr Gruppenarbeit. Gruppenarbeit ist gut, weil mehr hängenbleibt oder, "weil man sich die Arbeit besser einteilen kann"; ist positiv, weil der Lehrer nicht die bestimmende Rolle hat, ist interessant.

**Selbständiges Arbeiten :** "Was man selber macht, behält man besser"; "Nicht so viele Versuche, die keiner versteht". (Wie bei Stärkeabbau);Selbständiges Arbeiten lernt man besser in der Gruppe.

**Kritik und Anregungen:** Mehr aktuelle Themen, wie z.B. Lebensmittel und Ernährung. Sommersmog und Verkehr ausweiten, weniger Haushaltsreiniger, mehr Kunststoffe.

**Bemerkungen:** Versuche machen Spaß, Versuche dienen dem besseren Behalten, die Themen haben Spaß gebracht, wer allgemein Chemie mag, der interessiert sich sowieso für die Themen.

**Kompetenz:** Schüler wissen über bestimmte Themen besser Bescheid, aber wenn vom Lehrer "so Stichwörter kommen, auf Anhieb gar nichts."

### **SCHÜLERAUSSAGEN / Gymnasialklasse**

**Gruppenarbeit:** Mehr Gruppenarbeit mit weniger umfangreichen Themen.

**Selbständiges Arbeiten:** "Was ich gut fand, waren die Referate."; "Das ist am sichersten, weil man sich das selber erarbeiten muß."

**Kritik und Anregungen :** Zu wenig Theorie, bessere Abstimmung mit der Oberstufe wegen Bio-Leistungskurs, zwischendurch für den Theorieanteil "zusammenfassende Sachen mit Zetteln". "Das Theoretische einfach so geben, auf einer Seite zusammenfassen mit Formeln und Gleichungen", mehr Chemietheorie. Haushaltsreiniger mit Seife ergänzen, Säuren und Basen am Thema Lebensmittel erarbeiten, anstelle von Reinigern: Kosmetika und Körperpflegemittel.

**Bemerkungen:** Lebensmittel haben viel Bezug zum Außerschulischen, wegen der Gesundheit, man weiß jetzt, was "drin" steckt. Keine Doppelwahl bei Themenwahl zulassen.

**Kompetenz:** Zuwachs an Kompetenz, bei Themen, die einen persönlich interessieren. Man muß entsprechende Zeitungsartikel aber "erst einmal lesen".

### **Zusammenfassende Thesen:**

- Klare Aussagen über einen Zuwachs an Kompetenz ("besser verfolgen können") zu einem Thema  
Wir stellen fest, daß Schüler sich selbst nicht sachkundig fühlen, aber durchaus Aussagen treffen, die darauf schließen lassen, daß sie Sachkenntnisse erworben haben (→ Themen Ozon, Batterien, Wasser, Lebensmittel) .
- Wie gearbeitet werden "darf", ist wichtiger und beeinflußt auch das Gefühl, was gelernt zu haben; aber die Lernweise bestimmt nicht alleine, ob etwas als bedeutsam angesehen und gelernt wird.

#### 4.9 Implementation: Die Situation am Schulzentrum Findorff (Regensburger Str.) unter dem Einfluß des Forschungsvorhabens Nr. 7

In den letzten Jahren ist in der Schulentwicklung eine deutliche Tendenz hin zu den sprachlichen Kompetenzen festzustellen. Das Schulzentrum ist räumlich umgeben von vier solchen Schwerpunktschulen. Daraus ergab sich die Überlegung, daß doch wohl nicht alle Schüler unbedingt sprachlich ausgerichtet seien und daß es für die Begabungsrichtung mathematisch- naturwissenschaftliche bzw. technische Schwerpunktsetzung kein zu den Sprachen adäquates Pendant gäbe. Daraus wurde ein Modell entwickelt, daß die Stundentafel so umgestaltet (gestalten soll), daß die Schüler der Realschule und des Gymnasiums in den Jahrgangsstufen 7-10 in jedem Schuljahr in allen drei Naturwissenschaften (epochal, 4 Schülerwochenstunden ca. 10 Wochen unterrichtet werden). Zusätzlich erhalten sie zwei Wochenstunden pro Epoche naturwissenschaftlichen Unterricht, der fächerübergreifend, projektähnlich abläuft und eine weitere Stunde Gesundheitserziehung. (Autogenes Training, Rückenschule,...)

So soll eine sinnvolle Kooperation der drei Einzelwissenschaften erreicht werden und gemeinsame Arbeitstechniken der Fächer schwerpunktmäßig erarbeitet werden. Dazu sollen Schüler möglichst viel selber experimentieren und ihre Arbeit organisieren.

Unter diesen Prämissen erschien uns der Lehrgang alltagsorientierter Chemieunterricht besonders geeignet, und er bildete praktisch das Rückrat der gesamten Schwerpunktplanung. Das damals z.T. fertige Konzept neben den erprobten Unterrichtseinheiten aus dem "Modellversuch Umwelterziehung" trug maßgeblich dazu bei, daß mit der "Schwerpunktbildung" ohne Zeitverzögerung begonnen werden konnte. Zuvor hatten wir einen Kollegen angesprochen, das Konzept für die 8. Jahrgangsstufe in seinem eigenen Unterricht umzusetzen. Für ihn erschwerend, daß er fachfremd Chemie unterrichten mußte. Trotzdem beurteilte er das Konzept als gut handhabbar und als Erleichterung für seine Unterrichtsvorbereitung. Dies führte auch dazu, daß er sich sehr engagiert im Fachbereich Biologie bei der Planung und Durchsetzung Schwerpunktplanung einsetzt.

Die Sequenzen, die nach der Methode WDU unterrichtet werden sollen, werden z.T. aus dem Chemielehrgang ausgekoppelt und als "Projekt" (projektähnlicher Unterricht s.o.) erteilt.

Beide der Schule zugewiesenen Referendare unterrichteten nach dem modifizierten Konzept und hatten keine Probleme mit der Umsetzung. (So wurde es auch im Seminar am WIS vorgestellt.) Beide äußerten sich zufrieden und ein Referendarkollege plant, seine Examensarbeit in diesem Bereich zu schreiben.

Leider konnten in den zwei vergangenen Jahren trotz Vorstellung des Konzepts in der Fachkonferenz der Schule weitere Kollegen nicht gewonnen werden, auch nur Teile des Konzepts zu erproben. Ein Kollege ignorierte die Absprache im Rahmen der Schwerpunktplanung und griff zuerst im Jahrgang 7 und im darauf folgenden Jahr auch im Jahrgang 8 in den von ihm unterrichteten Klassen auf seine bewährten Unterrichtsvorbereitungen und Methoden zurück. Nach erneuter Beratung haben die Fachkonferenzen aller an der Schwerpunktplanung beteiligten Fächer beschlossen, daß das Konzept Grundlage für die Chemieepochen sein soll. Ein Kollege, der nicht an der Entwicklung des Konzepts beteiligt war, unterrichtet jetzt erstmalig eine Klasse in Jahrgang 7. Er tut sich sehr schwer mit der Umsetzung. Die Versuche zum Stoffrecycling hat er gar nicht oder nur als Lehrerversuche durchgeführt. Vor der Sequenz Feuermachen hat er die "herkömmlichen" Kerzenversuche durchführen lassen und z.Z. ergänzt er die Versuche zur Oxidation mit den bekannten Experimenten Verbrennen von Magnesium, Eisen, Kupfer,...

Ob dieses zur Festigung des Begriffes beitragen kann, muß später untersucht werden.

Anteile aus dem Lehrgang Alltagsorientierter Chemieunterricht sind unserer Erfahrung nach auch im NaWi-Unterricht der Hauptschule ergänzend zu den "Fun-Sequenzen" sinnvoll einzusetzen.

## 5. Fazit und Schlußbetrachtung

Das Vorhaben hat ein Konzept realisiert, in dem Alltagsorientierung des Unterrichts Richtschnur der curricularen Arbeit ist. Das Ziel, dabei zum Verständnis chemisch-systematische Grundlagen heranzuziehen, die für die Schüler sinnvoll erscheinen, beurteilen wir im Grundsatz ebenfalls als erreicht, obwohl hier einige Schüler weniger, andere mehr Theorie wünschen. Der Sinn (naturwissenschaftlicher) Untersuchungen für eine Frage aus einem Alltagsbereich wie 'Lebensqualität im Stadtteil, Trinkwasser oder Ernährung' kann sich in unserem Unterricht plausibel durch den unmittelbaren Kontext erschließen.

Skeptisch sind wir bei der Beurteilung, ob der von uns ausgearbeitete Unterricht die reale Handlungskompetenz in jenen Alltagsbereichen geschaffen hat, die letztlich notwendig ist. Die Schüler sind da noch skeptischer, wenn sie genau diese Frage beantworten sollen. Auch hier gilt sicherlich, daß Wissen wachsen muß. Und eine - in der Regel - einmalige Beschäftigung mit Fragen wie sinnvolle Mobilität oder sinnvoller Umgang mit Batterien reicht nicht aus.

Wir erwarten allerdings, daß die Schüler durch unseren Unterricht sehr viel bessere Grundlagen für entsprechende Alltagsbereiche besitzen.

Der von uns geplante und erprobte Unterricht trägt aber deutlich zum Erwerb von einigen der so oft genannten Schlüsselqualifikationen bei, die im konventionellen Chemieunterricht fast gänzlich ausgeklammert bleiben. Neben der Fähigkeit, mit anderen über einen längeren Zeitraum zusammenzuarbeiten, zu planen und selbst gesteckte Aufgaben im Team sinnvoll arbeitsteilig bzw. gemeinsam zu erfüllen, werden auch für individuelle Qualifikationen erkennbare Beiträge geleistet. Wir nennen hier den Umgang mit Behörden, Berufsgruppen; die Fähigkeit, für eine Fragestellung Bürger bzw. "situative Experten" (wie Verkäuferin, Kfzmeister) zu befragen.

Wichtig ist nach unserer Einschätzung ebenfalls der Umgang mit alltäglichen Informationen der Medien, der hier mehrfach ausführlich und auch zweckgebunden eingeübt werden kann. Aber auch die Übung, sich an Firmen wegen gezielter Informationen zu wenden, ist hier gefordert wie auch die Fähigkeit, bei Informationen auf das Interesse der Informanten zu achten (z.B. hier Industrie, da Umweltverbände).

Damit trägt dieser Chemieunterricht dazu bei, daß sich der Unterricht nach außen öffnet. (Die umgekehrte Richtung der Öffnung, nämlich der Umgebung in die Schule hinein, bleibt wohl eher echten Projekten o.ä. vorbehalten.)

Schließlich ist es gelungen, Umweltfragen in den Regelbetrieb des Faches Chemie einzubinden, so daß der "Exotencharakter" punktueller Einheiten zu Umweltbildung verschwindet und damit diese Fragen mehr mit "alltäglichen Ernsthaftcharakter" verbunden werden. Damit können auch wichtige Ergebnisse eines Modellversuchs zur Umweltbildung im Schulalltag implementiert werden.

Die Ergebnisse wurden in einem Hauptartikel der Zeitschrift Naturwissenschaften im Unterricht Heft 1, 1997<sup>9</sup> in einer Übersicht publiziert. Das Angebot zu weiteren Informationen ergab eine ungewöhnliche Nachfrage (über 35; sonst 0 - 5 üblich)!

**Es bleibt den Schulen und der Behörde überlassen, die aufwendig und im Vergleich zu üblicher Lernplanung gut evaluierten Ergebnisse zu nutzen!**

<sup>9</sup> vgl. Punkt 6 Abdruck des Artikels

6.

# Alltagsorientierung im Chemieunterricht

von Eberhard Just

*The basic aims of chemistry teaching orientated to everyday reality are evolved and compared to similar approaches. Problems related to this approach e. g. lack of expertise of chemistry teachers when dealing with inter-disciplinary subjects and the small extent of proper chemical contents are discussed.*

Akzeptiert die Gesellschaft in Deutschland noch das Interesse der Disziplin Chemie und des Chemieunterrichts, seine grundlegenden Denk- und Arbeitsweisen allen Schülern der Sekundarstufen zu vermitteln? **Nein!**

Die Akzeptanzschwelle ist schon teilweise überschritten! Und das, obwohl Tech-

nikfeindlichkeit, wenn sie je breit vorhanden war, auch als Distanzverhalten zur Technik unter jungen Leuten kaum noch zu beobachten ist. Vielleicht hat nur die sprichwörtliche Schwerfälligkeit und das Beharrungsvermögen des deutschen Bildungssystems bisher verhindert, dass der Chemieunterricht für alle nicht bereits flächendeckend abgeschafft wurde. Die Tendenzen in verschiedenen Ländern sind aber unübersehbar. So erscheinen die Naturwissenschaften in der Denkschrift „Zukunft der Bildung – Schule der Zukunft“ des Landes NRW [1] nur marginal: Dort finden sich sieben Lerndimensionen der Schule: chemische Aspekte erscheinen nur verborgen innerhalb der – viele Disziplinen umfassenden – Dimension „Ökologie“. Unter 16 Schlüsselproblemen finden sich ebenso kaum chemische Fragen. Wenn überhaupt, so können sie nur indirekt als Anteil unter „Umweltfragen“ und „Möglichkeiten und Gefahren des technischen und ökonomischen Fortschritts“ vermutet werden. **Dies ist ein Indiz für den Stellenwert der Chemie innerhalb der Schule. Und das, obwohl chemische Fragen die gesamte Gesellschaft positiv und negativ betreffen, sie also keineswegs nur im Interesse des Chemieunterrichts oder der chemischen Industrie liegen.** Obwohl die Kritik am Chemieunterricht sicher teilweise ungerecht und verzerrend überzogen ist, sind Defizite nicht zu übersehen! Dabei ist es im wirtschaftlichen, aber auch im ökologischen Interesse der deutschen Gesellschaft, Chemie als Fach in den allgemeinbildenden Schulen zu erhalten. Allerdings sind die Lehrplanvorgaben deutlich zu verändern. Denn es ist heute nicht mehr legitim, chemische Theorie um Ihrer selbst willen zu unterrichten. Zu drängend sind andere Anforderungen an die „Schule von heute“ (vgl. [1]). Auch in Verbindung mit Chemieunterricht sind beispielsweise Verständnis und Handlungskompetenz im Alltag zu nennen oder unter vielen anderen Einzelaspekten die Bewältigung von tabuisierten Ängsten vor chemischen Stoffen und Prozessen. Hier sei nur an Elemente von „Schlüsselqualifikationen“ erinnert, wie: „die Fähigkeit stärken, zu differenzieren zwischen nur vermeintlichen, leichten, ernsthaften und lebensbedrohenden Gefahren“. Wenn andererseits der Chemieunterricht die Fähigkeit fördert, überzogene Heilerwartungen (wie die Erwartung: „die Wissenschaft hat noch immer eine Lösung gefunden“) zurückrücken zu können, verringert er die Tendenz zur Entpolitisierung und Bequemlichkeit, die sonst leicht eine Verhaltensänderung hindert.

Die Kritik an solchen Defiziten findet man auch explizit oder implizit in der Chemiedidaktik verbreitet, wie bei Lindemann [2] und in der dort zitierten Literatur.

## Alltagsorientierung ist mehr als ein Alltagsbezug

Die Notwendigkeit, Chemieunterricht „zeitgemäß“ zu unterrichten [3], ist unbestritten und führt – trotz der Schwierigkeiten, sich von dem Primat der Fachwissenschaft Chemie zu lösen<sup>1)</sup> – zu neuen Ansätzen und Denkmodellen von Chemieunterricht einschließlich exemplarischer Skizzierung von Unterrichtssequenzen. Das Heft 5, 5 (1994) dieser Zeitschrift ist ein beredtes Zeugnis. Ein wichtiger Ansatz ist zweifellos die Forderung nach „Alltagsorientiertem Chemieunterricht“, der etwa im Gegensatz zur Forderung steht, im Chemieunterricht stärker neue wissenschaftliche Aussagen und Arbeitsweisen von Chemie und Chemotechnik zu unterrichten („Moderner Chemieunterricht“). Die Forderung nach alltagsorientiertem Chemieunterricht legitimiert sich nicht nur durch die allgemein anerkannten Defizite des herkömmlichen Chemieunterrichts und wegen der Gefahren für seinen Bestand in den Sekundarstufen der allgemeinbildenden Schulen. Auch die im Begriff Alltagsorientierung enthaltenen „Versprechungen“ lohnen, sich mit dem Konzept zu befassen und über erprobte Vorhaben zu berichten. Alltagsorientierter Chemieunterricht verspricht nämlich, den Chemieunterricht in der Tendenz am Alltag auszurichten. Damit sollten Verbesserungen bei den Handlungskompetenzen der meisten Schüler im Alltag verbunden sein. Alltagsorientierung verspricht auch für die Schüler interessanter und attraktiver zu sein. Schülerinnen und Schüler finden offenbar einen Chemieunterricht, der Dinge des Alltags und der Technik behandelt, sehr attraktiv (vgl. [4, 5]).

Mit dem Begriff „Alltag“ im Kontext des Unterrichts ist sicher ein Gegensatz zu **Unterricht** in der Schule gemeint. Ist der „Alltag“, wenn auf ihn hin Unterricht orientiert sein will, identisch mit dem außerschulischen Leben des einzelnen Schülers bzw. der einzelnen Schülerin? Das wäre sicher eine zu enge Sicht. Auch der Alltag des Umfelds und auch die Zukunftsperspektiven für Individuum und Gesellschaft sollten einbezogen sein (vgl. [6]). Dann ist aber der Begriff Alltag weitgehend identisch mit dem Begriff „Lebenswelt“ (nur klingt jener Begriff sehr pädagogisch und etwas angestaubt). Ist auch der Alltag heute fast durchweg verknüpft mit ökologischen und ökonomischen Fragen, so darf man alltagsorientierten Chemieunterricht aber nicht eingeengt verstehen als Unterricht zur Umwelt-erziehung.

Die Arbeiten von Lindemann [2], Müller [7] und Pfeifer [8] berühren das Ziel des Alltagsorientierten Chemieunterrichts. H. J. Becker [9] will nicht nur Stoffe des Alltags als Lerngegenstand akzeptiert wissen. R. Pastille [10] weist in seinem „Zehn-Versuche-Konzept“ für den Anfangsunterricht innerhalb von vier Grundprinzipien auf alltagsorien-

tierte Komponenten des Chemieunterrichts hin: „1. ... *Einfache Versuche, die von lebensweltlichen Vorstellungen ausgehen*“ ... *Zusammenhänge, ... die 4. von Anfang an fächerübergreifende Aspekte beinhalten.*“ Für einen alltagsorientierten Chemieunterricht ist eine Auseinandersetzung mit der Forderung von Freise [11] nach einem Lernbereich „Natur“ notwendig. Auch wenn die dort verlangte Integration der naturwissenschaftlichen Fächer fragwürdig scheint<sup>2)</sup>, so sind insbesondere die Anregungen zur inhaltlichen und methodischen Erneuerung sehr wertvoll.

Für alltagsorientierten Chemieunterricht sind aber nicht nur prinzipielle Ansätze wichtig und es reichen experimentelle Vorschläge nicht aus. Selbst einzelne ausgearbeitete Unterrichtssequenzen zu Alltagsbereichen können nur Rohmaterial für Konzepte sein. Alltagsorientierung muss über längere Zeiträume im Chemieunterricht gewahrt sein. Mit anderen Worten:

### Alltagsbezüge allein ergeben keinen „Alltagsorientierten Unterricht“.

Welche Unterschiede sind nun zwischen Alltagsbezügen im Unterricht und Alltagsorientierung des Unterrichts auszumachen?<sup>3)</sup>

Während Chemieunterricht auch mit Alltagsbezügen nach der Logik des Fachs ausgerichtet ist und an geeigneten Stellen gelungen Alltagsbezüge aufgreift, richtet sich die Struktur bei alltagsorientiertem Chemieunterricht vornehmlich nach den Notwendigkeiten, die ein Alltagsthema bedingt (vgl. auch [2]). Unter anderem Blickwinkel bedeutet das: **Lernen chemischer Zusammenhänge muss weitgehend im funktionalen (Sinn!-)Zusammenhang geschehen!** So müssen viele Inhaltselemente und Zusammenhänge im Chemieunterricht akzeptiert werden, die zum erheblichen Teil chemiefremd sind. Darüber hinaus gelten weitere Anforderungen:

- Innerhalb von alltagsbezogenen Lernabschnitten muss sich die konkrete Auswahl und Anordnung von geeigneten, chemisch geprägten Inhaltselementen und Hintergrundkenntnissen jeweils nach einem inhaltlichen **lebensweltlichen Zusammenhang** richten („roter Faden“).
- Die gewonnenen chemischen Kenntnisse müssen in der Folge aufgegriffen und vertieft werden.
- Es ist notwendig, dass das Lernen mit eigener Erfahrung verbunden ist.

Real bleibt die Frage, ob denn der Chemieunterricht von der 8. Klasse an durchgehend auf solche Weise alltagsorientiert geplant und durchgeführt werden kann. Der Leser wird mit Recht einwenden können, dass eine so starke Orientierung an Alltagsinhalten nicht stringent durchzuhalten ist. Dennoch muss die hier skizzierte Ausrichtung des alltagsorientierten Chemieunterrichts so deutlich formuliert werden, damit sie als „konkrete Utopie“ immer Richtschnur des Unterrichts sein kann.

Damit aber ein alltagsorientierter Chemieunterricht nicht auf der Stufe einer „Naturlehre“ der früheren Volksschule stehen bleibt, ist zu fordern, dass die hier erlernten **chemischen Kenntnisse einen systematischen Zusammenhang** ergeben und dass sie auch **grundlegende Chemiekennnisse** betreffen. Es wird noch zu klären sein, was darunter verstanden werden kann, zunächst aber soll der Anspruch aufrechterhalten werden, Alltagsorientierung zu verknüpfen mit dem Erwerb von grundlegenden chemischen Kenntnissen im systematischen Zusammenhang.

**Ziel ist ein Fachunterricht, in dem fachübergreifend und exemplarisch einige Inhaltsbereiche des Lebens verste-**

**hend durchdrungen werden.** Dazu werden solche Erkenntnisse der Fachwissenschaft einbezogen, die das Verstehen erleichtern oder verbessern. Solcher Chemieunterricht trägt zur Erweiterung notwendiger Handlungskompetenzen des Alltags bei. Dabei sichern fachliche Anteile in einem alltagsorientierten Chemieunterricht auch ein fachlich-systematisches Grundwissen.

Aber eine einzelne Fach-Wissenschaft wie die Chemie ist hier kein ausformulierter Lerngegenstand (ebenso wenig wie z. B. die Politikwissenschaft).

Grundsätzlich „besser“ oder gar „effektiver“ kann solch ein alltagsorientierter Chemieunterricht sicher nicht sein, aber im Ansatz besser geeignet, um Schülern Wissen und Kompetenzen für ihr Leben während und nach der Schulzeit bereitzustellen.

## Wieviel Alltag im Chemieunterricht?

Welche Alltagsbereiche legen chemische Interpretationshilfen oder Verständniserweiterungen nahe? Trotz dieser richtigen Fragestellung will ich den umgekehrten (eigentlich falschen!) Blickwinkel wählen, um die Diskussion zu verkürzen. Gefragt sei deshalb: **Welche Interpretationsmodelle der Chemie im Chemieunterricht** sind vielfältig nutzbar und sollten im Chemieunterricht deshalb erste Priorität erhalten? Eine Antwort in erster Näherung (d. h. mit dem Anspruch des Diskussionsbedarfs) soll die *Tabelle 1* geben.

Darüber hinaus bedeuten auch **Gebrauchs-Materialien** (z. B. „Styropor<sup>®</sup>“, Aluminium) für den Bürger den „Alltag“ – ebenso **Gegenstände** aus einem Gemisch oder Ma-

<b>Stoffe und Reinstoffe, Element/Verbindung:</b>	Müll, Recycling, Luft, Wasser, Abwasser, Trinkwasser, Kläranlagen, Regen, Getränke und ihre Verpackungen ...
<b>Stoffumbildung/ Oxidation/ Verbrennung:</b>	Luft, Verbrennung, Verkehr, Energie, Kochen, Heizen, Treibhaus, Brände, Luftschadstoffe, Lebensvorgänge (Biologie), Ernährung, Abbau von Stoffen (zu stabilen Oxiden), ...
<b>Säure-Base-Konzept:</b>	pH-Wert, Kosmetik, Reinigen/ Waschen, industrielle Abwässer, Saurer Regen, Sicherheitsfragen, ...
<b>Makromoleküle/ Faserkonzept:</b>	Papier/Papierrecycling, Kunststoffe/Kunststoffrecycling, Wachse, Nachwachsende Rohstoffe für Verpackung und Papier (einschließlich Cellulose), Kleidung ...
<b>Ionen/Salze:</b>	Abwasser, Salze, Erze, Batterien/ Akkumulatoren, elektrochemische Energie, Wasserstoffwirtschaft (Elektrolyse, Brennstoffzellen), Herstellung von Aluminium und Kupfer als Gebrauchsmetalle (Elektrolyse, ...), Düngen, ...
<b>Löslichkeit/ Unlöslichkeit:</b>	Salze, Trinkwasser, Abwasser, Waschen/Reinigen, Lacke, Lebensvorgänge (Biologie), Düngen, ...

Tab. 1: Einfache Interpretationsmodelle eines Chemieunterrichts mit Eignung für Alltagsbereiche

terialverbund (z. B. Kunststofffenster, Getränkedosen, Waschmittel oder eine Hautcreme). Erwachsene oder Heranwachsende müssen es für ihren Alltag aber erst lernen, in Gegenständen auch den Stoffcharakter zu sehen. Ein Transfer dieser Aspekte aus dem Chemieunterricht ist aber nur mit vorheriger Übung möglich! Dazu eignen sich m. E. Alltagsbereiche im geöffneten alltagsorientierten Chemieunterricht wie „Getränke in verschiedenen Verpackungen“ [12] oder „Haut- und Körperpflege“ [13]. Sie scheinen für Schüler subjektiv bedeutsam zu sein.

Zurück zur eigentlichen Fragestellung: An der Auflistung in der *Tabelle 1*, S. 5, sieht man, dass schon ohne die ungeliebte „harte“, unanschauliche chemische Theorie mit Formeln, Gleichungen, Wertigkeit, mit Molkonzept, Konzentrationsbegriff u. ä. sehr viele Bereiche aus dem Alltag und damit verbundene Zukunftsfragen mit chemischer Hilfe klarer interpretiert werden können. Dennoch kann der Chemieunterricht in der Sek. I in knapp zweieinhalb Jahren keinesfalls alle dort angesprochenen Alltagsbereiche behandeln. Die im zweiten Beitrag dieses Heftes (s. Seite 9) dargelegten Beispiele zeigen exemplarisch, wie wenig von der Stofffülle bewältigt werden kann, nimmt man den Ansatz des Alltagsorientierten Unterrichts ernst. Demuth [14] erinnert an die Aussage von Wagenschein und Sachsse: „Weniges Verstehen ist besser als vieles wissen.“ Im Zusammenhang mit der Problematik der Stoffauswahl stellt Demuth die Frage, „was dieses ‚Wenige‘ konkret sein sollte, welche methodischen Wege sich anbieten, und welche Elemente schulischen Lernens heute erforderlich sind, um den Menschen mit dem Rüstzeug zu versehen, das es ihm ermöglicht, sich in seine ‚Mitwelt‘ einzuordnen“.

Es bleibt also die Frage: „Wieviele Alltagsorientierung kann sich der Chemieunterricht leisten?“ (oder „Wieviele Chemie kann sich Alltagsorientierter Chemieunterricht leisten?“) Selbst wenn man diese Fragestellung nicht akzeptieren mag: Verneinen muss man unter der oben genannten Zielsetzung aber auf jeden Fall das Konzept, chemisches Grundlagenwissen als „Theorie auf Vorrat“ für spätere Anwendung im Alltag zu vermitteln. Nach meiner Ansicht scheitert dieses Konzept seit Jahrzehnten zunehmend, weil sich immer mehr chemisches Grundlagenwissen vor Lehrperson und Lernenden aufhäuft und die Anwendung im „Leben“/„Alltag“ weitgehend und erfolglos dem einzelnen Schüler überlassen bleibt. Alltag ist komplexer, als dass er mit Aussagen einer einzelnen Wissenschaftsdisziplin beschreibbar sein könnte. Trotzdem werden – soweit möglich – im Unterrichtsfach Chemie allenthalben die **dennoch möglichen Anwendungsbezüge** aufgegriffen.

Im Grunde bleibt jedoch auch dann der Transfer von chemischen Kenntnissen auf eigene Alltagssituationen dem Kopf der Lernenden überlassen. Verschärft wird die Problematik von „Wissen auf Vorrat aneignen“ dadurch, dass bei dem o. a. Vorgehen eine entscheidende Unterrichtssituation vernachlässigt wird, die fast jeder Lehrer täglich überdeutlich erfährt: Die Schüler sind oft nicht in der Lage und fast nie bereit, einen logischen „roten Faden“ über eine längere Zeit zu verfolgen, bei dem der Gedankengang sich über mehr als eine Unterrichtsstunde hinauszieht (vgl. [15]). Ohne die gesellschaftlichen Ursachen interpretieren zu wollen, fällt doch die Parallele zu Videoclips oder Fernsehsequenzen mit raschen Schnitten auf. So kann teilweise verstanden werden, dass chemiedidaktisch noch so gründlich ausgeklügelte Schrittfolgen selten ein verbessertes Resultat bringen. Sollte man es dann nicht besser aufgeben, Grundlagenkenntnisse quasi auf Vorrat aufzubauen?

Die Folgenlosigkeit des Lernens im Chemieunterricht der Sek. I für den gegenwärtigen oder zukünftigen Alltag ist besonders bei Lernenden misslich, die nach der 10. Klasse keinen Chemieunterricht mehr haben. Sie behalten die Bedeutungslosigkeit von chemischen Kenntnissen für ihr individuelles Handeln als letzten und **bleibenden** Eindruck. Das motiviert sicher nicht zum Bemühen, später chemische Zusammenhänge im eigenen Alltag mit Gewinn heranzuziehen.

Will der Chemielehrer alltagsorientiert vorgehen, so gibt es aber – neben der Schwierigkeit, dass er wegen der Stofffülle kaum Raum für Alltagsorientierung sehen kann – ein großes Problem:

Alltagsorientierter Unterricht bedeutet (wegen der Komplexität des Alltags) für ihn, in jedem anderen, für die Alltags-Thematik wichtigen Fach und in vielen angesprochenen Bereichen (zumindest formal) nur wenig kompetent zu sein!

Deswegen braucht der Fachlehrer eine stärkere Hilfestellung durch geeignetes Unterrichtsmaterial, durch Kollegen der betreffenden Fächer und durch außerschulische Experten. Im einfachsten Fall (dem Regelfall) steht dem Lehrer für ein Alltagsthema aber nur ein beschränktes Auswahlangebot von unterstützenden Materialien zur Verfügung, aus dem er auswählt oder er stellt Schülergruppen solche geeigneten Materialien zur **Gruppenarbeit** zur Verfügung (vgl. [12, 16]). Bei aller Unsicherheit des Lehrers sollte aber nicht verkannt werden, dass auch Kollegen anderer, hier wichtiger Fächer selbst in ihrer „Spezialdisziplin“ meist nur begrenzt **umfassende** Kompetenz in Alltagsfragen besitzen, so wie nur wenige Chemielehrer zu jedem Alltagsbereich allumfassend chemische und chemotechnische Fakten wissen. Größere Kompetenz besitzen dagegen Personen im außerschulischen Bereich, die genau für diese Problemsituation kompetent sind, also „situative Experten“. So spitzt sich das Problem der Sachkompetenz des Lehrers zu in die Frage, ob dann jeder Lehrer jedweden Fachs gleich kompetent (oder inkompetent) für jedes Alltagsthema ist. Sicher wird ein Lehrer der Naturwissenschaften eher Alltagsthemen aufgreifen, die deutlich naturwissenschaftliche Kenntnisse erfordern und umgekehrt andere eher meiden. Leider ist aber auch zu vermuten, dass viele Nicht-Naturwissenschaftler wegen der Erfahrungen aus ihrer Schulzeit einen Bogen um naturwissenschaftliche Fragen machen und hier besonders um chemische. Dennoch findet man ja auch im Politikunterricht z. B. Umweltthemen, die eigentlich chemische Kenntnisse voraussetzen („Saurer Regen“, „Erdöl“, „Treibhaus“). Etwas gemildert wird die Situation des „inkompetenten“ Lehrers, indem es neben den herkömmlichen Lexika auch elektronische Datenbanken gibt, mit denen teilweise auch die Schüler selber arbeiten können. Die scheinbar so missliche Situation fehlender Sachkompetenz in fachfremden Gebieten hat für den einzelnen Lehrer aber wenigstens einen Vorteil: Er kann die Verständnisschwierigkeiten der Schüler besser verstehen. Schüler wiederum lernen in solchen Situationen viel besser, selbst Informationsquellen (wie Bücher, Behörden, Handwerk) aufzuspüren. Innerhalb eines solchen Ansatzes muss darüber hinaus „geduldet“ werden, dass bei den Lernenden das **Wissen** aus der ersten Beschäftigung mit Alltagsfragen **noch unvollständig bleibt, noch weiter wachsen muss**.

Eine Situation sollte man sich aber hier vergegenwärtigen: Eine unterrichtliche Addition von verschiedenen Fächern (vgl. *Anmerkung 2*), die sich parallel mit dem gleichen Alltagsbereich beschäftigen, ist nicht die idealtypische Lösung für die Sek. I, überlässt sie doch die Verknüp-

fung der verschiedenen Fachaussagen zu einem Ganzen dem Kopf des Schülers.

## Ansätze in Richtung einer Alltagsorientierung

### Alltagsorientierter Chemieunterricht nach V. Müller [7]

Indem Müller Alltagschemie in den Unterricht einbringt, versucht er von der Theorielastigkeit des Chemieunterrichts wegzukommen. Doch sollten die herangezogenen Alltagserscheinungen nicht unverbunden bleiben. Müller sieht aber nur bei Phänomenen des Schüleralltags und nicht bei industrieller Arbeitswelt eine Alltagsorientierung des Unterrichts.

Auszuwählende „Phänomene“ im Unterricht müssen nach Müller „einfach genug“ sein und sorgfältig erklärt werden. „Dem Schüler fehlt ja noch der Überblick über die chemischen Zusammenhänge.“ Die Beispiele (Grillkohle, Tintenkiller, ...) machen deutlich, dass für die Auswahl der Alltagsphänomene ein zweites Kriterium gelten soll: Ein wichtiges chemisches Prinzip (wie Nichtmetalloxide und entsprechende Säuren, Redoxvorgänge) muss mit ihnen besprochen werden können.

Nach Müller sind Analogien aus dem Leben (wie „Schlüssel-Schloss“) als Vorstellungshilfen heranzuziehen.

### Der Lernbereich Natur nach G. Freise [11]

In ihren Überlegungen fordert Freise einen regionalen Bezug der geeigneten Inhalte. Daneben sollen auch Bereiche herangezogen werden, die über die Medien einer „zweiten Natur“ angehören und die im Unterricht durch eigenständige Bearbeitung rational durchdrungen werden. Dabei weist Freise darauf hin, dass Naturwissenschaften und Technologien Ursache und Motor für außerordentliche Veränderungen von „Naturen“ sind.

Nicht unerwähnt sollen deutliche Defizite der Vorschläge von Freise bleiben:

- Allein die Aufzählung in einer Tabelle zeigt, dass bis auf die Kulturtechniken Schreiben, Lesen und Rechnen sowie auf musisch-ästhetische Bereiche fast das gesamte Feld der kognitiv zu behandelnden Fächer in den Lernbereich Natur teiltintegriert werden soll: Neben den Naturwissenschaften vor allem Politik, Geschichte, Ethik. Damit wird das integrierte Fach wieder unhandlich und kann vom Chemielehrer oder Naturwissenschaftslehrer so nicht vertreten werden. Mir scheint es viel eher möglich, dass die Lehrkraft eines der klassischen NW-Fächer fächerübergreifend solche Themen des Alltags aufgreift, zu denen „sein“ Fach Wesentliches beitragen kann. Der auch von mir vertretene Mut zum „Dilettantismus“ (s. S. 6) beschränkt sich dann doch deutlich. Der Leser sollte diese Kritik aber keinesfalls so verstehen, als ob hier bestritten würde, dass gesellschaftliche Fragen nicht essenziell zu einem alltagsorientierten Chemieunterricht gehörten.
- Die Beispiele von Freise zeigen einen zu deutlich negativ-resignativen Blickwinkel zur „Natur“ (d. h. zur Welt), der völlig ungeeignet ist, um Heranwachsenden Mut und Lust zu machen, durch „solidarisches Handeln“ die „Natur“ (d. h. die Welt) regional oder umfassend mit Erfolg zu verbessern.

Methodisch fordert Freise, dass der Lernprozess Irrwege für Suchen und Finden – also für Zufälle – erlaubt, dass er andererseits Lernen als methodische (d. h. wohl systematisch ordnende) Aneignung des Gefundenen erfahrbar macht (also projektartiges Lernen). Damit sind die Schüler neben dem Lehrer Mitorganisatoren des Unterrichts.

Wenn auch der Phase der Schülerelbsttätigkeit innerhalb von projektartigem Lernen eine systematisierende Phase folgen soll, so verzichtet Freise aber bewusst darauf, innerhalb des Lernbereichs Natur „eine systematische Inhaltsstruktur“ entwickeln zu können, die den systematischen Lehrplänen klassischer „Unterrichtsfächer vergleichbar ist“.

### Alltagschemie im Sinne von Lindemann [2]

Lindemann schlägt vor, chemische Produkte des Alltags nicht nur an geeigneten Stellen in den Chemieunterricht einzubeziehen, sondern zum „Bezugsfeld für einen Chemiekurs“ zu machen. Da Produkte im Alltag immer sehr komplex sind, auf ein chemisches Basisverständnis aber nicht verzichtet werden darf, sind nach Lindemann einfache Verständnishilfen erforderlich, ähnlich wie sie in den populärwissenschaftlichen Sendungen des Fernsehens verwendet werden.

Für Lindemann sind drei Kriterien für einen Chemieunterricht mit Bezugsfeld Alltagschemie maßgebend:

- Die Orientierung für die Inhaltsauswahl erfolgt an chemischen Produkten des Schüleralltags.
- Die Inhaltsauswahl ist ebenso an Entwicklung und Lernweisen der Schüler zu orientieren.
- Mit Hilfe unterschiedlicher Verständnisebenen wird eine Fachstruktur aufgebaut.

Voraussetzung für ein solches Verständnis ist ein ausgeprägtes Erfahrung-Sammeln und Arbeiten auf phänomenologischer Ebene. Dabei gehören für Lindemann die Produkte aus dem Alltag wie Lebensmittel, Kunststoffe eher an den Anfang des Chemieunterrichts als an das Ende. Für Hensel (s. o.) und für unseren Arbeitskreis leistet dabei die Ebene des Teilchen- und des Daltonmodells wertvolle Unterstützung bei grundlegendem Verständnis von chemischen Vorgängen. Im vorliegenden Konzept liegt evtl. eine unnötige Beschränkung: Die Inhaltsauswahl sollte sich nicht auf chemische Produkte (also Stoffe und dezidierte Gemische) und deren Wirkung beschränken. Es gilt, neben chemischen Alltagsprodukten auch Lebensbereiche der Schüler in den Chemieunterricht einzubeziehen, weil ansonsten eher ein nur sehr eingeschränktes Alltagswissen entsteht und weil die meisten geeigneten Produkte für Schüler nur sehr undeutlich mit ihrem Alltag verknüpft werden.

### Praxisorientierung im Sinne von P. Pfeifer [8]

Pfeifer sieht den „fachlichen Kernbestand“ und den „erfahrungsbezogenen bzw. anwendungsbezogenen Kernbestand“ gleichberechtigt für praxisorientierten Chemieunterricht. In der Konsequenz bedeutet das, dass „Auswahl und Anordnung der Unterrichtsinhalte von beiden Seiten her möglich sind“.

Es wird deutlich, dass „praxisorientierter Chemieunterricht“ und alltagsorientierter Chemieunterricht z. T. ähnliche Zielsetzungen haben. Es bleibt aber offen, ob das Ausmaß und die Intensität des chemischen Basiswissens von Seiten der Chemie bestimmt wird oder sich an der Alltagsorientierung misst. Von der Chemie des Bleistiftspitzers ist es allerdings noch ein weiter Weg zu einem durchgängigen Konzept. Weitergehende Anregungen finden sich in den Lehrplanempfehlungen der MNU [17].

## Eigener Ansatz zur Alltagsorientierung

Unter Verzicht auf die institutionelle Integration der naturwissenschaftlichen Fächer werden im Chemieunterricht chemienahe Phänomene und Fragestellungen so aufgegrif-

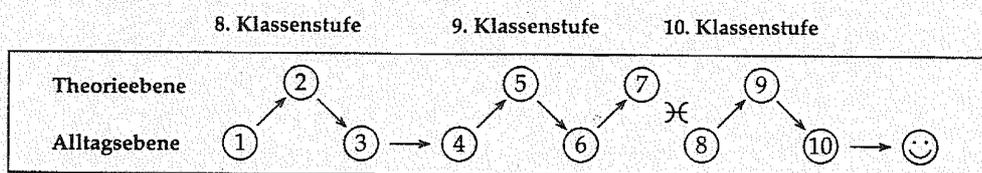


Abb. 1: Abfolge von Sequenzen in einem alltagsorientierten Chemieunterricht

fen, dass die Behandlung eine verbesserte Handlungskompetenz der Lernenden ermöglicht. Dazu müssen wichtige Aspekte der Thematik außerhalb des Fachs oder der Wissenschaft Chemie gleichberechtigt aufgegriffen werden. Im Anschluss erfolgt nach Bedarf eine chemische Vertiefung, die für die Lernenden plausibel sein muss. Das heißt dann für den einzelnen Schüler, dass er **nicht** für sein Interesse „mit Theorie bestraft“ wird. Die so gewonnenen chemischen Kenntnisse sollen in der Regel Voraussetzungen für ein folgendes „Alltagsthema“ sein und so fort. Insgesamt ergeben im Idealfall die erworbenen chemischen Kenntnisse ein schmales, doch noch tragfähiges Wissen über Grundlagen von chemischen Prozessen.

Die *Abbildung 1* gibt diesen Zusammenhang idealisiert wieder.

Indem die erworbenen Kenntnisse in vielen Fällen als Wissensvoraussetzungen für die folgende Sequenz dienen, wird dieses Wissen tendenziell ähnlich verankert wie bei sinnvollen Wiederholungen. Allerdings muss es ab und zu für die Schüler erkennbar neue Themen geben, damit sie nicht immer einen riesigen „Wissensrucksack“ zur Bewältigung neuer Inhaltsbereiche mitschleppen müssen und damit auch unter anderem Aspekt etwas Neues angefangen werden kann.

- Dieser Ansatz schließt bewusst ein, dass den Schülern (bedauerlicherweise!) nur wenige chemische Prinzipien nahegebracht werden können. Wie auch *Pastille* [10] sehen wir dabei aber eine wesentliche Hilfe in der Einführung und Verwendung des Teilchenmodells (vgl. auch [18]).
- Gleichermaßen zeigte sich schon vor konkreten Planungen, dass in den zur Verfügung stehenden zweieinhalb Jahren keineswegs die Mehrzahl der wichtigen **Alltagsthematiken**, die chemische Schwerpunkte aufweisen (vgl. *Tabelle 1*, S. 5), behandelt werden können. Dies bewahrheitete sich bei der realen Konstruktion und Erprobung mit dem Lehrerteam.
- Ein inhaltlich stärker auf Alltag ausgerichteter Unterricht bedingt aber auch **offenere Lernformen**, insbesondere da ja hier den Schülern die Verbesserung von Handlungskompetenzen für ihre Gegenwart und vermutete Zukunft ermöglicht werden soll. Am Schema der *Abbildung 1* erkennt man, dass sich alltagsorientierte Sequenzen mit eher theoretisch ausgerichteten abwechseln. So liegt es nahe, dass erstere mit offeneren Lernformen verbunden werden und theoretische Abschnitte eher mit entwickelndem Unterricht. Auch der Lehrervortrag ist sinnvoll – etwa bei einer systematisierenden Zusammenfassung nach den offeneren Schülerarbeitsphasen. Somit ergibt sich zwanglos der von verschiedenen Seiten geforderte Wechsel von offeneren und gelenkten Unterrichtsphasen (vgl. [19, 20]).
- Die Auflistung in *Tabelle 1*, S. 5, zeigt, dass es innerhalb von alltagsorientiertem Chemieunterricht genügend Ansätze für wichtige chemische Prinzipien gibt. Sie zeigt aber auch implizit, dass die Alltagsbezüge im funktionalen Zusammenhang nicht streng unter einer fachlogischen Struktur subsumiert werden sollten. Bei-

spielsweise ist es eher inaktiv und ohne „Alltagsernsthaftigkeit“, die Umweltfragen in Bereiche wie „Boden, Wasser oder Luft“ einzuzwängen, sondern innerhalb funktionaler Sinnzusammenhänge.

Der folgende Beitrag zeigt eine Möglichkeit, den hier skizzierten Ansatz real zu verfolgen.

### Literatur

- [1] Bildungskommission NRW: Zukunft der Bildung – Schule der Zukunft. Luchterhand, Neuwied 1995.
- [2] Lindemann, H.: Alltagschemie als Orientierungshilfe zur Gestaltung von Chemieunterricht. NiU-Chemie 5 (1994), Nr. 24, S. 187–191.
- [3] Lutz, B., Pfeifer, P., Schmidkunz, H.: Gedanken zu einem zeitgemäßen und zukunftsweisenden Chemieunterricht. NiU-Chemie 5 (1994), Nr. 24, S. 162–165.
- [4] Just, E., Piosik, R.: Merkmale des Chemieunterrichts, die Gymnasialschülern gefallen oder mißfallen. MNU 38 (1985), S. 391–399.
- [5] Woest, V.: Der „ungeliebte“ Chemieunterricht? MNU (im Druck).
- [6] Duncker, L.: Die Suche nach neuen Lernformen. Die Deutsche Schule 1987, S. 320–329.
- [7] Müller, V.: Alltagsorientierter Chemieunterricht. NiU 5 (1994), Nr. 24, S. 198 ff.
- [8] Pfeifer, P.: Praxisorientierter Chemieunterricht – konkret. NiU-Chemie 7 (1996), Nr. 31, S. 4 ff.
- [9] Becker, H. J.: Warum immer stofflicher Alltag? Chemie auch im reflektierten Alltag. NiU-P/C 35 (1987), S. 235.
- [10] Pastille, R.: Das Zehn-Versuche-Konzept – Ein Vorschlag für den Anfangsunterricht. CiS 43 (1996) H. 1, S. 17 f.
- [11] Freise, G.: Überlegungen zur inhaltlichen und methodischen Gestaltung des Lernbereichs Natur an Stelle der herkömmlichen naturwissenschaftlichen Fächer. *chimica didactica* 19 (1993), S. 202 ff.
- [12] Just, E., Woest, V.: Umwelterziehung in der Sek. I. In: E. Just, V. Woest (Hrsg.): Bremer Reihe Umwelterziehung, Bd. 1, Bremen 1994.
- [13] Senator f. Bildung und Wissenschaft der Freien Hansestadt Bremen (Hrsg.): 2. Zwischenbericht des Modellversuchs „Fächerübergreifende Umwelterziehung in der Sek. I“, Bremen 1992.
- [14] Demuth, R.: Anforderungen an den Chemieunterricht in den 90er Jahren – Konsequenzen für die chemiedidaktische Forschung. In: GDCh-Fachgruppe Chemieunterricht (Hrsg.): Chemieunterricht in den 90er Jahren – Impuls für die chemiedidaktische Forschung. Westarp, Essen 1989, S. 12–15.
- [15] Hensel, H.: Die neuen Kinder und die Erosion der alten Schule. *Pädextra* November 1993, S. 33–34.
- [16] Woest, V.: Gefährliche organische Stoffe im Alltag. CiS 42 (1995), S. 7–16.
- [17] MNU: Herausforderungen an einen zeitgemäßen Chemieunterricht. Ferd. Dummlers Verlag, Bonn 1994 (Beilage zur Zeitschrift).
- [18] Just, E.: Die Teilchenvorstellung im Anfangsunterricht und die Unterscheidung zwischen kleinsten Teilchen und Teilchenverband (-aggregat). NiU-P/C 33 (1985), Nr. 6, S. 219–222.
- [19] Wallrabenstein, W.: Hilfe – ich habe den Überblick verloren! In: Friedrich Jahresheft XII – Schule zwischen Reform und Routine. Friedrich Verlag, Velber 1994.
- [20] Gudjohns, H.: Handlungsorientierung als methodisches Prinzip im Unterricht. WPB 5/1987, S. 8–13.

### Anmerkungen

<sup>1)</sup> das heißt von dem Anspruch zu lösen, dass über Stoffauswahl und -anordnung vor allem die Struktur der Fachwissenschaft Chemie bestimmend ist. Damit fällt der – stellenweise fast schon tabuisierte – Anspruch der „Wissenschaftsorientierung“.

<sup>2)</sup> Genannt werden hier nur zwei: 1. Es wird mit den drei naturwissenschaftlichen Fächern teilweise das Falsche integriert. 2. Die chemischen Aspekte werden allein von den chemiefachfremden Lehrern vernachlässigt oder gar umgangen, besonders im experimentellen Bereich.

Prof. Dr. Eberhard Just, geb. 1938,  
seit 1976 Professor an der Universität Bremen (Chemiedidaktik),  
Fachbereich 2, Pf. 330440, 28334 Bremen.

Adresse: Buesstr. 9, 28832 Achim.

6.

# Alltagsorientierter Chemieunterricht

## – erprobter Unterricht in der Sekundarstufe I

von Jochen Behrendt, Eberhard Just, Sabine Faust, Jutta Meyer-Vogel und Rainer Uebers

### Charakterisierender Überblick

Hier wird ein Unterrichtskonzept für die Klassen 8–10 (Realschule, Gymnasium) vorgestellt, das die Autoren gemeinsam in wöchentlichen Sitzungen entwickelten, in mehreren Klassen erprobten und das mit teilnehmender Beobachtung in mehreren Klassen sowie aktueller wöchentlicher Revision („Aktionsforschung“) evaluiert wurde.<sup>1)</sup> Die Erprobung hat jeweils von Klasse zu Klasse, von Stunde zu Stunde, zu aktueller Revision geführt. In diesem Beitrag wird der grobe Unterrichtsverlauf dargelegt. Wir erheben nicht den Anspruch, dies sei der optimale Weg, Alltagsorientierung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I zu verwirklichen. Aber er ist ein Beispiel dafür, wie man vorgehen kann, was man erreichen kann und wie vieles nicht behandelt werden kann.

Das Unterrichtskonzept soll ein Beispiel dafür sein, wie das Ziel der Alltagsorientierung in erster Näherung erreicht werden kann.

**Ziele:** Die Unterrichtsinhalte sollen durchgängig am Alltag orientiert sein. Dennoch wird versucht, den Schülern ein systematisiertes chemisches Grundwissen, angebunden an eigenen Erfahrungen, zu ermöglichen. Die notwendige chemische Theorie beschränkt sich auf wenige übergreifende Prinzipien. Dieser Chemieunterricht gibt den Schülern Gelegenheit, Fertigkeiten für den Alltag zu entwickeln und dabei in einigen Bereichen auf chemisches Grundverständnis zurückzugreifen. Auf diese Weise soll der Chemieunterricht zur Verbesserung der Handlungskompetenz von Schülern beitragen (vgl. Basisartikel, S. 4 ff.). Es sollte sich außerdem eine erhöhte Akzeptanz

des Chemieunterrichts einstellen.

**Charakteristika des Unterrichts:** Durch den vorgestellten Chemieunterricht ziehen sich folgende chemisch geprägte Behandlungsebenen:

- Einführung und Verwendung von Teilchen-Modellen.
- Zwanglose Verwendung von Elementsymbolen und Formeln. Dies erfolgt nicht in einem Lehrgang zur chemischen Zeichensprache, sondern eher in Verknüpfung mit entsprechenden Daltonmodellen. Chemische Gleichungen mit Formeln werden nur an einigen Stellen in einfacher Form verwendet. Tiefergehende Lernangebote zur Zeichensprache sind dagegen für Schüler fakultativ.

Innerhalb der Sekundarstufe I werden folgende chemische Grundbegriffe und Prinzipien unterrichtet:

- Element, Verbindung, Gemisch, Stoffbegriff, chemische Reaktion;
- Recycling von Materialien, Feuer, Redoxreaktionen, Säure-Base-Begriff, Vorgänge bei chemischen Reaktionen, einfache elektrochemische Vorgänge, Makromolekular- und Faserkonzept.

Daneben sind „ausführlicher“ folgende Stoffe bzw. Produkte des Alltags Unterrichtsgegenstand:

Sauerstoff, Kohlendioxid, Luft, Wasser, Kohlenmonoxid, Stickoxide, Ozon, saure und basische Reiniger, Säuren,

*Chemistry in class orientated to everyday reality was evolved and evaluated in teaching situations.*

*The sequence of content and methods is described briefly in the survey, and in more detail by two examples.*

*The summarized experiences prove the feasibility of an extensive orientation to everyday chemistry. They show, that the aims of this form of teaching can be achieved principally.*

#### Einführung:

Der Lehrer stellt ein Rahmenthema vor. Er gibt eine Übersicht über das Gesamthema. Er stellt mögliche Teilthemen für die Gruppenarbeit vor.

Die Schüler bearbeiten gemeinsam einzelne Aspekte der Einführung.

#### Freies Arbeiten:

Die Schüler wählen aus einem Angebot Teilthemen aus. Sie bearbeiten in Themengruppen über längere Zeit (4–5 Wochen) Materialien und führen Experimente bzw. Erkundungen durch.

Das Ergebnis der Gruppenarbeit führt zu einem Produkt. Der Lehrer unterstützt die verschiedenen Gruppen bei der Bearbeitung ihrer Teilthemen.

#### Austausch und Systematisierung:

Die Produkte/Ergebnisse der verschiedenen Arbeitsgruppen werden der gesamten Klasse vorgestellt.

Die Schüler und der Lehrer bearbeiten (vertiefen) gemeinsam einzelne Inhaltsaspekte (Systematisierung des Wissens).

Die Gruppenarbeit wird benotet.

1 Müll und Stoffrecycling	(A)
2 Feuer	(A)
3 Verbrennung	(Th)
4 CO <sub>2</sub> , ein Sauerstofflieferant; Reduktion	(Th)
5 KNO <sub>3</sub> als Oxidationsmittel	(Th)
6 Feuer löschen	(A)
7 „Verkehr in unserem Stadtteil“	(A)
8 Der Autokatalysator	(Th)
9 Stickoxide und Sommersmog	(Th und A)
10 Verbrennung und „Saurer Regen“	(A)
11 Saure Haushaltsreiniger	(A, jeweils mit theoretischer Zusammenf.)
12 Basische Haushaltsreiniger	(A, jeweils mit theoretischer Zusammenf.)
13 Wasser	(A)
14 Batterien und Akkumulatoren	(A und Th)
15 Erdöl und Kohlenwasserstoffe	(Th)
16 Lebensmittel und Ernährung	(A)
17 Stärke	(Th)
18 Cellulose und Kunstfasern	(Th)

Tab. 1: Reihenfolge der Unterrichtsabschnitte: (A = überwiegend alltagsorientiert; Th = überwiegend theoretisch orientiert)

Abb. 1: Schematischer Überblick zum Wahldifferenzierten Unterricht

Natriumhydroxid, Batterien und Akkumulatoren, Erdöl, Benzin, Lebensmittel, Stärke, Cellulose, Kunststoffe.

Zur Übersicht sind die Themen der Unterrichtssequenzen in der zeitlichen Abfolge aufgelistet (s. Tab. 1).

**Methodische Fragen**

In dem hier vorgestellten Unterricht wechseln in der Regel alltagsorientierte Sequenzen mit eher theoriegeleiteten Sequenzen ab. Dies führt auch zu methodischen Konsequenzen.

**Theoretisch orientierte Sequenzen** basieren in der Regel auf vorherigen Erfahrungen in alltagsorientierten Sequenzen. Sicherlich müssen die theoretischen Überlegungen durch Eigenaktivität aufgelockert werden. Insofern spielen hier Schülerexperimente eine große Rolle, daneben können Arbeitsblätter eingesetzt werden. Innerhalb einiger Thematiken wird auch forschend-entwickelnd vorgegangen. Für sehr viele theoretische Betrachtungen müssen einfache Modellvorstellungen angeboten werden, die aber möglichst wenig dazu herausfordern, sie über ihre direkte Aufgabe hinaus (fehl) zu interpretieren. Entsprechend dem im Basisartikel dargelegten Konzept soll die Theorie im Idealfall nur zur Erhellung vorangegangener Erfahrungen der Schüler dienen oder zum Verständnis einer unmittelbar folgenden alltagsorientierten Thematik (Fundamentum). Daher sind nur einfache Interpretationsmodelle möglich.

**Alltagsorientierte Sequenzen** erfordern jedoch die selbständige Beschäftigung mit komplexeren Inhalten. Bei erster Betrachtung widerspricht die inhaltliche Komplexität scheinbar einer eigenständigen Schülerarbeit. Dennoch kann sie kaum durch gelungene Lehrerdarstellung ersetzt werden, weil das Ziel eine verbesserte Handlungskompetenz der Schüler im Alltag ist. Handlungsfähigkeit in einem Alltagsbereich hängt aber entscheidend vom Lernen ab, das verbunden ist mit eigenem, selbstgewünschtem Handeln<sup>2)</sup> und zwar unter selbstgewählten Fragestellungen und in den gleichen inhalt-

lichen Zusammenhängen<sup>3)</sup>. Erforderlich ist deshalb eine inhaltliche Aufschlüsselung der komplexen Zusammenhänge (z. B. im ersten Schritt durch eine inhaltliche Arbeitsteilung zwischen den Gruppen) und methodisch durch eine möglichst weitgehende Selbstständigkeit der Schüler. Eine Reduktion der Komplexität durch vorangestellten Erwerb von

**Unterrichtssequenzen im Überblick** (vgl. auch Tab. 1, S. 9)

Thematik (DSt. = Doppelstunde)	Ziele, Schwerpunkte
8. Klasse (ein Halbjahr mit einer Doppelstunde in Halbgruppen je Woche)	
1 Müll und Stoffrecycling (4 DSt., A)	Die Schüler sollen wichtige Zusammenhänge im Alltagsbereich Abfall und Recycling durch experimentelle Erfahrung, inhaltliche Aufbereitung und eine Exkursion kennenlernen. (Stoffbegriff)
2 Feuer (2 DSt., A)	„Selbst ein Feuer machen“ (im Schulhof) schafft die Voraussetzungen für das Gebiet „Verbrennen und Oxidation“ (Rolle der Luft, Entzündungstemperatur u. ä.).
3 Verbrennung (2 DSt., Th)	Schülerversuche legen Grundlage für einfachen Oxidationsbegriff. Festigung der Theorie mit anschaulichen Hilfen (Plättchenmodell; vgl. [5])
4 CO <sub>2</sub> ein Sauerstofflieferant; Reduktion (1 DSt., Th)	Ausgehend vom Schülerversuch erfahren Schüler, dass aus Kohlendioxid „wieder“ Kohlenstoff entstehen kann, wenn sich ein anderer Stoff „statt dessen“ mit dem Sauerstoff verbindet. Sauerstoffübertragung wird mit Modell-Plättchen „durchgespielt“.
5 KNO <sub>3</sub> als Oxidationsmittel (3 DSt., Th)	Mittels Schülerversuchen mit optisch interessanten Effekten (vgl. [6]) soll die Freude an chemischen Prozessen aufgefrischt werden. Quasi nebenbei machen die Schüler die Erfahrung, dass Sauerstoffatome in Teilchen von festen chemischen Stoffen gebunden (gewissermaßen „verpackt“) sein können und dennoch heftige Oxidationsreaktionen möglich sind. Selbst hergestellte „Streichhölzer“ stellen die Verbindung zu einem bekannten Alltagsprodukt her.
6 Feuer löschen (1 DSt., A)	Schülerversuch mit „Nassfeuerlöscher“ schafft emotionale und sachliche Voraussetzung für „Bedingungen für das Löschen“.
9. Klasse (erstes Halbjahr)	
7 „Verkehr in unserem Stadtteil“ (vgl. [7]; 8 DSt., A)	Lokales Erschließen eines Alltagsbereichs mit chemischen Bezügen; Anwendung von Kenntnissen über Oxidation; Kennenlernen von Abgasen; Betrachtung von Mobilität und Lebensqualität; Sinnggebung für nachfolgende Sequenz „Vorgänge im Autokatalysator“. Methode Wahldifferenzierter Unterricht [7] mit Orientierung, freier und produktorientierter Gruppenarbeit, Austausch und Systematisierung
8 Der Autokatalysator (3 DSt., Th)	Vertiefung eines Fachaspektes mit Anschauungsmaterial und ausführlicher modellhafter Betrachtung einer chemischen Reaktion am Beispiel „Entgiftung der Gase Stickstoffmonoxid und Kohlenstoffmonoxid im Autokatalysator“; Festigung der Kenntnisse mit Arbeitsblatt
9 Stickoxide und Sommersmog (3 DSt., A)	Stickoxide werden im Demonstrationsversuch hergestellt (Hochspannungsfunkten); mit Wasser soll die Säurebildung nachgewiesen werden. Die Stickoxidbildung wird im Schülerversuch in Abhängigkeit von verschiedenen Flammentemperaturen verglichen; im Unterrichtsgespräch wird Gesundheitsgefährdung (Arbeitsplatz, Rauchen) diskutiert. Die Abhängigkeit der Bildung des Sommersmogs/Ozons von Stickoxiden, Sonnenlicht und Kohlenwasserstoffen/Benzin soll im Unterrichtsgespräch geklärt werden wie auch der Abbau von Ozon.
10 Verbrennung und „Saurer Regen“ (2 DSt., A)	Gesundheitsgefährdung und Grenzwerte werden diskutiert. Erweiterung der Ergebnisse aus Sequenz Stickoxide auf Verbrennungsgase von schwefelhaltiger Kohle und kurze Behandlung des Problems „Saurer Regen“
9. Klasse (zweites Halbjahr)	
11 Saure Haushaltsreiniger (3 DSt., A+Th)	Die Schüler sollen anhand zahlreicher „inhaltlich offener“ Experimente mit sauren Haushaltsreinigern Erfahrungen über alltags- und laborbezogene Wirkungen von Säuren machen können. Diese Erfahrungen sollen aufgearbeitet werden und zu einem ersten theoretischen Verständnis über Säuren führen. (Experimentierangebote zum Kennenlernen der allgemeinen Eigenschaften – siehe <i>Kopiervorlage 1</i> , S. 12 – und dann zum Kennenlernen der chemischen Eigenschaften von Säuren)

Tab 2: Übersicht über die Unterrichtssequenzen

<p><b>12 Basische Haushaltsreiniger</b> (2 DSt., A + Th)</p> <p><b>13 Wasser:</b> – Trinkwasser, – Abwasser, – Wasserkreislauf (5–6 DSt., A)</p>	<p>Wie bei den sauren Reinigern dient ein ausführliches Experimentierangebot mit basischen Reinigern zur Bildung eines – allerdings nur propädeutischen – Basenbegriffs. Schüler sollen Wasser als chemische Substanz und in Verbindung mit Alltagsnutzungen lebensnah besser kennen lernen. Dazu dienen Schulexperimente, solare Wasserelektrolyse, Behandlung des Wasserkreislaufs ausgehend von Trinkwasser und die Besichtigung einer Kläranlage. Der Besuch wird in Form <b>arbeitsteiliger Themenbearbeitung</b> zunächst ausgewertet und anschließend mit dem Lehrer systematisiert und gefestigt.</p>
<p>10. Klasse (erstes Halbjahr)</p>	
<p><b>14 Batterien und Akkumulatoren</b> (5–6 DSt., Th + A)</p> <p><b>15 Erdöl und Kohlenwasserstoffe</b> (5 DSt., Th)</p>	<p>Ziel der Sequenz: Es soll ein einfaches chemisches Verständnis über Batterien ermöglicht werden. Ein anfängliches Fundamentum und die Sequenz Batterien beinhalten <b>ausführliche experimentelle Erfahrungen</b> der Schüler. Anschließend wird eine Orientierung über gängige Batterie- und Akkumulatortypen sowie ihre Verwendung und „Entsorgung“ als Handlungshilfe bearbeitet.</p> <p>Mit der Sequenz soll eine Einführung in den Bereich organische Stoffe gegeben werden und in einem kurzen Abschnitt die Grundlagen der Nomenklatur gelegt werden. Die Vorgehensweise geschieht im üblichen Rahmen. Folgende Aspekte sollten aber unbedingt eingeschlossen sein: – Benzin besteht aus einem Gemisch von Kohlenwasserstoffen (Rückblick auf Einheit 7 „Verkehr in ...“). – Im Ottomotor werden die Moleküle oxidiert zu Kohlendioxid und Wasser; teilweise entsteht auch Kohlenmonoxid (Einheit 8 „... Autokatalysator“).</p>
<p>10. Klasse (zweites Halbjahr)</p>	
<p><b>15 Lebensmittel und Ernährung</b> (8 DSt., A)</p> <p><b>16 Stärke</b> (2 DSt., Th)</p> <p><b>17 und 18 Cellulose- und Kunststoffaser</b> (3–4 DSt., Th)</p>	<p>Der inhaltlich und methodisch offene Unterrichtsabschnitt (Wahldifferenzierter Unterricht), der an den Interessen der Schüler anknüpft, soll gleichzeitig die theorieorientierten Sequenzen zum Makromolekül- und Faserkonzept vorbereiten.</p> <p>Inhaltlich soll die Bedeutung von Nahrungsmitteln als „Energiespender“ und „Baustofflieferant“ deutlich werden und zwischen Nährstoffen und Zusatzstoffen unterschieden werden. Kenntnisse aus der Humanbiologie sollen in der Systematisierungsphase gefestigt und unter chemischen Aspekten etwas vertieft werden. Die offene Gruppenarbeit soll einen methodischen Wechsel zur – für die meisten Schüler stark motivierenden – Eigenverantwortung beim Lernen ermöglichen. Angebotene Gruppenthemen: 1. Vegetarische Ernährung – Vollwertkost; 2. Esskultur und Essgenuss; 3. Maßgeschneiderte Lebensmittel – Fertigkost; 4. Fast food; 5. Muntermacher (Cola &amp; Co.); 6. Schlankheitskuren – Diäten; 7. Machen Lebensmittel krank?</p> <p>Als vertiefende Sequenz wird die Verdauung betrachtet als Spaltung von (energiereichen) Makromolekülen in Bausteine, damit die Zellen die Energie nutzen können. Hier werden die einfachen Kenntnisse über Moleküle mit Kohlenstoffketten als „Gerüst“ der Moleküle aus dem ersten Halbjahr der 10. Klasse wieder aufgegriffen. Experimente und Modelle („Monomere Bausteine sind zu Makromolekülen verknüpft“) ermöglichen ein einfaches Verständnis.</p> <p>Der Chemieunterricht in der Sekundarstufe I schließt mit einer knappen Behandlung von Cellulose und einer Kunststoffaser einschließlich der Bedeutung als Textilfasern bzw. für Papier. Chemisch wird ein einfaches Makromolekül- und Fasermodell angestrebt. Ausgehend von Stärke und in Verbindung mit einem Schülerversuch wird das einfache Modell aus Sequenz 16 im Unterrichtsgespräch ausgeschärft. Anschließend wird mit entsprechendem Versuch (Nylonseiltrick) eine einfache Modellvorstellung zu Kunststoffasern entwickelt; Weiterführung des Makromolekularkonzepts am Beispiel des Nylons.</p>

Innerhalb des Fachunterrichts kann dies aber der „**Wahldifferenzierte Unterricht**“<sup>(4)</sup> mit projektähnlichem Vorgehen befriedigend leisten. Er ist für Schüler fast durchweg sehr attraktiv (siehe *Abb. 1, S. 9*).

Der Wahldifferenzierte Unterricht kann vereinfacht im Kern als **arbeitsteilige Gruppenarbeit** mit starker inhaltlicher Öffnung bezeichnet werden, der eine **orientierende Anfangsphase** (evtl. mit Fundamentum) vorangestellt wird und der eine **Austauschphase** der Gruppenergebnisse mit **systematisierender Zusammenfassung** durch den Lehrer nachfolgt<sup>(5)</sup>. Der hier vorliegende **exemplarische Vorschlag** für alltagsorientierten Chemieunterricht in der Sekundarstufe I weist zwei Phasen mit Wahldifferenziertem Unterricht auf („Verkehr in unserem Stadtteil“ zu Beginn des 9. Schuljahrs und „Lebensmittel“ im 10. Schuljahr)<sup>(6)</sup>. Mit ihnen werden Schüler sicher nicht abschließend kompetent, doch erwerben sie neben Wissen im funktionalen Zusammenhang bei Alltagsthemen auch ansatzweise wichtige Arbeits- und Handlungstechniken für Schlüsselqualifikationen kennen und gebrauchen, beispielsweise „umfangreiches Informationsmaterial sinnvoll benutzen“; „selbst Informationsmaterial beschaffen“; „mit Behörden, Ärzten und anderen lokalen Experten umgehen“ oder „sich aus Informationen eigene vorläufige Urteile bilden“; „mit Messdaten umgehen“; „im Team mit anderen kommunizieren und zusammenarbeiten können“<sup>(7)</sup>.

Außer Sequenzen mit der Methode des Wahldifferenzierten Unterrichts werden kurzfristigere arbeitsteilige Gruppenaufgaben bei der Thematik Abwasser und Kläranlagen bearbeitet, die gegenüber dem Unterrichtsgespräch eine größere Selbstständigkeit auch bei Auswahl

ausführlicherem Basiswissen hat bisher kaum zum Erfolg geführt – nach unserem Verständnis vor allem, weil die Lernenden die Bedeutung der fachlichen Grundlagen nicht vorher ermessen können. Unter schulischen Bedingungen ist selbstständiges Lernen und inhaltliche Aufschlüsselung bei (immer komplexen) Alltagsfragen nur bedingt möglich.

und Bearbeitung von Textmaterial beinhalten.

Beim Thema „Feuer“ können die Schüler (z. T. **erste**) Erfahrungen sammeln, wie man mit Holz (dazu Säge und Beil benutzt), Zeitungspapier, Streichhölzern und Backsteinen eine Feuerstelle mit Feuer herstellt und damit eine Speise erhitzt. Andere alltagsorientierte Sequenzen enthalten kon-

7 Reiniger auf Probe von  
Kleiderstoff geben und  
beobachten

4 Die Wirkung von Entkalker auf  
verkalkte Gegenstände untersuchen

8 Die Wirkung von WC-Reiniger untersuchen:  
konzentrierte Lösung auf Kupfer, Aluminium,  
Eisen, Watte, Eiklar geben

2 Die Reaktion von WC-Reiniger mit  
Sanitärreiniger beobachten

## Experimente mit Haushaltsreinigern

9 Die Wirkung von Reiniger  
auf rostige Gegenstände  
untersuchen

1 Die Wirkung von Reinigern  
auf Seifenlösung und deren  
Schaumkraft untersuchen

6 WC-Reiniger, Entkalker und  
Stahlreiniger auf angelaufene  
Münzen tropfen

10 Reiniger mit verschiedenen Indikatoren  
prüfen und den pH-Wert bestimmen

ventionellere Schülertätigkeiten, wie forschend-entwickelnde Unterrichtsstunden mit eigenem Experimentieren. Im Gebiet saure und basische Haushaltsreiniger machen die Schüler dagegen zunächst nicht so stark eingeebte Erfahrungen, die anschließend im chemischen Sinne erweitert werden. Methodisch wichtig sind außerdem lebendige Schilderungen des Lehrers, die erkennbar nicht zum abfragbaren Lernstoff gehören, sondern eher als Hintergrundinformationen angesehen werden. Alltagsorientierte Inhaltsfelder des Chemieunterrichts können und müssen z. T. aber auch mit stärker lehrerzentrierter Unterrichtsmethode unterrichtet werden, sofern dies bei Themen geschieht, die in gut strukturierter Form in zwei bis maximal vier Doppelstunden behandelt werden können. Im hier vorgestellten Konzept gilt dies für die Themen Ozon/Sommersmog und Saurer Regen. Methodisch ist dabei eine Auflockerung durch Demonstrations- oder Schülerexperimente erwünscht. Im Sinne von **Binnendifferenzierung** bietet der Lehrer an geeigneten Stellen weitergehende Theorie – vor allem mit Hilfe der chemischen Zeichensprache – denjenigen Schülern an, die daran ein stärkeres Interesse oder Qualifizierungsbedürfnis entwickelt haben (vgl. auch [1])

### Skizze des unterrichtlichen Ablaufs

Mit der skizzenhaften Abfolge der einzelnen Unterrichtssequenzen soll im Überblick **exemplarisch** dargestellt werden, welche Thematiken mit welchen Schwerpunkten und Intensitäten unterrichtlich behandelt werden können, um insgesamt den Anspruch der Alltagsorientierung aufrecht zu erhalten, aber dennoch den Erwerb eines schmalen che-

mischen Grundwissens zu ermöglichen. Eine eingehendere Darstellung würde den Rahmen dieses Beitrags, ja wahrscheinlich des ganzen Heftes, übersteigen. Dazu ist vielmehr von uns ein Endbericht und eine Handreichung einschließlich der Erfahrungen in Vorbereitung. Wir verweisen zusätzlich auf die zahlreichen Themenhefte dieser Zeitschrift mit alltagsorientierten Thematiken (stellvertretend [2–4]).

Im Folgenden wird das erprobte Konzept der Deutlichkeit und Prägnanz willen nur in Schwerpunkten dargestellt. (Eine ausführlichere Darstellung – auch der Erfahrungen – kann bei den Verfassern angefordert werden.<sup>8)</sup> Anschließend werden zwei Sequenzen eingehender dargestellt.

### Unterrichtssequenzen im Überblick (Tab. 2, S. 10/11)

#### Charakteristische Unterrichtssequenzen

Nach dem Überblick sollen nun zwei Unterrichtsabschnitte (8. und 9. Klasse) etwas eingehender beschrieben werden, um charakteristische Übergänge von Alltagsthemen zur chemischen Theorie bzw. von Theorie und Alltagsthemen darzustellen.

1.) Am Anfang soll der **Beginn des alltagsorientierten Chemieunterrichts** in der 8. Klasse (siehe Tab. 3) beschrieben werden, der den Schülern Hinweise auf die Art des zukünftigen Chemieunterrichts geben soll.

Der Unterricht in der 8. Klasse wandelt sich zunehmend in forschend-entwickelndes Vorgehen, um immer neu auftauchende, offene Fragen zu klären. Dabei darf der zeitliche Rahmen und der inhaltliche Bogen nicht überspannt werden!

**8. Klasse**

**1. Sequenz Müll**

(4 Doppelstunden)

**Ziel der Sequenz:** Die Schüler sollen wichtige Zusammenhänge im Alltagsbereich „Abfall und Recycling“ durch experimentelle Erfahrung, inhaltliche Aufbereitung und eine Exkursion kennen lernen. Darüber hinaus sollen chemische Kenntnisse aus der Orientierungsstufe aktiviert werden, indem an diesem lebensnahen Thema einzelne Stoffe mit einer typischen Eigenschaftskombination verknüpft werden („Stoffe, Stoffeigenschaften“).

**Unterrichtsstationen:**

- Ein Spiel mit Stoffen/Stoffeigenschaften, Erfahrungen zum Spiel
- **Wiederholung einiger Inhalte der Orientierungsstufe am Beispiel Müll**
  - Eine selbst hergestellte Sammlung von Abfall als Müll wird präsentiert
  - Aufforderung zum Sortieren
  - Reflexion der Sortierungsgesichtspunkte
- **Gruppen experimentieren arbeitsteilig** zum Kennenlernen von Müllbestandteilen und verschiedenen Materialien:
  - Experiment 1: Altpapier recyceln (vgl. [8], Exp. 1)
  - Experiment 2: Materialien untersuchen (vgl. [7], UE Getränkeverpackung Exp. 12)
  - Experiment 3: Verbundkartons zu „Platten“ verschmelzen ([7], UE Getränkeverpackung Exp. 14)
  - Experiment 4: Glas recyceln ([7], UE Getränkeverpackung, Exp. 10)
- Sinnliche Erfahrungen der vier Gruppen werden gemeinsam zusammengetragen und mit den Komponenten der Müllverwertung verbunden (Möglichkeiten zum Recycling; Probleme); Durchgängige Idee: Bei der Müllsortierung benutzt man Stoffeigenschaften
- Gang zum Recyclinghof
- (evtl. Zusatzversuch: Biogas entwickelt sich und wird verbrannt)

**2. und 3. Sequenz (Rund ums) Feuer**

**Ziel der Sequenz:** Mit der zentralen Erfahrung, selbst mit knappen Mitteln „draußen“ ein Feuer, z. B. für eine Dose Würstchen o. ä., machen zu können, werden die Grundlagen für das Gebiet „Verbrennen und Oxidation“ gelegt. Mit Verbesserungsbemühungen sollen stabile Erfahrungen zur Rolle der Luft, zur Entzündungstemperatur, zum Aufsteigen heißer

Gase u. ä. möglich werden. Außerdem können viele Großstadtschüler Säge und Beil benutzen lernen. Diese Erfahrungen werden anschließend im Unterrichtsraum im naturwissenschaftlichen Sinn vertieft, wobei die ergänzenden Versuche nicht zu sehr ausgedehnt werden sollen, um den Bezug zum Phänomen Feuer nicht zu stark verblassen zu lassen. „Brennstoff“ ist wegen dieses Bezugs auch in den klassischen, forschend entwickelnden Schülerversuchen zum Oxidationsbegriff meist Holzkohle.

**Unterrichtsstationen:**

**Draußen machen Schüler in Gruppen selbst Feuer:** Holz klein machen usw. („Wer bekommt das Wasser (für die Würste) so heiß, dass es kocht?“)

**Im Klassenraum die Erfahrungen auswerten.** Es ergeben sich die Schwerpunkte: – „Luft ist nötig“; „Sauerstoff in der Luft ist nötig“; Entzündungstemperatur

**Arbeitsteilige Gruppenversuche** mit verschiedenen Gasen: Welches Gas fördert die Verbrennung? (Holzspanprobe); Auswertungsergebnis: „Das Gas Sauerstoff ist zur Verbrennung nötig, es fördert die Verbrennung, brennt aber nicht selbst; es ist Bestandteil der Luft.“

**Unterrichtsgespräch:** Zusammensetzung der Luft. Danach lebendige Geschichten wie: Geschichte der Entdeckung, CO<sub>2</sub>-Hundsgrotte, reiner Sauerstoff und Apollokapsel, Stickstoff ...; Restspurengas Argon ...

- Festigender Versuch: Streichhölzer werden in „Glocke“ mit Zünddraht entzündet; nach Verbrennung ist ein Teil der Luft – nämlich Sauerstoff – „weg“
- Weiterführender Schülerversuch: Holzkohle wird verbrannt und Nachweis von CO<sub>2</sub>

**(Eingeschlossene chemische) Theorie:**

- \* Luftsauerstoff ist zur Verbrennung nötig; Zusammensetzung der Luft; Kennenlernen von CO<sub>2</sub>
- \* Kohlenstoffdioxid (kurz: „Kohlendioxid“) als **Verbrennungsprodukt** von Kohlenstoff
- \* Kohlenstoffdioxid: In dem Verbrennungsprodukt sind Kohlenstoff und Sauerstoff zum neuen Stoff Kohlenstoffdioxid **verbunden**.
- \* „Oxidation“ als erster Begriff für einen Reaktionstypus
- Festigung der Theorie mit anschaulichen Hilfen, z. B. mit einer Videosequenz zum Atombegriff (dort wird Goldfolie gehämmert, eine **Modellvorstellung** mit Teilchen entwickelt usw.); Schüler spielen Oxidation von Kohlenstoff mit Plättchen modellhaft nach; Elementbegriff.

Tab 3: Alltagsorientierter Chemieunterricht in der 8. Klasse

**Bemerkungen zur 1.–3. Sequenz:**

- Die ersten Experimente zu „Müll“ gefallen den Schülern sehr gut, insbesondere sinnliche Erfahrungen und persönliche Erfolge beim Recycling von Papier und Glas.

Die Schüler diskutieren ernsthaft bei dem Unterrichtsgespräch über Probleme des Recycling.

- Selber **Feuer zu machen**, stellt die meisten Stadtkinder vor größere Probleme – sowohl beim Umgang mit Säge und Beil als auch beim erfolgreichen Nutzen der Brennstoffe und der Steine für eine effektive Feuerstelle.

Deshalb ist die Möglichkeit, dass 1–2 Gruppen mit erneutem Versuch optimieren können – und die anderen geben Ratschläge – sehr wichtig. Erst dann wird die Rolle der Luft(zufuhr) deutlicher erkannt!

Das forschende Entwickeln in den nächsten Stunden erfordert viele Zusatzversuche und ist für die Schüler nur dann gerade noch plausibel, wenn sehr oft der Bezug zum Feuer hergestellt wird.

- 2.) In dem Beispiel aus der 9. Klasse (siehe Tab. 4, S. 14) geht es um einen für Schüler plausiblen Wechsel von Alltagsbetrachtungen, chemischer Aufarbeitung und das Benutzen der neuen Kenntnisse für weitere Alltagsfragen.

**Bemerkungen zur 8. und 9. Sequenz:**

Die Theorie in der Sequenz **Autokatalysator** war für die Schüler anstrengend. Es zeigte sich, dass die Schüler sich erst, als sie die Lerninhalte selbst im Arbeitsblatt anwandten, die Zusammenhänge aneigneten. Somit war diese abschließende Festigung keineswegs ein mechanisches Wiederholen. **Erst danach** konnte man einen vorsichtigen Transfer der Kenntnisse erwarten. Im späteren Verlauf bestätigte sich, dass die meisten Schüler ein prinzipielles modellhaft-anschauliches Verständnis zu chemischen Reaktionen erworben hatten, das zum großen Teil bis zum Ende des 10. Schuljahrs überdauerte. Der Abschnitt zur Chemie der **Stickoxide** sollte so kurz wie möglich gehalten werden, während der zu **Ozon** eher auszudehnen ist. Kenntnisse über Ozon wurden von vielen Schülern bis

9. Klasse

8. Sequenz „Der Autokatalysator“

(3 Doppelstunden)

**Ziel der Sequenz:** Nachdem in der vorigen fächerübergreifenden Unterrichtssequenz „Verkehr in unserem Stadtteil“ (Wahldifferenzierter Unterricht) umfängliche Erfahrungen mit positiven und negativen Aspekten der Mobilität gesammelt wurden und in der abschließenden Systematisierung die Autoabgase als Oxidationsprodukte im Motor charakterisiert wurden, soll ein Fachaspekt vertieft werden: Die Behandlung der chemischen Vorgänge am Katalysator dient einerseits als Exempel für chemische Vorgänge auf der Teilchenebene allgemein. Andererseits sind sie Modellbeispiel dafür, was „Entgiften von Abgasen“ hier bedeutet: Umgruppierung der Atome in „Abgasteilchen“ zu neuen Teilchen („Molekülen“), deren Stoffe keine Giftwirkung hervorrufen. Ein Katalysator „filtert“ nicht, sondern fördert spezifisch bestimmte Stoffumbildungen.

**Unterrichtsstationen:**

Mit einem realen, aufgeschnittenen Autokatalysator als Anschauungsobjekt und Schemata in Transparenten (vergrößert bis zur modellhaften, quasi-molekularen Ebene) werden Vorstellungen entwickelt. Anschließend werden modellhaft auf der Teilchenebene Vorgänge des Entgiftens am Beispiel von Stickstoffmonoxid und Kohlenmonoxids mit transparenten Plättchen „durchgespielt“ und mit einem Arbeitsblatt gefestigt (vgl. *Kopiervorlage 3*).

9. Sequenz Stickoxide und „Sommersmog“

(3 Doppelstunden)

**Ziel der Sequenz:** Diese Sequenz greift das Thema Abgase erneut auf und geht nach einer chemischen Betrachtung der

Stickoxide zu Umwelt- und Gesundheitsaspekten am Beispiel des Ozons über. In diesem Teil werden die Informationen für ein Unterrichtsgespräch durch den Lehrer und Informationsblätter eingebracht.

**Unterrichtsstationen:**

\* **Teil Stickoxide** (1 Doppelstunde)

- Experimente:
  - Herstellung von Stickoxiden mit Hochspannungsfunken
  - mit Wasser Säurebildung nachweisen
  - Stickoxidbildung bei verschiedenen Flammentemperaturen mit Nitritteststäbchen vergleichen

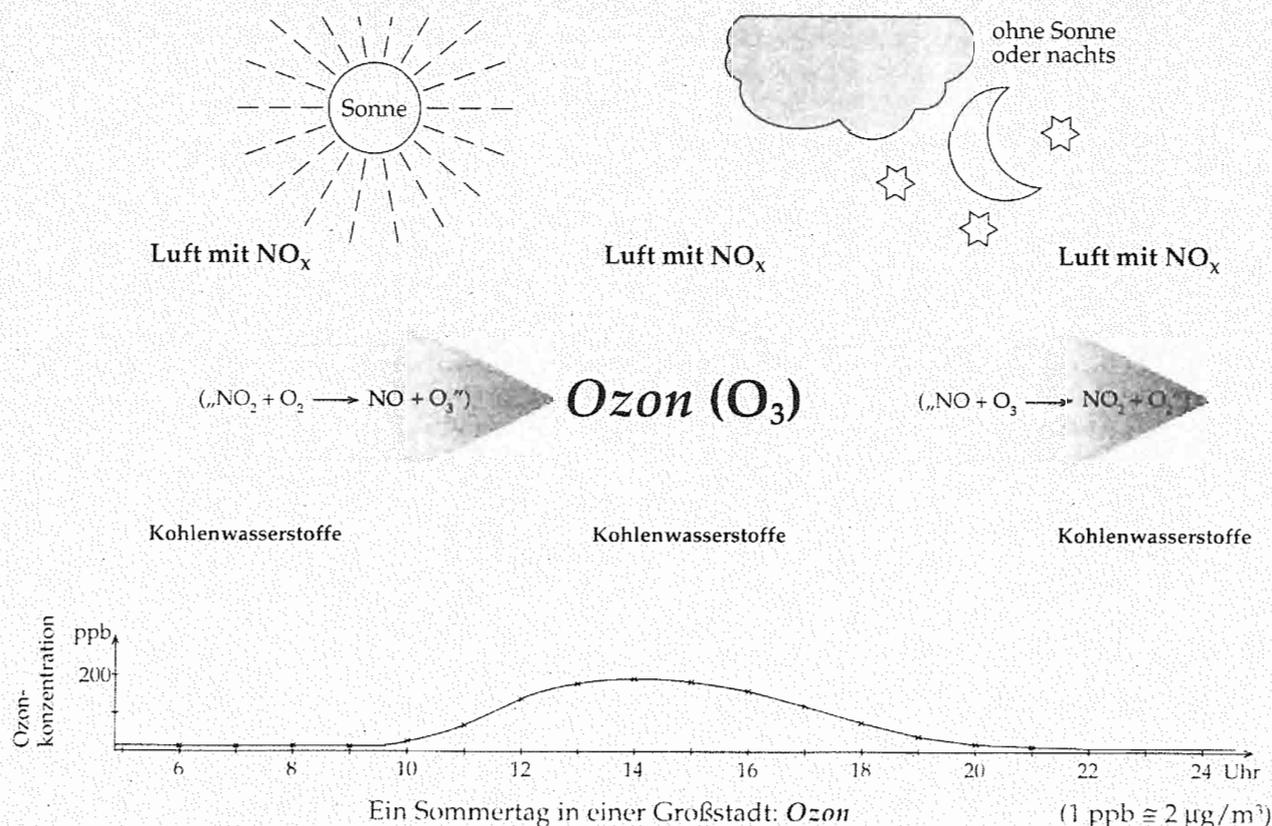
• Unterrichtsgespräch zur Gefährdung an entsprechenden Arbeitsplätzen und durch Rauchen

\* **Teil Ozon und Sommersmog** (2 Doppelstunden)

**Schwerpunkte:** Diskussion der lokalen Situation zu verschiedenen Zeiten. Bearbeitung eines Arbeitsblattes und eines OH-Transparents zur Bildung und zum Abbau von bodennahem Ozon (vgl. *Kopiervorlage 2*) mit den Zielen: - Summarische Kenntnisse zur Abhängigkeit der Ozonbildung von Stickoxiden und UV-Sonnenlicht und zur verstärkten Bildung durch Kohlenwasserstoffe/Benzin; Kenntnisse zum Abbau von Ozon, katalysiert durch Stickoxide und zu Unterschieden in Stadt und Land. - Auf chemische Betrachtung auf der Teilchenebene oder mit Gleichungen soll verzichtet werden. Im Unterrichtsgespräch werden anhand einer Tabelle Gesundheitsgefährdungen und Grenzwerte verschiedener Länder besprochen.

Tab 4: Alltagsorientierter Chemieunterricht in der 9. Klasse

Kopiervorlage 2



# Kopiervorlage 3

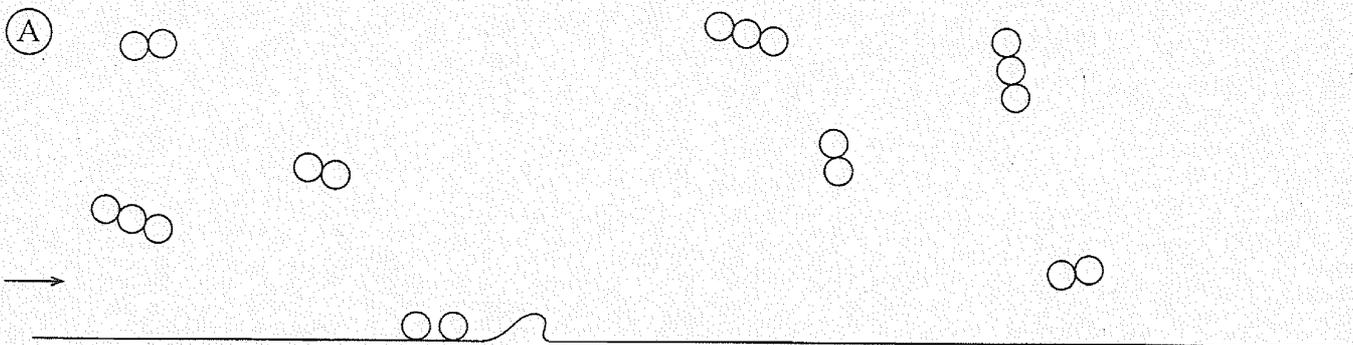
## Chemische Vorgänge an der Katalysatoroberfläche

Beispiel: Umwandlung von CO und NO (Redoxreaktion)

Fülle die Kreise sachgerecht mit den Farben für die Atome der verschiedenen Elemente aus.

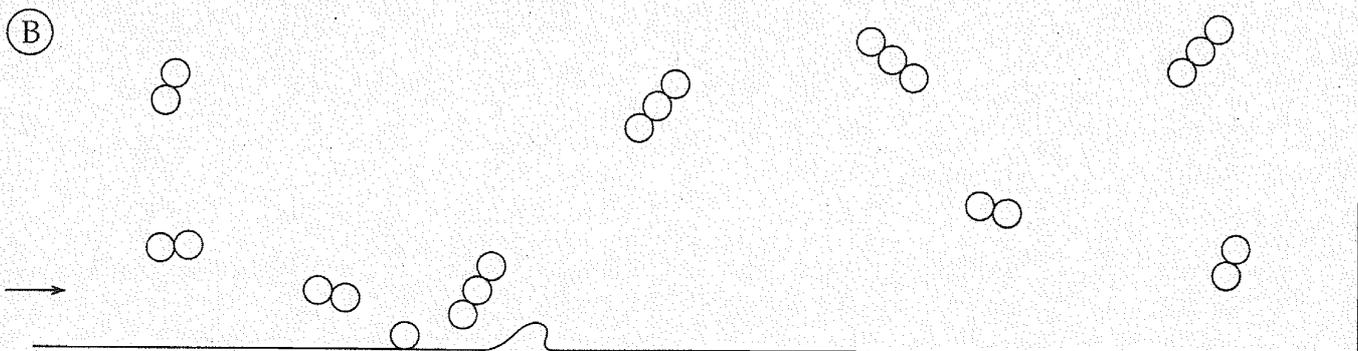
Rot: \_\_\_\_\_ Blau: \_\_\_\_\_

Schwarz: \_\_\_\_\_



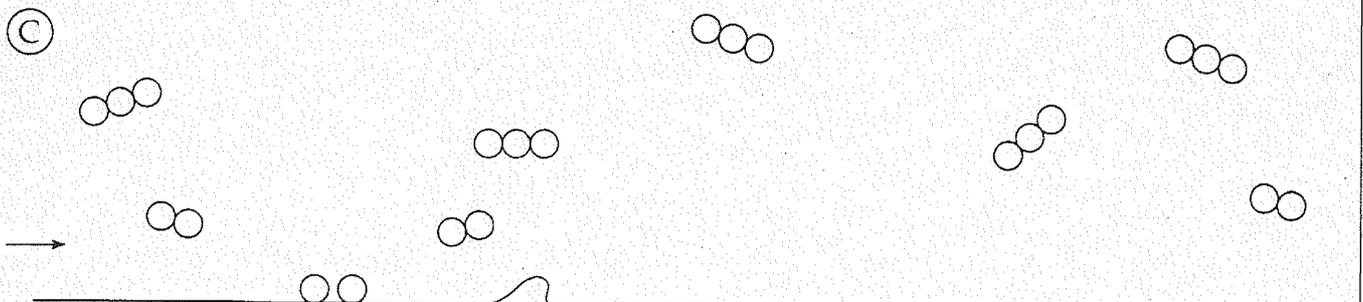
1. Lockerung der Bindung im angelagerten Stickstoffmonoxidmolekül (NO)

2. Annäherung eines Kohlenstoffmonoxidmoleküls (CO)



3. Bildung des Kohlenstoffdioxidmoleküls (CO<sub>2</sub>)

4. Mehrmalige Wiederholung dieses Vorgangs



5. Bildung eines Stickstoffmoleküls (N<sub>2</sub>) aus zwei Stickstoffatomen

zum Ende des 10. Schuljahrs behalten – insbesondere die Unterschiede innerhalb des Tagesverlaufs und zwischen Stadt und Land.

### Allgemeine Erfahrungen

- Eine schriftliche Befragung am Ende der 9. Klasse und eine abschließende schriftliche und mündliche Befragung am Ende der 10. Klasse brachten folgende Ergebnisse, die durch ständige teilnehmende Beobachtung gestützt werden: Durchweg bleibt bei dieser inhaltlichen und methodischen Art von Chemieunterricht der sonst so oft gefürchtete Einbruch der Attraktivität des Chemieunterrichts in der 9. Klasse aus. Noch erfreulicher ist, dass bei der Hälfte von 78 befragten Schülern nach eigener Einschätzung das „Interesse an Chemie“ bis zum Ende der 10. Klasse nicht abnimmt, sondern z. T. (16 %) sogar zunimmt! Nur 8 % aller Schüler geben nach und nach sinkendes Interesse an. Besonders attraktiv ist für die meisten die Möglichkeit, an mehreren Stellen offener und voneinander zu lernen (Wahldifferenzierter Unterricht bzw. Gruppenaufgaben bei „Klärwerk“). Dennoch empfinden die Schüler ihren Chemieunterricht durchaus als normalen Unterricht. Für einen größeren Teil ist es nützlich, sich etwas eingehender mit Alltagsfragen zu beschäftigen. Inhaltlich werden neben den beiden offenen Abschnitten („Verkehr“ und „Lebensmittel“) besonders „Batterien“, „Oxidation“ und „Ozon“ als persönlich nützlich empfunden. Für einen Teil der Schüler ist Chemieunterricht aber weiterhin „notwendiges Übel“, wird aber nicht (als „ätzend“) stark abgelehnt, sondern teilweise in seiner realen Umsetzung als positiv empfunden („*Eigentlich habe ich ja mit Chemie nichts am Hut, aber ...*“). In einer Rangfolge von sieben Fächern<sup>9)</sup> steht Chemie bei zwei Dritteln der befragten Schüler nicht auf den letzten beiden Plätzen.
- Das Experimentieren steht im alltagsorientierten Chemieunterricht im Vordergrund, ist es doch eine Möglichkeit, durch eigenes Handeln Erfahrungen in neuen Feldern zu sammeln. Dagegen tritt die sonst vorrangige Funktion von Experimenten deutlich zurück, nämlich für einige Zeit dem Druck des Lehrers und des Lernstoffs ausweichen zu können [9]. So konnte fast durchweg beobachtet werden, dass die Schülerexperimente nicht immer die überragende Attraktivität wie gewohnt besitzen. Zum einen gibt es an vielen Stellen andere Möglichkeiten zum Sammeln von eigenen Erfahrungen durch Handeln (u. a. im Wahldifferenzierten Unterricht), zum anderen wird bei alltagsorientierten Experimenten der Zwang zur Auswertung bis hin zur Einschätzung für den Alltag wesentlich stärker – und das fällt keineswegs leicht.
- Die sonst durchaus häufige Langeweile (sichtbar Müdigkeit, Unsinn machen, stören) ist deutlich weniger zu beobachten. Viel seltener wird ostentativ der Gong herbeigesehnt. Oft ist bei Unterrichtsabschnitten mit Wahldifferenziertem Unterricht sogar zu beobachten, dass bis zum Gong gearbeitet wird, ja dass er manchmal in der Pause innerhalb der Doppelstunde überhört wird.

### Ausblick

Diese Ergebnisse haben uns Mut gemacht, weiter an Verbesserungen zu arbeiten und inhaltliche Alternativen aus-

zuarbeiten. Alltagsorientierter Chemieunterricht ist durchgängig im Regelunterricht zu verwirklichen und hat deutliche Vorzüge für Schüler und Lehrer! Kann er auch die Öffentlichkeit eher von der Notwendigkeit des Fachs Chemie überzeugen?

### Literatur

- [1] Just, E.: Ein Beitrag zur Entwicklung binnendifferenzierender Maßnahmen während der individuellen Aneignung neuer Lerninhalte. *chimica didactica* 1985, S. 95–108.
- [2] Themenheft „Natur- und Chemiefaserstoffe“. *NiU-Chemie* 6 (1995), Nr. 26.
- [3] Themenheft „Papier“. *NiU-Chemie* 6 (1995), Nr. 29.
- [4] Themenheft „Feuer – Feuer löschen“, *NiU-Chemie* 1 (1990) Nr. 1.
- [5] Just, E.: Lernhilfe-Materialien zum Einführungsunterricht in die chemische Zeichensprache. In: Härtel, H. *Zur Didaktik der Physik und Chemie* 1980. Leuchtturm-Verlag Alsbach 1981.
- [6] Kaup-Hartog, G.: Gestaltung von Experimenten im Chemie-Anfangsunterricht. In: *Zur Didaktik der Physik und Chemie*. Alsbach, 1987, S. 199–201.
- [7] Just, E., Woest, V.: Umwelterziehung in der Sekundarstufe I – Handreichungen zu den Unterrichtseinheiten „Verkehr in unserem Stadtteil“ und „Getränkerverpackungen“. *Bremer Reihe Umwelterziehung*, Bd. 1, Bremen 1994.
- [8] Woest, V., Jückstock, P.: Papier – Handreichungen zu einer Unterrichtseinheit. *Bremer Reihe Umwelterziehung*, Bd. 2, Bremen 1995.
- [9] George, R.: Realitätsbezogene Experimente – Betroffenheit und Möglichkeit für Lernen. Dissertation Kassel 1989.
- [10] Aebli, H.: Denken: Das Ordnen des Tuns. Bd. 1: Kognitive Aspekte der Handlungsebene. Stuttgart 1980.
- [11] Arnold, Eysenck, Meilei: *Lexikon der Psychologie*. Verlag Herder, Freiburg 1988, S. 2346–2347.
- [12] Bönsch, M.: Wahldifferenzierter Unterricht in der Hauptschule. Universität Hannover. Schriftenreihe des FB Erziehungswissensch. I, Hannover 1988.
- [13] Woest, V.: *Offener Chemieunterricht*. Leuchtturm Verlag, Alsbach 1995.
- [14] Kiepe, K. (BASF) in *FR* v. 20. 6. 96, S. 6.

### Anmerkungen

- <sup>1)</sup> Das Vorhaben wurde vom Senator für Bildung und Wissenschaft der Freien Hansestadt Bremen vor allem durch Teil-Freistellungen der Lehrer gefördert.
- <sup>2)</sup> Zum Handlungsbegriff siehe z. B. Aebli [10].
- <sup>3)</sup> Zum Transfer in inhaltlich ähnlichen oder in verschiedenen Feldern siehe z. B. [11].
- <sup>4)</sup> Vgl. M. Bönsch [12], E. Just / V. Woest [7] und V. Woest [13].
- <sup>5)</sup> Im eigenen Arbeitskreis sind mit vielen Lehrern mehrere Themenkreise mit Wahldifferenziertem Unterricht aufgearbeitet; Handreichungen [7, 8] können gegen DM 13,- (Druck und Porto) angefordert werden.
- <sup>6)</sup> Wahldifferenzierter Unterricht ist für den Lehrer keine schwierige Unterrichtsmethode, selbst nicht für Studenten. Wichtig ist allerdings, dass vor dem Unterricht ein Angebot von Informationsmaterialien, Experimentieranleitungen und Planungshilfen für die Schülergruppen bereitsteht – selbst erstellt oder in Form einer Handreichung!
- <sup>7)</sup> Auch die chemische Industrie fordert von Auszubildenden soziale Kompetenzen und die Fähigkeit, relativ selbstständig und mit eigenem Antrieb zu arbeiten vgl. [14].
- <sup>8)</sup> Sie ist unter der Adresse der Autoren zum Selbstkostenpreis von DM 8,- (Druck + Porto) zu beziehen.
- <sup>9)</sup> Biologie, Chemie, Physik, Geschichte, Deutsch, Mathematik, Englisch.

Prof. Dr. Eberhard Just, geb. 1938,  
seit 1976 Professor an der Universität Bremen (Chemiedidaktik),

Jochen Behrendt, Lehrer an einem Schulzentrum in Bremen.

Sabine Faust, Lehrerin an einem Schulzentrum in Bremen.

Jutta Meyer-Vogel, Lehrerin an einem Schulzentrum in Bremen.

Rainer Uebbers, Lehrer an einem Schulzentrum in Bremen.

Adresse: Universität Bremen (Chemiedidaktik), FB 2,  
Pf. 330440, 28334 Bremen.

**Zu diesem Heft**



**Liebe Leserinnen, liebe Leser,**

an vielen Schulen vollziehen einzelne Lehrer oder vereinzelt auch größere Teile eines Fachkollegiums faktisch bereits eine viel stärkere Erneuerung des Chemieunterrichts, als es in der öffentlichen fachdidaktischen Diskussion den Anschein hat. Deshalb will dieses Heft nicht allein Anregungen für Veränderungen des Chemieunterrichts geben, sondern Lehrer auch bei schon vollzogenen Bemühungen bekräftigen.

Es hieße allerdings das Kind mit dem Bade auszuschütten, wenn das Konzept des alltagsorientierten Chemieunterrichts als Allheilmittel zur Beseitigung aller Defizite angesehen würde, die in der Öffentlichkeit, bei den Schülern, Lehrern, Eltern am Chemieunterricht und z. T. generell an der Sek. I kritisiert werden. Alltagsorientierter Chemieunterricht begegnet aber der Kritik, folgenlos für den Lernenden, ja für die Gesellschaft zu sein.

Im vorliegenden Heft wird das Konzept Alltagsorientierter Chemieunterricht vorgestellt und mit ähnlichen Ansätzen verglichen. E. Just und die beteiligten Chemielehrer stellen ein in mehreren Klassen erprobtes Vorhaben vor, in dem versucht wurde, den gesamten Chemieunterricht der Sek. I alltagsorientiert zu gestalten. Das Konzept des Arbeitskreises von R. Piosik, in Polen alltagsorientierten Chemieunterricht in der entsprechenden Schulstufe zu realisieren, enthält auch für uns viele Anregungen. Der Beitrag von P. Pfeifer stellt eine interessante, alltagsbezogene Unterrichtsmöglichkeit dar, mit Speckpulver eine „Gewürzmischung“ experimentell im Chemieunterricht der Sek. I zu behandeln. Mit dem Beitrag von V. Woest soll im Überblick verdeutlicht werden, dass das Konzept „Alltagsorientierter Chemieunterricht“ keineswegs am Ende der Sek. I seine Tragfähigkeit erschöpft hat. J. Behrendt und E. Just gehen in ihrem Beitrag darauf ein, wie das Ziel, Chemieunterricht alltagsorientiert auszurichten, die Kriterien und die Ausgestaltung chemischer Schulexperimente beeinflusst.

E. Graf stellt am Beispiel des Themas Sauerstoff mit der methodischen Variante des „Lernzirkels“ einen Abschnitt mit arbeitsteiligem und inhaltlich leicht geöffnetem Chemieunterricht vor, der durchaus Bezüge zu alltagsorientiertem Chemieunterricht aufweist. H. Keune und D. Frühauf präsentieren eine umfangreiche Sammlung von bekannten und von eher neuartigen Versuchen zu Kohlenstoffdioxid und zum Verständnis von Gasen allgemein.

Wir freuen uns, wenn wir Ihnen Anregungen und Unterstützung für Ihren Unterricht gegeben haben.

*E. Just      Romuald Piosik*

Naturwissenschaften im  
**Unterricht**  
**Chemie**

Heft 37, Januar 1997,  
8. Jahrgang

**Alltagsorientierter  
Chemieunterricht**

Herausgeber: Prof. Dr. Eberhard Just  
Prof. Dr. Romuald Piosik

**Basisartikel**

Eberhard Just  
Alltagsorientierung im Chemieunterricht 4

**Unterrichtspraxis**

Jochen Behrendt, Eberhard Just, Sabine Faust,  
Jutta Meyer-Vogel und Rainer Uebers  
Alltagsorientierter Chemieunterricht  
– erprobter Unterricht in der Sekundarstufe I 9

Romuald Piosik  
Alltagsorientierung und Umweltverhalten  
– Erprobung im Chemieunterricht der Sek. I in Gdańsk (Danzig) 17

Kerstin Hansen, Rolf Vitzthum und Peter Pfeifer  
Zusammensetzung einer „Gewürzmischung“  
– Anregungen für den experimentellen Chemieunterricht 23

Volker Woest  
Organische Stoffe des Alltags  
– Alltagsorientierter Unterricht in Chemiekursen 28

Jochen Behrendt und Eberhard Just  
Alltagsorientierung  
– als Vorgabe für Experimente im Chemieunterricht 32

Erwin Graf  
Lernzirkel zum Thema „Sauerstoff“  
– eine Unterrichtskonzeption  
für die Sekundarstufe I (1. Unterrichtsjahr Chemie) 37

Herbert Keune und Dieter Frühauf  
Experimentieren mit Gasen  
Wie lassen sich allgemeine Vorstellungen über Gase  
am Beispiel von Kohlenstoffdioxid gewinnen und ausbauen? 42

**Magazin**

Axel Piechocki  
Gefahrstoffe verwalten mit CHISELA 47

Volker Fabricius  
Zwischen Ozonloch und nuklearem Winter  
Chemie-Nobelpreis 1995 48

Buchrezension 50  
Experimentierkartei 51

Vorschau/Rückschau/Impressum 2. U.  
Kurzfassungen 53



# PROJEKT 7

*Alltags- und umweltorientierter  
Chemieunterricht in der SekI  
und im allgemeinbildenden  
Chemieunterricht  
von FOS-Klassen  
Materialienband*

*Richten Sie Ihre Fragen bitte an*

Prof. Dr. Eberhard Just  
Universität Bremen FB 2

Postfach 330 440  
28 334 Bremen

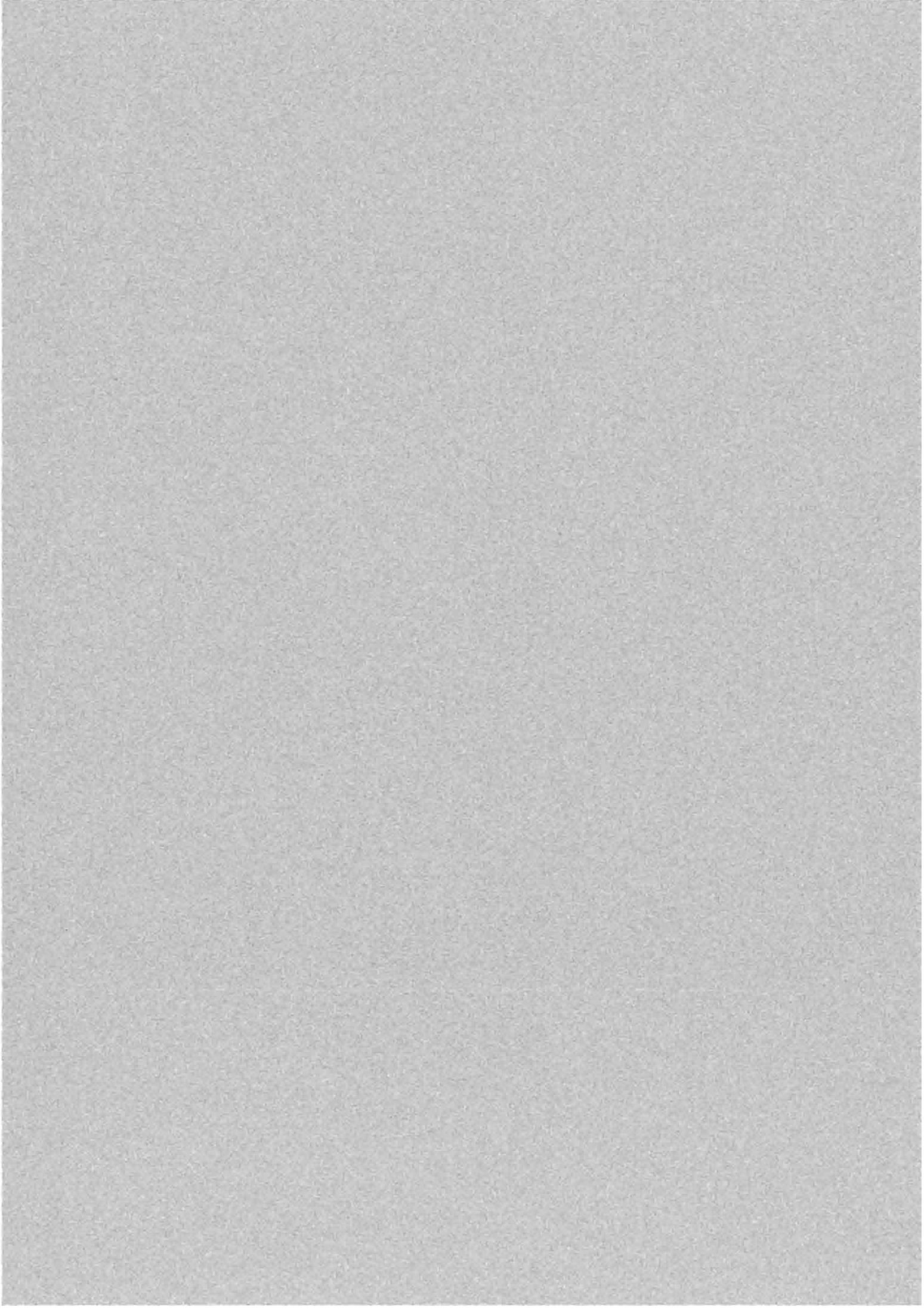


0421-218-2902

# Anhang Teil 1:

## Materialien zur 8. Klasse

Inhaltsverzeichnis	Seite
0. Gesamtüberblick der Materialien vom Anhang	
<b>1. Sequenz 1: Müll und Stoffrecycling</b>	
1.1 <i>Experiment 1:</i> Altpapier recyceln.....	2
1.2 <i>Experiment 2:</i> Getränkeverpackungen auf verschiedene Materialien untersuchen.....	5
1.3 <i>Experiment 3:</i> Verbundkarton-Recycling auf der Heizplatte.....	6
1.4 <i>Experiment 4:</i> Wie gut oder schlecht ist Glas zu recyceln?.....	7
1.5 Glasrecycling.....	8
1.6 <i>Experiment 5:</i> Wie erkenne ich Aluminium für die Sammlung?.....	10
1.7 Auswertung der Experimente 1-5.....	16
<b>2. Sequenz 2: Feuer:</b> siehe Kernbericht, Seite 10	
<b>3. Sequenz 3: Verbrennung, Oxidation</b>	
3.1 <i>Experimente 6. und 7:</i> Luft ist zur Verbrennung nötig.....	19
3.2 <i>Experiment 8:</i> Nachweis von CO <sub>2</sub> bei der Verbrennung von Holzkohle.....	24
<b>4. Sequenz 4: CO<sub>2</sub> als Sauerstofflieferant, Reduktion</b>	
4.1 <i>Experiment 9:</i> Reduktion von Kohlenstoffdioxid mit Magnesium.....	26
4.2 <i>Experiment 9a:</i> Kann man brennendes Magnesium mit Wasser löschen?.....	28
<b>5. Sequenz 5: Kaliumnitrat (KNO<sub>3</sub>) als Oxidationsmittel</b>	
5.1 <i>Experiment 10:</i> Untersuchung eines Feuerwerkskörpers.....	29
5.2 <i>Experiment 11:</i> Kaliumnitrat als Oxidationsmittel, Kaliumnitrat als Sauerstofflieferant zur besseren Verbrennung.....	32
5.3 <i>Experiment 12:</i> Herstellen von Streichhölzern.....	34
<b>6. Sequenz 6: Feuer löschen</b>	
6.1 <i>Experiment 13:</i> Feuer löschen.....	35
6.2 Vorsichtsmaßnahmen.....	36
6.3 Informationen zur Feuerwerkschemie und zur industriellen Herstellung von Feuerwerken.....	37
6.4 Infoblatt Brandklasseneinteilung nach DIN EN 2.....	46



# Anhang Teil 1

## Materialien zur 8. Klasse Sequenzen 1 - 6

### **8. Jahrgangsstufe** (Halbjahr mit 2 Wochenstunden)

**0 Spiel zum Einstieg**

**1 Müll und Stoffrecycling**

**2 Feuer**

**3 Verbrennung**

**4 CO<sub>2</sub> als Sauerstofflieferant, Reduktion 5 KNO<sub>3</sub> als Oxidationsmittel**

**6 Feuer löschen**

### 9. Jahrgangsstufe (mit 2 Wochenstunden)

7 „Verkehr in unserem Stadtteil“

8 Katalysator

9 Stickoxide und Sommersmog

10 Verbrennung und „Saurer Regen“

11 Saure Reiniger und

12 basische Reiniger

13 Wasser

### 10. Jahrgangsstufe (mit 2 Wochenstunden)

14 Batterien und Akkumulatoren

16 Lebensmittel und Ernährung

15 Erdöl und Kohlenwasserstoffe

17 Stärke

18 Cellulose

19 Kunstfasern, Textilien

Experimentieranleitungen, Auswertungshilfen,  
Informationsmaterialien

# Experiment 1

## Altpapier recyceln

### Was der Versuch soll:

Zeitungspapier kann verhältnismäßig einfach recycelt werden. Das selbst hergestellte „Recyclingpapier“ kann auf seine Eigenschaften hin untersucht und mit gekauftem Papier verglichen werden.

### Geräte/Chemikalien:

Becherglas (400 ml), Kunststoffwanne (ca. 4 Liter), Kupfernetz, Glasstab, Heizplatte oder Trockenschrank, großes Teesieb, Meßzylinder (20 ml), Brenner, Dreifuß, Drahtnetz, evtl. Spatel oder Küchenmesser

Natronlauge (verdünnt, ca. 8-10%-ig), Wasserstoffperoxid (30%-ig), Wasser, 1 Zeitungseite

### Sicherheit:

Natronlauge und Wasserstoffperoxid sind sehr aggressive Substanzen!  
Durchführung des Experiments nur mit Schutzbrille und Handschuhen!

### Durchführung:

#### 1. Vorbereitung

Eine halbe Seite Zeitungspapier wird in kleine Stücke (2x2 cm) zerrissen. Diese Schnipsel werden in das Becherglas gegeben und mit Wasser bedeckt (ca. 100 ml).

Nachdem 8 ml Natronlauge hinzugegeben wurden, wird alles zu einem Brei verrührt.

#### 2. Entfärben (Deinking)

Dem Papierbrei werden ca. 10 ml Wasserstoffperoxid zugefügt. Unter Rühren wird er dann mit dem Brenner bis zum Kochen erhitzt, etwa 10 Minuten weiterkochen lassen. Dabei wird der Brei sichtbar heller. Anschließend läßt man abkühlen. Danach wird der Papierbrei in das Teesieb gefüllt und unter fließendem Wasser gründlich gespült.

#### 3. Papier selbst herstellen

4-5 Teelöffel des gebleichten und gewaschenen Papierbreis werden in die mit Wasser gefüllte Kunststoffwanne gegeben. Nach dem Verrühren wird mit Hilfe des Kupfernetzes eine dünne Schicht Faserbrei geschöpft.

Das Netz mit der Schicht kann nach dem Abtropfen in den Trockenschrank oder auf die Heizplatte gelegt werden. Bei ca. 100°C trocknet das Papier in 7 - 10 Minuten (Heizplatte), im Trockenschrank dauert es länger. Danach wird das Papier vorsichtig vom Netz abgetrennt, indem man an einer Ecke behutsam abzulösen beginnt (evtl. mit Küchenmesser oder Spatel als Hilfsmittel).

### Auswertung:

Das selbst hergestellte Papier kann untersucht werden: Beschreibbarkeit mit verschiedenen Stiften, „Beschaffenheit“.



## Altpapiersammlung

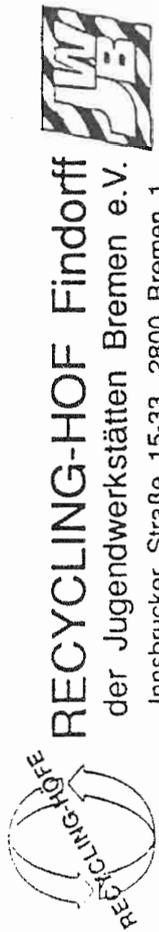
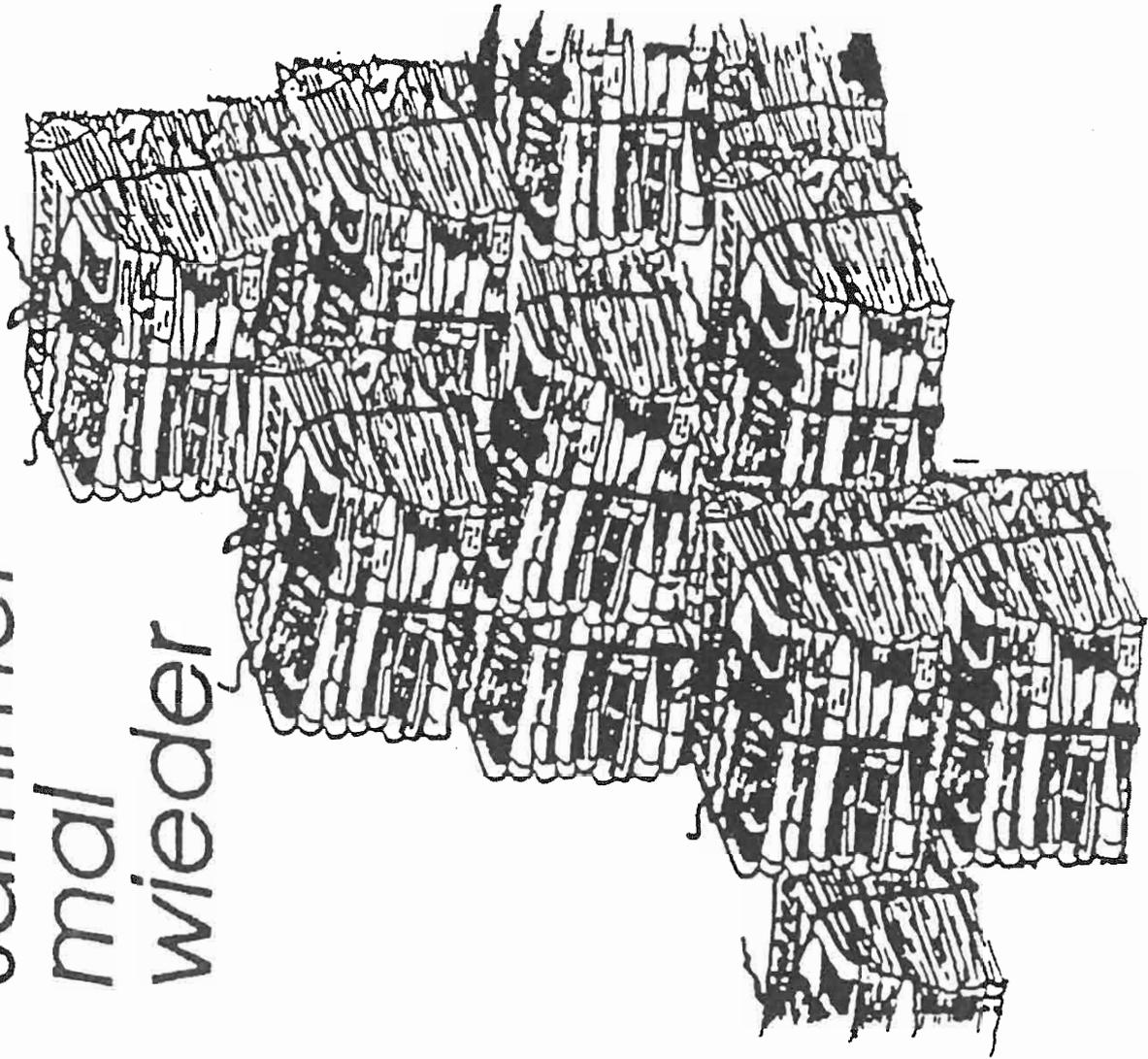
Sortierte Altpapiersammlungen sind wertvoller als unsortierte. Das gilt für alle Materialien, egal ob Glas, Metall oder Papier. Am wichtigsten ist es, daß keine Fremdstoffe in die Sammelbehälter gelangen. Papiere mit Kunststoff- oder Metallbeschichtungen gehören nicht in die Sammlung. Im Zweifelsfall lieber die Mülltonne benutzen, damit ein "sauberes", sortenreines Recycling möglich ist.

Die Papiersammlung kann zusätzlich in folgende Gruppen unterteilt werden:

- **Pappe**
- **Zeitungen/Zeitschriften**
- **Mischpapier**

Sammeln	Nicht sammeln
Zeitschriften Zeitungen Hefte Kataloge Telefonbücher Computerpapier Kalender Prospekte Pappen Kartonagen Verpackung aus reinem Papier	Saftkartons Milchverpackungen Kaffeeverpackungen Windeln Hygienepapier Butterbrotpapier alte Tapeten stark verunreinigte Papiere

# sammel mal wieder



**RECYCLING-HOF Ffindorff**  
der Jugendwerkstätten Bremen e.V.

Innsbrucker Straße 15-33, 2800 Bremen 1  
Tel. (0421) 37 40 44 Öffnungszeiten: Mo-Fr 8-17 Uhr Sa 8-13 Uhr

# zum Beispiel PAPIER

# Herstellung von Papier

Unsere Städte sind voll mit unsichtbaren toten Wäldern. Jeden Tag werden 200 000 Bäume für den Papierverbrauch der BRD abgeholzt. 20 Millionen Festmeter Holz jährlich, vorwiegend für die Fraktionen "Ex und Hopp" oder "Wisch und Weg", wie Werbeseidungen, Hygienepapiere, Saftkartons oder andere Verpackungen.

Bäume, die in großen naturfeindlichen Monokulturen angepflanzt werden, sind die wesentlichen Rohstofflieferanten. Um eine ergiebige Ernte zu garantieren, müssen hier gewässerbelastende Insektenvernichtungsmittel eingesetzt werden, das immer häufigere Roden und Wiederbepflanzungen laugt den Boden zunehmend schneller aus und raubt vielen Tieren den Lebensraum. Das geschnittene Holz wird dann oft abermals mit Chemikalien behandelt, damit es Insekten wie den Borkenkäfern nicht zum Opfer fällt.

Die BRD importiert das Holz (meist schon in Form von Zellstoff) zu 80% aus Skandinavien, Kanada, USA, Brasilien oder Portugal. Das bedeutet, das die Transportwege oft mehrere tausend Kilometer betragen. Kleingehackt werden die Holzchips energieraufwendig und mit hohem Wasserverbrauch zu Zellstoff verarbeitet. Pro Tonne Zellstoff werden 240 000 l Wasser benötigt, die mit chemischen Zusätzen wie schwefliger Säure, Magnesiumhydrogensulfid und Calcium verunreinigt werden.

Bei der Weiterverarbeitung des Zellstoffes zu den verschiedensten Papiersorten werden abermals pro Tonne Papier 40000 l Wasser benötigt, außerdem müssen Füll- und Hilfsstoffe, Leim und Kaolin beigewandt werden. Ein Großteil der erzeugten Papiere wird immer noch mit umweltschädlichen Chlor gebleicht, damit es "schön" weiß ist. Zum Schluß wird das aufwendig erzeugte Produkt oft noch mit Farben und Lacken bedruckt, deren Herstellung und Entsorgung man kaum als umweltschonend bezeichnen kann.

Papier ist zum Wegwerfen viel zu schade. Mit jedem Stück Papier in der Mülltonne wird ein wiederverwertbarer Rohstoff weggeworfen, kostbares Wasser "weggeschüttet" und wertvolle Energie verschwendet.

**Papier einsparen ist der beste Umweltschutz.**

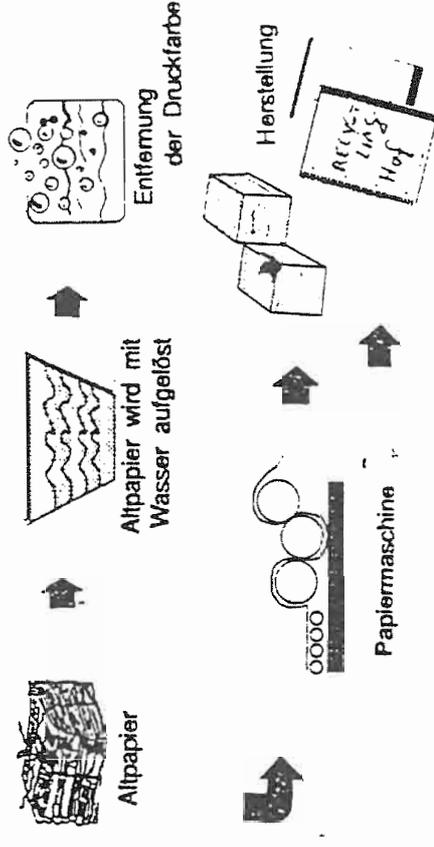
# Papier-Recycling

**Ein Verfahren, das Wasser, Holz und Energie einspart** ...  
Durch die Verwendung von 100% Altpapier als Rohstoff für die Papierproduktion werden:

- 90 % weniger Frischwasser benötigt
- 60 % weniger Energie verschwendet
- 60 % weniger Schadstoffe an die Luft abgegeben
- keine neuen Bäume geschlagen

Der Dreck, der durch die Produktion (chlor)gebleichter Papiere aus Frischholz erzeugt wird, ist in den sauberen Geschäftsauslagen nicht zu sehen. Speziell gestrichene Hochglanzpapiere sind wegen der Schwermetallbelastung besonders problematisch. Die Kosten die uns durch Naturraubbau und Umweltvergiftung entstehen, erscheinen nicht auf den Preisschildern der "sauberen" Produkte, wir müssen sie an anderer Stelle bezahlen. Die "Naturreparaturkosten" steigen jährlich in Millionenhöhe, so daß bei einer Gesamtaufrechnung die Preise der "teuren Recycling-Produkte" wesentlich günstiger ausfallen würden. Kann auf ein Produkt nicht verzichtet werden, so sollten vorrangig wiederverwertbare Waren gekauft werden.

# Produktion von Recycling-Papier



# Experiment 2

## Getränkeverpackungen auf verschiedene Materialien untersuchen

### Was der Versuch soll:

Getränkeverpackungen bestehen - mit Ausnahme der Getränkeflaschen - aus mehreren Materialien. Die Schichten einer Verbundverpackung sind zunächst schwer oder gar nicht zu erkennen. Deshalb werden die Verbundkartons zuerst eingeweicht; dann wird versucht, die Schichten voneinander zu trennen und zu identifizieren.

Bei Getränkedosen verhalten sich die einzelnen Schichten in der Flamme unterschiedlich. Dadurch erfährt man beim Erhitzen etwas über den Schichtaufbau.

### Geräte/Chemikalien:

3 Bechergläser (250 ml), Pinzette, Lupe, Schere, Metallschere, Verbundkartons von Saft/H-Milch/Frischmilch, Weißblech-Dose, Aluminium-Dose, Brenner, Tiegelzange, Wasser

### Sicherheit:

1. Wenn möglich: Beim Erhitzen Abzug benutzen!
2. Vorsicht beim Umgang mit den scharfkantigen Metallstücken!

### Vorbereitung (Eine Woche vorher!):

Die Verbundkartons werden in kleine Stücke geschnitten und diese jeweils in ein Becherglas mit Wasser gegeben. Laß einige Tage einweichen!

### Durchführung:

1. Nimm eingeweichte Stücke der Verbundkartons und versuche, die Schichten voneinander zu trennen, sie möglichst „sauber“ zu erhalten und zu identifizieren (z.B. Papier von PE "abrubbeln").

Du mußt vorsichtig und sorgfältig arbeiten (z.B. vorsichtige Reißprobe) und genau beobachten, da die Schichten zum Teil sehr dünn sind.

Benutze Pinzette und Lupe!

2. Schneide mit der Metallschere kleine Stücke aus den Dosen und halte sie mit der Tiegelzange in die rauschende Flamme des Brenners!

### Auswertung:

Wie unterscheiden sich Saft- und Frischmilch-Verbundkartons ? Warum unterscheiden sie sich ? Aus welchen Materialien bestehen Getränkedosen ?

Nach diesem Versuch und mit Hilfe weiterer Informationen kannst Du vielleicht Aussagen zur Recyclingfähigkeit und -möglichkeit bei den einzelnen Verpackungen machen und evtl. eine eigene Beurteilung abgeben.

# Experiment 3

## Verbundkarton-Recycling auf der Heizplatte

### Was der Versuch soll:

Aus Verpackungen aus Verbundkarton, beschichtetem Aluminium stellt man heute Preßplatten her. Aus diesen können verschiedene Gebrauchsgegenstände gefertigt werden. Man versucht auf diese Weise, Einweg-Getränkeverpackungen wieder zu verwerten.

### Geräte/Chemikalien:

- Elektrische Heizplatte
- Tiegelzange, Schere, Keramiknetz
- Alufolie, Getränkeverpackungen aus Verbundkarton
- Standbodenbeutel (Getränkebeutel), Tragetasche aus PE
- Feinsäge

### Sicherheit:

Heizplatte nach Beendigung des Versuchs ausschalten!

### Durchführung:

Schalte die Heizplatte auf 1/3 ihrer maximalen Leistung ein!

Schneide ein 20x20 cm großes Stück Alufolie zu!

Schneide sehr kleine Stücke (etwa 0,5 cm) von Getränkekartons, Getränkebeuteln und Tragetaschen (PE) zurecht!

Mische jeweils mindestens eine Hand voll des zerschnittenen Materials zu einer Probe!

Lege diese in die Mitte der Alufolie und verteile die Stücke zu einem rechteckigen Körper (ca. 10x10 cm) bei einer Höhe von 0,5 cm!

Schlage die Alufolie fest um diesen Körper (Schicht)! Achte auf gerade Kanten!

Lege das "Päckchen" mit Hilfe der Tiegelzange auf die Heizplatte und drücke es mit Hilfe des Keramiknetzes fest auf!

Das "Päckchen" wird jeweils nach einer Minute gewendet und mit dem Keramiknetz immer fest aufgedrückt!

Achtung: Wenn beim Erhitzen Rauch aus dem "Päckchen" aufsteigt, dieses sofort von der Heizplatte nehmen und abkühlen lassen! Nach kurzer Zeit vorsichtig weiter erhitzen!

Nach etwa 10-15 Minuten ist der Vorgang abgeschlossen, so daß das "Päckchen" unter fließend Wasser abgekühlt werden kann.

Versuche, die Platte zu zersägen.

### Auswertung:

Beschreibe das entstandene Produkt!

Welche Eigenschaften hat es?

# Experiment 4

Wie gut oder schlecht ist Glas zu recyceln (einzuschmelzen)

## Was der Versuch soll:

Glasrecycling geschieht durch Einschmelzen von Altglas-Scherben. Um selbst eine Vorstellung von den Temperaturen und dem Energieaufwand dabei zu bekommen, wird eine Glascherbe einer Einwegflasche (Mehrweg ginge natürlich auch!) in der heißesten Bunsenbrennerflamme geschmolzen.

## Geräte, Chemikalien:

2 Tiegelzangen; verschiedene Glasflaschen (Einweg/Mehrweg); Bunsenbrenner oder Kartuschenbrenner; Schutzbrille; Papier zum Einwickeln der Flasche; Hammer

## Sicherheit:

Während des gesamten Versuches: Schutzbrille aufsetzen!

Vorsicht beim Zerschlagen der Glasflasche; Keine Nachbarn ohne Schutzbrille in direkter Nähe!

Die Glasflasche wird in ein festeres Papier (oder 2 Papierlagen) eingewickelt und erst dann mit einem Hammer zerschlagen; Vorsicht beim Auspacken der Glasscherben.

Vorsicht beim Erhitzen und beim Abkühlen vor Verbrennungen!

Die Scherben nicht in den normalen Papierkorb werfen (Reinigungskräfte würden sich verletzen!!)

## Durchführung:

Wickle die Glasflasche in Papier ein :

Zerschlage einigemal die Glasflasche mit Hammer.

Wickle vorsichtig die Scherben aus.

Zünde Bunsenbrenner an und stelle die nicht leuchtende Flamme ein (Luftzufuhr).

Halte 1 längliche, schmale Scherbe (nicht größer als ca. 3x1 cm) mit der Tiegelzange in die heiße Brennerflamme (über den inneren, blauen Kegel).

Schmilzt das Glas, dann kannst Du es mit der 2. Tiegelzange ziehen und formen.

Wiederhole den Versuch mit einer 2. Glasart.

## Auswertung:

Wie beurteilst Du den Energieaufwand zum Glasrecycling jetzt?

Wie könnte Energieverluste beim industriellen Schmelzen verringern?

**Mehrweg-Glas**

Mehrweg-Glas bringt durch Transport, Sammlung, Sortierung und Reinigung unbestreitbar Umweltbelastungen mit sich. Allerdings halten sich diese Belastungen in vertretbaren Grenzen. Die anfallende Lauge bei der Reinigung von Mehrwegflaschen wird regeneriert. Der Laugeverbrauch wird mit 0,6-10 Milliliter pro Flasche angegeben. Diese sogenannte verschleppte Lauge kann im Abwasser mit Kohlendioxid und Rauchgas neutralisiert werden. Der zweite Belastungsfaktor ist der Energieverbrauch bei Transport und Reinigung. Die Mehrweg-Glasflasche ist eine optimale Verpackung. 40-50 mal kann sie nach Rücknahme und Reinigung wieder befüllt werden. Die defekten Flaschen werden automatisch aussortiert und kommen als sortenreine Scherben wieder in die Neuproduktion. Darum **Mehrweg ist der Weg,**

**denn Mehrweg ist auch Wiederverwertung erster Güte!**

**Das gehört in die Glassammlung**

Grundsätzlich nur Hohlglas wie :  
 Flaschen  
 Konservengläser  
 Marmeladengläser  
 Weckgläser  
 Trinkgläser (nur kleine Mengen)

**Das gehört nicht in die Glassammlung**

Flachglas (Fensterglas)  
 Leuchtstoffröhren und Glühbirnen  
 Fernsehbildröhren  
 Glasschmuck  
 große Mengen Trinkgläser  
 Dekorationsartikel wie  
 - Kerzenständer, Schalen etc.  
 Autoglas  
 Bauglas (Glasbausteine, Glasziegel)  
 Porzellan, Keramik

Glassammlung mit Durchblick ist first-class-Umweltschutz

Mehrwegflaschen benutzen, denn die werden automatisch auch recycelt!

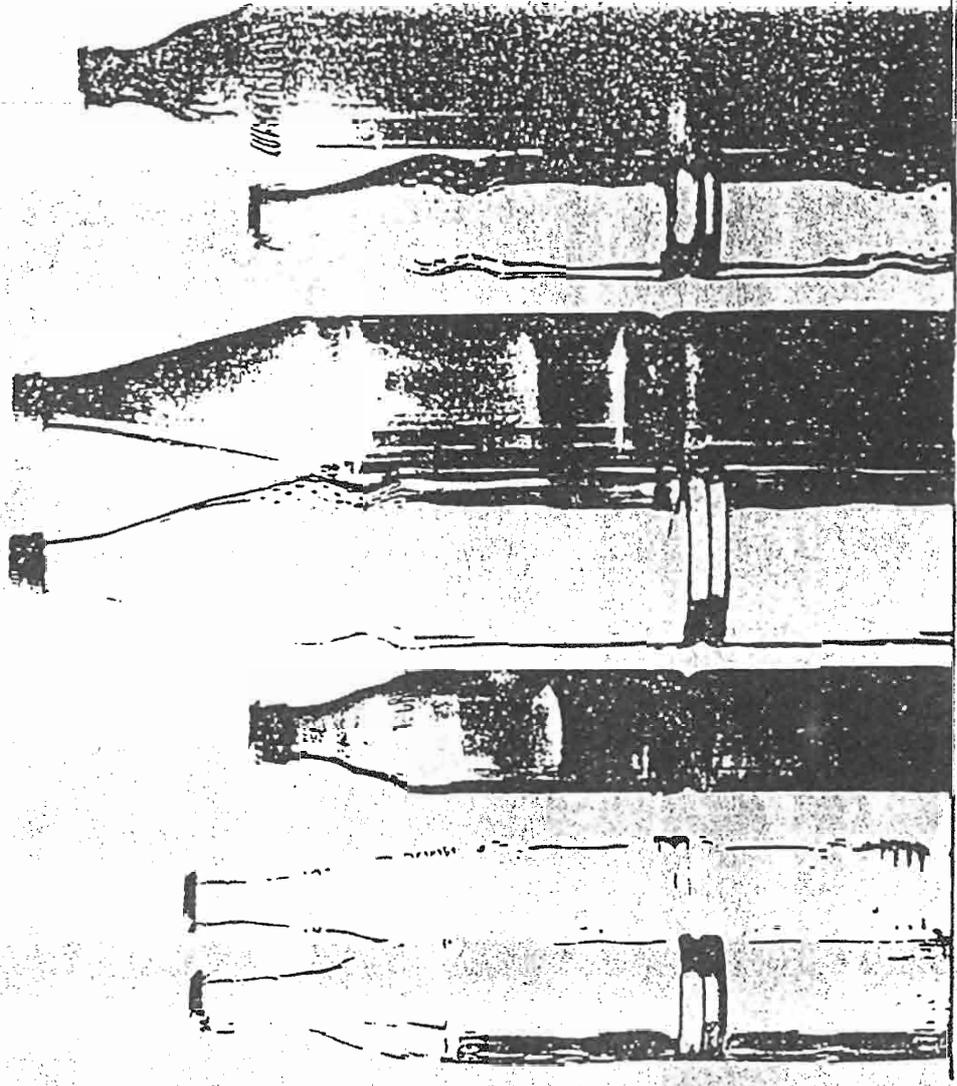
Glas immer nach Weißglas und Buntglas sortieren, damit wertvoller Rohstoff auch über Jahre wertvoll bleibt!

Nur so bleibt

**Glasrecycling - eine klare Sache**

# GLAS

eine klare Sache



**Wertstoffannahme Oberneuland**  
 der Jugendwerkstätten Bremen e.V.

Tel. (0421) 42 58 31, Öffnungszeiten: Mo-Fr 8-18 Uhr, Sa 8-13 Uhr



Auch Glas ist oft nur eine Verpackung. Die Entstehungsgeschichte des Glases ist ca. 5000 Jahre alt. Behälterglas (Hohlglas) als Verpackung gibt es seit ca. 3500 Jahren. Heute werden im wesentlichen hergestellt :

- Behälterglas/Hohlglas (Flaschen, Glasbehälter, Trinkgläser, etc.)
- Flachglas (Fensterglas, Bauglas)
- Spezialgläser (Bildröhren, Uhren, Schmuck, Fotozubehör)
- Glasfasern (Isoliermaterial, Lichtleiter für die Nachrichtenübermittlung)

Für die Sammlung im Glascontainer ist nur das Behälterglas (Hohlglas) von Bedeutung.

Je nach Rezeptur besteht Glas im Wesentlichen aus

54 %	Quarzsand
19 %	Soda
17 %	Kalkspat
8 %	Feldspat
2 %	Zusätze

Soda setzt als Flußmittel die Schmelztemperatur des Quarzsandes herab (auf ca. 1600°C), Kalk macht den Stoff widerstandsfähig, andere Zusätze reinigen und "veredeln" das Glas entsprechend den gewünschten Anforderungen (Farbe, Oberflächenstruktur, Durchsichtigkeit usw.).

Beim Schmelzen wirken Glasscherben als Beschleuniger und sparen dadurch nicht nur Rohstoffe sondern auch Energie. Glas läßt sich problemlos und unendlich oft wiederverwerten (recyclen). Theoretisch ist es also möglich, daß ein heutiges Glasgefäß eingeschmolzene Scherben enthält, welche schon über tausend Jahre alt sind.

Landet Glas in der Mülltonne, wird es zu einem Teil der problematischen Müllverbrennungs-Schlacke oder landet gleich auf einer Deponie, wo es nicht verrotten kann.

Glasrecycling - eine klare Sache

## Umweltbelastungen bei der Glasherstellung

Die Herstellung des Flußmittels Soda für die Glasschmelze ist der wesentlichste Faktor für Umweltbelastungen.

60% des in Deutschland produzierten Sodas werden in der Glasherstellung eingesetzt. Pro Tonne Soda fallen dabei ca. 950 kg Salze an. Diese werden nach einer Vorreinigung in die Flüsse eingeleitet und tragen ganz erheblich zu den Salzbelastungen der Gewässer bei. Dem Rhein werden auf diese Weise jährlich (!) 350 000 t Salze zugeführt. Salzhaltige Schlämme die durch die (Vor)Reinigung entstehen müssen speziell deponiert werden und häufen sich im Laufe der Zeit zu enormen Giftbergen an.

Weiterhin werden beim Rohstoffabbau des Quarzsandes mit Baggern große Flächen der Landschaft "zerfressen" und auf der anderen Seite Abraumhalden aus unbrauchbarem Gestein zurückgelassen. Eine Rekultivierung ist nur eingeschränkt möglich und auch sehr aufwendig.



## Vorteile des Glasrecycling

Es entfallen sämtliche Belastungsfaktoren die durch Rohstoffabbau und Entsorgung entstehen. Glasscherben senken zusätzlich den Energieverbrauch bei der Produktion und verursachen keine neuen Salzfrachten in unseren Gewässern. Trotzdem werden bisher jährlich über 2 Millionen t Glas auf unseren Mülldeponien eingelagert. Statt die Umwelt zu belasten könnte auch dieses Glas unbegrenzt oft wiederverwertet werden!

Scherben bringen Glück -

aber nur wenn sie recycelt werden !

Glasrecycling - eine klare Sache

# Experiment 5

## Wie erkenne ich Aluminium für die Sammlung?

### Was der Versuch soll?

Man muß Aluminium erkennen können, damit es getrennt gesammelt und dann recycelt werden kann.

### Geräte/Chemikalien:

Stab- oder U-Magnet, Blechschere oder große Schere, Getränkedosen aus Aluminium und Weißblech, Getränkekarton (Verbundkarton), Getränkebeutel (Standbodenbeutel), Aluminiumfolie (zum Vergleich)

### Sicherheit:

Kanten von Dosenblechstücken sind scharf!

### Durchführung:

1. Magnettest:

Halte

den Magneten an Deckel, Boden und Seitenwand der Getränkedosen.

Auswertung:

Welche Dose ist magnetisch ?

Welche Teile der Dosen sind magnetisch ?

Was ist Weißblech ?

2. Reißtest:

Zum Vergleich: Reiß einen Streifen Alu-Folie ab und trenne ihn noch einmal in der Mitte durch ! Aluminium läßt sich glatt und leicht reißen.

Reiß einen Getränkebeutel und einen Getränkekarton längs und quer in Stücke.

Auswertung:

Wie reißt kunststoffbeschichtetes und/oder papierbeschichtetes Aluminium ?

Welche Getränkeverpackung ist aus Aluminium, aus kunststoffbeschichtetem Alu oder aus papierbeschichtetem Alu ?

3. Knülltest:

Zum Vergleich: Zerknülle ein Stück Aluminiumfolie ! Aluminium behält absolut die geknüllte Form bei.

Zerknülle einen Getränkebeutel, einen Getränkekarton und verschiedene Getränkedosen.

Auswertung:

Wie verhält sich beschichtetes Aluminium nach dem Knüllen ?

Wie kann man Aluminium- und Weißblechdosen durch die „Knack- (Knüll)geräusche“ unterscheiden ?

# (alu) Herstellung von Aluminium

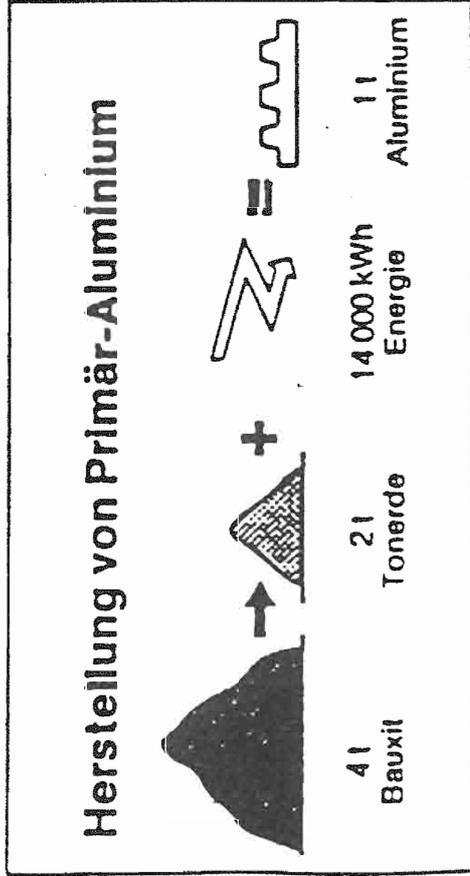
Der Franzose Sainte-Claire Deville stellte 1855 auf der Weltausstellung in Paris den ersten Barron Aluminium vor. 1900 botrug die Welt-Hüttenproduktion von Aluminium ca. 7300 t, 1941 ca. 1 Mill.t, 1980 ca. 20 Mill.t (incl. wiederverwertotem Sekundäralu).

Das Alu wird aus Tonerdhydratgestein gewonnen. Der bekanntere Sammelbegriff dafür ist Bauxit. Bauxit enthält zwischen 40 % und 55 % Aluminiumoxid, auch Tonerde genannt. Das aus dem Stein gelöste Aluminiumoxid kann unter hohem Energieeinsatz mittels Schmelzflußelektrolyse in Spezialöfen zu flüchtenaluminium verarbeitet werden.

## Umweltbelastungen

Bereits zur Gewinnung des Ausgangsmaterials Bauxit vermüsten große Erdrutschraupen riesige Landflächen in verschiedenen Kontinenten. Transport und Weiterverarbeitung führen zu Luft- und Wasserverschmutzung durch Abgabe von Schwefeldioxid, Staub und Fluorid. Von 4 t Bauxit bleiben 3 t Abfall in Form von eisenoxidhaltigem alkalischen Rotschlamm übrig, welcher deponiert werden muß.

Ein Aluminiumhüttenwerk mit einer Produktion von 15 t / Std. benötigt eine 200 MW Anschlußleistung - das entspricht der Gesamtleistung eines mittleren Kernkraftwerkes.

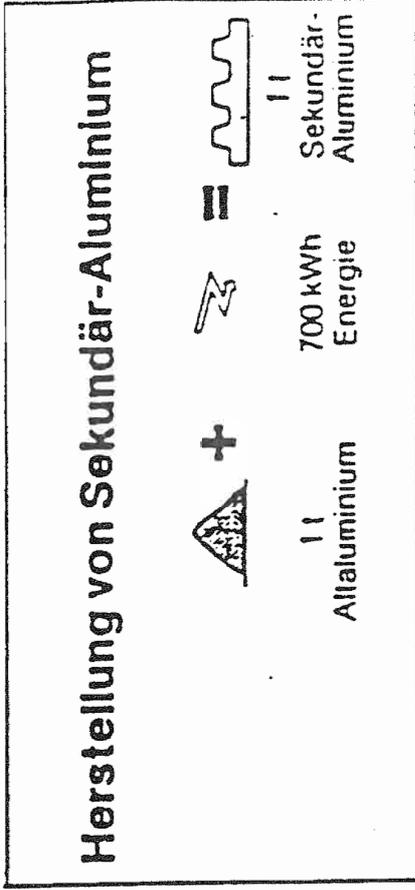


## Herstellung von Primär-Aluminium

# (alu) Wiederverwertung

Die Aluminiumherstellung ist derart umweltschädlich, daß die Produktion dieses Metalls für Abwurfprodukte wie Haushaltsfolien oder Getränkedosen nicht zu verantworten ist.

Nur dort, wo sich der Aluminiumeinsatz nicht vermeiden läßt, sollte dann möglichst viel gebrauchtes Aluminium wiederverwendet werden, denn bei der Wiederverwertung werden gegenüber der Erstproduktion 94% Energie eingespart.



## Herstellung von Sekundär-Aluminium

**ALUMINIUM VERMEIDEN IST DER EINZIG RICHTIGE UMWELTSCHUTZ!**  
 Wenn Aluminium schon sein muß, dann sollte es auch wiederverwertet werden, da die Erstproduktion schon genug Umwelt zerstört und Energie verschleudert hat.

Abnahmestellen für Aluminium: RECYCLING-HOF FINXREF,  
 INNENRUCKER STR. 15-33, TEL.: 0421 / 37 40 44 oder an den  
 Stadtteilsammelstellen, zu erfragen bei der  
 GRÜNEINER RECYCLING - INITIATIVE E.V., TEL.: 0421 / 64 02 07.

Stahl ist der Kreislaufwerkstoff schlechthin - zu 100 % recyclingfähig.

Weltweit steigt der Bedarf an Recyclingschrott: Die Rückführung von Weißblech ist kein notwendiges Übel, sondern fester Bestandteil des Produktionsprozesses von Stahl. Der Schrotteinsatz verbreitert und sichert nicht nur die Rohstoffbasis für die Stahlerzeugung, sondern spart auch bis zu drei Viertel der Energie im Vergleich zur herkömmlichen Stahlproduktion. Im Blasstahlverfahren - dem derzeit verbreitetsten Produktionsverfahren - wird Schrott zu rund 25 % eingesetzt. Im Elektrostahlverfahren wird Rohstahl sogar zu 100 % aus Schrott hergestellt.

Die deutsche Stahlindustrie produziert derzeit jährlich über 40 Millionen Tonnen Rohstahl. Selbst wenn alle gebrauchten Dosen aus Weißblech erfasst und wiederverwertet werden, ist der Schrottbedarf der Stahlindustrie nur zu einem Bruchteil abgedeckt. Hier liegt also auch in Zukunft noch ausreichend Verwertungspotential für erheblich höhere Schrottaufkommen.

### **Schrott: Voraussetzung für energiesparende Stahlproduktion**

Der Kreislaufwerkstoff Weißblech wird in Stahlwerken wieder eingeschmolzen. ▼



### **Keine Umweltbelastung durch Stahlprodukte**

Was oft vergessen wird: Der Kreislaufwerkstoff Stahl ist umweltfreundlich par excellence - das Ausgangselement Eisen ist mit rund 6 % an der Zusammensetzung der Erdkruste beteiligt. Als natürliches Element ist es frei von umweltbelastenden Einflüssen auf Boden, Wasser und Luft. Selbst Stahl- und Eisenteile, die heute noch nicht dem Wertstoffkreislauf zugeführt, sondern deponiert werden, zerfallen zu ökologisch völlig unbedenklichen Oxidationsstoffen.

# Schrott als Koststoffquelle!

Mitte (dr). Umweltschutz praktisch: Schon im Mai dieses Jahres wird die Bremer Pilotanlage zur umweltgerechten Entsorgung und Verwertung von Altfahrzeugen ihren Betrieb aufnehmen. Ziel ist eine deutliche Verminderung beziehungsweise Vermeidung von Abfällen bei der PKW-Verwertung und somit eine spürbare Entlastung von Deponien und Umwelt.

Entwickelt wurde das beispielhafte Konzept im Hinblick auf neue gesetzliche Rahmenverordnungen, die KFZ-Hersteller voraussichtlich ab dem nächsten Jahr zur Rücknahme von Autos verpflichten. Dieser Forderung will man jetzt entsprechen.

„Bei bisher üblichen Verwertungsmaßnahmen von Altfahrzeugen wird lediglich Eisen- und Stahlschrott wiederverwertet“, so Renate Hahne, Pressesprecherin der Systemtechnik Nord (STN). „Als Restmüll bleiben dann Flüssigkeiten wie Getriebeöl, Batteriesäure oder Bremsflüssigkeit übrig. Auch Gummi, Glas, Lacke und Kunststoffe wurden nicht wiederverwertet, sondern deponiert oder entsorgt.“

Mit der Pilotanlage, die von den Senatoren für Wirtschaft, Arbeit, und Umwelt gefördert wurde, sollte das Recycling wesentlich effektiver gestaltet werden. So käme in dem neuen Werk ein modernes,

rechnergestütztes Betriebssystem zum Einsatz, das die große Vielfalt der unterschiedlichen Fahrzeugtypen und demontierbaren Wertstoffe berücksichtigt.

Renate Hahne: „Alles wird einer ordnungsgemäßen Entsorgung oder Weiterverwertung zugeführt. Da bleiben kaum noch undefinierbare Abfälle.“

Nach Aufnahme des Betriebes in zwei Monaten sollen während der Pilotphase (bis erstes Quartal 1995) zunächst jährlich 5000 Fahrzeuge wiederverwertet werden. In der darauffolgenden industriellen

Phase ist geplant, die Kapazität schrittweise auf 11000 PKW zu steigern. Die Anlage ist darauf zugeschnitten, alle Typen von Autos zu verwerten. Kooperations- beziehungsweise Verwertungsverträge mit namhaften deutschen Fahrzeugherstellern wurden bereits abgeschlossen.

„Natürlich ist das Interesse der PKW-Hersteller an unserer Anlage groß“, so Renate Hahne. „Zur Zeit müssen 400000 Tonnen Fahrzeugrückstände auf Deponien gelagert werden. Diese Belastung der Umwelt werden wir verringern helfen.“



Berge vorwertung  
Hansesta

## Trennung nach dem Gewicht

Neues Verfahren beim Kunststoffrecycling arbeitet sehr genau

Von unserem Mitarbeiter Uwe Springfield

Das zentrale Problem beim Recycling von Kunststoffen ist die Trennung der verschiedenen Arten. Einige der über 250 verschiedenen Sorten lassen sich manchmal schon durch den Augenschein erkennen. Biegsamer Kunststoff gehört häufig zur Gruppe der Polyolefine, brüchiger zu den Polystyrolen. Das gängige Verfahren zur Unterscheidung der Kunststoffarten arbeitet nach dem archimedischen Prinzip. Danach schwimmt ein Körper, wenn die von ihm verdrängte Flüssigkeitsmenge schwerer ist als sein eigenes Gewicht. Die verschiedenen Kunststoffarten unterscheiden sich in ihrem spezifischen Gewicht, Stücke gleicher Größe sind unterschiedlich schwer und schwimmen deshalb in verschiedenen Flüssigkeiten.

Will man eine Kunststoffsorte bestimmen, gibt man ein Stück bestimmter Größe in Wasser. Durch Zugabe von Salz oder Alkohol wird die Dichte des Wassers so lange vergrößert oder verringert, bis das schwimmende Prüfstück aufsteigt oder sinkt. Die Konzentration von Salz oder Alkohol gibt Aufschluß darüber, um welchem Kunststoff es sich handelt. Dieses Verfahren hat den Vorteil der Genauigkeit. Andererseits ist es zu langwierig, als daß es beim Recycling von Kunststoffen in größerem Stil angewandt werden könnte. Nach der Verpackungsordnung sollen zum 1. Juli 1995 über 80 Prozent der Kunststoffverpackungen erfaßt und sortiert werden. Das entspricht nach den heutigen Mengen etwa 700 000 Tonnen Kunststoffabfall.

Bisher kann Kunststoffmüll nur deponiert, verbrannt oder zu unförmigen Parkbänken verarbeitet werden. Von diesen Möglichkeiten ist keiner ökologisch reizvoll oder wirtschaftlich. Nur eine solche Wiederverwertung des Kunststoffs ist erstrebenswert, bei der wirklich verwendbare Gegenstände entstehen. Zum Beispiel könnten aus Joghurtbechern und Folien Präzisionsteile, die ihre Abnehmer in Maschinen-, Bau-

und Automobilindustrie finden, entstehen. Im baden-württembergischen Ebersbach hat ein mittelständischer Betrieb eine Anlage zur Trennung der verschiedenen Kunststoffarten entwickelt, die industriellen Anforderungen genügt. Vorab war eine Grundüberlegung nötig. Der vom Dualen System Deutschlands (DSD) gesammelte Kunststoffmüll besteht zu über 90 Prozent aus Polyolefinen und Polystyrolen. Für eine Wiederverwertung genügt das Herauslösen dieser beiden Anteile.

Das Verfahren selber ist denkbar einfach. Von einer Rotorschere auf einheitliche Korngröße geschnitten gelangen die Kunststoffabfälle ins Herzstück der Anlage, in zwei hintereinander geschaltete Schnecken-zentrifugen. In jeder rotiert eine bestimmte Salzlösung, die sich als Mantel auf die Innenwände verteilt hat. Dort trennt sich jeweils eine der gewünschte Kunststoffsorte aus der Menge des Kunststoffmülls ab. Die eine Zentrifuge „filtert“ die Polyolefine, die andere die Polystyrole aus der Eingabe heraus.

Verarbeitet wird der Kunststoffmüll, der vom DSD als sogenannte „Mischfraktion“ angeliefert wird, also nur der Müll, aus dem schon vorher alle erkennbaren Kunststoffsorten herausortiert wurden und der bisher nicht wiederverwertet werden konnte. Trotzdem haben die jetzt wiedergewonnenen Polyolefine und Polystyrole einen Reinheitsgrad von knapp 100 Prozent. Die Genauigkeit des Trennverfahrens reicht aus, um zum Beispiel rote und weiße Legosteine allein aufgrund des Gewichtsunterschieds in der Farbe zu trennen.

Im Dezember vergangenen Jahres wurde das Pilotverfahren für die Trennanlage abgeschlossen. Seitdem arbeitet der Betrieb 24 Stunden am Tag mit einer Kapazität von einer Tonne pro Stunde. Mit insgesamt zehn solcher Anlagen könnte der gesamte Kunststoffabfall Baden-Württembergs verarbeitet werden.

## Unterscheidung von Kunststoffen (PS, PP, PE, PET)

### Vorbemerkung:

Um Kunststoffe wiederzuverwerten, sollten sie möglichst nach Sorten getrennt werden. Um sie zu unterscheiden und zu sortieren, werden die verschiedenen Eigenschaften der unterschiedlichen Kunststoffe genutzt, wie z.B. Dichte, Geruch beim Erhitzen oder das Verhalten gegenüber Lösemitteln.

### Geräte/Chemikalien:

- Proben verschiedener Kunststoffe (Polystyrol=PS, Polypropylen=PP, Polyethylen=PE, Polyethylenterephthalat=PET)
- Gasbrenner mit feuerfester Unterlage
- Tiegelzange, Becherglas, Glasstab
- Essigsäureethylester (EEE)

### Durchführung:

#### 1. Vergleich der Dichte

Gib die Kunststoffproben in ein Becherglas mit Wasser und beobachte, ob und wie sie untergehen!

#### 2. Geruch beim Erhitzen

Dieses Experiment sollte unter dem Abzug oder am geöffneten Fenster gemacht werden. Da Kunststoffe tropfen können, hält man den Brenner schräg, so daß die Brenneröffnung nicht verschmutzt wird.

Jeweils eine Kunststoffprobe wird in die Brennerflamme gehalten.

Wenn der Kunststoff anfängt zu qualmen, fächle Dir den Geruch zu!

#### 3. Verhalten gegenüber Lösemitteln

Tauche einen Glasstab in Essigsäureethylester und drücke ihn sofort fest auf jeweils eine Kunststoffprobe!

### Zur Auswertung:

Fertige eine Tabelle an, in der Du die unterschiedlichen Eigenschaften der Kunststoffe notierst. Du kannst einen Bestimmungsschlüssel für die Kunststoffe aufstellen.

### 3.5 Stofftrennung: Wiederverwertung von Alautos

Jahr für Jahr landen in Deutschland mehr als zwei Millionen Autos auf dem Schrottplatz. Ein Auto besteht zu etwa 80% aus Eisen und Stahl, zu 10% aus Kunststoffen verschiedenster Art, zu 5% aus Gummi, zu 3% aus Aluminium. Die restlichen 2% sind im wesentlichen Zink und Kupfer. All diese Stoffe sind zu wertvoll, um sie auf den Müll zu kippen. Für eine Wiederverwertung müssen die verschiedenen Werkstoffe voneinander getrennt werden.

**Recycling.** In der *Autoverwertung* demontiert man zunächst die Reifen und die Batterie. Benzin und Altöl werden abgelassen und gesondert entsorgt. Außerdem baut man brauchbare Karosserieteile, Lichtmaschine, Anlasser sowie noch intakte Teile des Motors aus und verwertet sie.

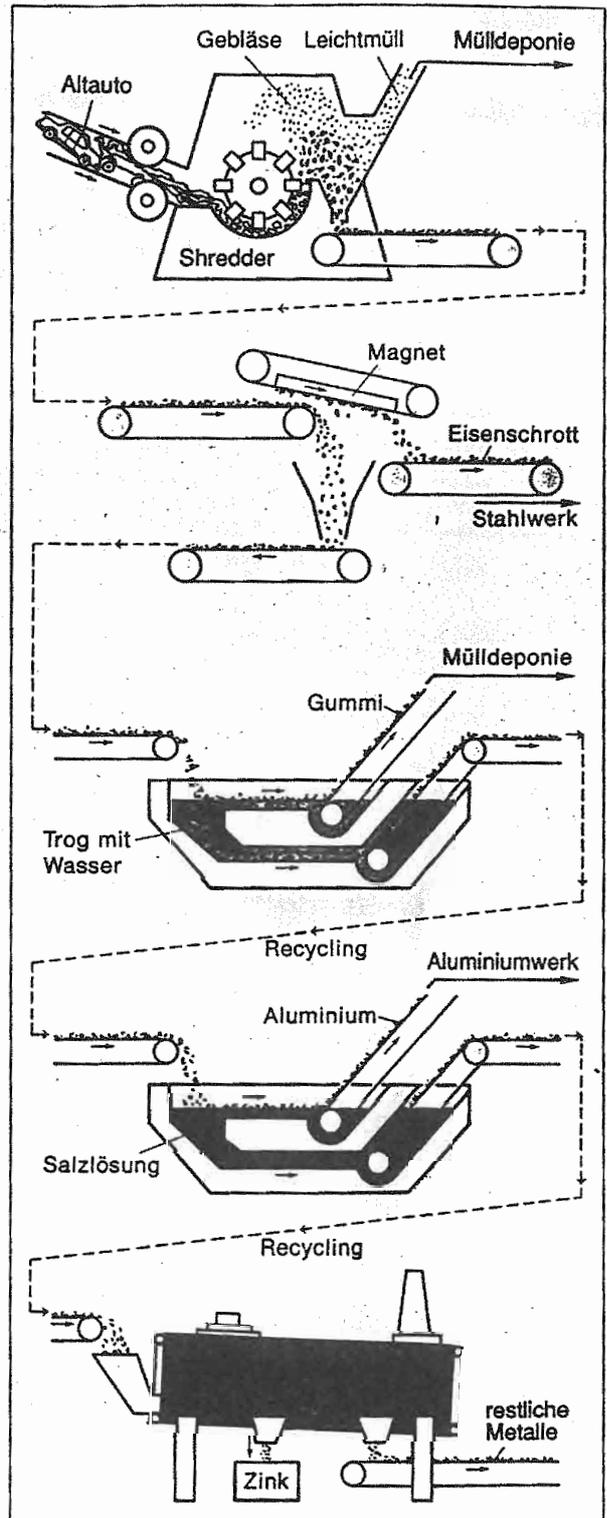
Das ausgeschlachtete Auto gelangt meist in eine Verschrottungsanlage. Dort werden die Autos in einem *Shredder* durch eine Hammermühle in kleine Stücke zerschlagen und zerrissen. Aus dem dabei entstandenen Gemenge kleiner Bruchstücke bläst ein starkes Gebläse die leichten nichtmetallischen Stoffe wie Staub, Flusen und Kunststoffstückchen heraus. Dieser *Leichtmüll* läßt sich nicht weiter aufbereiten, da er aus zu vielen verschiedenen Stoffen besteht.

Aus dem restlichen Gemenge trennt ein starker *Magnet* Eisen und Stahlstücke ab. Der Eisenschrott wird in Stahlwerken eingeschmolzen.

Der übrige Müll kommt in einen Trog mit Wasser. Die leichten Teile aus Gummi und Kunststoff schwimmen auf und werden abgeschöpft. Man bringt sie zusammen mit dem Leichtmüll auf eine Deponie. Die Metallteile sinken nach unten. Ein Förderband transportiert sie in ein Becken mit einer Flüssigkeit von höherer Dichte. Hier schwimmt das Aluminium auf. Es wird abgeschöpft und an ein Aluminiumwerk abgegeben.

Der Rest gelangt in einen Schmelzofen. Dort wird das Gemisch so hoch erhitzt, daß das Zink schmilzt. Es kann abgelassen und weiterverarbeitet werden.

Seit einigen Jahren ist man bestrebt, vollständig wiederverwertbare Fahrzeuge zu produzieren. Einige Hersteller garantieren inzwischen die kostenlose Rücknahme der Alautos. Dazu müssen die Kunststoffteile im Auto leicht demontierbar sein. Außerdem sollten sie aus reinen Kunststoffsorten bestehen. In Versuchsanlagen werden schon heute die Kunststoffteile vor dem Verschrotten demontiert und nach Arten sortiert. Dann besteht die Möglichkeit, die reinen Kunststoffe wieder zu verwenden.



1. Aufarbeitung von Alautos

Schödel  
Chemie heute: S. 45

## Auswertung der Experimente 1 - 5

### I. Getränkeverpackungen

#### 1. Dosen

Vervollständige den Text! Eine Getränkedose besteht aus mehreren Stoffen:

Weißblech =

\_\_\_\_\_

Nur Eisen ist

\_\_\_\_\_

Hält man ein Stück einer Getränkedose in die Brennerflamme, verbrennen nur

\_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_

(Wozu dient der Zinnüberzug? Äußere eine Vermutung. Denke dabei an die Bestandteile / den Geschmack der Erfrischungsgetränke.)

Recycling: Eisen wird zum Bestandteil von Stahl. Die anderen Stoffe verbrennen (und stören im Stahl). Dosen, die nur aus Aluminium bestehen, können wieder zu Aluminium eingeschmolzen werden. Dafür ist Energie notwendig - aber deutlich weniger als bei der Herstellung von Aluminium aus dem Rohstoff.

#### 2. Verbundkartons

Ein Saftkarton besteht aus mehreren Stoffen: Kunststoff, Pappe (Papier) und Aluminium. Ordne den Bestandteilen der Getränkeverpackung ihre Aufgaben zu!

a) Pappe b) Kunststoff c) Aluminium

..... verhindert das Aufweichen durch den Saft im Behälter (ist wasserundurchlässig)

..... verhindert, daß Licht / Luft durchtritt und daß Duft- / Geschmackstoffe verlorengehen

..... verhindert, daß Licht durchkommt und gibt Halt

#### Möglichkeiten des Recyclings:

Man hat versucht, den Verbundkarton als Ganzes zu recyceln; die Kartons werden zerkleinert und die Schnitzel durch Erwärmen "verschmolzen" / verklebt (viele Kunststoffe erweichen beim Erhitzen und sind dann klebrig; auch Klebstoffe enthalten Kunststoffe zum Haften).

Eine Trennung der Bestandteile des Verbundkartons ist schwierig aber nicht ganz unmöglich: Pappe weicht in Wasser auf, die anderen Bestandteile nicht.

Pappe kann zu Pappe oder Papier verarbeitet werden.

Aluminium kann zu Aluminium eingeschmolzen werden.

Kunststoffe sind schwierig zu recyceln: theoretisch zu neuem Kunststoff mit schlechteren Eigenschaften.

#### Probleme beim Recycling:

Bei Pappe wie bei Paier (siehe unten).

Aluminium ist schwer vom Kunststoff abzulösen, d.h. das wird sehr teuer. Es gibt nur wenige Aluminium-Recyclinghütten. Das bedeutet Nachteile durch den Transport. Es fällt auch relativ wenig Aluminium an, so daß es sich für Firmen nicht lohnt, Aluminium zu recyceln.

Das Ablösen der sehr dünnen Kunststoffschichten vom Aluminium ist sehr aufwendig. Es gibt selbst für reine Kunststoffe nur wenig Betriebe, die Kunststoffe stofflich wiederverwenden (Überschwemmung des Marktes mit gebrauchten Kunststoffabfällen!). Saftkarton-Kunststoff findet so praktisch keine Abnehmer. Zusätzliches Problem: lange Transportwege!

Beim Recyceln des **ganzen** Verbundkartons entstehen Platten, die schreinermäßig zu verarbeiten sind. Auf diese Weise wird dieser Müll besser / umweltverträglicher beseitigt, aber es gibt bisher nur Vorzeigeprodukte.

Diese Produkte würden später aber nur zusätzliche \_\_\_\_\_ bringen.

### 3. Glas

Setze die richtigen Wörter im Text ein: gleichmäßig, Temperaturen, feuerfestes Glas, Temperaturen, springt, dünnflüssiger, Energieaufwand

Glas schmilzt bei hohen \_\_\_\_\_. Je höher die \_\_\_\_\_

desto \_\_\_\_\_ wird das Glas. Die Methode erfordert einen hohen

\_\_\_\_\_. Glas dehnt sich beim Erhitzen aus: Ausnahme:

\_\_\_\_\_. Es \_\_\_\_\_ deshalb, wenn es nicht \_\_\_\_\_

und vorsichtig erhitzt wird.

#### Recycling:

Reine Sorten haben keine Qualitätsverluste. Verschiedene Glassorten (z.B. Flaschen und Fensterglas) dürfen nicht zusammen geschmolzen werden.

Glasrecycling funktioniert wirtschaftlich; es spart Rohstoffe und Energie!

## II. Altpapier

Vervollständige den Text!

Papier besteht aus \_\_\_\_\_. Fasern bestehen aus dem Stoff \_\_\_\_\_

(sezellolu). Diese Fasern lösen sich nicht in \_\_\_\_\_, andere Stoffe lösen sich in

Wasser. Einige \_\_\_\_\_ (effostbraf) lassen sich durch Wasserstoffperoxid zerstören,

\_\_\_\_\_ nicht.

Nach dem W \_\_\_\_\_, Schöpfen und T \_\_\_\_\_ haften die Zellulosefasern gut aneinander und ergeben so ein haltbares "Recyclingpapier".

Recycling:

Papierrecycling führt zu Abwasserproblemen. Diese sind aber deutlich geringer als bei der Herstellung von neuem Papier!

Papierrecycling funktioniert seit langem; es spart Rohstoffe, Energie und Müll.

# Experiment 6

## Luft ist zur Verbrennung nötig

**Geräte/Chemikalien:** 4 Standzylinder; Gase: Stickstoff, Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, Luft

**Was der Versuch soll:** Mit dem Versuch soll geklärt werden, welcher Teil der Luft für die Verbrennung nötig ist.

Jede Gruppe erhält einen Standzylinder mit Abdeckplatte und untersucht nacheinander ein bestimmtes Gas, das im Luftgemisch enthalten sind und auch Luft..

### Durchführung:

In den Standzylinder wird eingeleitet:

1. Stickstoff

Anschließend wird der Zylinder mit der Abdeckplatte verschlossen. Ein Holzspan wird angesteckt, eine kurze Zeit fast senkrecht gehalten und dann in den Standzylinder mit dem Gas getaucht. Dabei wird der Standzylinder so weit wie möglich mit der Abdeckplatte verschlossen.

„Lüfte“ den Standzylinder anschließend gut aus!

Wiederhole den Versuch mit einem **glimmenden** Holzspan.

Notiere Deine Beobachtungen!

.....  
.....  
.....

Untersuche auf die gleiche Weise die Gase

2) Sauerstoff

3) Kohlenstoffdioxid

4) Luft

### Auswertung:

Die Gruppen berichten sich gegenseitig und klären die Ausgangsfrage untereinander.

Vorschlag:.....  
.....  
.....

Formuliert Euer Ergebnis und besprecht es mit dem Lehrer. Nachdem endgültig geklärt ist, wird Euer Blatt eventuell noch etwas korrigiert.

Korrektur:

.....  
.....  
.....

## Vorgehensweise mit sogenannten Folienscheiben als einfachste modellhafte Beschreibung von Vorgängen auf einer Teilchenebene

### **Vorbemerkung**

Die Verwendung von einfachen Scheiben (aus Papier oder farbiger transparenter Folie) oder von Münzen erleichtert als quasi „alltägliche“ sinnliche Begegnung die kognitive Stufe der Abstraktion auf dem Gebiet der Teilchenumgruppierung.

Gegenüber den ebenso plausiblen Kugeln aus unterschiedlichen Materialien haben sie den Vorteil, daß sie nicht so sehr sachfremd Spiel und Spaß („Unsinn“) provoziert wird. sie haben auch einen Vorteil unter fachdidaktischem Aspekt:

- Mit ihnen wird der Modellcharakter leichter verständlich als mit Kugeln.
- Bei transparenten Folien kann man leicht die Gedankengänge auf dem Tageslichtschreiber allen demonstrieren.
- Ohne direkt ansprechen zu müssen kann man bei Teilchenumgruppierungen die sich neu aggregierenden Teilchen leicht übereinanderlappen lassen und umgekehrt werden bei „alten“ Aggregaten solche Überlappungen beim Neuordnen auseinandergezogen (= „gespalten“). Erst später kann man den Sinn solcher Überlappungen bewußt ansprechen.

Die Erfahrungen mit diesen „Plättchen“ geht bis ins Jahr 1979 zurück und sie sind nur positiv.

### Vorarbeiten:

Man schneidet Folienscheiben verschiedener Farben aus Bucheinbandfolie oder („luxuriöser“) stanz sie aus steifen Folien (Spezialschreibwaren und Malbedarf) Die Größe entspricht am besten denen von 5- oder 10-Pfennigmünzen. Ich empfehle, gleiche Größe zu benutzen (Modellcharakter bleibt eher gewahrt). Einige Lehrer bevorzugen aber 2 verschieden Größen.

Die Farben sollten Atomsorten von Elementen zugeordnet werden. Dabei ist auf die Konvention zu achten: Weiß (hier farblos) für Wasserstoff, rot für Sauerstoff, grün für Halogene, Schwarz für Kohlenstoff (hier graue Folie oder Münzen, die auf Projektorbild schwarz erscheinen; notfalls verwendeten wir auch abweichend gelbe Folienscheiben), blau für Stickstoff. Für Metalle verwendeten wir meist die „Jokerfarbe“ Gelb.

### Vorgehen:

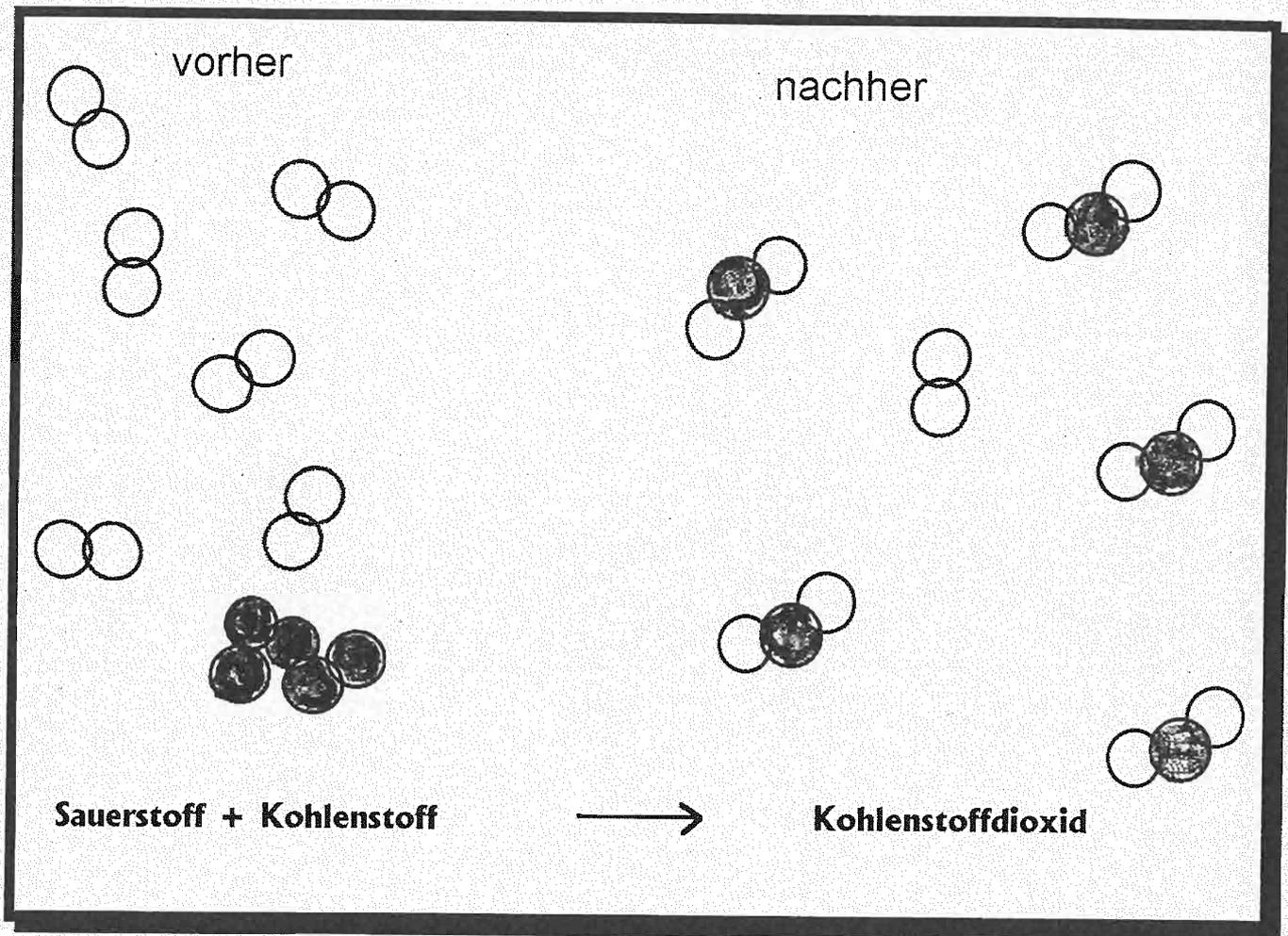
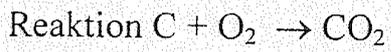
Die Schülergruppen erhalten je 7-10 „Plättchen“ unterschiedlicher Farbe.

Auf hellem Untergrund legen die Schüler die Plättchen:

Aggregate gleicher Plättchen stehen für Atome in Elementen 2 atomige gasförmige Elemente oder größere Aggregate für elementare Festkörper.

Entsprechend wird die Teilchenebene bei Verbindungen modellhaft mit verschiedenen Plättchen dargestellt. Da in unserem Curriculum die Ionenverbindungen erst

Beispielweise



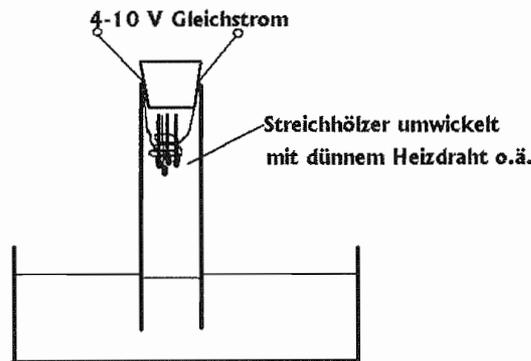
## Experiment 7:

### Bei der Verbrennung "verschwindet" ein Teil der Luft - der Sauerstoff

Geräte/Chemikalien: Kurzes Reaktionsrohr mit großem Querschnitt (□ ca. 5 cm), 3-5 Streichhölzer, Draht (aus Co, Ni/Konstantan o.ä.), passender Gummistopfen, Gleich- (oder Wechsel-) Spannungsquelle 0 -12V, pneumatische Wanne oder große Kristallisierschale, Leitungswasser

Frage: Mit dem Versuch soll gezeigt werden, daß nach der Verbrennung ein Teil der Luft fehlt.

Versuchsaufbau:



Durchführung:

Die Streichhölzer (vgl. Holzscheite bei Eurem Feuer draußen) werden im Reaktionsrohr „angezündet“: Weil das von außen so nicht geht, wird mit einem Heizdraht elektrisch gezündet.

Beobachtung:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Auswertung:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Merksatz:

.....  
.....

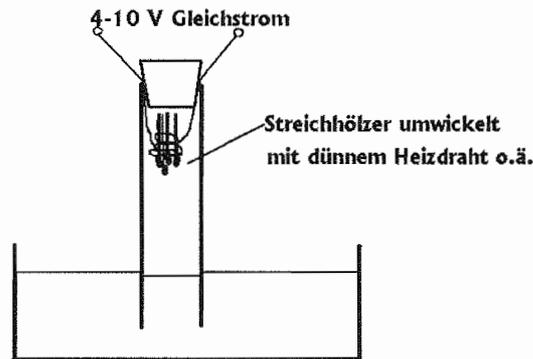
**Experiment 7:****Bei der Verbrennung "verschwindet" ein Teil der Luft - der Sauerstoff**

(FESTIGUNG ZU VERSUCH 5)

Geräte/Chemikalien: Kurzes Reaktionsrohr mit großem Querschnitt (□ ca. 5 cm), 3-5 Streichhölzer, Draht (aus Co, Ni/Konstantan o.ä.), passender Gummistopfen, Gleich- (oder Wechsel-) Spannungsquelle 0 -12V, pneumatische Wanne oder große Kristallisierschale, Leitungswasser

Frage: Mit dem Versuch soll gezeigt werden, daß nach der Verbrennung ein Teil der Luft fehlt.

Versuchsaufbau:



Durchführung:

Die Streichhölzer (vgl Holzscheite bei Eurem Feuer) werden im Reaktionsrohr „angezündet“. Weil das von außen so nicht geht, wird mit einem Heizdraht elektrisch gezündet.

Beobachtung:

...(Die Streichhölzer verbrennen nur kurz (Aufflammen) und kohlen zu ungefähr einem Drittel an <-> wenig Luft im Rohr. Das Wasser steigt ziemlich plötzlich im Verbrennungsrohr ca. hoch (cm oder Volumen abschätzen)

- Beobachtungen notieren lassen

Beobachtung und Auswertung (für den Lehrer):

Streichhölzer kohlen zu ungefähr einem Drittel an, weil nur wenig Luft im Rohr ist

Weil das Wasser hochsteigt, kann man sehen, daß weniger Gas (Luft) im Rohr ist. Aus Versuch 5 wurde ja klar, daß nur Sauerstoff für die Verbrennung wichtig ist.

Es wird nicht besprochen, daß  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  entstehen und sich in Wasser lösen und schon gar nicht, daß vor allem  $\text{SO}_2$  hier noch stärker wirkt als  $\text{CO}_2$  ! Es könnte auch ausnahmsweise vorkommen, daß beim plötzlichen Erwärmen etwas Luft aus dem Rohr (unten) entweicht, wenn Wasser nicht genügend hoch im Rohr steht. Das vergrößert natürlich dann (fälschlicherweise) den Effekt.

Nur falls das Volumen sich ungefähr um 1/5 verringert (meist ca. 1/6), kann der L. die 20% Sauerstoffanteile der Luft nochmals ansprechen. (Es können nicht alle Sauerstoffanteile zur Oxidation/Verbrennung genutzt werden).

**Merksatz:****Beim Verbrennen wird Sauerstoff der Luft ((weitgehend)) verbraucht.**



Verbrennung, Oxide und Oxidation

**Experiment 8:** Bei der Verbrennung von Holz(kohle) entsteht Kohlenstoffdioxidgas

**Geräte/Chemikalien:** Gasbrenner, Dreifuß, Tondrahtnetz, Porzellanschale, Metalltrichter, Kolbenprober, Stativmaterial, Reagenzglas, getrocknete Holzkohlestückchen, frisch angesetzte Calciumhydroxidlösung (Kalkwasser).

**Zielsetzung:** Als Produkt der Verbrennung von Holz(kohle) an der Luft entsteht ein unsichtbares Gas, Kohlenstoffdioxidgas. Dabei verbindet sich der Luftsauerstoff mit dem in der Holzkohle enthaltenen Kohlenstoff zu einem neuen Stoff, dem Kohlenstoffdioxid (auch Kohlendioxid genannt); diesen Vorgang bezeichnen wir als Oxidation.

**Zur Durchführung:** In einer Porzellanschale werden einige Stückchen getrocknete Holzkohle zum Glühen gebracht, die Verbrennungsgase werden durch einen Metalltrichter in den angeschlossenen Kolbenprober gezogen.

Um die Verbrennung zu unterstützen, wird vorsichtig Luftsauerstoff durch ein Glasröhrchen auf die Holzkohle gepustet (ähnlich einem Blasebalg beim Grillfeuer). Das im Kolbenprober aufgefangene Gas wird in ein Reagenzglas mit Kalkwasser geleitet. Anschließend werden noch Kontrollversuche mit Stickstoff, Sauerstoff und Luft durchgeführt.

**Zur Beobachtung:** Im Kolbenprober läßt sich ein farbloses Gas auffangen, welches Kalkwasser trübt. Entsprechende Versuche mit anderen Gasen weisen ein negatives Ergebnis auf.

**Zur Auswertung:** Die im Kalkwasser auftretende Trübung gilt als Nachweis von Kohlenstoffdioxidgas.

Es wird nicht angesprochen, daß bei der Verbrennung von Erdgas ebenfalls Kohlenstoffdioxid als Verbrennungsprodukt entsteht (dieses kann durch die o. a. Versuchsanordnung nicht eliminiert werden).

Bei der Verbrennung "verschwindet" zwar ein Teil der Luft, der Sauerstoff (siehe Experiment 6). Dieser verbindet sich jedoch mit (Holz)Kohlenstoff zu einem neuen Stoff, welchen wir mit einem Nachweismittel "sichtbar" gemacht haben.

Die Verbrennungsprodukte sind Verbindungen mit Sauerstoff; sie heißen OXIDE.

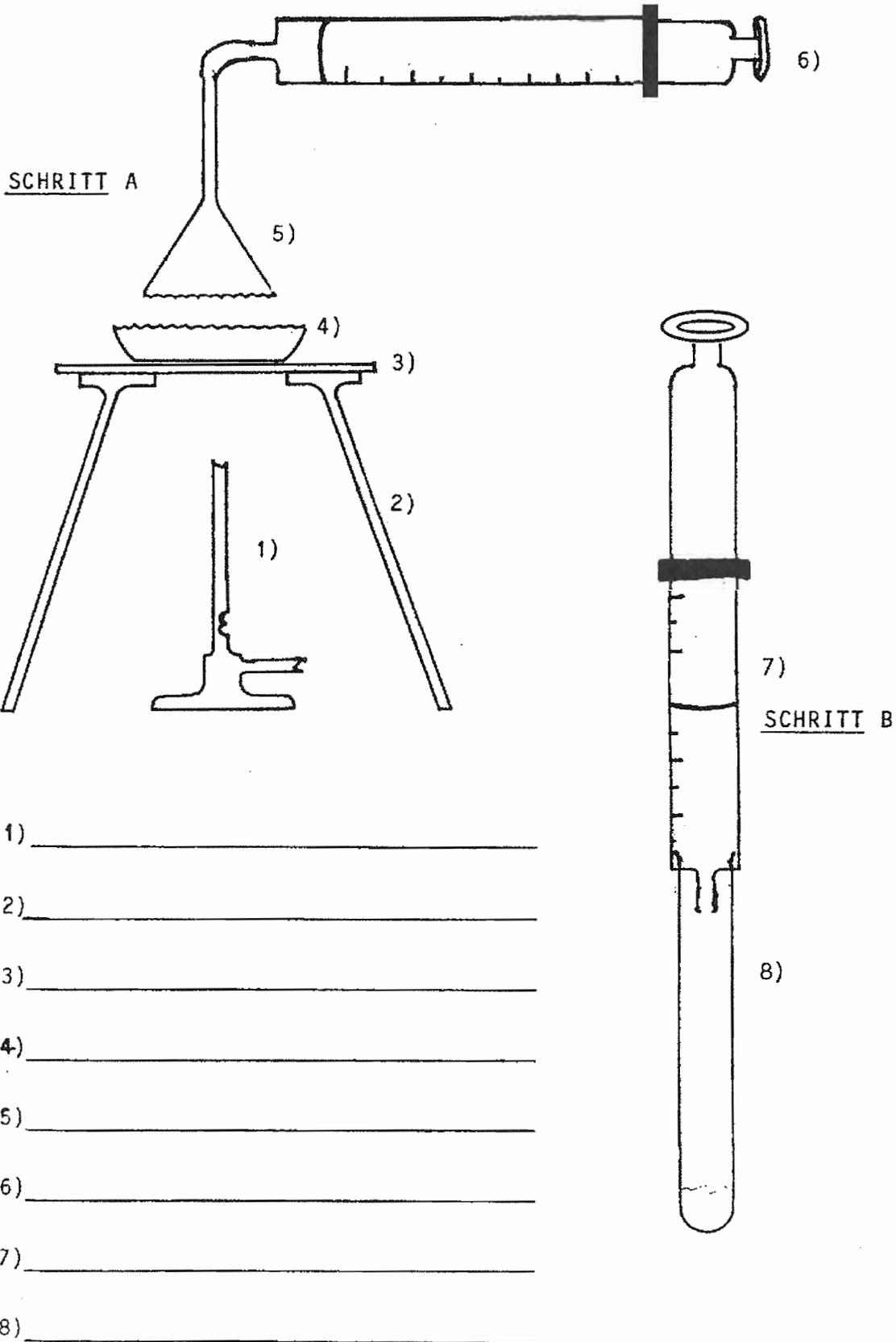
Der Verbrennungsvorgang bei diesem Versuch kann durch folgende Wortgleichung kurz beschrieben werden:

Kohlenstoff + Sauerstoff -----> Kohlenstoffdioxid

Möglichst parallel zur Wortgleichung den Prozeß auf der Modellebene mit Plättchen beschreiben

# Experiment 8

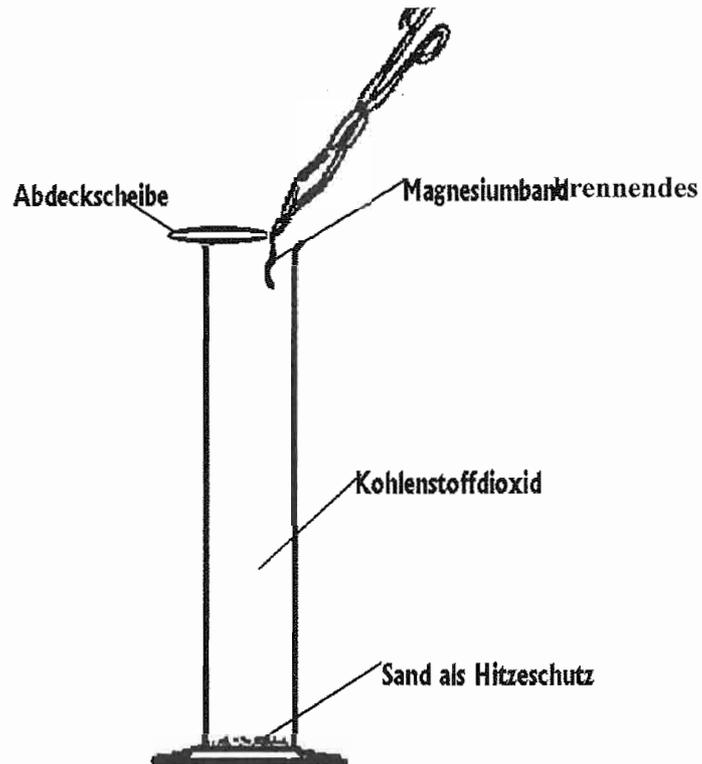
## Verbrennung von Holzkohle



## Experiment 9

### Reduktion von Kohlenstoffdioxid mit Magnesium

Skizze:



Durchführung:

Führe - entsprechend der Skizze - ein brennendes Magnesiumband in den Standzylinder

Beobachtung:

Auswertung:

Magnesium + Kohlenstoffdioxid  $\rightarrow$  ?

## Experiment 9

### Reduktion von Kohlenstoffdioxid mit Magnesium

#### Erläuterungen:

In Versuch 7 entstand als Produkt der Verbrennung von Kohlenstoff Kohlenstoffdioxid. Dieses ist ein Beispiel für Oxidation.

Hier wird empfohlen, vorab folgenden Lehrerversuch zu demonstrieren:

„Brennende Kerze mit Kohlenstoffdioxid aus einem Becherglas übergießen und so löschen.“

Dann könnte hier bei Experiment 8 erinnert werden: „Kohlenstoffdioxid ist ein Löschmittel.“

Um Kohlenstoffdioxid zu reduzieren, benötigt man ein geeignetes Reduktionsmittel - - d.h. einen Stoff, der sich leichter mit Sauerstoff verbindet als Kohlenstoff, zum Beispiel Magnesium. Dabei wird das Reduktionsmittel oxidiert.

#### Geräte / Chemikalien:

Standzylinder mit Abdeckplatte, Gasbrenner, Tiegelzange, Schutzbrille, Kohlenstoffdioxidgas und Magnesiumband, Seesand oder Vogelsand.

#### Zur Durchführung:

Ein Stück brennendes Magnesiumband wird in einem mit Kohlenstoffdioxidgas gefüllten Standzylinder geworfen.

Sicherheitsmaßnahmen im Umgang mit brennendem Magnesium sind zu beachten, Schutzbrillen sind zu tragen.

#### Zur Beobachtung:

Das Metall brennt weiter, obwohl im Zylinder kein freier Sauerstoff vorhanden ist.

Es scheidet sich schwarzes Kohlenstoffpulver an der Zylinderwand ab.

Magnesium verbrennt zu einem neuen, pulvrigen, weißen Stoff.

#### Zur Auswertung:

Sauerstoff verbindet sich besser mit Magnesium (zu Magnesiumoxid) als mit Kohlenstoff (zu Kohlenstoffdioxid). Deshalb entsteht hier Magnesiumoxid. Kohlenstoffdioxid „verliert“ seinen Sauerstoff an das Magnesium und Kohlenstoff „bleibt zurück“ - Fachlich: Kohlenstoffdioxid wurde zu Kohlenstoff reduziert. Begriff: REDUKTION.

Bei diesem Vorgang ist eine Oxidation (hier: Aufnahme von Sauerstoff) an eine Reduktion (hier: Entzug von Sauerstoff) gekoppelt und wird daher REDOX-Reaktion genannt.

Man kann ihn durch folgende Wortgleichung beschreiben:

Magnesium + Kohlenstoffdioxid → Kohlenstoff + Magnesiumoxid

*Reduktion*

*Oxidation*

Möglichst parallel dazu den Vorgang auf der Modellebene mit Plättchen beschreiben (s.Extrablatt)

## Experiment 9a:

### **Kann man brennendes Magnesium mit Wasser löschen ?**

#### Was der Versuch soll:

Brennendes Magnesium kann nicht mit Kohlenstoffdioxid gelöscht werden, da - wie beobachtet - beide Stoffe in einer Redoxreaktion miteinander reagieren. Ist Wasser ein geeignetes Löschmittel ?

#### Geräte/Chemikalien:

-- Brenner,                      -- Dreifuß,                      -- Drahtnetz,                      -- Spritzflasche mit Wasser  
-- Schutzbrille (evtl. Schutz- scheinbe),                      -- Magnesiumspäne

**Sicherheit:** Beim Löschversuch mindestens 2m Abstand halten ! Ggf. Schutzscheibe verwenden.

#### Durchführung **durch den Lehrer!:**

1. Drei Pulverlöffel Magnesiumspäne werden auf den Dreifuß mit Drahtnetz gegeben.
2. Die Späne werden von der Seite mit der rauschenden Flamme des Brenners bis zum Glühen erhitzt.
3. Aus 1-2 m Entfernung wird ein kurzer Wasserstrahl aus der Spritzflasche auf das 'Feuer' gerichtet.
4. Der Löschversuch wird durch weitere kurze 'Wasserstöße' aus der Spritzflasche wiederholt.

#### Beobachtung:

.....  
.....  
.....

Was ist hier ähnlich, was verschieden zur Reaktion zwischen Magnesium und Kohlenstoffdioxid? .....

.....  
.....

#### Zur Auswertung:

- 1.
2. Welche Atomsorte ist auf jeden Fall in den Wassermolekülen gebunden?
3. Wie ist ein Wassermolekül aufgebaut? Zeichnen ein Modell oder lege es mit „Plättchen“
4. Stelle die Wortgleichung und eine "Teilchengleichung" mit Plättchen auf.
3. Informiere Dich über Brandklassen und entsprechende Löschmethoden.

# Experiment 10:

## Untersuchung eines Feuerwerkskörpers

**Geräte/Chemikalien:** Kleine Säge, Knallkörper ("China-Böllern" B oder C), Stereolupe, Holzspan, Papier-Handtuch, Brenner, Dreifuß, Drahtnetz, Schutzbrille, Abzug (evtl. Schutzscheibe)

**Frage:** Wie kann das luftdicht verpackte Zündpulver in Feuerwerkskörpern so gut verbrennen?

Wie sind Knallkörper aufgebaut?

**Sicherheit:** Beim Umgang mit Feuerwerksmischungen ist große Vorsicht geboten! Zünden von Gemischen nur mit dem Lehrer/der Lehrerin zusammen. Schutzbrille benutzen.

### **Durchführung:**

1. Ein Knallkörper wird an 2-3 verschiedenen Stellen (kurz hinter der Zündschnur, Mitte/hinten) mit der Säge angesägt und dann aufgebrochen. Papierhandtuch unterlegen!

2. Untersuche den Knallkörper unter folgenden Fragestellungen (Hilfsmittel: Holzspan, Stereolupe):

- Wie weit reicht die Zündschnur hinein?

- Wie ist das Pulver "gepackt" ? (locker / fest)

- Wie sieht das Pulver aus (Betrachte auch unter der Stereolupe) ?

- Wieviele verschiedene Stoffe sind in der grau-schwarzen Mischung zu erkennen (Stereolupe!)?

- Vergleiche: Dicke der Papierhülle / Durchmesser gesamt

- .....

3. Gib eine Portion des grau-schwarzen Pulvers auf ein Drahtnetz. Durch den Lehrer wird das Gemisch unter dem Abzug / hinter einer Schutzscheibe gezündet.

### **Beobachtungen:**

### **Auswertung:**

## Experiment 10:

### Untersuchung eines Feuerwerkskörpers

#### Zur Ausgangsfrage:

Die Bedeutung des Sauerstoffs bei der Verbrennung ist erarbeitet. In Feuerwerkskörpern ist der Sauerstoff "chemisch gebunden verpackt" und wird bei Zündung freigesetzt. Das grau-schwarze Zündpulver im Knallkörper enthält Kaliumnitrat (= Hauptbestandteil), Schwefelpulver und Holzkohlepulver.

#### Zu Beobachtungen:

- Zündschnur ragt fast zu 3/4 in den Knallkörper
- Pulver ist locker gepackt (im Unterschied zum Treibsatz einer Rakete)
- braun-beiges Pulver am Anfang und Ende, dazwischen "Schwarzpulver"
- 2-3 Stoffe sind unter der Stereolupe zu unterscheiden
- Inhalt gering im Vergleich zur Dicke der Papierhülle
- .....

#### Zur Auswertung:

Das Oxidationsmittel Kaliumnitrat setzt bei der Verbrennung von Schwarzpulver Sauerstoff frei. Die entstehenden (heißen) Gase wie Schwefeldioxid und Kohlenstoffdioxid "brauchen Platz" und zerfetzen die dicke Papierhülle. Der hohe Zerteilungsgrad der Stoffe im Schwarzpulver führt zu dieser explosionsartigen Reaktion.

Schüler haben Vorerfahrungen mit Knallkörpern und gehen sehr motiviert an die Untersuchung heran. Viele haben schon mit Knallkörpern "herumgebastelt". Gerade deshalb bietet sich hier dieses Experiment an, da mögliche Gefahren (z. B. Anhäufen und Verbrennen großer Mengen Schwarzpulver, Verpacken und Entzünden des Schwarzpulvers in Papp-, Glas- oder Metallbehältern) angesprochen und aufgezeigt werden können (müssen!).

Möglicher Zusatz: Aufbau einer Feuerwerksrakete

- Treibsatz aufsägen: Unterschied zum Knallkörper (Feste / lockere Packung)
- Raketenkopf öffnen: Inhalt = grau-schwarze Kügelchen mit Metallpulver
- Kügelchen zerkleinern und untersuchen ("Kern" mit Schwarzpulver/Metallpulver-Umhüllung)
- Kügelchen (unter dem Abzug) anzünden
- (- Zündschnur)

Der Aufbau der Feuerwerksrakete läßt sich sehr gut mit Hilfe des Films "Feuerwerk" aus der Schulfernsehreihe "Chemische Reaktionen - ein Geheimnis?" (z. Teil gedreht in der pyrotechnischen Fabrik "Comet" in Bremerhaven) nachvollziehen bzw. erarbeiten.

# Vor 800 Jahren erfanden Chinesen das Feuerwerk

„Teufelszeug“ aus Schwefel, Salpeter und Kohle

Von Franz Fegeler

Bonn. Erfunden wurde das knallende und zischende „Teufelszeug“ zweifelsfrei im 12. Jahrhundert von den Chinesen. Auch die alten Ägypter müssen den „Schnee aus China“ – die ersten Sprengmittel bestanden überwiegend aus einer Mischung von Salpeter, Schwefel und Kohlenstaub – gekannt haben.

Wie das Schießpulver aber nach Europa gelangte, ist nicht eindeutig zu erklären. Daß es das Mönchlein Berthold der Schwarze gewesen ist, der im 14. Jahrhundert das Schießpulver für Europa entdeckte und deshalb angeblich sogar zum Tode verurteilt wurde, ist heute wissenschaftlich nicht mehr haltbar. Es gibt nämlich Dokumente, daß schon wesentlich früher auch in Europa geschos-

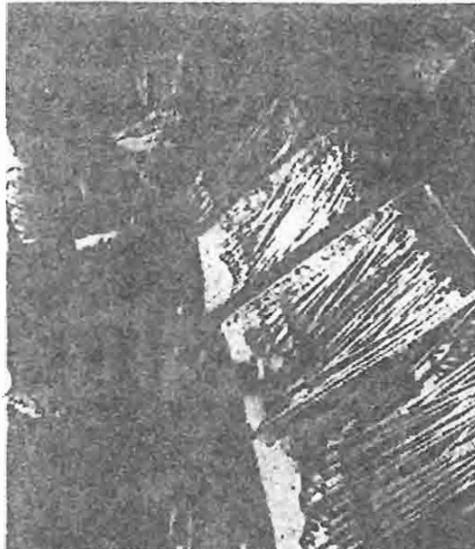
sen und gebombt wurde. Auf jeden Fall aber hat Berthold die „Chunst aus püchen zu schyssen“ anscheinend wesentlich verbessert.

Auf die Chinesen geht auch der Brauch zurück, das Pulver nicht nur als Kriegswaffe, sondern auch als Mittel der Prachtentfaltung und zum Ausdruck der Lebensfreude zu verwenden. Sie waren die ersten friedlichen Feuerwerker der Kulturgeschichte. Der heute noch Verwendung findende gute alte Knallfrosch ist, vereinfacht gesehen, ein stilisierter feuerspeiender Drache. Während im europäischen Kulturkreis der Drache als Untier gilt, ist er für die Asiaten bis zur Gegenwart ein Glückssymbol geblieben.

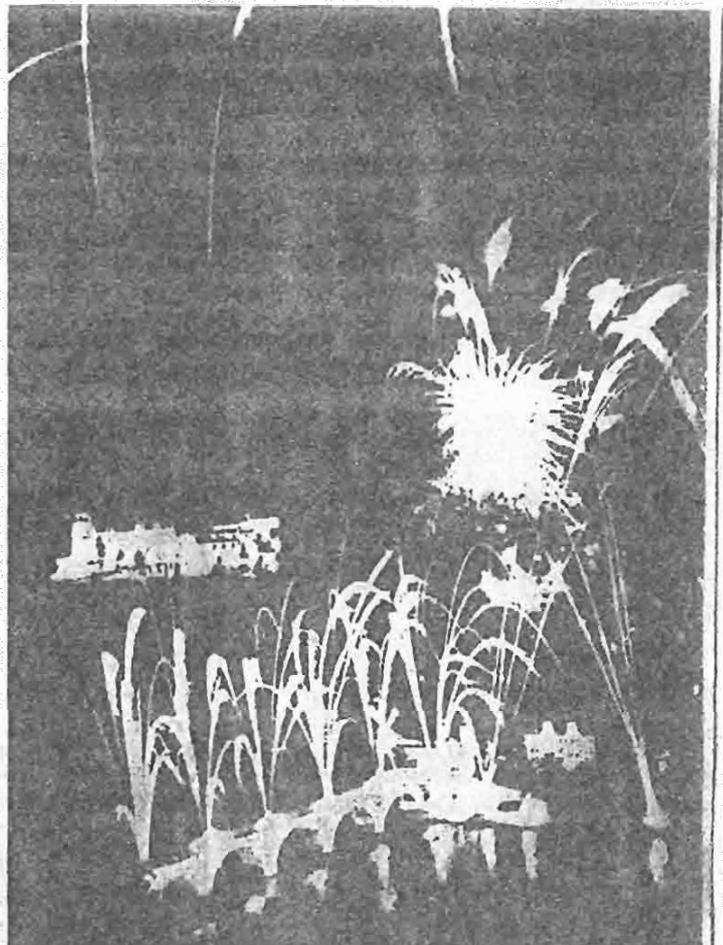
Erstaunlicherweise wurde in fast allen europäischen Ländern das Feuerwerk zu Beginn des Mittelalters zunächst nur für die prächtige Ausgestaltung kirchlicher Feste verwendet. Man setzte es bei Mysterienspielen ein, entzündete bei Festlichkeiten zu Ehren des Erzengels Michael in den Kirchen drachenförmige Ampeln, die Feuer spien, und ließ gelegentlich sogar zur Beeindruckung des staunenden Volkes während des Pfingstfestes eine feuererührende Taube als Symbol des Heiligen Geistes herniederschweben. Der Teufel, der sich

## Mal Heiliger Geist, mal Teufel

in ganz besonders als Figur für Knallfrosche anbot, kam meistens in kugelförmiger Gestalt daher. Aber der Knallfrosch kam für das Hüpfen des Bockbeins gesorgt haben.



Das ganze Jahr über produzieren die pyrotechnischen Betriebe auf das Neujahrsfest hin. Bild: metropress



Das alljährliche Feuerwerk am Heidelberger Schloß hat eine lange Tradition. Vom Ufer und von den Brücken des Neckar schließen die Leuchtkörper zu Dutzenden in die Höhe. Bild: d



So mancher Funke wird zur Jahreswende sprühen. Viele Millionen DM geben die Bundesbürger für Feuerwerk aus. Bild: Rump

Auch wenn heute noch immer zum Jahreswechsel und auch zu anderen passenden Gelegenheiten viele Millionen für Knallfrosche, Schwärmer, Feuer und Raketen verpulvert werden, die ganz große Zeit ist vorbei, da das Feuerwerk regelrecht als Zweig der Kunst verstanden und nicht nur von den Kirchen, sondern auch von den Potentaten gefördert wurde.

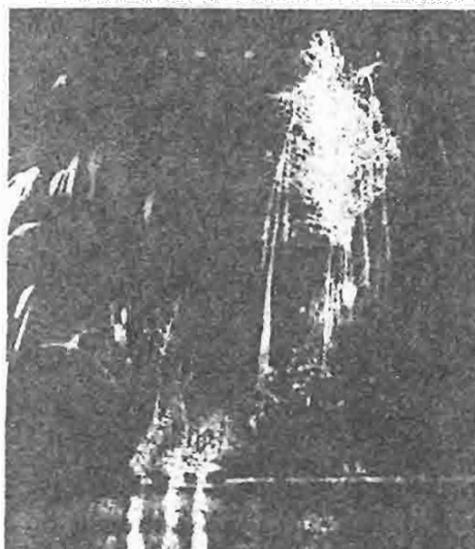
Besonders im Barock im 16. und 17. Jahrhundert sprühten die Paläste und Burgen zu jedem wichtigen Anlaß Funkenregen und Feuerkaskaden. Einige Städte, wie etwa Nürnberg oder auch Dresden, benutzten das Feuerwerk als Demonstration der Geschicklichkeit ihrer Bewohner und als Zeichen für den technischen Fortschritt. Aber auch zur Besiegung von Friedensverträgen, ganz besonders, wenn es sich dabei um einen Triumph über die „heidnischen Türken“ handelte, wurden mit großem Aufwand die entscheidenden Schlachten für das Volk nachgespielt.

Die Feuerwerker gehörten neben den Grubeningenieuren und den Wasserarchitekten zu den angesehensten Wissenschaftlern jener Epoche. So hat sich der weltbekannte Baumeister Balthasar Neumann nicht etwa als Architekt, sondern nur als Obrist und Feuerwerker porträtieren lassen.

Drei Jahrhunderte lang bedeutete Licht in der Nacht gleich Luxus, denn das einfache Volk erlebte in der Tat die Nacht als totale Finsternis. So gesehen wurde das Feuerwerk letztlich auch zum Hilfsmittel, um einfachen Gemütern unter Einsatz von dröhnenden Böllerschüssen, feuerspielenden Fabelwesen und himmelwärts zischenden Raketen den Kampf zwischen Gut und Böse zu verdeutlichen – und gleichzeitig sichtbar zu machen, daß die Bastionen des Satans in Schutz und Asche gelegt werden und seinen giftig-dampfenden bizarren Fabelwesen das Lebenslicht ausgeblasen werden konnte.

Manche der Mächtigen der mittelalterlichen Welt, dies ist heute nur sehr schwer nachzuempfinden, liebten oft auch Raketen in jeder Menge in den Himmel aufsteigen, um damit die Logik und Geradlinigkeit ihrer Regierungskünste unter Beweis zu stellen. Dabei sorgten Musiker und oft auch Posaunenchor für eine entsprechende Begleitmusik und für harmonisierende Übergänge, wenn es darum ging, vom knallenden Feuerwerk zu illuminierten Wasserspielen überzuleiten, die als das Nonplusultra der technischen Perfektion angesehen wurden. Nach dem Dreißigjährigen Krieg gab ein Hofdichter die allgemeine Stimmungslage in einer Lobeshymne über das Feuerwerk mit den Worten wieder: „Auf! Ladet mit Frieden das Kriegsgeschütz, schieß einmal noch irdischen Donner und Blitz, seid dankbar Teutsche Gebrüder der glühende Wohlstand kommt wieder.“

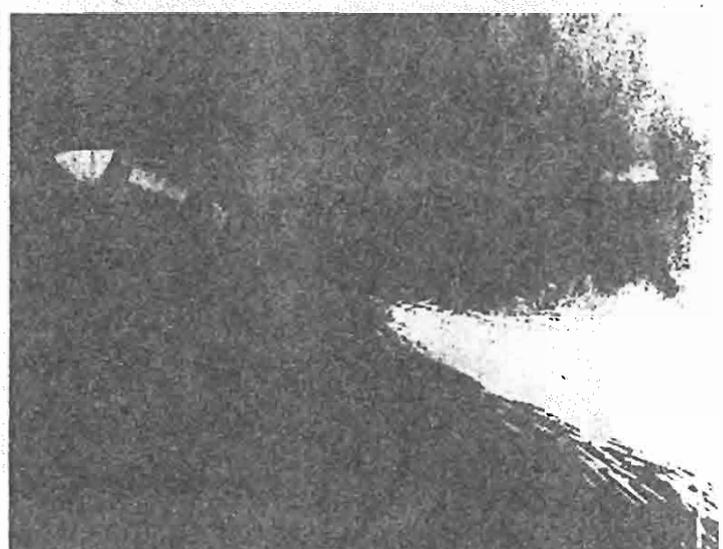
Mit dem heraufdämmernden 19. Jahrhundert verlor die gepflegte Kunst der Feuerwerke allmählich ihre symbolhafte Aussagekraft. In den Vordergrund treten jetzt technische Raffinesse und Sensationshabscherei. Ausgemusterte Artilleristen ziehen durch die Lande und führen auf Jahrmärkten gegen Eintrittsgeld beeindruckende und mannigfaltige Licht- und Knalleffekte vor. Der eigentliche Sinn, den die Altvorden in dem Spektakulum gesehen haben, ging dabei völlig verloren. Der Beliebtheit des Knallfrosches und des immer raffinierter werdenden Sortiments der anderen puffenden zischenden, heulenden und feuererührenden Feuerwerksartikel hat es jedoch bis heute keinen Abbruch getan. Aber eine Renaissance scheint möglich zu sein, wie gerade in diesem Jahr der Wiener Alteskönner Andre Heller mit seinen die Massen anziehenden Feuerwerksspektakeln in Lissabon und Berlin bewiesen hat.



Feuerregen fällt vom Himmel. In manchen Menschen mag so ein Bild Erinnerungen an Kriegsszenen wecken. Bild: Archiv

## Knall und Fall: 260 Tonnen Gift

dpa Kassel. Wenn die Bundesbürger zur Jahreswende rund 95 Millionen DM für Knaller und Raketen in die Luft jagen, dann stirbt auch der Wald wieder ein bißchen schneller. Unter Berufung auf Schätzungen der pyrotechnischen Industrie aus dem Jahre 1982 erklärte der Umweltbeauftragte der Evangelischen Kirche von Kurhessen-Waldeck, Pfarrer Hans Schmiedehausen aus Kassel, der dahinsiechende Wald sterbe „auch am Feuerwerk“. Nach den Berechnungen der Wissenschaftler werden in der Silvesternacht rund 100 Tonnen Schwefeldioxid und 160 Tonnen Stickoxide freigesetzt. Ein Grund mehr, sich darüber Gedanken zu machen, ob die in buntem Knallerei angelegten Millionen nicht für andere Zwecke besser zu verwenden wären.



Warnung vor leichtsinigem Umgang mit Feuerwerkakörpern! Hier wird alles falsch gemacht. Raketen sollen nie in Rücken gezündet, die Augen müssen geschützt werden. Bild: av

## Experiment 11

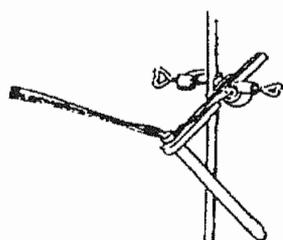
### Verbrennung besser als mit Luft ?

#### Geräte / Chemikalien:

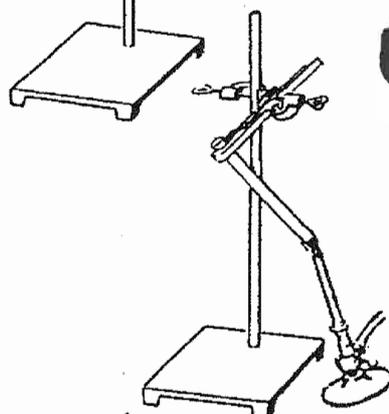
Reagenzglas  
Schutzbrille

Spatel  
Holz, Späne

Kaliumnitrat Reagenzglasklammer  
Stativklemme Brenner



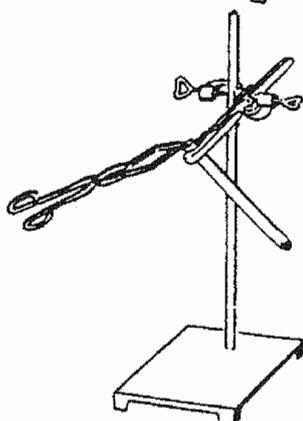
Fülle zweimal Kaliumnitrat mit dem Spatel in das Reagenzglas am Stativ.



Setze die Schutzbrille auf.

Zünde den Brenner an.

Erhitze von der Seite mit rauschender Flamme.



Warte, bis eine klare Flüssigkeit entstanden ist und sich Blasen bilden.

Gib mit der Zange ein Stück Holz in das Reagenzglas.

Beobachtung:

Auswertung:

\* Schmelze von Kaliumnitrat im Reagenzglas: Zufügen von Holz

**Experiment 11**  
**Kaliumnitrat als Oxidationsmittel**  
**Kaliumnitrat als Sauerstofflieferant zur besseren Verbrennung**

**Zur Durchführung:**

Die Schüler sollen eine eigene Überschrift finden.

Der Begriff Oxidationsmittel wird eingeführt, weil er z.B. in der Versuchsanleitung zur Herstellung von Streichholzköpfen auftaucht.

**Zur Beobachtung:**

Das Holz entzündet sich und verbrennt heftig.

**Zur Auswertung:**

Kaliumnitrat fördert die Verbrennung, wenn man es erhitzt. Es ist ein Oxidationsmittel! (Evtl. den Schülern als Merksatz diktieren)

## Experiment 12

### Herstellen von Streichhölzern

#### Geräte/Chemikalien:

Messer, Mörser mit Pistill, Sieb, Porzellanschale, Schnellwaage, Spatel;  
Nut- und Federholz (oder Zungenspatel oder Kaminhölzer), alte Glühbirne, Paraffin  
(Kerzenreste), Glucos, Rübenzucker, Schwefelpulver, Kaliumchlorat, Eisen(III)oxid, Leitungswasser

#### Sicherheit:

- VORSICHT! Feste Gemische aus Kaliumchlorat und brennbaren Stoffen wie Zucker, Schwefel, ... **explodieren bereits durch reiben oder nach einem Schlag äußerst stark!!**

#### Vorbereitung:

- Holzspäne von Nut- und Federholz mit dem Messer abspalten (Vorsicht! Richtung vom Körper/Handgelenk weg abspalten) oder auch von „Zungenspatel“ abspalten oder von großen Kaminhölzern die Köpfe abbrechen.
- Alte Glühbirnen zerstören (Vorsicht!) und Glasstücke im Mörser zerstoßen und zerreiben. Die Splitter durch ein Sieb geben. Nur das Pulver verwenden! (Reste für später oder andere Gruppe)

#### Durchführung:

- [ - Holzstäbchen werden mit einem Ende kurz in geschmolzenes Paraffin von Kerzenresten getaucht. (Auf diesen Arbeitsschritt kann auch verzichtet werden!) ]
- In einer sauberen Porzellanschale mischt man 2g Glucose (Traubenzucker), 1g Schwefelpulver und 1g Rübenzucker mit 2-3 mL Wasser.
  - Dann rührt man in kleinen Portionen vorsichtig 10g Kaliumchlorat, 1g Eisen(III)oxid und 1g Glaspulver in diesen Brei.
  - die Holzstäbchen werden (evtl. mit ihren paraffinierten Enden) in diesen Brei getaucht. (Haftet die Masse nicht, muß man den Brei mit wenig Wasser weiter „verdünnen“!)
  - Man läßt die Stäbchen einige Tage trocknen.

## Erläuterungen zu Experiment 13:

### Vorbereitung:

- . Nach Anzahl der Arbeitsgruppen "Karten" und Übersichtsblatt kopieren.
- . Karten ausschneiden und evtl. auf Karton aufkleben oder in Prospekthüllen geben.
- . Geräte und Chemiekalien für alle Gruppen bereitstellen (8+Modellaufbau)

### Aufgabe:

- . Alle Gruppen sollen den Feuerlöscher bauen und ausprobieren.  
(Anweisungen auf den Karten, vergl. Modellaufbau)
- . Je nach Gruppeninteresse können mit Hilfe der Karten Teilaspekte zu Feuerlöscher und Feuerlöschen bearbeitet werden.

Übersichtsblatt zu:

Versuch Nr 8:

FEUERLÖSCHER



VORSICHTSMASSNAHMEN 8

Nr. 7; 25:



Versuchsvorschrift:

Nr. 6: Genaue Versuchsanleitung  
Musteraufbau auf dem Labortisch



Zum Organisieren  
des Versuchs:

- Nr. 4: Welche UTENSILIEN brauche ich?
- Nr. 10: WO probiere ich den Feuerlöscher aus?
- Nr. 9: Wie setze ich ihn IN GANG?
- Nr. 30: Wie bohre ich das Glasrohr in den Stopfen?
- Nr. 35: Wie wird er noch perfekter?



Einzelfragen, die  
mich interessieren:

- Nr. 3: Wie FUNKTIONIERT mein Feuerlöscher?
- Nr. 14: Was ENTSTEH T aus Natrium und Essigsäure?
- Nr. 17: Was passiert BEIM LÖSCHEN?
- Nr. 21: WELCHES Löschmittel?
- Nr. 20: Was passiert bei einem BRAND?
- Nr. 22: Wozu ist das Kohlendioxid gut?
- Nr. 33: Reaktionsgleichung
- Nr. 37: Warum hört der Feuerlöscher auf?
- Nr. 8: Was SPRITZ T aus dem Feuerlöscher?



Informationen:

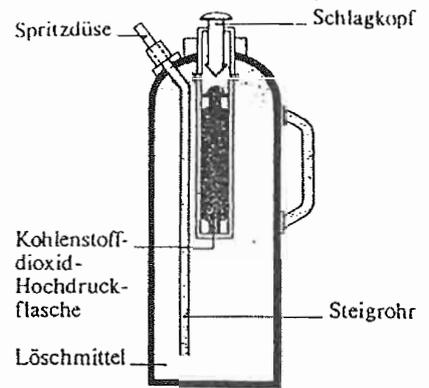
- Nr. 12: Was ist ESSIGESSENZ?
- Nr. 13: Was ist NATRON?
- Nr. 18: Womit kann man LÖSCHEN?
- Nr. 16: Informationen über Kohlendioxid
- Nr. 26: Was ist Natriumacetat?
- Nr. 2: Wie FUNKTIONIERT ein Feuerlöscher?
- Nr. 28: Was ist ESSIGSÄURE?

VERSUCH NR.8 : FEUERLÖSCHER

Nr.2

Wie funktioniert ein solcher Feuerlöscher?

Er enthält in getrennten Behältern ein Löschmittel, z.B. Wasser und ein Treibmittel, z. B. Kohlendioxid. Wird der Schlagkopf gedrückt, kommt das Treibmittel in den Behälter mit dem Löschmittel. Dadurch wird das Löschmittel durch das Steigrohr aus dem Feuerlöscher herausgedrückt.



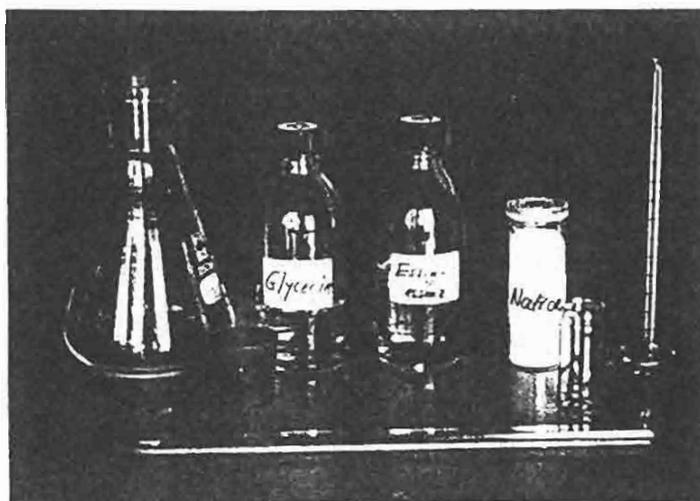
Liste der nötigen Geräte und Chemikalien:

Geräte:

- Erlenmeyerkolben, 250ml
- durchbohrter Stopfen, auf den Erlenmeyerkolben passend
- gebogenes Glasrohr mit ausgezogener spitze
- Schutzbrille
- Spatel
- Glasstab
- leere Tablettenröhre oder kleines Glasfläschchen ohne Deckel
- Meßzylinder

Chemikalien:

- Natron (Gefäß 14)
- Essigessenz
- Wasser
- Glycerin (Gefäß 12)



Wie setze ich ihn in Gang?

durch Schütteln,  
dabei den Stopfen gut festhalten!

Informationen über Essigsäure:

Essigsäure ist eine klare, farblose Flüssigkeit mit stechendem Geruch. Sie wirkt stark ätzend, z.B. frißt sie Löcher in die Kleider oder in die Haut. Besonders gefährdet sind die empfindlichen Schleimhäute der Augen.

Chemisch gehört sie zu den Säuren (siehe Lexikon Säure). Verwendet wird sie zum Herstellen von Essig und bei vielen chemischen Prozessen.

VERSUCH NR.8 : FEUERLÖSCHER

Nr.26

Was ist Natriumacetat?

Ein weißes Pulver. Chemisch gesehen ist es ein Salz, in dem Natriumteilchen und der Essigsäurerest (→ Nr.14) verbunden sind. Es findet im Alltag keine Verwendung, sondern wird nur für einige chemische Prozesse gebraucht.

VERSUCH NR.8 : FEUERLÖSCHER

Nr.18

Womit kann man Brände löschen?

Das richtet sich immer danach, was brennt. Sehr oft ist es am besten Wasser. Wenn aber Fett, elektrische Anlagen oder andere Chemikalien brennen, hilft Wasser überhaupt nicht. Im Haushalt kann man dann mit Asche, Sand oder einer Decke den Brand bekämpfen. Die Feuerwehr kann dann zwischen vielen verschiedenen Löschmitteln, die die Industrie entwickelt hat, wählen, z.B. Kohlendioxid, Schaummittel ...

Was ist Essigessenz chemisch?

Essigessenz ist eine Mischung aus Essigsäure und Wasser. Sie enthält bis zu 60% Essigsäure. Durch diese hohe Konzentration ist Essigessenz schädlich für uns Menschen(—→ Nr.28). Aus Essigessenz kann durch Zugabe von ganz viel Wasser Essig gemacht werden. Mit Essigessenz kann man Geräte wie die Kaffeemaschine entkalken. Essigessenz darf nicht in die Augen kommen, weil sie ätzend wirkt!

VERSUCH NR. 8 : FEUERLÖSCHER

Nr.13

Was ist Natron?

Natron hat viele Namen: Natriumbicarbonat, doppeltkohlensaures Natrium und bei Chemikern Natriumhydrogencarbonat. Mit Wasser bildet es eine Lauge, die Natronlösung.

Natron ist ein weißes Pulver, das häufig benutzt wird. Enthalten ist es beispielsweise in Backpulver, Brauspulver, Badetabletten. Manche Leute schlucken es in geringen Mengen, wenn sie zuviel Magensäure haben. Seine Formel findest Du auf Karte Nr.33.

VERSUCH NR. 8 : FEUERLÖSCHER

Nr.16

Informationen über Kohlendioxid:

Es ist ein farbloses, geruchloses und nicht brennbares Gas, das in der Natur eine bedeutende Rolle spielt. Menschen und Tiere atmen Kohlendioxid aus, während Pflanzen es verbrauchen, es sozusagen einatmen.

Kohlendioxid entsteht bei vielen Verbrennungen. Deswegen kommt es aus den Schornsteinen von Häusern und Fabriken, aus dem Auspuff von Autos etc.

Enthält die Luft mehr als 6% Kohlendioxid wird es für den Menschen gefährlich (kann man daran erkennen, daß eine Kerze dann erlöscht). Enthalten ist es in Sprudel, Limonaden, Mineralwasser Sekt und als unschädliches Treibgas in umweltfreundlichen Sprays

VERSUCH NR.8 : FEUERLÖSCHER

Nr.25

Was ist verboten?

Davon zu trinken wie bei allen Versuchen!

Den Löschstrahl auf Dich oder andere zu richten, weil er noch Essigsäure enthalten könnte, die Augen oder Haut verätzen kann.

VERSUCH NR.8 : FEUERLÖSCHER

Nr.7

Vorsichtsmaßnahmen:

- Schutzbrille, z.B. alte Sonnenbrille aufsetzen.
- Lies Karte Nr.30, bevor Du das Glasrohr durch den Stopfen bohrst.
- Den Strahl nicht auf Menschen richten.
- Den Feuerlöscher am besten neben dem Ausguss, am Fenster oder draußen zusammenbauen, falls er unvorhergesehen losgeht.

Was passiert bei einem Brand chemisch?

Meist ganz viel gleichzeitig. Eine wichtige Rolle spielt dabei der Sauerstoff, der in der Luft enthalten ist (→Nr. ). Denn eine Verbrennung ist eine Reaktion zwischen Sauerstoff und dem Stoff, der brennt wie Holz. Chemiker nennen die Verbrennung Oxidation.

VERSUCH NR.8 : FEUERLÖSCHER

Nr.17

Was passiert beim Löschen eines Brandes?

Zwei Effekte treten auf:

1. Kühleffekt: Durch die Zufuhr von ganz viel Wasser wird alles so abgekühlt, daß die Verbrennung nicht weiter ablaufen kann.
2. Stickeffekt: Das Feuer wird erstickt, d.h. das Wasser verdrängt die Luft um den Brand herum. Die Verbrennung braucht aber den Sauerstoff der Luft. Ist keiner mehr da, geht das Feuer aus (→Nr.20, ; siehe Lexikon unter Verbrennung).

VERSUCH NR.8 : FEUERLÖSCHER

Nr.14

Was entsteht aus Natron und Essigsäure?

Wasser, das Gas Kohlendioxid und Natriumacetat (→Nr.16,26,33)

Die Reaktionsgleichung findest Du auf Karte Nr.33

Warum hört der Feuerlöscher auf?

Der Feuerlöscher löscht nur dann, wenn Essigsäure und Natron miteinander reagieren (→Nr.33). Aus je einem Essigsäureteilchen und einem Natronteilchen entsteht je ein Teilchen Kohlendioxid, Wasser und Natriumacetat. Sind nun entweder die Essigsäureteilchen oder die Natronteilchen verbraucht, kann sich weder Wasser noch Kohlendioxid bilden und der Feuerlöscher hört auf.

Was spritzt aus meinem Feuerlöscher heraus?

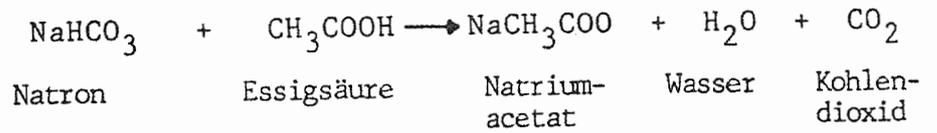
vor allem Wasser und das Gas Kohlendioxid

In dem Wasser kann noch drin sein: unverbrauchtes Natron, unverbrauchte Essigsäure und Natriumacetat (→Nr.14, ,33). Bei dem perfekteren Feuerlöscher von Karte Nr.35 kommt dazu noch der Schaum des Spülmittels.

Wie funktioniert mein Feuerlöscher?

Zuerst enthält er Natronlösung (→Nr.13) und Essigessenz (→Nr.12) getrennt. Durch Schütteln mischen sich die beiden und reagieren miteinander. Dabei entsteht ein Gas, das Kohlendioxid. Dieses drückt das Wasser aus dem Feuerlöscher heraus (→Nr.14).

Reaktionsgleichung:

VERSUCH NR.8 : FEUERLÖSCHER

Nr.22

Wozu dient das Kohlendioxid?

Es drückt das Wasser aus dem Feuerlöscher.  
Es ist also das Treibmittel ("Treibgas").  
Außerdem erstickt es die Flamme, da es  
nicht brennbar ist.

VERSUCH NR.8 : FEUERLÖSCHER

Nr.21

Welches Löschmittel kommt aus meinem Feuerlöscher?

Wasser

Wie bohre ich das Glasrohr durch den Stopfen?

- Gib zuerst ein paar Tropfen Glycerin (Gefäß 12) in das Loch des Stopfens und an das Glasrohr.
- Dreh erst dann das Glasrohr langsam durch den Stopfen.

Das Fetten mit Glycerin ist sehr wichtig, weil sonst die Gefahr besteht, daß das Glasrohr bricht und Du Deine Hand verletzt.

VERSUCH NR.8 : FEUERLÖSCHER

Nr.10

Wo probiere ich den Feuerlöscher aus?

z.B. mit einem brennenden Papierknäuel in dem Ausguss oder versuch mal draussen, damit eine Kerze zu löschen

Richte den Strahl nicht aus Menschen! Da kann noch Essigsäure drin sein.

VERSUCH NR.8 : FEUERLÖSCHER

Nr.35

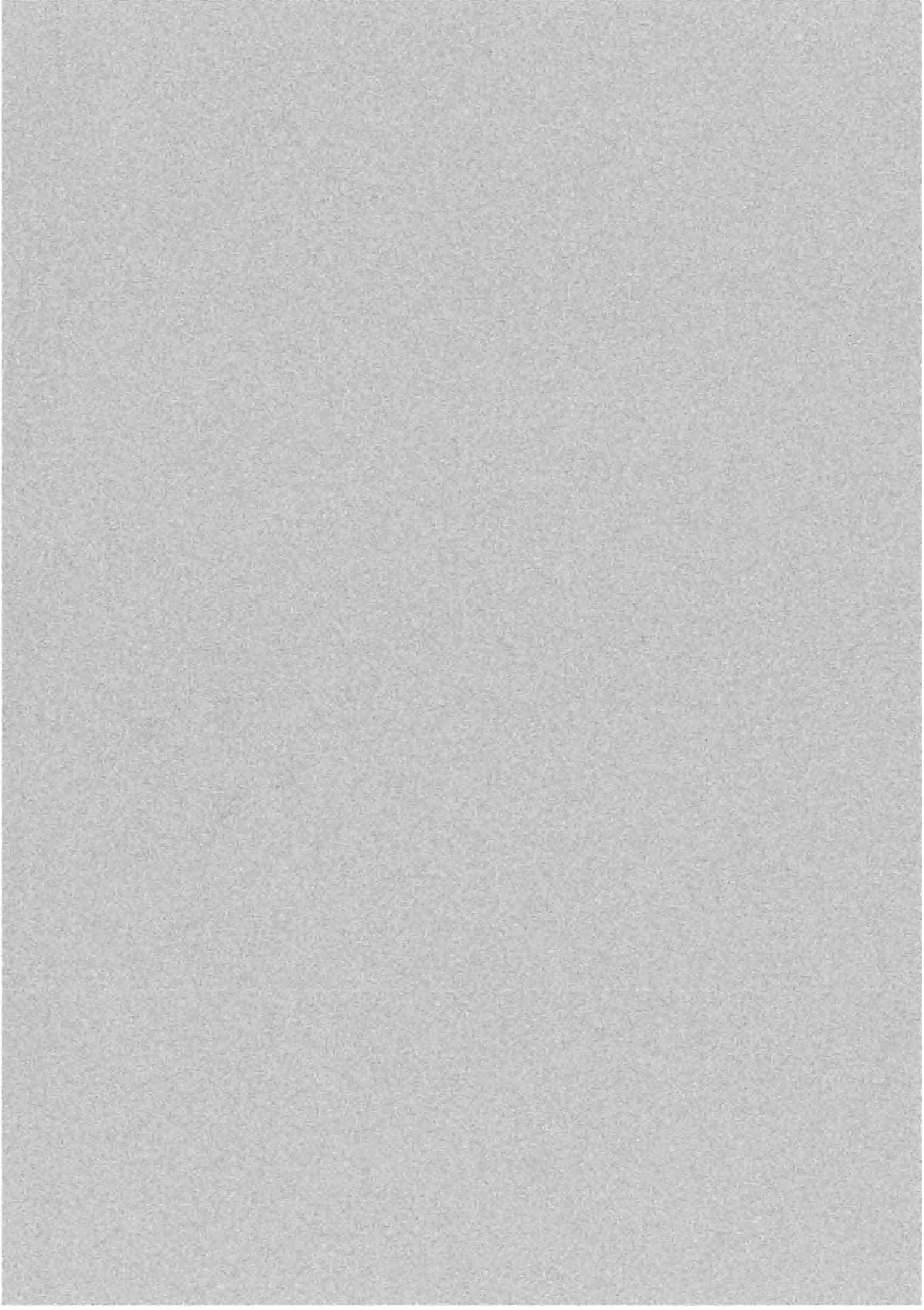
Wie wird der Feuerlöscher noch perfekter?

Gibst Du noch etwas flüssiges Geschirrspülmittel (ungefähr 20 ml) in die Natronlösung, kommt aus dem Feuerlöscher Schaum heraus.

# Brandklasseneinteilung nach DIN EN 2

		Brände fester Stoffe, hauptsächlich organischer Natur, die normaler Weise unter Glutbildung verbrennen z. B. Holz, Papier, Stroh, Texti- len, Kohle, Autoreifen	Brände von flüssigen oder flüchtig werdenden Stoffen z. B. Benzin, Benzol, Öle, Fette, Lacke, Teer, Ather, Alkohol, Stearin, Paraffin	Brände von Gasen z. B. Methan, Propan, Wasserstoff, Acetylen, Erdgas, Stadtgas	Brände von Metallen z. B. Aluminium, Magnesium, Lithium, Natrium, Kalium und deren Legierungen
	<b>Brand- klasse</b>				
<b>Pulverlöscher mit Glutbrandpulver</b>	<b>PG</b>	●	●	●	
<b>Pulverlöscher mit Metallbrandpulver</b>	<b>PM</b>				●
<b>Pulverlöscher mit Spezialpulver</b>	<b>P</b>		●	●	
<b>Kohlendioxid- Löscher (CO<sub>2</sub>)</b>	<b>K</b>		●		
<b>Wasserlöscher</b>	<b>W</b>	●			
<b>Schaumlöscher</b>	<b>S</b>	●	●		

Feuerlöscher müssen nach dem Brandeinsatz oder nach unbeabsichtigter Betätigung durch den autorisierten Kundendienst überprüft und wieder einsatzbereit gemacht werden.



## Anhang Teil 2:

### Materialien zur 9.Klasse

Inhaltsverzeichnis	Seite
0. Gesamtüberblick der Materialien vom Anhang	
<b>1. Grundlagen</b>	
1.1 Chemische Reaktionen im Verbrennungsmotor.....	2
1.2 Experimente mit dem Zündrohr, Infoblatt Viertaktmotor.....	3
<b>2. Sequenz 7: „Verkehr in unserem Stadtteil“</b>	
2.1 behandelte Literatur.....	6
2.2 Arbeitsplanung für die Gruppenarbeitsphase.....	7
2.3 Zusammenfassung zum Thema Verkehr.....	8
<b>3. Sequenz 8: Katalysator</b>	
3.1 Aufbau eines Autokatalysators.....	9
3.2 Schrittfolge mit Plättchen.....	11
3.3 Arbeitsblatt Chemische Vorgänge an der Katalysatoroberfläche.....	12
3.4 Infoblatt Treibhauseffekt.....	13
<b>4. Sequenz 9: Stickoxide und Sommersmog</b>	
4.1 Infoblätter Ozon.....	17
4.2 Gesundheitsgefährdungen Ozon.....	20
<b>5. Sequenz 10: Verbrennung und „Saurer Regen“</b>	
5.1 Chemiarbeit Nr. 1, Verbrennungsgase.....	21
5.2 Infotext ph-Skala.....	23
<b>6. Sequenz 11: Saure Reiniger</b>	
6.1 Experimente mit sauren Haushaltsreinigern Nr. 1-15.....	25
6.2 Materialien zu den Versuchen, Zusammenfassung der Experimente.....	31
6.3 Selbstinstruktion zum Thema Säuren.....	33
<b>7. Sequenz 12: basische Reiniger</b>	
7.1 Experimente 1-14 mit basischen Haushaltsreinigern.....	35
7.2 Materialien zu den Experimenten mit basischen Haushaltsreinigern.....	42
7.3 Auswertung zu den Experimenten für NaOH.....	44
7.4 Chemiekurzarbeit, saure und basische Haushaltsreiniger.....	45

<b>8.</b>	<b>Sequenz 13: Wasser</b>	
8.1	Experimentieranleitungen der Experimente Verbrennen und Elektrolyse.....	47
8.2	Vorlage Ermittlung des privaten Wasserverbrauchs.....	50
8.3	Infotext der Stadtwerke zu Wasserverbrauch und -sparen und zur Trinkwassergewinnung.....	53
8.4	Infotexte der Bremer Entsorgungsbetriebe zum Stadtentwässerungsplan.....	67
8.5	Materialien für die Gruppenarbeiten über Klärschlamm und Kopien der Gruppenarbeiten.....	71
8.6	Infomaterialien zur „Weserabflußfahrt“.....	77
8.7	Arbeitsblatt zur Qualitätsuntersuchung von Weserwasser.....	78
8.8	Informationen zu Gewässergüteklassen der Fließgewässer.....	79
8.9	Tips für den Alltag.....	80

## Anhang Teil 2

### Materialien zur 9. Klasse      Sequenzen 7 - 13

#### 8. Jahrgangsstufe (Halbjahr mit 2 Wochenstunden)

0 Spiel zum Einstieg	1 Müll und Stoffrecycling
2 Feuer	3 Verbrennung
4 CO <sub>2</sub> als Sauerstofflieferant, Reduktion	5 KNO <sub>3</sub> als Oxidationsmittel
6 Feuer löschen	

#### 9. Jahrgangsstufe (mit 2 Wochenstunden)

<b>7 „Verkehr in unserem Stadtteil“</b>	<b>8 Katalysator</b>
<b>9 Stickoxide und Sommersmog</b>	<b>10 Verbrennung und „Saurer Regen“</b>
<b>11 Saure Reiniger</b>	<b>und 12 basische Reiniger</b>
<b>13 Wasser</b>	

#### 10. Jahrgangsstufe (mit 2 Wochenstunden)

14 Batterien und Akkumulatoren	16 Lebensmittel und Ernährung
15 Erdöl und Kohlenwasserstoffe	18 Cellulose
17 Stärke	
19 Kunstfasern, Textilien	

Experimentieranleitungen, Auswertungshilfen,  
Informationsmaterialien

## CHEMISCHE REAKTIONEN IM VERBRENNUNGSMOTOR

Die Treibstoffe Benzin und Dieselöl sind Gemische aus vielen sogenannten **Kohlenwasserstoffen** (im Benzin mehr als 150 verschiedene); man gewinnt sie durch Destillation von Erdöl.

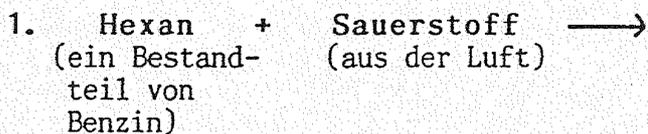
Kohlenwasserstoffe sind chemische Verbindungen aus den Stoffen Kohlenstoff und Wasserstoff. Beispiel: Hexan, Kohlenwasserstoff mit 6 Kohlenstoff- und 14 Wasserstoffatomen

Während im Benzin Kohlenwasserstoffe mit 6 - 8 Kohlenstoffatomen vorherrschen, findet man im Dieselkraftstoff hauptsächlich Kohlenwasserstoffe mit 7 - 14 Kohlenstoffatomen pro Molekül.

Beim Verbrennen des Benzins (Zündung des Benzin-Luft-Gemisches) entstehen neben **Kohlenstoffdioxid** und **Wasser** noch andere Reaktionsprodukte. So bildet sich durch unvollständige Verbrennung ( zu wenig Sauerstoff) **Kohlenstoffmonoxid**; ein geringer Teil des Benzins verbrennt überhaupt nicht, sondern wird zu neuen **Kohlenwasserstoffen** umgewandelt.

Außerdem reagiert bei den hohen Temperaturen im Zylinder ein Teil des Stickstoffs der eingesaugten Luft zu **Stickstoffoxiden**.

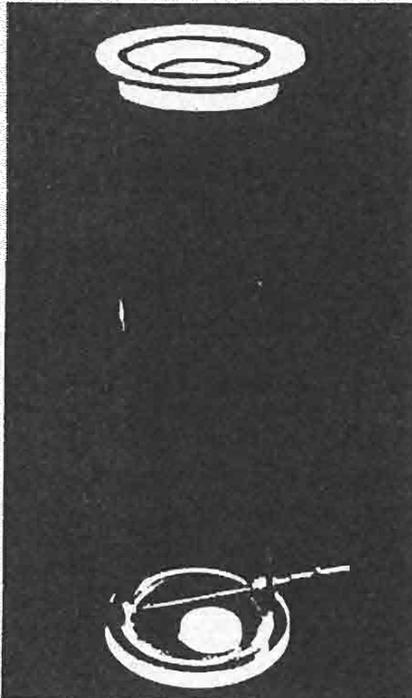
Beispiele für chemische Reaktionen im Verbrennungsmotor:



# Zündrohr für Explosionsversuche mit brennbaren Luft-Dampf-Gemischen und Knallgas-Gemischen

nach Herdter/Menzel

10/1990



**Deckel aus Polyethylen**  
Sitz leicht konisch, um Festsitzen zu verhindern

**Zündrohr aus dickwandigem Guß-Plexiglas**

5 mm Wandstärke; gegossenes und getempertes Material zur Vermeidung von Spannungen; Rohr zur Erhöhung der Sicherheit in Bodenplatte eingesenkt und verklebt; Abmessungen:  $\varnothing a$  80 mm, h ca. 300 mm

**Piezozünder mit verstellbarer Funkenstrecke**  
bei Defekt leicht auswechselbar

Zur einfachen Demonstration der Zündfähigkeit von Gemischen aus Luft und Dämpfen brennbarer Flüssigkeiten wie Benzin.

Das Zündrohr erlaubt auch die rasche Bestimmung der jeweiligen Zündgrenzen und damit die experimentelle Einführung dieser Begriffe.

Außerdem zeigen die Versuche sehr eindringlich die Gefahren beim Umgang mit brennbaren Flüssigkeiten.

Zur sicheren Durchführung von Knallgasexplosionen mit Luft-Wasserstoff oder Luft-Methan-Gemischen.

## Besondere Merkmale:

- Einfache, sichere Handhabung durch den eingebauten Piezozünder und die Verwendung von dickwandigem Guß-Plexiglas.
- Alle Vorgänge können durch das transparente Material beobachtet werden (z.B. sehr eindrucksvoll das Zünden der Mischung).
- Eindrucksvolle Wirkung durch Herausschleudern des Plastikdeckels (auch akustisch deutlich wahrnehmbar).

## Versuchshinweise zum Zündrohr

Nach Herdter/Menzel

### Vorsicht!

**Keine Sauerstoff-Gasgemische verwenden!**

### 1. Demonstration der Zündfähigkeit von Luft-Dampf-Gemischen.

Zur Demonstration der Zündfähigkeit von Gemischen aus Luft und Dämpfen brennbarer Flüssigkeiten eignen sich besonders Flüssigkeiten mit niedrigen Siedetemperaturen, da sie sich leicht vollständig verdampfen lassen.

So gelingen die Versuche problemlos und eindrucksvoll mit Petroleum- und Spezialbenzinen mit Siedebereichen von 30-50°C, 40-80°C u.ä. oder beispielsweise n-Pentan, n-Heptan, wobei Tropfenzahlen von 4-6 immer zum Erfolg führen.

Auch Diethylether, Methanol, Ethanol eignen sich. Lösungsmittel, die Plexiglas angreifen (z.B. Aceton) sollten nicht verwendet werden.

Soll der Versuch mehrfach durchgeführt werden, ist ein Fön zum Entfernen der Verbrennungsgase nach jeder Explosion empfehlenswert.

## Materialien und Geräte :

Zündrohr mit Deckel und Kunststoffteilchen (zum Durchmischen der Dämpfe)

Pipette

(bzw. Lösungsmittel in Pipettenfläschchen)

Fön

## Chemikalien:

Brennbare, niedrig siedende Lösungsmittel, z.B. n-Pentan, n-Heptan, Petroleumbenzine (Siedebereiche 30-50°C, 40-80°C o.ä.), Diethylether, Methanol usw. (möglichst in Pipettenfläschchen)

## Versuchsdurchführung:

- Vor der Versuchsreihe Zündfunken prüfen, eventuell Elektrodenspitze so einstellen, daß der Zündfunken gut zu beobachten ist.
- Gewünschte Tropfenzahl (bei Benzin und Alkanen 4 - 6 Tropfen) auf den Boden des Zündrohres tropfen.
- Deckel schließen und Zündrohr einige Male schütteln, um mit dem innenliegenden Kunststoffteilchen die Verdampfung und Durchmischung zu beschleunigen.
- Zündrohr auf den Experimentiertisch stellen und mit dem Piezo-Zünder zünden.
- Zur Wiederholung nach der Explosion Abgase mit Fön herausblasen.

## 2. Zündgrenzenbestimmung

Nach obiger Versuchsanleitung wird mit dem zu untersuchenden Stoff eine Versuchsreihe mit zunehmender Tropfenzahl durchgeführt (z.B. bei Heptan 1 - 30 Tropfen). Nach jedem Zündversuch wird das Zündrohr mit dem Fön von den Dämpfen gereinigt. Die Ergebnisse werden tabellarisch erfaßt und können entsprechend nachstehendem Beispiel auch in Vol. % umgerechnet werden.

### 2.1 Zündgrenzenberechnung

Die Berechnung der Zündgrenzen (bzw. Explosionsgrenzen) kann über das Volumen des Zündrohres und das Dampfvolumen der entsprechenden Tropfenzahl erfolgen. Das Dampfvolumen ermittelt man am einfachsten über die Tropfenmasse, die Molekülmasse des Stoffes und das Molvolumen eines Dampfes. (1 mMol ca. 22,4 ml bei Raumtemperatur).

#### Beispiel n-Heptan :

- a) Volumen des Zündrohres = Fläche x Höhe =  $\pi r^2 \times \text{Höhe} = 1127 \text{ ml}$   
(Ø 70 mm, Höhe 293 mm)
- b) Dampfvolumen:  
10 Tropfen n-Heptan wiegen 200 mg, bei einer Molekülmasse (100) für  $C_7H_{16}$  sind dies 2 mMol bzw. 44,8 ml Dampf. 1 Tropfen ergibt mit ca. 4,5 ml Dampfvolumen eine Konzentration von ca. 0,4 %.

n-Heptan  $C_7H_{16}$  (100)

Tropfenzahl	1	5	10	...	...
Konz.(Vol.%)	0,4	2	4		
Zündung ±	-	+	+		

#### c) Allgemeine Berechnung:

$$\text{Konz. (Vol. \%)} = \frac{\text{Dampfvolumen}}{\text{Zündrohrvolumen}} =$$

$$\frac{\text{Einwaage (mg)} \times 22,4 \text{ ml}}{\text{Molekülmasse (g)} \times \text{Zündrohrvolumen (ml)}}$$

## 3. Beispiele für Zündgrenzen in Luft (Vol. %)

<b>n-Alkane</b>	(ca. 1 ... 8)
Pentan	1,4 ... 7,8
Hexan	1,2 ... 7,4
Heptan	1,1 ... 6,7
Octan	0,8 ... 6,5
Nonan	0,7 ... 5,6
Decan	0,7 ... 5,4
<b>Benzine</b>	(ca. 0,6 ... 8)
Ottokraftstoff	0,6 ... 8,0
Diesekraftstoff	0,6 ... 6,5
Düsenkraftstoff	0,6 ... 7,5

#### Alkohole

Methanol	5,5 ... 26,5
Ethanol	3,5 ... 15,0
Propanol	2,0 ... 12

#### Verschiedene

Aceton	2,5 ... 13,0
Essigsäure	4,0 ... 17
Schwefelkohlenstoff	1,0 ... 60
Wasserstoff	4,0 ... 75,6

## 4. Knallgasexplosionen

Die Gefährlichkeit von Knallgasgemischen mit Luft-Wasserstoff oder Luft-Methan kann sehr eindrucksvoll, aber problemlos und sicher mit dem Zündrohr gezeigt werden.

#### Beispiel Wasserstoff

Hier wird das Zündrohr mit der Öffnung nach unten etwa 30 cm hoch an einem Stativ eingespannt, um den leichten Wasserstoff auf einfache Weise einfüllen zu können.

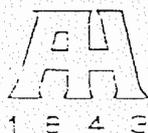
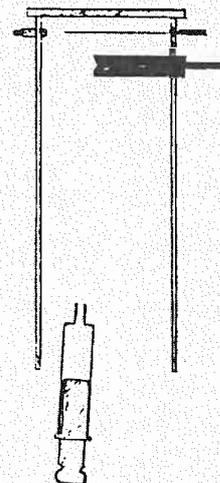
Anschließend drückt man 200 ml Wasserstoff aus zwei 100 ml-Kunststoffspritzen oder Kolbenproben in das Zündrohr und verschließt mit dem Deckel.

(Die Kunststoffspritzen kann man vor der Stunde mit Wasserstoff füllen und mit einem Pipettenhütchen verschließen).

Da die Explosion sehr lautstark ist, die Schüler vor dem Zünden darauf hinweisen! Mund öffnen lassen!

In einer Versuchsreihe mit unterschiedlichen Wasserstoffmengen können die Zündgrenzen bestimmt werden.

Bestell-Nr. 10810	Zündrohr aus Plexiglas	DM 105,00
Bestell-Nr. 22100	Kunststoffspritze 100 ml	DM 11,40
		zzgl. MWSt.



# AUG. HEDINGER

Chemikalien - Lehrmittel

7000 Stuttgart 60 (Wangen)  
Heiligenwiesen 26  
Postfach 60 02 62  
Telefon 07 11 / 40 20 50  
Telex 723 728 (aha kg)

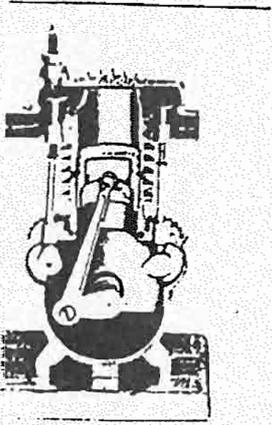
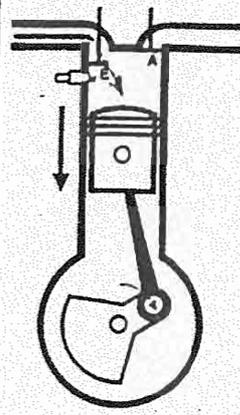


Abb. 142.1

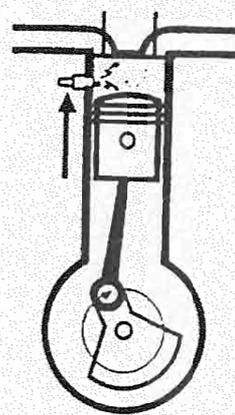
2. Wie ein Viertaktmotor arbeitet

E = Einlaß-ventil  
A = Auslaß-ventil

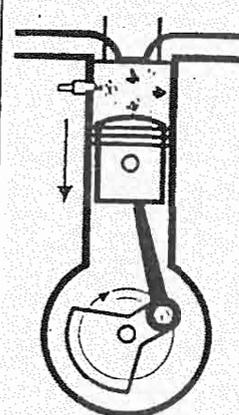
1. Takt



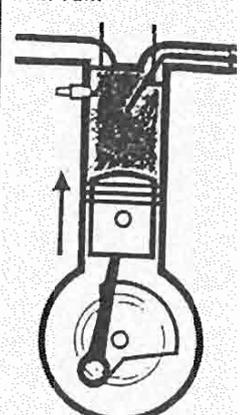
2. Takt



3. Takt



4. Takt



Bezeichnung der Takte

Ventile

Vorgänge im Zylinder

	E: _____ A: _____	E: _____ A: _____	E: _____ A: _____	E: _____ A: _____
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____

## Anhang Teil 2

### Materialien zur Unterrichtseinheit „Verkehr in unserem Stadtteil“

siehe:

Heft 1 Bremer Reihe Umwelterziehung (JUST/WOEST, Hrsg.) (liegt in allen Bremer Schulen vor; im Buchhandel: ISBN 3-88722-305-5, z.B.

Universitätsbuchhandlung Bremen, Bibliotheksstraße , Postf 330440, 28334 Bremen)

einschl. Gruppenarbeitshilfen, Infomaterialien, Experimentieranleitungen und ausführlichen Erfahrungen

# ARBEITSPLANUNG FÜR DIE GRUPPENARBEITSPHASE

Datum	Arbeitsbericht (in Stichworten)	Plan für die nächste Woche (in Stichworten)

ZUSAMMENFASSUNG ZUM THEMA VERKEHR

PROBLEME:

- ENERGIE-/ROHSTOFFVERBRAUCH
- FLÄCHENVERBRAUCH
- ABFALL ("SCHROTT")
- UNFÄLLE

*Viele Autofahrten*

LÄRM

ABGASE / SCHADSTOFFE

Gesundheitsschäden:

- Schlafstörungen
- Pseudo-Krupp
- Asthma
- ...

Smog (Sommer- / Winter)

Treibhauseffekt

Saurer Regen ( → Versauerung von Wasser und Boden)

VORTEILE:

- MOBILITÄT ("Lebensqualität"?)
- ...

LÖSUNGEN / ALTERNATIVEN:

TIVEN:

Verkehr vermeiden

Beispiele: *Autofahrten*

Verkehr verlagern

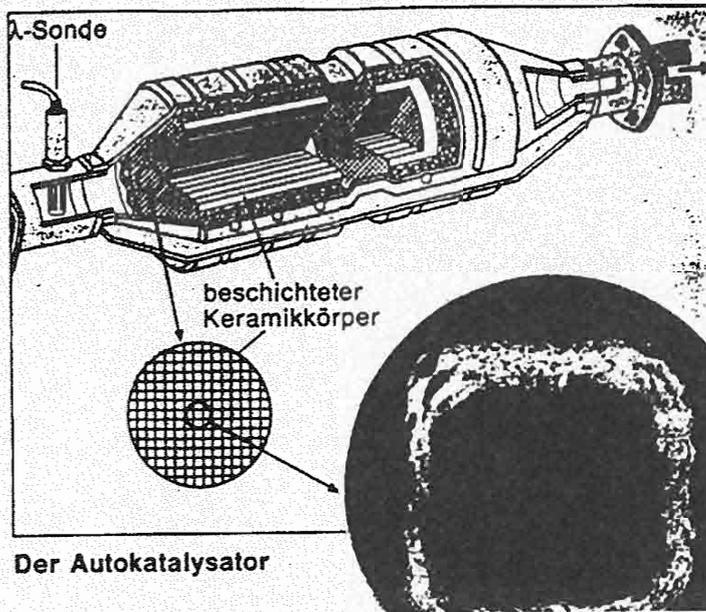
Beispiele:

Technik verbessern

Beispiele:

Verkehrsberuhigung

Beispiele:



**Autokatalysator.** Wesentlich bessere Abgaswerte erhält man mit einem Katalysator. Katalysatoren beschleunigen chemische Reaktionen. Dadurch setzen sich die Stoffe schon bei niedrigen Temperaturen schneller um als gewöhnlich.

Ein Abgaskatalysator besteht aus einem Keramikkörper mit gitterartigen Gängen. Ihre Oberfläche ist mit einer porösen Schicht von Aluminiumoxid überzogen. Die wirksame Oberfläche wird dadurch auf das 5000fache erhöht. Auf der Oxidschicht sind als eigentlicher Katalysator etwa 2 g einer Platin/Rhodium-Legierung aufgetragen. An der Oberfläche des Metalls erfolgt sowohl die Verbrennung von Kohlenstoffmonoxid und von Kraftstoffdämpfen als auch die Umsetzung von Stickstoffoxiden zu Stickstoff.

Damit alle diese Reaktionen optimal ablaufen können, muß das Benzin/Luft-Gemisch, das dem Motor zugeführt wird, immer eine bestimmte Zusammensetzung haben. Um dies zu erreichen, mißt man über einen Meßfühler, die *Lambda-Sonde* ( $\lambda$ -Sonde), fortwährend den Sauerstoffgehalt im Abgas. Entsprechend dem Meßergebnis steuert ein Regelmechanismus den Vergaser oder die Einspritzpumpe, so daß die erforderliche Zusammensetzung des Gemischs auch bei wechselnder Motorleistung erreicht wird.

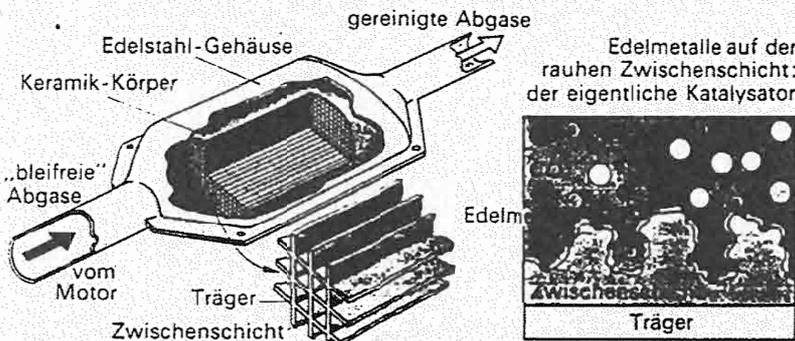
Die optimale Wirkung des Katalysators wird allerdings nur erreicht, wenn man nicht wesentlich schneller fährt als  $130 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

Schwöbel  
Chemie heute  
S. 75



Der Abgaskatalysator

Kohlenstoffmonooxid CO und die nitrosen Gase NO<sub>x</sub>, ein Gemisch aus NO und NO<sub>2</sub>, gehören zu den gefährlichsten Umweltgiften in der Luft. Der Kraftfahrzeugverkehr ist am Ausstoß dieser Gase maßgeblich beteiligt (B 25.1.). Ihre Entfernung aus den Abgasen vor dem Ausstoß in die Atmosphäre ist daher ein wichtiger Beitrag zur Verminderung der Umweltbelastung. Die „Entfernung“ dieser Gifte ist z. B. dann vollzogen, wenn der in NO<sub>x</sub> gebundene Sauerstoff auf CO und auf noch nicht oxidierte Kohlenwasserstoffe C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> übergeht. Als Produkte liegen dann die ungiftigen Gase N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O vor. Diese Umsetzungen müssen schnell verlaufen, während das Abgasgemisch die Auspuffanlage durchfließt. Dazu eignet sich der in B 25.2. beschriebene Dreiwege-Katalysator.



**B 25.2.** Abgaskatalysator. Ein Regelsystem (zu dem auch die sog. λ-Sonde gehört) sorgt dafür, daß in die Verbrennungsräume des Motors genausoviel Sauerstoff gelangt, wie für die vollständige Verbrennung der eingesaugten Benzinmenge zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O notwendig ist (λ-Wert = 1). Die Edelmetalle auf der Zwischenschicht sind Platin, Palladium und Rhodium.

1. Bleifreies Benzin
2. Große Katalysatoroberfläche
3. Hitzebeständiges Trägermaterial
4. Korrosionsfestes Trägermaterial (wegen 3. und 4. Keramik, nicht Stahl)
5. Stöchiometrisches Benzin-Luft-Gemisch (λ=1)
6. Schutz des Katalysators vor: a) starken Erschütterungen  
b) thermischen Überlastungen

**Tab. 25.1.** Einige Forderungen für die wirksame Funktion der Abgasreinigungsanlage auf Dauer

Verursacher (Massenanteile in %)	CO	NO <sub>x</sub> umgerechnet auf NO <sub>2</sub>
Industrie	18,7	6,5
Verkehr	59,2	57,3
Gesamtemission in Mio Tonnen	100	100
davon chemische Industrie	0,9	2,6

**B 25.1.** Verursacher von CO- und NO<sub>x</sub>-Emissionen im Vergleich

**A 25.1.** In der Tab. 25.1. sind stichwortartig einige Forderungen an die Abgasreinigungsanlage zusammengestellt. Versuchen Sie, diese einzeln zu begründen.

Ein Katalysator ist ein Stoff oder ein Stoffgemisch, der (das) die Aktivierungsenergie einer Reaktion herabsetzt und somit ihre Geschwindigkeit bei einer gegebenen Temperatur erhöht. Die Katalyse besteht darin, daß der Katalysator an der Reaktion teilnimmt, aber dabei nicht verbraucht wird.

Katalysator, Katalyse, homogene Katalyse, heterogene Katalyse, Enzym (Biokatalysator), Vergiftung eines Katalysators, Selektivität und Aktivität eines Katalysators

## Schritte auf dem OH-Projektor zur Veranschaulichung der Vorgänge im Autokatalysator mit „Plättchen“ (OH-Folie möglichst breit verwenden)

**VERFÜGBARE FARBEN** : Rot = Sauerstoff, Gelb = Kohlenstoff, Blau = Stickstoff (Besser Grün!! Im Text werden die Begriffe Molekül/Teilchen und Plättchen nebeneinander und gleichrangig benutzt, obwohl es verschiedene Interpretationsebenen betrifft)

### A Umwandlung von CO und NO (Redox)

- 3 CO-Teilchen und 3 NO-Teilchen werden mit verschiedenfarbigen Plättchen auf dem OH-Proj. zusammengestellt.
- 1 NO-Teilchen (Plättchen) lagert sich im linken ersten-Drittel an Kat.oberfläche an.
- Der Zusammenhalt im NO-Molekül lockert sich durch Einwirkung des Katalysators (Überlappung nur noch ganz gering => dadurch Molekül „reaktinsfreudiger“).
- Ein CO-Teilchen trifft auf das gelockerte NO-Molekül.
- Das Kohlenstoffatom im CO kann sich nun das Sauerstoffatom im gelockerten NO „schnappen“.
- Das CO<sub>2</sub>-Molekül entfernt sich von Katalysator - Oberfläche nach rechts oben.
- die Stationen 2. - 6. werden noch einmal an Katalysator - Oberfläche in der Nähe vom 1. Mal gespielt, so daß jetzt 2 N-Atome am Katalysator nicht sehr weit voneinander gebunden sind.
- Die N-Atome entfernen sich nacheinander von Katalysator - Oberfläche
- Beide bilden ein N<sub>2</sub>-Molekül.
- Endprodukte möglichst mit einem wasserlöslichen Stif umfahren und nachträglich die Ausgangsstoffe in stöchiometrisch richtigem Verhältnis dazulegen.

### B Umwandlung von Kohlenwasserstoffen („Benzin schlecht verbrannt“) zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O (Oxidation)

- Mindestens 1 CH<sub>4</sub> - Molekül mit Plättchen legen und 2 O<sub>2</sub> - Moleküle.
- 1 oder 2 O<sub>2</sub> - Moleküle lagern sich an die Katalysator-Oberfläche und lockern die Bindung („reaktiver“).
- 1 CH<sub>4</sub> - Molekül nähert sich dem O<sub>2</sub> an der Katalysator-Oberfläche so, daß 2 der 4 H-Atome an ein O-Atom im gelockerten O<sub>2</sub> - Molekül stoßen.
- Diese 3 Plättchen bilden jetzt ein CO<sub>2</sub> - Molekül durch Änderung der Überlappungen und entfernen sich von der Katalysator-Oberfläche (nach rechts oben).
- Praktisch geht es am besten so weiter, daß man das restliche Sauerstoff-Plättchen“ auf der Katalysator-Oberfläche mit den beiden H-Atomen im CH<sub>2</sub> - Rest („im Gasraum“) „reagieren läßt“ zu H<sub>2</sub>O, das sich (nach rechts oben) von Katalysator - Oberfläche entfernt.**  
(Theorie: Die beiden anderen H-Atome oder das C-Atom im übrig gebliebenen CH<sub>2</sub> - Rest können nun mit einem O<sub>2</sub> - Molekül (einerlei ob am Katalysator oder „im Gasraum“ - weil der Rest ja so stark reaktiv ist!) CO<sub>2</sub> oder H<sub>2</sub>O Molekül bilden)
- Nun reagiert das „einsame“ Kohlenstoffatom „im Gasraum“ mit einem weiteren O<sub>2</sub> - Molekül zu CO<sub>2</sub>.
- Endprodukte möglichst mit einem wasserlöslichen Stif umfahren und nachträglich die Ausgangsstoffe in stöchiometrisch richtigem Verhältnis dazulegen.

# Kopiervorlage 3

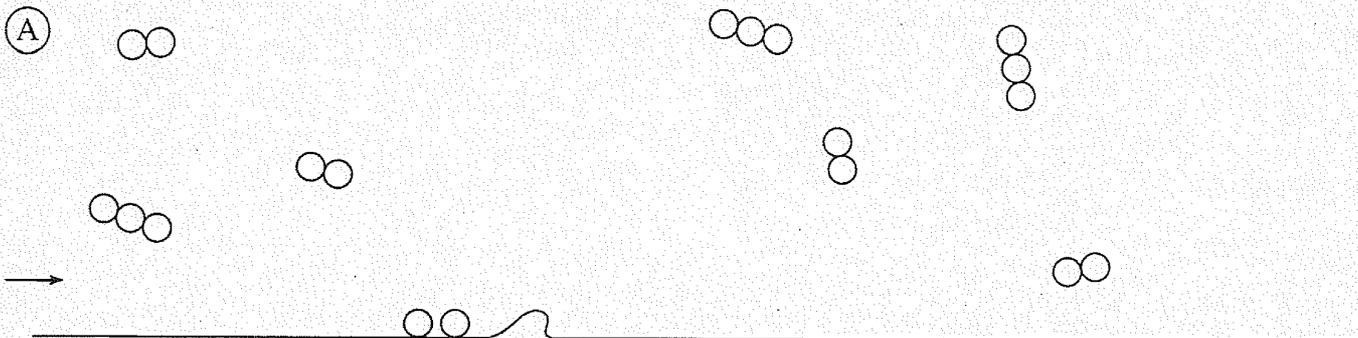
## Chemische Vorgänge an der Katalysatoroberfläche

Beispiel: Umwandlung von CO und NO (Redoxreaktion)

Fülle die Kreise sachgerecht mit den Farben für die Atome der verschiedenen Elemente aus.

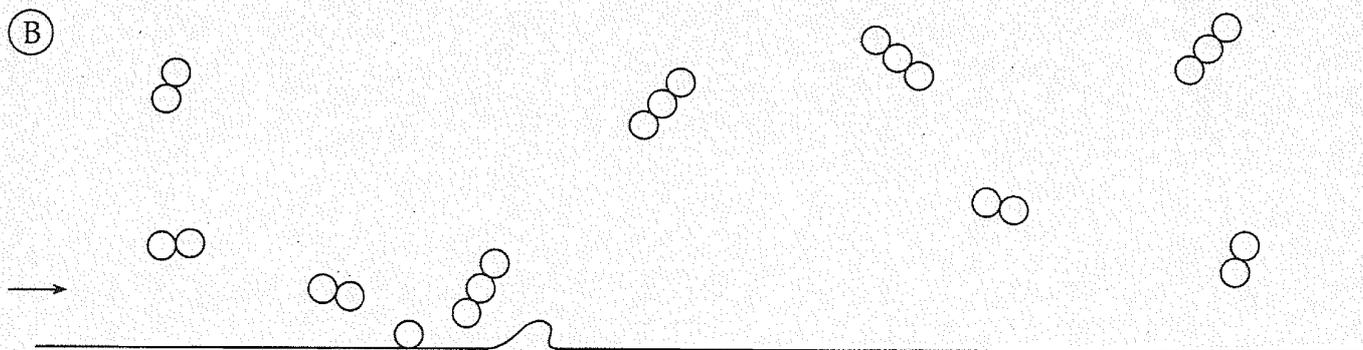
Rot: \_\_\_\_\_ Blau: \_\_\_\_\_

Schwarz: \_\_\_\_\_



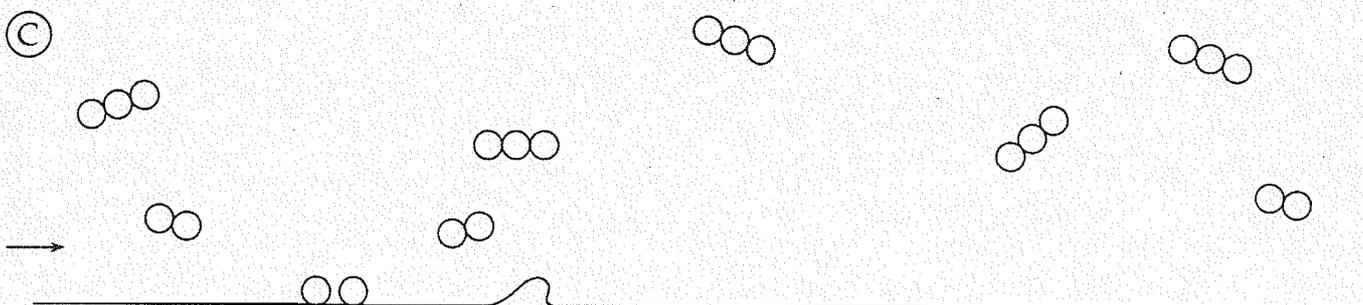
1. Lockerung der Bindung im angelagerten Stickstoffmonoxidmolekül (NO)

2. Annäherung eines Kohlenstoffmonoxidmoleküls (CO)



3. Bildung des Kohlenstoffdioxidmoleküls (CO<sub>2</sub>)

4. Mehrmalige Wiederholung dieses Vorgangs



5. Bildung eines Stickstoffmoleküls (N<sub>2</sub>) aus zwei Stickstoffatomen

## Der Treibhauseffekt

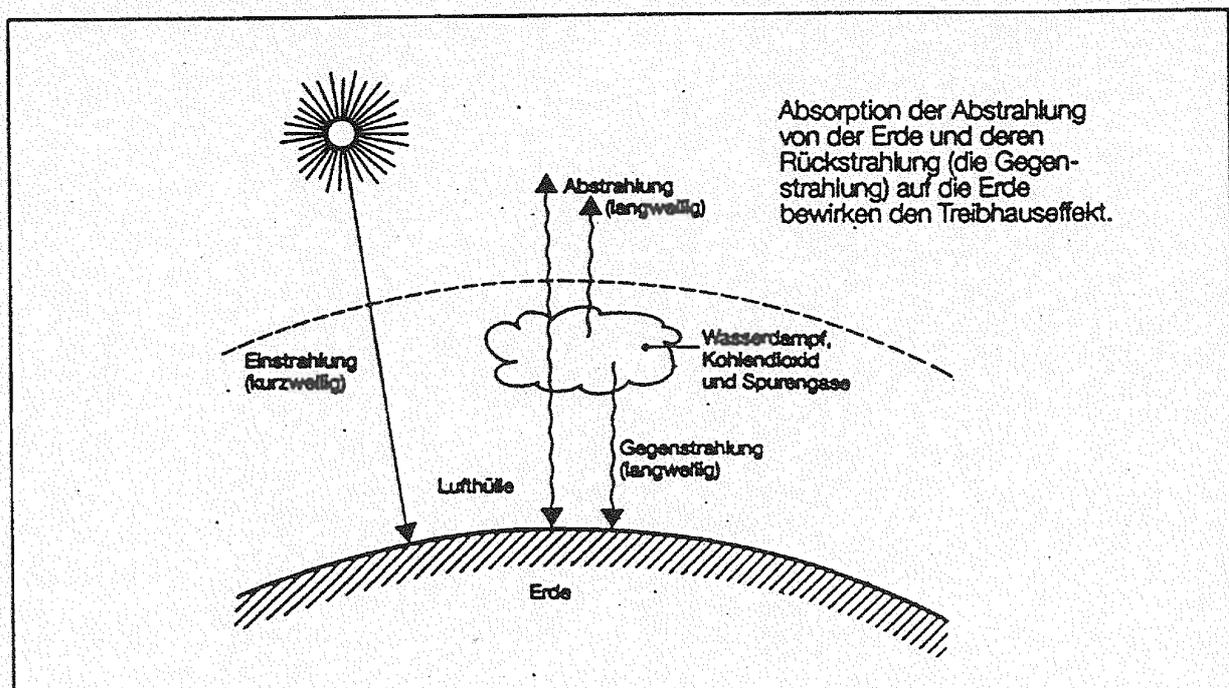
Ähnlich der Glashülle eines Treibhauses läßt die Lufthülle der Erde die kurzwellige Sonnenstrahlung weitgehend ungehindert zur Erdoberfläche. Dadurch erwärmt, gibt diese eine langwellige Wärme-Abstrahlung zurück, die aber von Gasen in der Lufthülle – vor allem Wasserdampf und Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) – absorbiert wird. Nun strahlt die so erwärmte Lufthülle ihrerseits eine Wärme-Gegenstrahlung in Richtung Erdoberfläche. Insgesamt stellt sich in den unteren Luftschichten ein Wärmegleichgewicht ein, das sich in einer mittleren Temperatur von ungefähr  $15^\circ\text{C}$  äußert – dem Treibhauseffekt. Ohne Lufthülle läge diese Temperatur etwa  $40^\circ\text{C}$  tiefer, und Leben in der uns bekannten Form wäre unmöglich.

Nun wird seit Jahrzeiten in der Lufthülle ein rasches Ansteigen der Konzentration von  $\text{CO}_2$  beobachtet, das wahrscheinlich von der Verbrennung fossiler Brennstoffe herrührt sowie von der Rodung von Urwäldern ( $\text{CO}_2$  entweicht dann aus dem Boden bzw. wird von den gerodeten Bäumen nicht mehr aufgenommen). Zugleich nimmt infolge der Luftverschmutzung auch der Gehalt an Gasen wie Methan, Stickoxid (aus Stickstoffdünger) und Freon (aus Treibgasdosen) zu, die zwar nur in Spuren darin enthalten sind (und daher Spurenga-

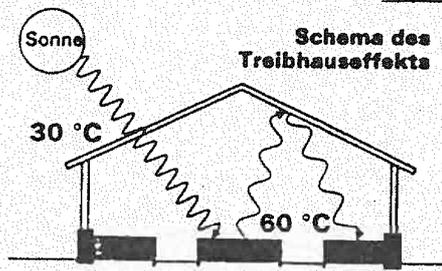
se genannt werden), aber ebenfalls Wärme-Strahlung absorbieren.

Bei Fortdauer des gegenwärtigen Anstiegs würde sich die Konzentration von  $\text{CO}_2$  und Spurengasen bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts ungefähr verdoppeln. Dadurch könnte sich der natürliche Treibhauseffekt dermaßen verstärken, daß die mittlere Temperatur spürbar anstiege – gemäß verschiedenen Modellen um etwa  $3^\circ\text{C}$ . Denkbare Folgen sind verstärkte Verdunstung und Wolkenbildung und damit eine Verschiebung der Niederschlagsgürtel der Erde mit ungünstiger oder auch günstiger Wirkung: Heutige Trockengebiete könnten regenreich werden, heutige Naßgebiete trocken. Solche Veränderungen würden sich freilich nicht von einem Tag auf den andern einstellen, sondern über Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte; das gilt auch für das Abschmelzen der polaren Eiskappen mit darauffolgender Überflutung der Tiefländer. Jedenfalls aber würden sie unabsehbare Umwälzungen sozialer und politischer Art mit sich bringen.

Trotz all dieser Unwägbarkeiten ist es sicherlich ein Gebot des Umweltschutzes und der Rücksichtnahme auf kommende Generationen, den Ausstoß von  $\text{CO}_2$  und Spurengasen zu drosseln. In bezug auf  $\text{CO}_2$  bedeutet das, die Verbrennung fossiler Brennstoffe einzuschränken.



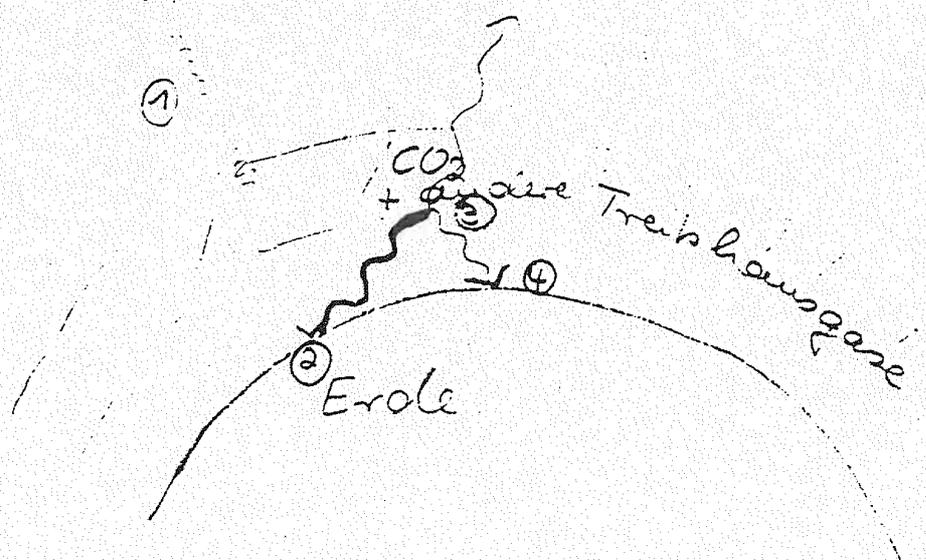
4) Kohlenstoffdioxid ist ein Treibhausgas.



Die kurzwellige Sonnenstrahlung (blau) gelangt durch das Glasdach in das Treibhaus und erwärmt die Beete, die daraufhin längerwellige Wärmestrahlung (rot) abgeben. Diese kann jedoch das Glasdach nicht durchdringen und heizt daher das Treibhaus auf.



Beschreibe bitte:



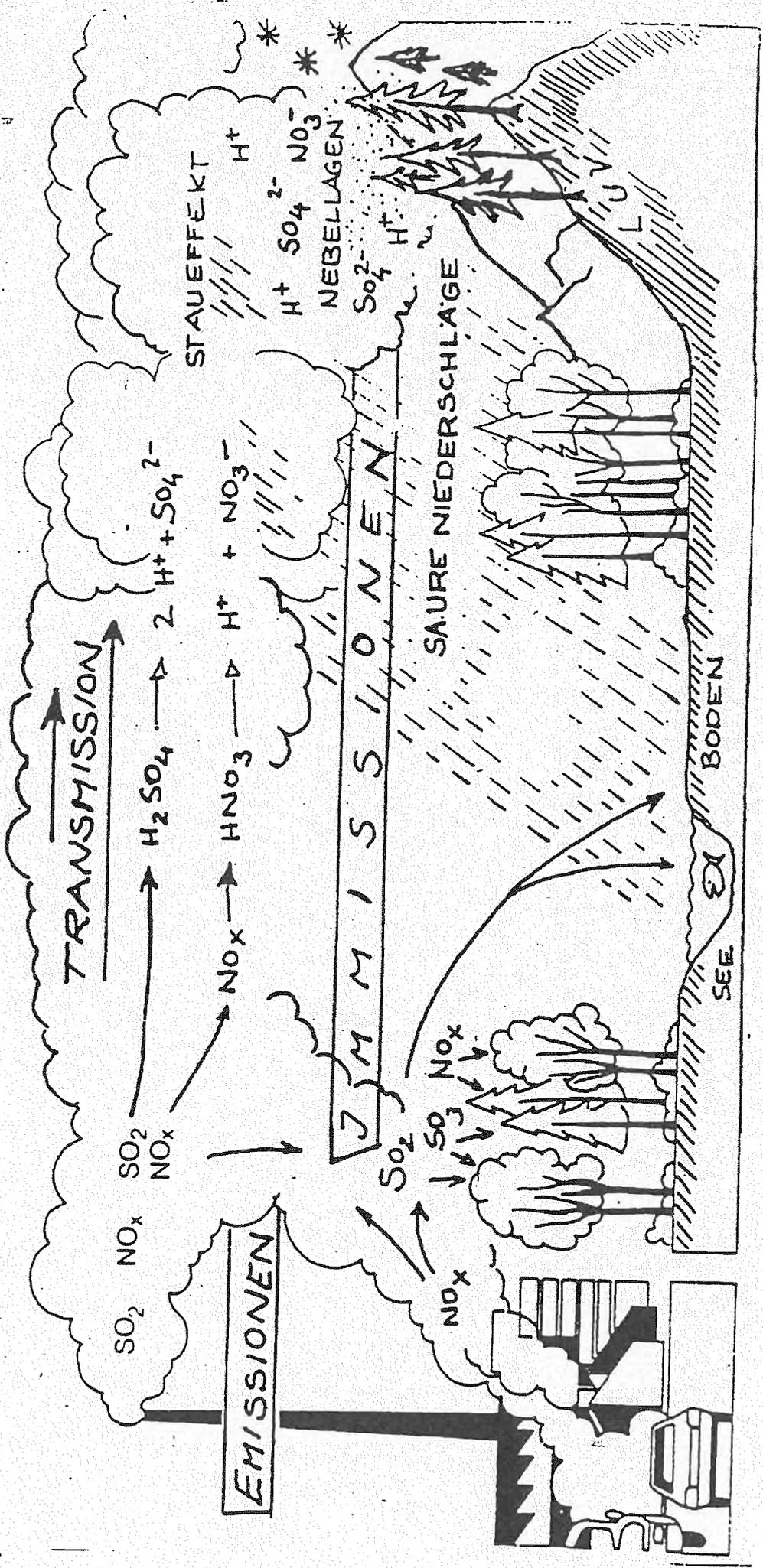
- ①
- ②
- ③
- ④

4 b) Welche Folgen hätte eine Temperaturerhöhung um 3°C ?

- 
- 

5 a) Bei Gewitter entsteht NO<sub>x</sub>. Zeichne und beschrifte den entsprechenden Versuchsaufbau.

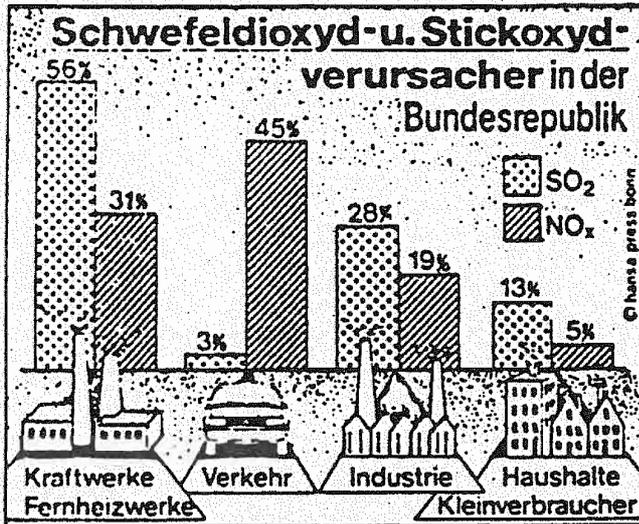
# SAURE NIEDERSCHLÄGE



# Saurer Regen — Die Wälder sterben !

## Entstehung und Herkunft der "sauren Niederschläge"

Unsere Wälder sterben langsam aber sicher! Über die Ursachen streiten sich noch die Experten und sicherlich ist auch nicht der "saure Regen" der alleinige Sündenbock - aber eines ist klar: schuld an der Misere ist die Luftverschmutzung in den hochindustrialisierten Ländern. Dem Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) und den Stickoxiden ( $\text{NO}_x$ ) kommt dabei unbestritten eine Hauptbedeutung zu, wenn auch weitere Substanzen wie z.B. Ozon, Fluor, Schwermetalle und viele andere Stoffe und Faktoren das Waldsterben begünstigen oder gar örtlich überwiegend allein bedingen.



Schwefeldioxid und Stickoxid sind maßgebliche Ursachen des "sauren Regens", der unsere Wälder bedroht. Die Schadstoffe gelangen auf unterschiedlichen Wegen in die Luft.

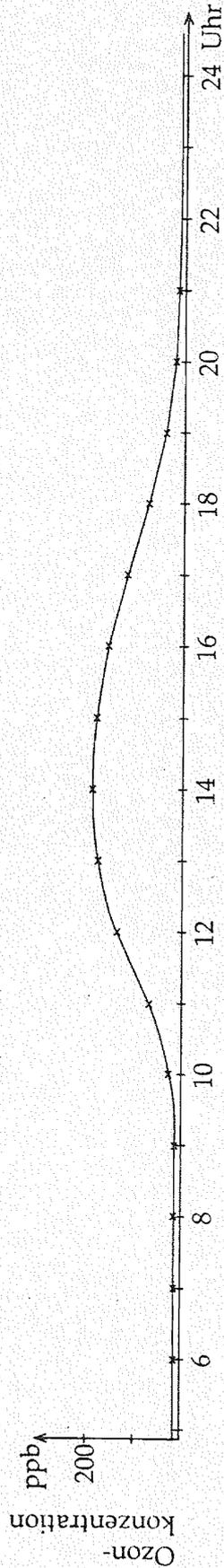
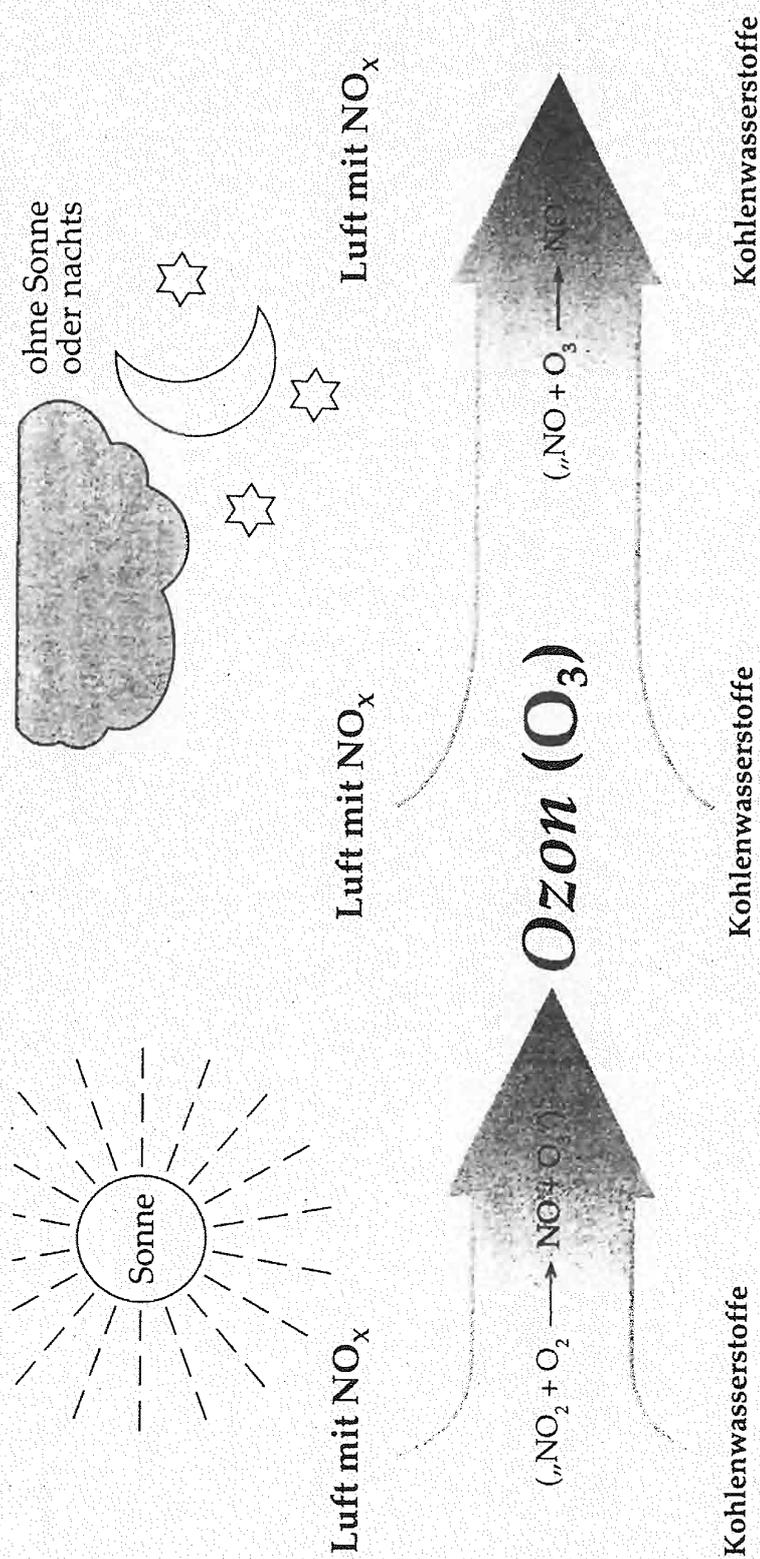
## Die Schadwirkung tritt gleich in zweifacher Form auf:

Zum einen wirken die unveränderten Gase ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NO}_x$  etc) auf die Bäume und andere "Opfer" direkt ein.

Zum anderen — und damit zum "sauren Regen" — können sich diese im Wasser lösen und so Säuren bilden (Schwefelsäure:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , Salpetersäure:  $\text{HNO}_3$ , etc.), die sich dann im Nebel, Tau, Regen, Schnee usw. auf den Bäumen des Waldes und anderen Wirkorten niederschlagen. Mittlerweile sind — bedingt durch die Politik der "hohen Schornsteine" — diese Schadstoffe überall in der Luft über Europa verteilt — wenn auch im Bereich der Industrieviere immer noch hohe Werte auftreten. Durch die Höhenwinde findet ein Schadstofftransport statt, der vor keiner Landesgrenze halt macht. So erhalten die skandinavischen Seen ihre todbringende Säure weitestgehend als europäisches Importprodukt. Satellitenbeobachtungen machen es sogar wahrscheinlich, daß ein geringer Anteil der Schadstoffe, die über unserm Land niedergehen "made in U.S.A." ist. Rechnet man allein den Schwefelanteil zusammen, der aus in- und ausländischer Produktion über der Bundesrepublik auf die Bevölkerungszahl umgelegt herabrieselt, so kann man sagen:

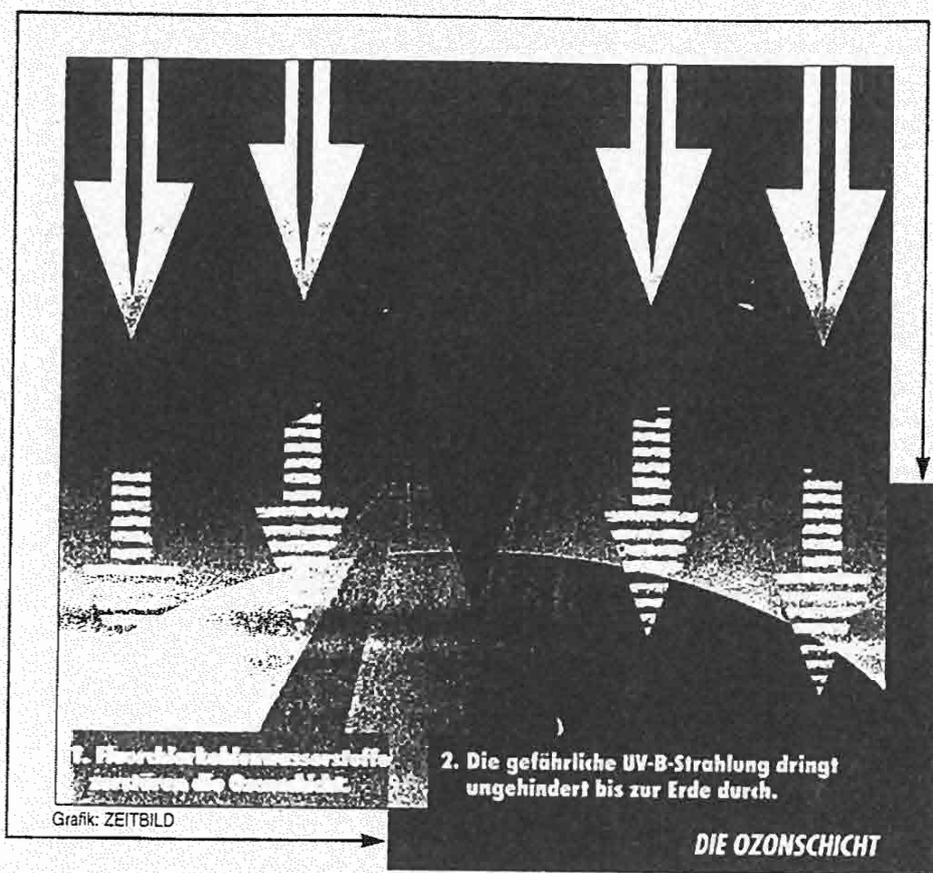
**Jedem Deutschen fällt jährlich etwa ein Zentner Schwefelgift auf den Kopf!**

# Kopiervorlage 2



Ein Sommertag in einer Großstadt: **Ozon**

(1 ppb  $\approx$  2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



# OZON, DAS MAGISCHE MOLEKÜL

Chemisch besteht Ozon (O<sub>3</sub>) aus drei Sauerstoffatomen. In hoher Konzentration ist es ein tiefblaues Gas mit stechendem Geruch. Es bildet sich, wenn atomarer Sauerstoff auf molekularen Sauerstoff einwirkt, zerfällt aber auch leicht wieder. Ozon ist eines der wichtigsten Spurengase der Atmosphäre. Seine Bedeutung für das Leben auf der Erde ist von gegensätzlicher Natur.

### OBEN NÜTZLICH ...

In der Stratosphäre, in der sich 90 Prozent der Gesamtmenge befinden, ist Ozon lebensnotwendig. Dort bildet es sich aus molekularem Sauerstoff unter dem Einfluß der kurzwelligen UV-Strahlung der Sonne. Das Ozon zerfällt zwar durch Absorption der UV-Strahlung gleich wieder, doch lagert sich der dabei frei werdende atomare Sauerstoff sofort

wieder an molekularen Sauerstoff an. In der Ozonschicht besteht dadurch ein Gleichgewicht zwischen Auf- und Abbau von Ozon. Diese Schicht hält den größten Teil der äußerst schädlichen UV-Strahlung von der Erde fern.

### ... UNTEN SCHÄDLICH

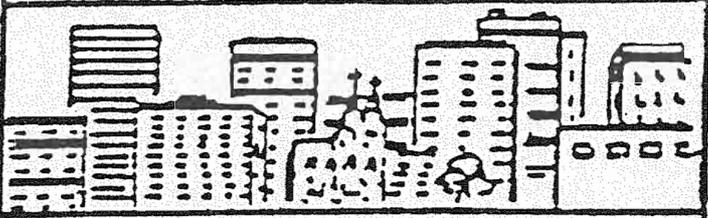
In der Troposphäre hingegen, wo die restlichen 10 Prozent zu finden sind, hat Ozon eher negative Auswirkungen: Durch Faktoren wie starke Abgase aus Kraftfahrzeugen und Industrieanlagen können Ozonkonzentrationen entstehen, die zu Schäden beim Menschen, aber auch bei Tieren und Pflanzen führen können. Übrigens: Es findet kein Ausgleich zwischen dem „Ozon-Überschuß“ in Bodennähe und dem „Ozon-Defizit“ in der Höhe statt.

## 2. SEQUENZ EINGRIFFE DES MENSCHEN UND DIE FOLGEN

Jahresmittel | Spitzenwerte

[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

30	450
----	-----



Ballungsräume

60	250
----	-----



ländliche Gebiete

80	150
----	-----



Reinluftgebiete

Quelle: Harald Gabe / Bruno Watsch  
Gute Argumente: klima  
München 1989

## Ozón-Konzentrationen und ihre Auswirkungen

20 ppb	Geruchsschwelle	43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
50 ppb	Auftreten von Kopfschmerzen	107 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
60 ppb	Bei empfindlichen Personen Auftreten von Hustenreiz und Augenbrennen. Asthmatiker beginnen unter Atemnot zu leiden. Bei Sportlern sinkt die körperliche Leistungsfähigkeit	129 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
80 ppb	Lungenfunktionsstörungen treten auch bei gesunden Personen auf	171 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
100 ppb	Schleimhautreizungen, Augenreizungen, Lungenfunktionsstörungen bei zehn Prozent der Empfindlichen und bei fünf Prozent der Gesamtbevölkerung. Amerikanische Studien stellten bei einem Drittel der untersuchten Kinder Atembeschwerden und ein um 16 Prozent verringertes Atemvolumen fest. Weitere Symptome: Druckgefühl unter dem Brustbein, Erhöhung der Zahl der weißen Blutkörperchen (= Aktivierung des Immunsystems)	214 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
120 ppb	Zunahme von Asthmaanfällen	257 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
150 ppb	Risikogruppen erleiden bleibende Gesundheitsschäden	321 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
200 ppb	Bleibende Gesundheitsschäden auch bei Gesunden, Einschränkung der Augenmuskeltätigkeit	429 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Quelle: Hans Vockenhuber, Zeitbombe Ozon, Wien 1992  
(ergänzt durch  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Werte)

Name:

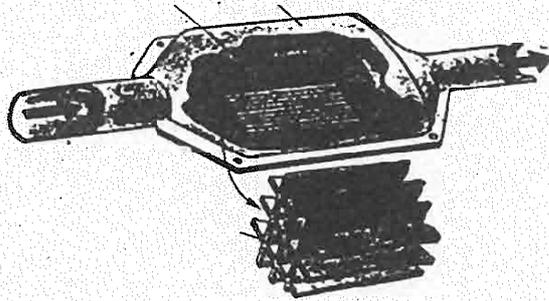
Kl.:

Datum: 20.1.95

1a) Welcher Versuch zeigt, daß ein gut eingestelltes Benzin/Luft-Gemisch Kraftstoff spart? Zeichne und beschreibe kurz!

b) Hexan + Sauerstoff  $\longrightarrow$  +

2a) Beschrifte bitte: Katalysator

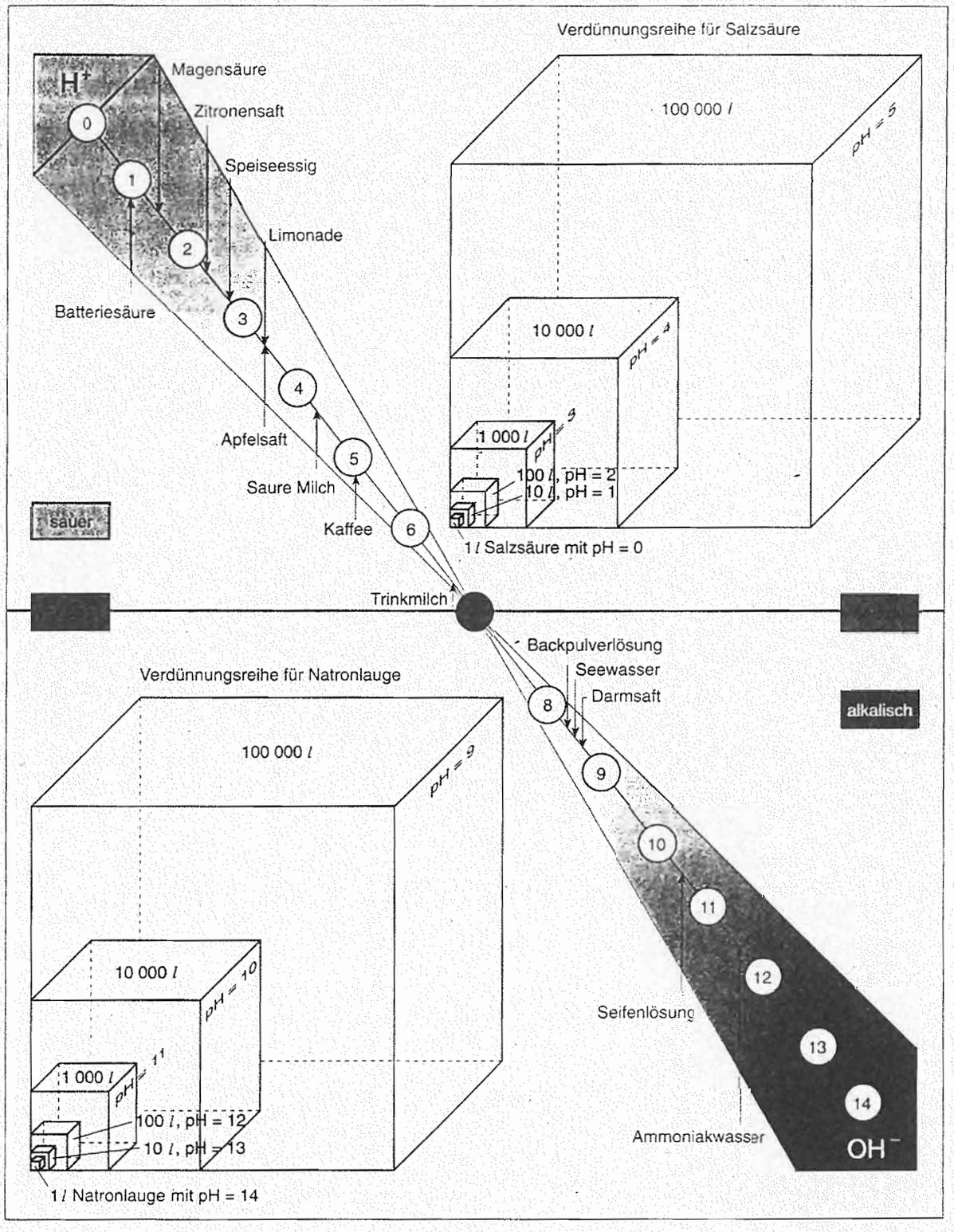


b) Welche Edelmetalle bilden die Beschichtung?

3) Male farbig an, beschrifte und beschreibe die Reaktionen!  
(Extrablatt)

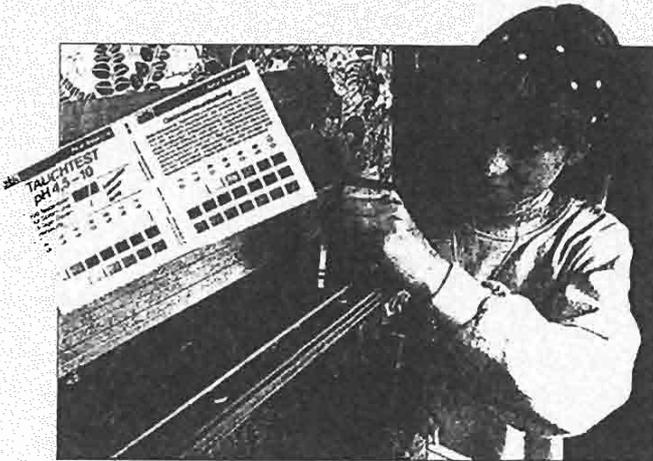
1. Nenne vier Stoffe, die im Autoabgas enthalten sind . (2)
- 2.a) Welche Schadstoffe werden im 3-Wege-Katalysator chemisch umgewandelt ?  
Welche neuen Stoffe entstehen dabei ?  
Benenne jeweils den "Reaktionstyp" ! b) Welcher Stoff wirkt als Katalysator ? (6)(1)
3. Bei hohen Temperaturen und auch bei jeder Verbrennung entsteht Stickstoffoxid.
  - a) Notiere eine Reaktionsgleichung in Worten.
  - b) Gib vier Beispiele für die Reaktion im Alltag, in der Natur oder im Beruf. (3)
4. Zeichne den Versuchsaufbau zur 'Luftverbrennung' ( $\text{NO}_x$ -Bildung im elektr. Lichtbogen) mit Beschriftung. (3)  
Beobachtung bei diesem Versuch ? (1)
5. Notiere die (Aus-) Wirkungen von  $\text{NO}_x$  auf die Umwelt. (3)
- 6.a) Erläutere die Bildung von Ozon als Hauptbestandteil des photochem. Smogs. (2)  
b) Wann gibt es die höchsten Konzentrationen im Jahresverlauf / Tagesverlauf ? (2)
7. Nenne ein Nachweismittel für Säuren. (1)  
Farbumschlag von .... nach ..... (1)

# Die pH-Skala

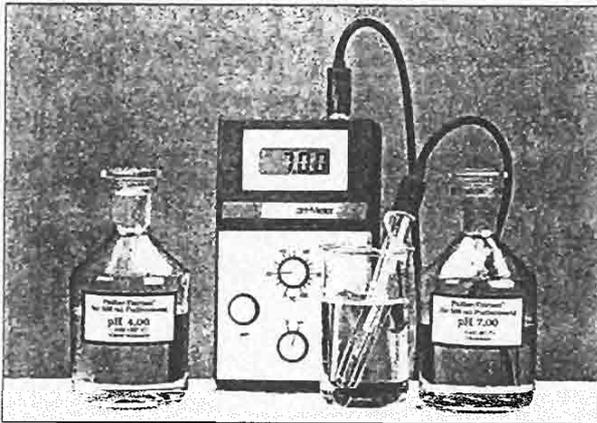


Schwoedel  
Chemie heute  
S. 219

## 13.4 Auf den pH-Wert kommt es an



1. Der pH-Wert im Aquarium muß regelmäßig kontrolliert werden



2. **pH-Meter.** Zur genauen Bestimmung des pH-Werts einer Lösung wird anstelle von Indikatoren ein pH-Meter verwendet. Vor Beginn der pH-Messung muß das Gerät kalibriert werden. Dazu taucht man die mit demineralisiertem Wasser abgespülte Meßkette in eine Pufferlösung mit dem pH-Wert 7,0 und stellt diesen Wert auf der Skala ein. Dann wird mit einer weiteren Pufferlösung ein zweiter pH-Wert eingestellt. Vor jeder pH-Wert-Messung ist die Meßkette gründlich mit demineralisiertem Wasser abzuspielen.

Aufgabe 1: In ein Schwimmbecken von 25 m Länge, 20 m Breite und 2 m Tiefe werden:

- 10 Liter Salzsäure mit  $\text{pH} = 0$ .
  - 1 Liter Natronlauge mit  $\text{pH} = 13$  gegeben.
- Bestimme jeweils den pH-Wert nach der Zugabe.

Aufgabe 2 a) Wieviel Liter Wasser werden benötigt, um den pH-Wert von 250 Liter sauren Abwassers durch Verdünnen von  $\text{pH} = 1$  auf  $\text{pH} = 6$  zu senken?

- Wie beurteilst du die Methode, Abwasser auf diese Weise „unschädlich“ zu machen?

In den letzten 30 Jahren ging der Fischbestand im Arbersee immer mehr zurück. Neu eingesetzte Fische gingen stets wieder ein. Wasserkundler untersuchten daraufhin den See. Mit ihrem pH-Meßgerät stellten sie einen pH-Wert von 3,3 fest: Das kristallklare Wasser war fast so sauer wie Essig. Der niedrige pH-Wert war eine entscheidende Ursache für das Fischsterben.

Auch Aquarienfreunde wissen, daß der richtige pH-Wert für das Gedeihen der Fische von entscheidender Bedeutung ist. Süßwasserfische kann man in Leitungswasser mit einem pH-Wert von 6,5 bis 7,5 halten. Meerwasserfische dagegen benötigen salzreiches, leicht alkalisches Wasser mit einem pH-Wert von 8 bis 9. Stimmt der pH-Wert nicht, so sterben die Fische an Haut- und Kiemenkrankungen.

Auf den richtigen pH-Wert kommt es bei fast allen Lebensvorgängen an. Pflanzen wachsen nur bei bestimmten pH-Werten optimal: Salat benötigt einen Boden mit einem pH-Wert von 6 bis 7, Erdbeeren bevorzugen leicht alkalische Böden mit pH-Werten zwischen 7,5 und 8,5.

Auf der Oberfläche unserer Haut mißt man einen pH-Wert von 5,5. Eine Säureschicht schützt die Haut gegen Keime und Krankheitserreger. Beim Waschen mit alkalischer Seifenlauge wird dieser Säureschutz angegriffen. Solange die Haut gesund ist, stellt sich der richtige pH-Wert aber schnell wieder ein. Für empfindliche Haut werden im Handel pH-neutrale Körperpflegemittel angeboten, deren Wirksamkeit allerdings umstritten ist.

**pH-Skala.** Die pH-Skala umfaßt Zahlen zwischen 0 und 14; wobei pH-Werte kleiner als 7 saure Lösungen und pH-Werte größer als 7 alkalische Lösungen kennzeichnen. Neutrale Lösungen enthalten gleich viele Hydronium-Ionen und Hydroxid-Ionen. Ihr pH-Wert ist gleich 7.

Je kleiner der pH-Wert, desto stärker sauer ist eine Lösung. Eine Lösung vom pH-Wert 2 enthält 10mal so viele Hydronium-Ionen pro Liter wie eine Lösung mit dem pH-Wert 3. Ein Unterschied von einer Einheit auf der pH-Skala entspricht also einem Konzentrationsunterschied um den Faktor 10.

Je größer der pH-Wert, desto stärker alkalisch ist eine Lösung. Eine Lösung vom pH-Wert 12 enthält 100mal so viele Hydroxid-Ionen wie eine Lösung mit dem pH-Wert 10.

**Der pH-Wert ist ein Maß für den Gehalt einer Lösung an Hydronium-Ionen oder Hydroxid-Ionen.**

Silberstein  
Chemie

7 Reiniger auf Probe von Kleiderstoff geben und beobachten

4 Die Wirkung von Entkalker auf verkalkte Gegenstände untersuchen

8 Die Wirkung von WC-Reiniger untersuchen Konzentrierte Lösung auf Kupfer, Aluminium, Eisen, Watte, Eiklar geben

2 Die Reaktion von WC-Reiniger mit Sanitärreiniger beobachten

## Experimente mit sauren Haushaltsreinigern (I)

9 Die Wirkung der Reiniger auf rostige Gegenstände untersuchen

1 Die Wirkung von Reinigern auf Seifenlösung und deren Schaumkraft untersuchen

6 WC-Reiniger, Entkalker und Stahlreiniger auf angelaufene Münzen tropfen

10 Reiniger mit verschiedenen Indikatoren prüfen und den pH-Wert bestimmen

13 Einige Versuche von Übersichtsblatt I statt mit WC-Reiniger mit Salzsäure, Citronensäure oder Schwefelsäure durchführen

11 Einen rostigen Gegenstand in Phosphorsäure oder in Schwefelsäure tauchen

5 Das Gas bei der Reaktion zwischen Kalk und Entalker untersuchen

3 Reiniger auf Kalkgestein und auf Kieselsteine geben

## Experimente mit sauren Haushaltsreinigern (II)

14 Die Reaktion von Entalker mit einem Metall : Knallgasprobe durchführen

12 Das Verhalten zwischen WC-Reiniger und Abflußfrei beobachten

15 Die Wirkung von sehr verdünntem WC-Reiniger auf sehr verdünnten Abflußreiniger durch „Fingerprobe“ beobachten

# Experimente zu sauren Haushaltsreinigen

## Experiment 1

### **Die Wirkung von Reinigern auf Seifenlösung und deren Schaumkraft untersuchen**

1. Fülle ein Reagenzglas zur Hälfte mit Wasser (möglichst destilliertes Wasser) und gib eine Spatelspitze bis 1/2 Spatel voll einer Schmierseifenpaste oder 3-4 Spritzer einer Schmierseifenlösung hinzu.
2. Rühre vorsichtig mit einem Spatel oder einem Glasstab um, bis sich die Schmierseife gelöst hat. Gieße die Hälfte der Lösung in ein zweites Reagenzglas ab.
3. In eines der beiden Reagenzgläser gib einen Spritzer Entkalker oder flüssigen WC-Reiniger und beobachte.
4. Verschließe jetzt beide Reagenzgläser mit einem Stopfen, schüttle kräftig und vergleiche die Schaumbildung.

## Experiment 2

### **Die Reaktion von WC-Reiniger mit Sanitärreiniger beobachten**

1. Bereits beim Zusammengießen sehr kleiner Mengen von WC-Reiniger und einem bestimmten Sanitärreiniger wird Chlor freigesetzt. Du kannst es ausprobieren.  
Fülle dazu einen halben Spatel festen WC-Reiniger in ein Reagenzglas.
2. Gieße dann ca. 1 cm hoch Sanitärreiniger ("Klorix") hinzu und beobachte die Reaktion.  
Geruchsprobe!  
VORSICHT! GIFTIGES GAS! Nicht direkt einatmen, sondern Gas nur mit der Hand (zur Nase) zufächeln!

## Experiment 3

### **Reiniger auf Kalkgestein und auf Kieselsteine geben**

1. Lege ein Stückchen Kalkstein (oder Marmor) in eine Petrischale, gib darauf 2 - 3 Tropfen eines flüssigen Reinigers (Entkalker, evtl. WC-Reiniger) und beobachte genau (vielleicht kannst Du auch etwas hören?!).
2. Probiere das gleiche an einem Kieselstein.

## Experiment 4

### **Die Wirkung von Entkalker auf verkalkte Gegenstände untersuchen**

Fülle ein Reagenzglas 2 - 3 cm hoch mit Entkalker. Gib einen verkalkten Nagel hinein oder übergieße in einem kleinen Becherglas einen anderen verkalkten Gegenstand. Beobachte (vielleicht kannst Du auch etwas hören?!).

## Experiment 5:

### **Das Gas bei der Reaktion zwischen Kalk und Entkalker untersuchen**

- Durchführung: 1. Gib einen Löffel voll Kalkpulver (chemischer Name Calciumcarbonat) in ein kleines Becherglas.
2. Füge einige Spritzer Kalkentferner hinzu.

3. Warte 10-15 Sekunden und tauche dann einen brennenden Holzspan 1-2 Sekunden in das Becherglas und beobachte genau.

## Experiment 6

### **Wirkung ausgewählter Reiniger auf stark angelaufene Münzen.**

Durchführung: Gib auf jede der stark angelaufenen Münzen 1 Tropfen (z.B. mit Glasstab) eines der Reinigungsmittel. Lasse es ca. 20 Min einwirken und spüle ab. Vergleiche den entstandenen Fleck mit der restlichen Umgebung der Münzen.

## Experiment 7

### **Vergleichende Wirkung von Haushaltsreinigern mit konzentrierter Schwefelsäure auf Kleiderstoff**

Durchführung: 1. Fülle ein Reagenzglas 2 cm hoch mit Wasser und gib 1/2 Spatel mit WC-Reiniger dazu. Löse das Pulver durch Umschütteln.

2. Gib auf Proben von Kleiderstoff im Abstand von 3-4 cm einen Tropfen von der Lösung des WC-Reinigers, von Entkalker und von Stahlglanz.

3. Warte 10-15 Min, spüle dann ab und kontrolliere die Stoffproben.

4. Laß Dir vom Lehrer einen Tropfen konzentrierte Schwefelsäure (Vorsicht!) auf die Stoffprobe tropfen.

## Experiment 8

### **Die Wirkung von WC-Reiniger untersuchen**

Durchführung: 1. Fülle ein Reagenzglas zu 1/3 mit Wasser und gib anschließend 2 Spatel festen WC-Reiniger hinzu. Schüttle leicht solange, bis das Pulver sich gelöst hat und die Gasentwicklung beendet ist.

2. Teile diese Lösung auf 2 Reagenzgläser auf.

3. Laß in eines der beiden Gläser, das Du schräg hältst, die 2 Metallproben gleiten.

4. Beobachte. Wenn nichts zu entdecken ist, erhitze das Reagenzglas etwas (aber nicht bis zum Kochen!).

5. Zu dem 2. Reagenzglas mit der Reinigerlösung gib entweder Eiklar oder etwas Watte. Verfahre wie bei 4.

## Experiment 9

### **Wirkung der Reiniger auf rostige Gegenstände**

Zu Beginn der Stunden ansetzen!

Materialien: Entrosterflüssigkeit, WC-Reinigerpulver, Wasser, 2 rostige Nägel, Spatel, 2 Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Pinzette, Papierhandtuch

Durchführung: 1. Fülle ein Reagenzglas etwa 2 cm hoch mit Reiniger-Flüssigkeit oder - wenn der Reiniger pulvrig ist - 2 cm hoch mit Wasser und 2 Spatel Reiniger-Pulver.

2. Halte das Reagenzglas schräg und lasse vorsichtig einen rostigen Nagel o.ä. hineingleiten (ein Teil muß noch aus der Flüssigkeit herausragen).

3. Stelle das Reagenzglas für 60 Minuten in einen Reagenzglasständer und beobachte ungefähr alle 10 Minuten regelmäßig, ob schon eine Veränderung bemerkbar ist.
  4. Nimm den Nagel mit der Pinzette aus dem Reagenzglas, spüle ihn unter dem Wasserhahn kurz ab und wische ihn mit einem Papierhandtuch ab.
- Beobachte jetzt den ganzen Nagel! Kann man erkennen, wie weit er in die Flüssigkeit tauchte? Welche Veränderungen sind erkennbar?

## Experiment 10

### **Reiniger mit Indikator prüfen und pH-Wert bestimmen**

Materialien: WC-Reiniger, Entkalker, Rostreiniger, Stahlreiniger, Universalindikatorpapier, Wasser, 4 Reagenzgläser, Reagenzglasständer

Durchführung: Gib jeweils in ein getrenntes Reagenzglas etwas von dem WC-Reiniger, bzw. Kalklöser, von dem Rostreiniger und dem Stahlreiniger und fülle jedes Reagenzglas noch 2 cm hoch mit Wasser.

2. Untersuche die Flüssigkeit durch Eintauchen eines Indikatorstreifens und miß den pH-Wert.
3. Notiere die Werte.

## Experiment 11

### **Einen verrosteten Gegenstand in Phosphorsäure und/oder Schwefelsäure tauchen**

Materialien: 2 rostige Nägel o.ä., verdünnte Phosphorsäure, verdünnte Schwefelsäure, 2 Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Pinzette, Papierhandtuch

Durchführung: 1. Fülle das Reagenzglas etwa 2 cm hoch mit verdünnter Schwefelsäure (verdünnter Phosphorsäure)

(V o r s i c h t !)

2. Halte das Reagenzglas schräg und lasse vorsichtig den verrosteten Eisennagel o.ä. hineingleiten. Ein Teil des Nagels muß aus der Flüssigkeit herausragen.
  3. Stelle das Reagenzglas in einen Reagenzglasständer. Lasse 30 Minuten stehen und beobachte im Abstand von 10 Minuten!
  4. Nimm dann den Nagel mit der Pinzette aus dem Reagenzglas, spüle ihn unter Wasser ab und wische ihn mit einem Papierhandtuch ab.
- Betrachte jetzt den ganzen Nagel!

## Experiment 12

### **Verhalten zwischen WC-Reiniger und "Abflußfrei" beobachten.**

Schutzbrille!

Materialien: Abflußfrei, WC-Reinigerpulver, Wasser, Schutzbrille, Pinzette, Becherglas (100 ml), Spatellöffel, Glasstab

Durchführung: 1. Nimm einen Pulverlöffel voll "Abflußfrei" und sortiere mit der Pinzette die kleinen grauen Körnchen (Aluminium-Metall) heraus.

2. Gib die weiße körnige Substanz in ein Becherglas und füge ungefähr einen Teelöffel Wasser zu.
3. Gib 2 Pulverlöffel WC-Reiniger zum "Abflußfrei" im Becherglas und rühre mit einem Glasstab um

4. Beobachte und prüfe vorsichtig mit der Hand die Temperatur außen am Becherglasboden!

## Experiment 13

**Einige Versuche von Übersichtsblatt 1 statt mit WC-Reiniger mit Salzsäure, Citronensäure oder Schwefelsäure durchführen.**

Wir empfehlen besonders die Versuche 8, 3 und 1.

## Experiment 14:

### Knallgasprobe

1. Fülle in ein Reagenzglas 2 cm hoch Wasser. Gib dann mit einem Pulverlöffel einige grobe Magnesiumspäne hinzu und stelle das Reagenzglas in einen Reagenzglasständer. Zünde einen Brenner an.
2. Gib einen Spritzer Kalklöser oder Kalkentferner hinein (Vorsicht! Hochschäumen und Temperaturerhöhung!) Stülpe rasch ein 2. Reagenzglas umgekehrt auf das erste.
3. Warte 10 - 15 Sekunden und führe dann rasch das obere Reagenzglas mit der Öffnung an die Brennerflamme (= Knallgasprobe)

## Experiment 15

**Die Wirkung von stark verdünnter WC-Reiniger-Lösung mit der von stark verdünnter Lösung "Abflußfrei" durch "Fingerproben" untersuchen.**

1. Gib 6-8 Körnchen WC-Reiniger in ein Reagenzglas und fülle 1 cm hoch mit Wasser auf. Füge 1 Tropfen Indikator zu.
2. Verfahre ebenso mit einem 2. Reagenzglas und 5-7 Körnchen "Abflußfrei" (1 cm hoch mit Wasser 1 Tropfen Indikator).
3. Verschließe das Reagenzglas 1 mit dem Daumen und neige langsam das Glas so, daß der Daumen mit der WC-Reiniger-Lösung benetzt wird. Stelle das Reagenzglas in den Ständer zurück und reibe Daumen und Zeigefinger gegeneinander??
4. Verfahre ebenso mit der Lösung von "Abflußfrei" im Reagenzglas 2.
5. Nun nimm wieder Reagenzglas 1 und benetze den Daumen ein- oder zweimal, der zuvor mit "Abflußfrei" behandelt wurde??
6. Falls Du nicht sicher bist, ob WC-Reiniger nicht einfach das "Abflußfrei" abspült, wiederhole den Versuch mit einem gereinigten Daumen und der "Abflußfrei"-Lösung in Glas 2, verwende aber jetzt ein 3. Reagenzglas mit Wasser statt WC-Reiniger. Vergleiche mit WC-Reiniger-Wirkung.

## MATERIALIEN ZU DEN VERSUCHEN

Bei allen Experimenten  
**SCHUTZBRILLE** benutzen !

- Exp. 1: 2 Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Spritzflasche mit dest. Wasser, Spatel, Glasstab, 2 Stopfen, Schutzbrille  
Schmierseife (Schmierseifenlösung), Entkalker, flüssiger WC-Reiniger
- Exp. 2: Spatel, Reagenzglas, Reagenzglasständer, Schutzbrille  
Fester WC-Reiniger, Sanitärreiniger ("Klorix")
- Exp. 3: Petrischale, Schutzbrille  
Kalkstein, Marmor, Kieselstein, Entkalker, flüssiger WC-Reiniger
- Exp. 4: Reagenzglas, Reagenzglasständer, Becherglas, evtl. Petrischale, Schutzbrille  
Entkalker (mit hohem Säureanteil, z. B. 60% Ameisensäure), verkalkte Gegenstände (Nagel, Schraube, Teile einer alten Armatur usw. )

# Saure Haushaltsreiniger / Säuren

## Zusammenfassung Experimente I

Die von uns untersuchten Haushaltsreiniger sind Säuren oder sie enthalten Säuren, z. B: Ameisensäure, Phosphorsäure, Zitronensäure.

Man erkennt sie am pH -Wert : wir haben Werte von ... ( )  
bis ... ( ) gemessen.

Viele Materialien werden von Säuren angegriffen. Man sagt: Säuren wirken "ätzend"

Bei unseren Versuchen mit den Haushaltsreinigern und auch einigen Säuren aus dem Labor konnten wir einige typische Reaktionen von Säuren erkennen.

### 1. Säuren zerstören Eiweiß

Da auch Haut und Augen im wesentlichen aus Eiweißverbindungen bestehen, muß man beim Arbeiten mit Säuren (besonders mit konzentrierten) sehr vorsichtig sein und eine Schutzbrille tragen.

2. Unedle Metalle wie Eisen und Aluminium werden von Säuren angegriffen. Deshalb dürfen Gegenstände im Haushalt (z. B. Kochtöpfe oder Backbleche aus Aluminium) und im Chemielabor aus diesen Metallen nicht mit Säuren in Berührung kommen.

3. Säuren beseitigen Kalkablagerungen. Deshalb werden sie in Entkalkern für Haushaltsgeräte und in WC-Reinigern verwendet.

4. Säuren können Rost beseitigen. Rostumwandler enthalten deshalb meistens Phosphorsäure.

5. Säuren zerstören Seife und verhindern deshalb die Schaumbildung von Seife im Wasser.

6. Säuren reagieren mit dem Sanitärreiniger ..... unter Chlorgasentwicklung (=giftiges Gas ! ). Deshalb dürfen niemals säurehaltige WC-Reiniger und .....zusammen verwendet werden.

## Anregungen zum **Selberlernen**:

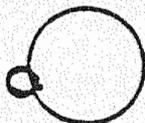
## Thema: **Säuren**

(Antworten auf der nächsten Seite)

- 1 Welche Bestandteile bilden ein Schwefelsäureteilchen (Molekül), welche ein Ameisensäureteilchen (Molekül) ?
- 2 Was genau kann man sich unter einem Säurerest vorstellen?
- 3 Woher kommt das, daß sich bei Reaktionen von Säuren mit einem unedlen Metall (Eisen, Magnesium) immer Wasserstoffgas bildet?
- 4 Wieso bildet sich bei unterschiedlichen Säuren mal heftig, mal nur langsam Wasserstoffgas, obwohl die Säuren alle gleich verdünnt sind?
- 5 Was heißt Säurewasserstoff?
- 6 Wie sehen Salzsäureteilchen, Schwefelsäureteilchen, Ameisensäureteilchen in einem einfachen Modell aus?
- 7 Wie sehen Salzsäureteilchen, Schwefelsäureteilchen, Ameisensäureteilchen in einem genaueren Modell aus?
- 8 Muß ich das genauere Modell der Säuren lernen?
- 9 Wozu brauche ich das genauere Modell?
- 10 Was unterscheidet starke und schwache Säuren?
- 11 Wer bestimmt, ob eine Säure eine starke oder schwache Säure ist?
- 12 Was ist der pH-Wert?
- 13 Welchen pH-Wert haben starke und welchen pH-Wert schwache Säuren, wenn sie gleich verdünnt sind?
- 14 Welche Säuren sind starke Säuren und welche schwache Säuren?
- 15 Kann man Säuren auf die gleiche Art herstellen, wie sie im „Sauren Regen“ entstehen?
- 16 Wie kan man Säuren wieder „vernichten“?
- 17

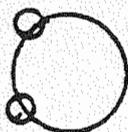
# Antworten

- 1 a) Säurewasserstoff und Schwefelsäurerest  
b) Säurewasserstoff und Ameisensäurerest
- 2 Säurereste sind die Teile, die übrigbleiben, wenn Wasserstoffatome „entzogen“ wird .
- 3 In Säuren ist immer Wasserstoff so gebunden, daß er Metallatome aus dem Metallverband herauslösen kann.
- 4 Es hängt davon ab, ob die Säure stark oder schwach ist. Ist der Säurewasserstoff nur schwach verbunden, kann er durch ein unedles Metall auch leicht freigesetzt werden, das Metall wird dadurch teilweise zerstört („geätzt“) Man sagt: Die Säuren sind unterschiedlich stark (oder schwach).
- 5 Wasserstoff, der an einen Säurerest gebunden ist und der mit einem unedlen Metall freigesetzt wird, heißt Säurewasserstoff (vgl. 3. und 4.)
- 6 Säureteilchen kann man in einem Modell am einfachsten dadurch darstellen, daß man den Säurewasserstoff als einen kleineren Kreis oder Plättchen und den Säurerest durch einen größeren Kreis/Plättchen kennzeichnet. Im Modell werden verschiedene Säurereste durch verschiedene Farben gekennzeichnet.

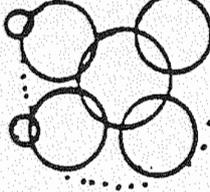


- 7 Die Säuren werden gegenüber der Darstellung entsprechend 6 genauer dargestellt, wenn man a) die genaue Anzahl an Wasserstoffteilchen in einem Säuremolekül wiedergibt und b) auch den Säurerest noch mit verschiedenen Kreisen/Plättchen als Modell für verschiedene Atome ausgestaltet: z.B.  $H_2SO_4$  (Schwefelsäure)

a)



b)



# =>

# Das Salzsäuremodell bleibt wie in 6 (= 1 Wasserstoff- und 1 Chlor- „plättchen“ zusammen für 1 Salzsäureteilchen) (Formel HCl)  
# Das Modell für Ameisensäure (Formel HCOOH) ist noch komplizierter, so daß selbst Chemiker manchmal zum einfacheren Modell greifen.

- 8 Nein (vgl. allerdings 9))
- 9 Manches versteht man mit dem genaueren Modell besser
- 10 Die Art, wie stark sie ätzen und wie heftig sich die Wasserstoffatome vom Rest „ablösen“.
- 11 Genau genommen der Säurerest: er bestimmt, wie stark der Säurewasserstoff gebunden ist.
- 12 Der pH-Wert ist eine Konzentrationsangabe für in Wasser aktiven Säurewasserstoff (beachte 13!!)

pH-Wert												
Basen/Laugen												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>starke Säuren</i>				<i>schwache Säuren</i>								

14 Starke Säuren sind :  
Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Citronensäure, Ameisensäure,....

Schwache Säuren sind:  
Kohlensäure, Blausäure, Schwefelwasserstoffsäure, ..  
Dazwischen liegen Essigsäure, Phosphorsäure, Natriumhydrogensulfat (vgl. WC-Reiniger fest)

- 15 Ja, aber nicht alle Säuren
- 16 Mit Kalk oder Laugen kann man Säuren wieder „vernichten“ (= umwandeln)

10 Abflußfrei in Wasser:  
Gas auffangen und  
KNALLGASPROBE

3 Die WIRKUNG von Backofenreiniger, Sanitärreiniger und  
Abflußfrei AUF VERSCHIEDENE MATERIALIEN UN-  
TERSUCHEN:

Wolle, Fett,  
Brot, Kupfer, oder  
Papier-Taschentuch

Haare, Fett,  
Watte, Kunststoff,  
Aluminium

13 Eine „ROHRVERSTOPFUNG“ mit Ab-  
flußfrei beseitigen

12 VERSCHMUTZUNGEN mit  
Backofenreiniger BEHANDELN

## Experimente mit basischen Haushaltsreinigern (I)

9 KLEIDERSTOFFE in  
Lösungen der Haus-  
haltsreiniger legen

11 Die WIRKUNG von Ab-  
flußfrei Eiweiße UNTER-  
SUCHEN

1 Die Haushaltsreiniger  
lösen und TEMPERA-  
TUR messen

2 FARBIGE KLEIDERSTOF-  
FE und andere Materialien in  
Sanitärreiniger geben

5 Reiniger auf Farbe, Bestandteile. Geruch und Beschaffenheit untersuchen

4 Mit Reinigern und anderen Materialien FLAMMENFÄRBUNG untersuchen

8 Aus Abflußfrei und Fett SEIFE kochen

10 Abflußfrei in Wasser: Gas auffangen und KNALLGASPROBE

### *Experimente mit basischen Haushaltsreinigern (II)*

14 Die Wirkung von stark verdünnten Lösung von WC-Reiniger mit der von "Abflußfrei" durch "Fingerproben" untersuchen

7 Spülmittellösung mit Abflußfrei versetzen: Schaum mit Feuerzeug oder Streichhölzern auf WASSERSTOFF untersuchen

6 Reiniger mit verschiedenen INDIKATOREN untersuchen und den pH-Wert bestimmen

# Versuchsanleitungen basische Reiniger

## Experiment 1: Temperaturmessung

Fülle ein Reagenzglas etwa 1 cm hoch mit Abflußfrei. Tauche ein Thermometer hinein und stelle das Reagenzglas in einen Reagenzglasständer. Lies die Temperatur ab. Gib nun 2 cm hoch Wasser hinzu. Rühre mit dem Thermometer um oder schüttele das Reagenzglas vorsichtig aus dem Handgelenk (Vorsicht! Das Reagenzglas kann heiß werden!). Beobachte den Temperaturverlauf und notiere die Endtemperatur. Entferne nach 2 min das Thermometer und spüle es ab.

## Experiment 2: Farbige Materialien zu Sanitärreiniger geben.

Fülle in ein Becherglas 15 ml Wasser. Gib etwa 45 ml Sanitärreiniger hinzu und rühre mit einem Glasstab um. Lege in die Flüssigkeit farbige Materialien (Kunststoffe, farbiges Papier, Jeansstoff, Wollfäden usw.) und lasse mindestens 30 Minuten stehen. Beobachte zwischendurch den Verlauf des Experiments (auch mit Geruchsprobe).

## Experiment 3: Wirkung der Reiniger

Suche Dir zuerst auf dem Übersichtsblatt eine der beiden Materialgruppen aus, die Du verwenden möchtest. Stelle folgende Lösungen her:

- a) 20 ml Backofenreiniger + 5 ml Wasser
- b) 3 Pulverlöffel Abflußfrei + 20 ml Wasser

Gib dann die ausgesuchten Materialien in die Lösungen und lasse 20 Minuten stehen.

Wenn Du genügend Zeit hast, stelle die Bechergläser anschließend in eine 2 cm hoch mit Wasser gefüllte Glasschale oder ein großes Becherglas. Erhitze auf einem Dreifuß mit Drahtnetz vorsichtig auf etwa 80° C (vergleiche auch Gebrauchsanweisung beim Backofenreiniger). Beobachte nach 10 Minuten.

## Experiment 4: Flammenfärbung untersuchen

1. Bringe das Ende eines Magnesiastäbchens in der rauschenden Flamme des Bunsenbrenners zum Glühen. Tauche dann das Stäbchen in die Lösung eines Reinigungsmittels und halte es erneut in die Brennerflamme. Nimm für jede Probe ein neues Stäbchen oder brich das benutzte Stück von dem Stäbchen vorher ab (!HEIß!).
2. Vergleiche mit der Flammenfärbung folgende Materialien: Calciumchlorid (pulverisiert), Kaliumchlorid, Natriumchlorid (Kochsalz), Natronlauge, Kupferchlorid. Glühe dazu wieder jeweils ein (abgebrochenes) Stäbchen aus, tauche es in die Substanz oder eine wäßrige Lösung der Substanz und halte es erneut in die rauschende Flamme des Brenners.

## Experiment 5: Bestandteile der Reiniger

Gib etwas von dem Reinigungsmittel auf ein Uhrglas. Untersuche genau den Stoff auf seine Farbe und Beschaffenheit, seine Bestandteile und seinen Geruch. Benutze dazu Hilfsmittel wie Pinzette und Lupe.

## Experiment 6: Reiniger mit Indikatoren untersuchen

1. Gib etwas von dem Sanitärreiniger, dem Backofenreiniger, dem Abflußfrei und - falls vorhanden - einem WC-Reiniger jeweils in ein Reagenzglas, das zu einem Viertel mit Wasser gefüllt ist. Untersuche mit verschiedenen Indikatoren durch Eintauchen der Indikatorstreifen oder Zugabe des flüssigen Indikators (Farbumschläge von Lackmus, Phenolphthalein, Universalindikator, Spezialindikator). Bestimme den pH-Wert.
2. Gib 1 cm hoch Abflußfrei in ein Reagenzglas. Fülle das Reagenzglas etwa zu einem Drittel mit Wasser. Halte nach kurzer Zeit einen angefeuchteten Streifen Universalindikatorpapier über die Öffnung des Reagenzglases.

## Experiment 7: Gasnachweis im Schaum

Fülle ein Reagenzglas zu einem Drittel mit Spülmittel und bis zur Hälfte mit Wasser auf. Stelle das Reagenzglas in einen Reagenzglasständer. Gib 3 Spatel Abflußfrei in das Reagenzglas (Achte darauf, daß mindestens 5 graue Metallkörnchen dabei sind). Warte, bis der Schaum bis zum Reagenzglasrand hochsteigt.

Versuche mit einem Streichholz oder Feuerzeug die Bläschen auf Wasserstoff zu prüfen: Wenn es ruhig ist, kannst Du auch etwas hören. Probiere es öfter und beobachte.

## Experiment 8: Kochen von Seife aus Abflußfrei und Fett

### SCHUTZBRILLE

1. Gib in ein 100 ml-Becherglas so viele weiße Kügelchen (ohne Metallkörnchen!) aus dem Abflußfrei, daß der Boden bedeckt ist. Gib 10 ml Wasser und 10 ml Pflanzenöl hinzu. Erhitze das Becherglas auf einem Dreifuß mit Drahtnetz mit der **kleinen** rauschenden Flamme des Bunsenbrenners bis zum Sieden. Laß die Flüssigkeit etwa 5 Minuten schwach sieden. Beim nachfolgenden Rühren Becherglas mit Tiegelzange festhalten. Rühre gelegentlich mit einem Glasstab um. Wird die Masse zu trocken und fest, gib vorsichtig einige ml Wasser hinzu. **VORSICHT!!** Die Flüssigkeit darf **nicht herausspritzen!**
2. Lasse **abkühlen**. Gib etwas von der entstandenen Substanz in ein Reagenzglas, gieße etwa 2 cm hoch Wasser hinzu und verschließe das Reagenzglas mit einem Gummistopfen. Schüttele kräftig (nie in Gesichtshöhe!). Beobachtung?
3. Gib etwas von der weißen Substanz (ohne Metallkörnchen) aus dem Abflußfrei mit einigem ml Wasser und Pflanzenöl in ein Reagenzglas. Verschließe das Reagenzglas mit einem Stopfen und schüttele kräftig (nicht in Gesichtshöhe!). Beobachtung? Vergleiche mit der Beobachtung bei 2.

## Experiment 9: Wirkung auf Kleiderstoffe

Stelle folgende Lösungen jeweils in einem Becherglas her:

- a) 30 ml Sanitärreiniger
- b) 20 ml Backofenspray + 5 ml Wasser
- c) Boden im Becherglas mit Abflußfrei knapp bedeckt + 25 ml Wasser (umrühren!)

Legе in die Lösungen bis zur nächsten Chemiestunde Textilstoffe. Wasche anschließend die Stoffe unter Leitungswasser aus (Schutzhandschuhe!) und trockne sie (z.B. mit einem Fön oder auf der

Heizung). Prüfe dann die Stoffqualität ("Reißprobe") und vergleiche mit unbehandeltem Kleiderstoff.

### **Experiment 10: Knallgasprobe**

Gib etwa 0,5 cm hoch Abflußfrei in ein Reagenzglas. Achte darauf, daß mehrere Metallkörnchen (grau) dabei sind. Gib 1 - 2 cm hoch Wasser hinzu und schüttele vorsichtig aus dem Handgelenk. Wenn die Gasentwicklung richtig einsetzt (Vorsicht! Das Reagenzglas wird heiß!), stülpe ein zweites Reagenzglas umgekehrt auf das erste. Warte mindestens 30 Sekunden und führe dann rasch die Öffnung des oberen Reagenzglases an die Brennerflamme (Knallgasprobe).

### **Experiment 11: Die Wirkung von Abflußfrei auf Eiweiß untersuchen**

1. Trenne von einem Ei das Eigelb vom Eiklar. Gib das Eiklar (besteht aus Eiweißen) in ein kleines Becherglas. Gib in ein Reagenzglas 2 Spatel Abflußfrei ohne Metallkörnchen und ca. 5 ml Wasser. Nach dem Lösen: Füge die Lösung zum Eiklar.

Lasse 10 - 15 Minuten stehen und beobachte.

2. Gib so viele weiße Körnchen aus dem Abflußfrei (keine grauen Metallkörnchen!) in ein 50 ml-Becherglas, daß der Boden knapp bedeckt ist. Füge etwa 10 ml Wasser hinzu und rühre um. Gib ein Gummibärchen hinein. Beobachte am Ende der Stunde und in der nächsten Chemiestunde.

### **Experiment 12: Verschmutzungen mit Backofenreiniger behandeln**

**SCHUTZBRILLE! Reiniger nicht in Augen reiben!**

1. Beschmiere das Innere von 2 Dosen mit dem Teig aus Mehl und Eigelb (aus Experiment 11)
2. Erhitze, bis der Teig fest anbrennt (nur bis zur Rauchentwicklung)
3. Versuche nach dem Abkühlen mit feuchtem Topfchwamm eine Dose zu reinigen. Bei der 2. Dose vorher mit Backofenreiniger einsprühen (Stehenlassen nach Gebrauchsanleitung ca. 20 min) und dann Topfchwamm benutzen.
4. Nachher Hände abspülen
5. Spüle dann die Dosen mit Wasser aus und beobachte (Unterschied?).

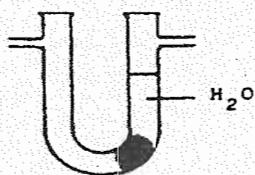
## + Experiment 13: Eine „Rohrverstopfung“ mit Abflußfrei beseitigen

### Was der Versuch soll:

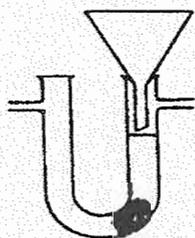
Verstopfungen von Abflußrohren - besonders an Waschbecken in Badezimmer und Küche - können mit (teilweise umweltbelastenden) Chemikalien beseitigt werden. Eine mögliche Verstopfung und ihre Beseitigung werden bei diesem Versuch in einem gläsernen U-Rohr modellhaft sichtbar gemacht.

### Sicherheit:

- Der Abflußreiniger ist stark ätzend! → **Schutzbrille unbedingt benutzen!**
- Das U-Rohr mit Inhalt kann nach kurzer Zeit sehr heiß werden: Lösung kann herausspritzen und ätzende Dämpfe entstehen → **Vorsicht! Abstand halten, Dämpfe nicht einatmen!**

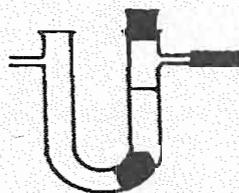


Ein durch Watte, Haare, Seifen- und Brotreste verstopftes U-Rohr (durch Dich oder den Lehrer vorbereitet) wird an einem Stativ befestigt. Gib Wasser hinzu. Es sollte durch die Verstopfung nur wenig Wasser fließen.



Gib durch einen Trichter 2 - 3 Pulverlöffel Abflußfrei hinzu. Beobachte in regelmäßigen Abständen genau, was im U-Rohr geschieht. Prüfe auch vorsichtig die Temperatur. Lasse stehen bis zum Ende der Stunde, möglichst bis zur nächsten Chemiestunde.

Ein zweites verstopftes U-Rohr kann zum Vergleich nur mit Wasser gefüllt und stengelassen werden.



Es gibt auch die Möglichkeit, durch hohen Wasserdruck mit einer Pumpe eine Rohrverstopfung zu beseitigen. Probiere es, indem Du durch den seitlichen Ansatz **vorsichtig (!)** Wasser aus der Wasserleitung in das U-Rohr leitest. Verschließe das U-Rohr an der einen Seite oben mit einem Gummistopfen (s. Zeichnung).

### Auswertung:

1. Schreibe die Inhaltsstoffe der Reiniger auf (siehe Etiketten-Aufdruck)
2. Auf welche Weise wirkt ein Rohrreiniger? - Bei welchen Stoffen kann der Abflußreiniger nichts bewirken?
3. Welche Gefahren oder Schäden gibt es für Nutzer und Umwelt?
4. Notiere Alternativen zur Verwendung „unseres“ Abflußreinigers und generell. Beurteile die verschiedenen Möglichkeiten.

**Experiment 14: Die Wirkung von stark verdünnter Lösung von Abflußfrei mit der von WC-Reiniger durch "Fingerproben" untersuchen**

### Experiment 14: Die Wirkung von stark verdünnter Lösung von Abflußfrei mit der von WC-Reiniger durch "Fingerproben" untersuchen

1. Gib 6-8 Körnchen WC-Reiniger in ein Reagenzglas und fülle 1 cm hoch mit Wasser auf. Füge 1 Tropfen Indikator zu.
2. Verfahre ebenso mit einem 2. Reagenzglas und 5-7 Körnchen "Abflußfrei" (1 cm hoch mit Wasser 1 Tropfen Indikator).
3. Verschließe das Reagenzglas 1 mit dem Daumen und neige langsam das Glas so, daß der Daumen mit der WC-Reiniger-Lösung benetzt wird. Stelle das Reagenzglas in den Ständer zurück und reibe Daumen und Zeigefinger gegeneinander??
4. Verfahre ebenso mit der Lösung von "Abflußfrei" im Reagenzglas 2.
5. Nun nimm wieder Reagenzglas 1 und benetze den Daumen ein- oder zweimal, der zuvor mit "Abflußfrei" behandelt wurde??
6. Falls Du nicht sicher bist, ob WC-Reiniger nicht einfach das "Abflußfrei" abspült, wiederhole den Versuch mit einem gereinigten Daumen und der "Abflußfrei"-Lösung in Glas 2, verwende aber jetzt ein 3. Reagenzglas mit Wasser statt WC-Reiniger. Vergleiche mit WC-Reiniger-Wirkung.

# Materialien zu den Experimenten basische Haushaltsreiniger

Immer Schutzbrille benutzen

## Experiment 1

- Abflußfrei, Wasser
- Reagenzglas, Reagenzglasstände, Thermometer, Spatel

## Experiment 2

- Sanitärreiniger (Klorix), Wasser, farbige Materialien wie Jeansstoff, Wollfäden., Kunststoffe, Papier
- Becherglas(150 oder 200 ml), Meßzylinder (50 oder 100 ml), Glasstab

## Experiment 3

- Backofenreiniger, Abflußfrei, Wasser, Materialien entsprechend Übersichtsblatt
- Spatel (Pulverlöffel), 2 Bechergläser (100 oder 150 ml), Glasschale oder großes Becherglas, Dreifuß, Drahtnetz, Bunsenbrenner, Feuerzeug/Gasanzünder, Thermometer, Glasstab, Meßzylinder

## Experiment 4

- mehrere Magnesiastäbchen, Backofenreiniger, Abflußfrei, Wasser, Calciumchlorid (pulv.), Kaliumchlorid, Natriumchlorid, Kupferchlorid, Natronlauge
- Bunsenbrenner, Feuerzeug/Gasanzünder, Reagenzglas, Reagenzglasstände, Spatel

## Experiment 5

- Backofenreiniger, Abflußfrei
- 2 Uhrgläser, Spatel, Pinzette, Lupe

## Experiment 6

- Abflußfrei, Backofenreiniger, Sanitärreiniger, WC-Reiniger, Wasser, Lackmus, Phenolphthalein, Universalindikator, Spezialindikator (jeweils Indikatorstreifen und/oder als Indikatorlösung)
- 5 Reagenzgläser, Reagenzglasstände, Spatel

## Experiment 7

- Spülmittel, Wasser, Abflußfrei
- Reagenzglas, Reagenzglasstände, Spatel, Feuerzeug oder Streichhölzer + Streichholzschachtel, Pinzette,

## Experiment 8

- Wasser, Abflußfrei, Pflanzenöl,
- Becherglas (100 ml), Dreifuß, Drahtnetz, Meßzylinder, Bunsenbrenner, Feuerzeug/Gasanzünder, Glasstab, 2 Reagenzgläser, Reagenzglasstände, Spatel, Gummistopfen, Pinzette

#### Experiment 9

- Sanitärreiniger (Klorix), Backofenreiniger, Abflußfrei, Wasser, verschiedene Textilstoffe
- 3 Bechergläser (100 oder 150 ml), Glasstab, Meßzylinder, Schutzhandschuhe, evtl. Fön

#### Experiment 10

- Abflußfrei, Wasser
- Bunsenbrenner, Feuerzeug/Gasanzünder, Reagenzglas, Reagenzglasständer, Spatel
- \*

#### Experiment 11

- 1 Ei, Abflußfrei, Wasser, Gummibärchen
- 2 Bechergläser (50 und 100 ml), Reagenzglas, Reagenzglasständer, Spatel, kleiner Meßzylinder,

#### Experiment 12

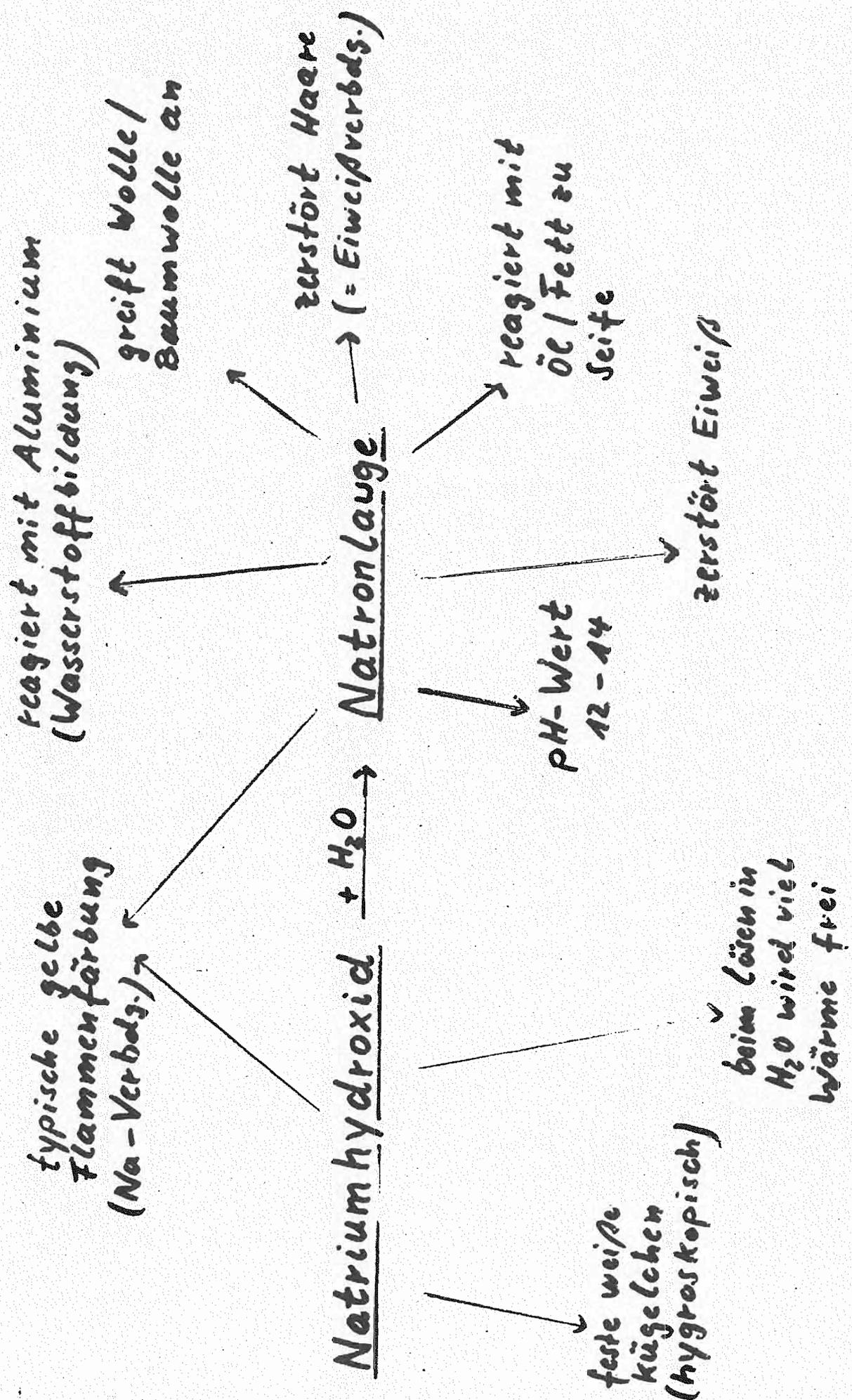
- Mehl, Eigelb, Fett, Backofenreiniger, Wasser
- Bunsenbrenner, Drahtnetz, Dreifuß, Topfchwamm, 2 Blechdosen

#### Experiment 13

- 

#### Experiment 14

- WC-Reiniger, Abflußfrei, Wasser, fließendes Wasser, Universalindikator flüssig
- Spatel, 3 Reagenzgläser, Reagenzglasständer



Name:

Kl.:

Datum:

1) Nenne bitte 3 Indikatoren für Säuren und Laugen!

2) Was ist der pH-WERT?

3) Zeichne und beschrifte bitte die pH-Skala!

4) Ergänze bitte:

a) In Säuren ist immer mit einem verbunden.

b) Verschiedene Säuren haben

5) Warum muß man beim Arbeiten mit Säure immer eine Schutzbrille tragen?

6) Welche Säuren sind in sauren Haushaltsreinigern?(3)

7) Wie unterscheiden sich starke und schwache Säuren(gleicher Konzentration)?

8) Man gibt zu einem unedlen Metall(z.B. Magnesium) Entkalker oder verdünnte Salzsäure.

a) Beobachtung:

b) Ergebnis:

9) Warum ist in WC-Reiniger oft Citronensäure?

10) Wie kann man Säuren "vernichten", d.h. in weniger gefährliche Stoffe umwandeln?

11) Welche Verbindung ist in den meisten basischen Haushaltsreinigern?

12) Wie kann man Rohrreiniger selbst herstellen?

13) Ergänze bitte:

Natriumhydroxid + Wasser  $\longrightarrow$  +

14) Wie kann man herausfinden, ob in festem WC-Reiniger eine Natriumverbindung enthalten ist?

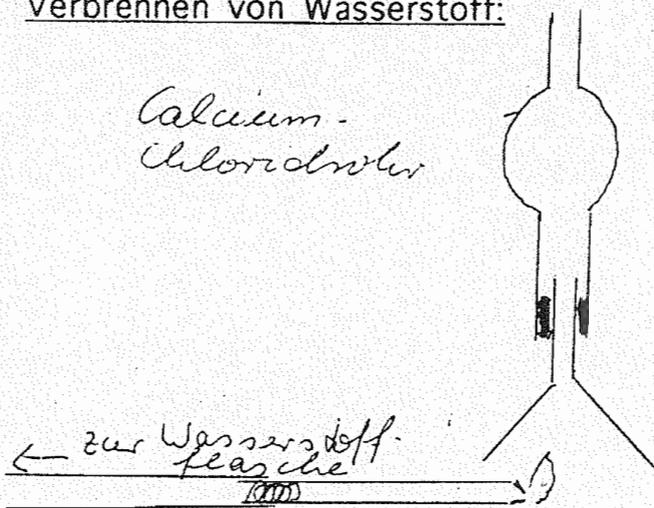
15) Backofenreiniger bildet mit den Fettresten Seife! Ja/Nein

Weil:

Wasserstoff  $H_2$

Verbrennen von Wasserstoff:

Beobachtung:



Nachweis von Wasser mit Kobaltchloridpapier (blau)

Prüfe: Leitungswasser-

Wasser demin. -

Mineralwasser -

Benzin -

Ethanol -

Kondensat -

Ergebnis: Wasserstoff verbrennt.....

Fülle ein Reagenzglas z.T, mit Wasserstoff.

Schutzbrille aufsetzen!

Führe die Knallgasprobe durch.

Prüfe den Beschlag an der Innenwand mit Kobaltchloridpapier.

Wasserstoff + Sauerstoff-----

WV 2020/2021

Die Elektrolyse hat ergeben, daß Wasser aus 2 Volumenteilen Wasserstoff und 1 Volumenteil Sauerstoff besteht.

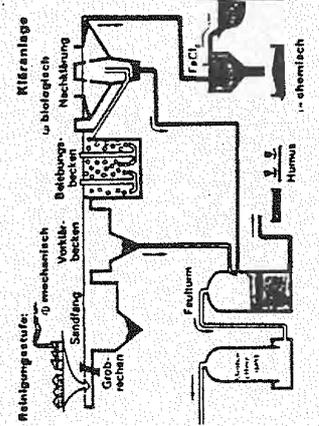
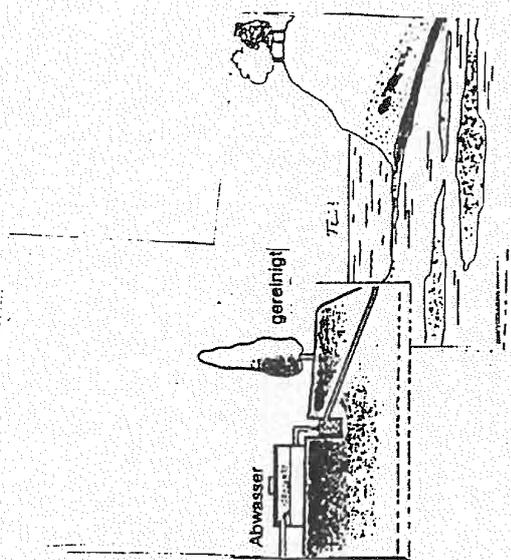
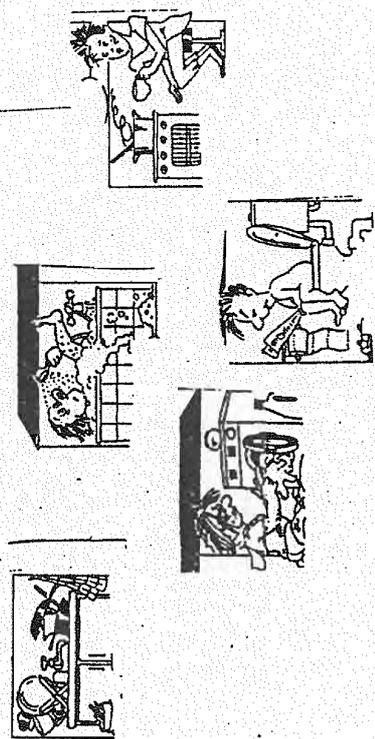
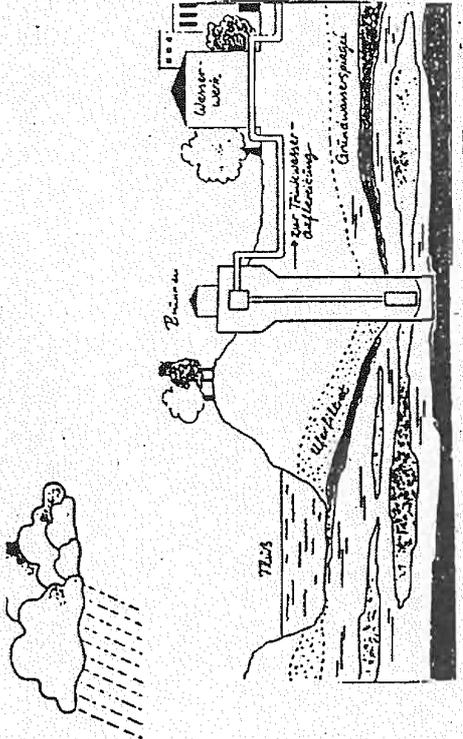
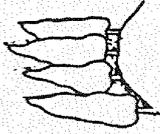
Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff

Wasserstoff: 8

Wasserdampf:

Sauerstoff: 8

nach dem Abkühlen:



# Ermittel den Trinkwasserverbrauch im Haushalt!

Gebraucht wird für:	Person/Tag ....Liter	Bundesdurchschnitt:
Baden,Duschen,Haare-, Händewaschen		
Zähneputzen		
WC-Spülung		
Blumengießen		
Putzen		
Wäschewaschen		
Geschirrspülen		
Kochen,Getränke, Gemüseputzen		
.....		

Summe:

Berechne den Gesamtverbrauch der Familie in einem Jahr! .....

.....m<sup>3</sup>

Vergleiche mit dem angegebenen Verbrauch auf der Wasserrechnung!.....m<sup>3</sup>

Wo und wie läßt sich Trinkwasser sparen?

.....

.....

# Untersuchung von Leitungswasser

Was ist im Wasser gelöst?

Eindampfen von Wasserproben: Menge: 80 ml

Leitungsw.	Leitungsw.	Mineralw.	Wasser dem.	Wasser +
Findorff	HB-Ost			Propanol 2

Härte:

Rück-

stand:

+gering, ++mittel, +++groß

Vergleiche und formuliere ein Ergebnis:

Um was handelt es sich bei dem Rückstand? Vermutung:.....

Untersuche Deine 2 Proben:

- Tauche ein Magnesiastäbchen/einen Glasstab in verd. Salzsäure(HCl)
- Tupfe damit auf den Rückstand. Beobachte ganz genau! (Wiederhole mehrfach)  
..... (Vergleiche: Versuche mit sauren Haushaltsreinigern!)

Es handelt sich um .....

Sind noch andere Stoffe enthalten?

Untersuche mit der Flammenfärbung:

- Glühe das Magnesiastäbchen sehr gut in der rauschenden Flamme aus, bis die Flamme kaum noch gefärbt ist.
- Tauch es in verd. HCl
- nimm etwas von dem Rückstand auf und Prüfe.
- Beobachte auch mit dem Kobaltglas!

Probe 1: Die Flamme färbt sich:.....  
.....

Im Rückstand ist enthalten:.....

Probe 2: Die Flamme färbt sich: .....  
.....

Im Rückstand ist enthalten:

Was kannst Du über demineralisiertes(demin. )Wasser sagen?

.....

Vergleiche die Angaben auf den Etiketten von 3 verschiedenen Mineralwässern!

In Mineralwasser ist gelöst:      1                      2                      3

Vergleiche mit den Stoffen, die Du im Leitungswasser gefunden hast!

.....

Miß den pH-Wert von Leitungswasser..... und Mineralwasser.....

Wie kann man Mineralwasser Herstellen?

Vorschlag für den Versuch:

Kann man in jedem Fall Wasser trinken, daß nicht riecht, klar ist, bei dem keine Rückstände bleiben?    ja/nein

Begründung:

## Vom Rohwasser zum Trinkwasser

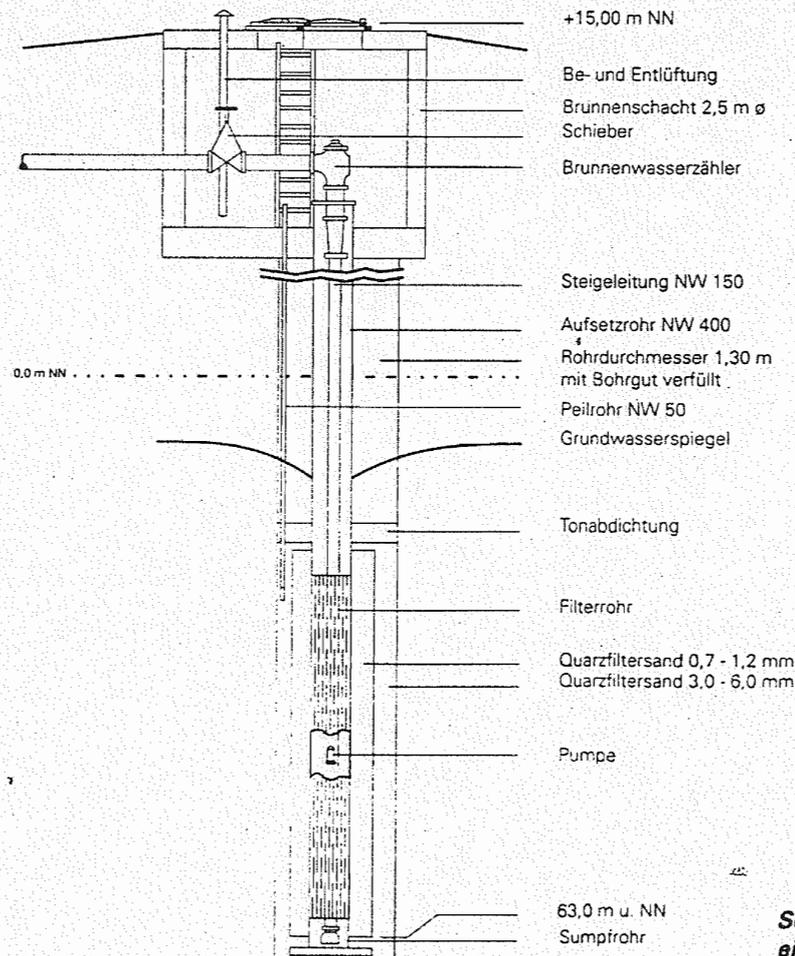
Im wesentlichen besteht ein vertikaler Tiefbrunnen, aus dem Grundwasser für die Trinkwasseraufbereitung gefördert wird, aus einem geschlitzten Filterrohr mit einem Durchmesser von ungefähr 40 Zentimetern. In ihm sammelt sich Grundwasser, das über eine Unterwasserpumpe durch die Steigeleitung nach oben befördert wird. Das Grundwasser aus den tieferen Grundwasserschichten strömt zunächst durch eine künstlich angelegte Kiesschüttung, die bei einem Durchmesser von ca. 1,5 Metern das Eindringen von feinen Schwebstoffen in das Filterrohr verhindert. Die Körnung dieses Kiesel vergrößert sich dabei zum Rohr hin.

Durch die Wasserentnahme bildet das Grundwasser im unmittelbaren Bereich des Brunnens einen Absenkungstrichter von etwa 50 Zentimetern bis zu einem Meter Tiefe. Der Abstand zwischen dem Spiegel des geförderten Grundwassers und der Oberfläche beträgt in Blumenthal mindestens 20 Meter. Da außerdem die

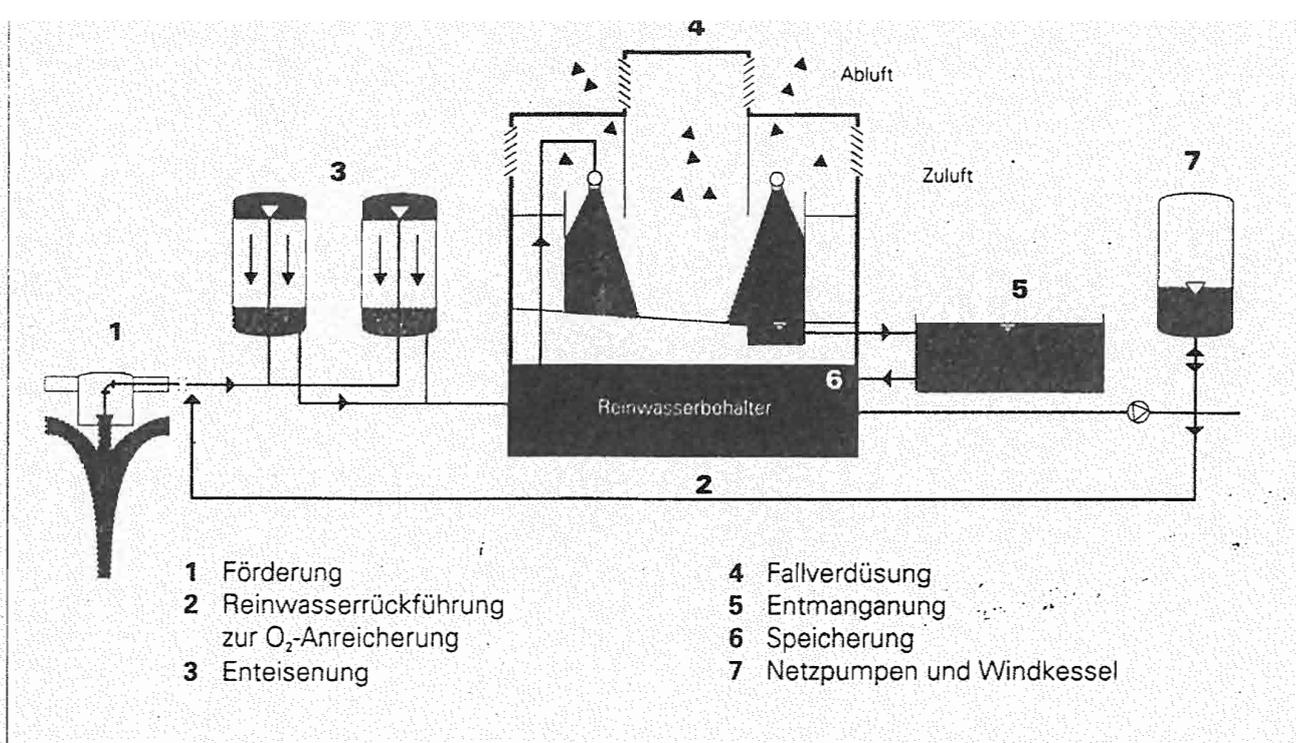
oberen Bodenschichten in Blumenthal weniger wasser-durchlässig sind als die unteren und sich der Regen dort staut, kommt es durch die Wasserförderung in Blumenthal zu keinem Einfluß auf Vegetation, Bäche oder Tümpel. Die Grundwasserstände werden dennoch monatlich in mehr als 100 Probeentnahmefrünnen gemessen.

Im Wassereinzugsgebiet Blumenthal fördern Pumpen aus neun Tiefbrunnen Grundwasser aus dem sandigen Untergrund des Auetals. Es wird anschließend mit dem Grundwasser aus zwei Vegesacker Brunnen und einem Brunnen in Rönnebeck zur Aufbereitung ins Wasserwerk Blumenthal geleitet. Weitere Brunnen sind geplant.

Grundwasser in ganz Norddeutschland muß nicht wegen Verunreinigungen durch den Menschen aufbereitet werden, sondern weil es im natürlichen Zustand völlig ungenießbar ist. Bedingt durch die Tätigkeit natürlicher Bodenorganismen ist es sauerstoffarm und



**Schema  
eines Vertikal-Tiefbrunnens**



### Schemaskizze Wasserwerk Blumenthal

enthält viel Kohlensäure. Deshalb löst das Grundwasser viel Eisen und Mangan aus dem Boden. Gefördertes Grundwasser wird zunächst mit sauerstoffhaltigem, bereits aufbereitetem Trinkwasser angereichert. Das Eisen fällt dabei in rostbraunen Flocken aus und wird von acht geschlossenen und mit grobem Sand gefüllten Filtern zurückgehalten.

Wie in einer riesigen Dusche wird das Grundwasser im Hauptgebäude des Wasserwerks versprüht. Es reißt dabei von außen Frischluft mit, die das Wasser mit Sauerstoff sättigt und Kohlendioxid sowie geringe Spuren von Schwefelwasserstoff austreibt.

Das Grundwasser sickert während des letzten Aufbereitungsschrittes durch die Sandschicht des Nachfilters, in der Mikroorganismen auf natürliche Weise Mangan an sich binden. Zuvor werden dem Wasser geringe Mengen an Natronlauge zugegeben, um den Säuregehalt des Wassers zu verringern. Dies beschleunigt die biologische Entmanganung und schützt die Trinkwasserrohre vor Korrosionen. Nach diesem letzten Aufbereitungsschritt ist aus Grundwasser fertiges Trinkwasser geworden.

Das Wasserwerk Blumenthal arbeitet weitgehend automatisch und gleichmäßig rund um die Uhr. Nicht gleichmäßig ist dagegen der Trinkwasserverbrauch. Zum Ausgleich dieser Bedarfsschwankungen dienen Trinkwasserspeicher, die nachts aufgefüllt werden und tagsüber die aufbereitete Menge ergänzen. Drei mächtige, elektrisch betriebene Pumpen sorgen dafür, daß der Druck im Leitungsnetz bei etwa 7,5 bar konstant bleibt.

### Nach dem letzten Aufbereitungsschritt ist aus Grundwasser fertiges Trinkwasser geworden:

Eisen	10 mg/l	0,029 mg/l
Mangan	0,25 mg/l	0,002 mg/l
Sauerstoff	0,3 mg/l	11,4 mg/l
Kohlensäure	80 mg/l	1 mg/l
pH-Wert	6,3	8,22

mg/l = Milligramm pro Liter

# Trinkwasseranalyse im Versorgungsgebiet der Stadtwerke Bremen AG

Im folgenden sind die Mittelwerte des Jahres 1994 angegeben. Die Qualitätsüberwachungen werden laufend durchgeführt. Das Trinkwasser entspricht sowohl in bakteriologischer als auch chemischer Hinsicht den Gesetzen der Trinkwasserverordnung vom Dezember 1990.

## Versorgungsgebiete:

- Versorgungsbereich 1: Blumenthal, Vegesack, Burg-Lesum
- Versorgungsbereich 2: Gröpelingen, Walle, Obervieland, Schwachhausen, Findorff, Häfen, Woltmershausen, Neustadt, Huchting, Mitte, Blockland, Östliche Vorstadt
- Versorgungsbereich 3: Vahr, Hemelingen, Horn-Lehe
- Versorgungsbereich 4: Osterholz

## Härtebereiche:

- Versorgungsbereich 1: Härtebereich 1, (bis 7,3°dH) Gesamthärte 7,3°dH
- Versorgungsbereich 2: Härtebereich 1, (bis 7,3°dH) Gesamthärte 7,1°dH
- Versorgungsbereich 3: Härtebereich 2, (7,3-14°dH) Gesamthärte 9,2°dH
- Versorgungsbereich 4: Härtebereich 2, (7,3-14°dH) Gesamthärte 13,5°dH

Zur Reduzierung des Säuregehalts werden den Trinkwässern folgende Substanzen zugesetzt:

- Versorgungsbereich 1: Natronlauge
- Versorgungsbereich 2: Kalkwasser oder Natronlauge
- Versorgungsbereich 3: Kalkwasser oder Natronlauge
- Versorgungsbereich 4: Natronlauge

Stoffbezeichnung	Bereich 1	Bereich 2	Bereich 3	Bereich 4	Grenzwert	Bestimmungsgrenze
------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-------------------

## Physikalisch-chemische Kenngrößen:

Färbung(436 nm),1/m	farblos	farblos	farblos	farblos	0,5	-
Geruchsschwelle,20°C	0	0	0	0	2/3(12/25°C)	-
pH-Wert,20°C	8,22	8,30	8,05	7,80	6,5-9,5	-
Leitfähigkeit,25°C,mS/m	40	31	40	58	200	1
Oxidierbarkeit,O <sub>2</sub> ,mg/l	0,9	0,5	0,8	1,5	5	-
Sauerstoff,O <sub>2</sub> ,mg/l	11,4	10,8	11,3	10,8	-	0,1
Temperatur,°C	10	10,6	10,6	10,5	25	0,2
Trübung	0,26	0,12	0,12	0,14	1,5 TE/F	-
UV-Absorption, 254 nm,1/m	2,9	1,4	2,3	5,0	-	0,1

## Kationen:

Ammonium,NH <sub>4</sub> ,mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	0,01
Calcium,Ca,mg/l	43,6	43,0	55,5	86,6	400	0,1
Eisen,Fe,mg/l	0,029	0,023	0,021	0,023	0,2	0,001

Gesamthärte, m mol/l	1,30	1,26	1,65	2,41	-	0,01
Kalium, K, mg/l	6,3	3,6	5,8	3,8	12	0,1
Karbonathärte, m mol/l	0,68	0,80	0,76	1,72	-	0,01
Magnesium, Mg, mg/l	5,7	4,8	6,6	6,7	50	0,1
Mangan, Mn, mg/l	0,002	0,001	0,001	0,002	0,05	0,001
Natrium, Na, mg/l	30,0	19,9	21,2	37,4	150	0,1

Anionen:

Basekapazität, pH 8,2, m mol/l	0,01	0,01	0,02	0,12	-	0,01
Chlorid, Cl, mg/l	36	27	34	72	250	1
Cyanid, Cn, mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,01
Fluorid, F, mg/l	0,07	0,17	0,15	0,14	1,5	0,05
Kieselsäure, Si, mg/l	8,0	8,3	8,3	9,1	40	0,1
Nitrat, NO <sub>3</sub> , mg/l	3,7	5,5	2,4	2,3	50	0,1
Nitrit, NO <sub>2</sub> , mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	0,01
Phosphat anorganisch gesamt, P, mg/l	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	6,7	0,01
Säurekapazität, pH 4,3 m mol/l	1,35	1,59	1,52	3,44	-	0,01
Sulfat, SO <sub>4</sub> , mg/l	62	30	69	27	240	1

Metalle/Metalloide:

Aluminium, Al, mg/m <sup>3</sup>	29	13	8	15	200	1
Antimon, Sb, mg/m <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	10	0,1
Arsen, As, mg/m <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	10	0,2
Barium, Ba, mg/m <sup>3</sup>	<100	<100	<100	<100	1000	100
Beryllium, Be, mg/m <sup>3</sup>	<0,1	0,4	0,1	0,5	-	0,1
Blei, Pb, mg/m <sup>3</sup>	<1	<1	<1	2,1	40	1
Bor, B, mg/m <sup>3</sup>	40	40	40	30	1000	10
Cadmium, Cd, mg/m <sup>3</sup>	0,3	0,3	0,4	0,7	5	0,1
Chrom, Cr, mg/m <sup>3</sup>	<1	<0,1	<1	<1	50	1
Kupfer, Cu, mg/m <sup>3</sup>	3,3	4,9	<1	7,9	3000* <sup>2</sup>	1
Nickel, Ni, mg/m <sup>3</sup>	1,9	1,3	<1	3,2	50	1
Selen, Se, mg/m <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	10	0,1
Silber, Ag, mg/m <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	10	0,1
Quecksilber, Hg, mg/m <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	1	0,1
Zink, Zn, mg/m <sup>3</sup>	23	12	35	32	5000* <sup>2</sup>	1

Bakteriologische Summenparameter:

Coliforme Keime 1/100 ml	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	1/100 ml
E. coli 1/100 ml	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	1/100 ml
Koloniezahl, 20/36°, 1/ml	0,3/0,6	0,5/0,9	0,6/0,3	0,4/0,3	100/ml* <sup>2</sup>	1/ml

Organische summenparameter:

Ads. org. geb. Chlor (AOX), Cl, mg/m <sup>3</sup>	6	<5	<5	6	-	5
Gel. org. geb. Kohlenstoffe (DOC), C, mg/m <sup>3</sup>	1,5	1,0	1,3	2,2	-	0,1

Kohlenwasserstoffe, (Mineralöl),mg/m <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	10	0,1
Oberflächenaktive Stoffe, mg/m <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,1
Organische Chlor- verbindungen,mg/m <sup>3</sup> (13)	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	10	0,1
Pestizide(86),mg/m <sup>3</sup>	<0,05	n.n.	n.n.	n.n.	0,1(0,5 Sum.)	0,01
Phenol-Index,mg/m <sup>3</sup>	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,5* <sup>3</sup>	0,01
Polychlorierte Biphenyle(6),mg/m <sup>3</sup>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,1(0,5 Sum.)	0,01
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (6), mg/m <sup>3</sup>	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,2(Sum.)	0,05

n.n. = nicht nachweisbar

n.b. = nicht bestimmt

\*2 = Richtwerte

\*3 = ist ebenso eingehalten, wenn der Grenzwert für den Geruchsschwellenwert eingehalten wird

☐ Vom Rohwasser zum Trinkwasser

Entscheide richtig(r) oder falsch(f)!

Rohwasser (Grundwasser) ist völlig ungenießbar, weil

- es verunreinigt ist
- weil es viel CO<sub>2</sub> enthält und dadurch
- Eisen und Mangan aus dem Boden löst.

Das Grundwasser wird mit aufbereitetem Trinkwasser angereichert,

- dann fällt Eisen
- Mangan in rostbraunen Flocken aus.

Das Wasser läuft durch

- Sandfilter
- Aktivkohlefilter

Das Grundwasser wird durch Duschen versprüht und

- mit Sauerstoff aus der Luft
- CO<sub>2</sub> aus der Luft gesättigt.

Zuletzt wird

- wenig Natronlauge zugegeben und
- Mikroorganismen binden Mangan an sich.
- Das Trinkwasser kann ins Netz gepumpt werden.

# TRINK WASSER ANALYSE

im Versorgungsgebiet der  
**Stadtwerke Bremen AG**

Auf den folgenden beiden Seiten sind die Mittelwerte des Jahres 1994 angegeben. Die Qualitätsüberwachungen werden laufend durchgeführt.

Das Trinkwasser entspricht sowohl in bakteriologischer als auch in chemischer Hinsicht den einschlägigen Gesetzen und der Trinkwasserverordnung vom 12. Dezember 1990.

## Die Trinkwasserversorgung erfolgt mit vier verschiedenen Trinkwässern:

- Versorgungsbereich 1** Stadt-Bezirke:  
Blumenthal, Vegesack, Burg-Lesum
- Versorgungsbereich 2** Stadt-Bezirke:  
Gröpelingen, Walle, Obervieland, Schwachhausen, Findorff, Häfen,  
Woltmershausen, Neustadt, Huchting, Mitte, Blockland, Östliche Vorstadt
- Versorgungsbereich 3** Stadt-Bezirke:  
Vahr, Hemelingen, Horn-Lehe
- Versorgungsbereich 4** Stadt-Bezirk:  
Osterholz

Die durchschnittliche Gesamthärte und der Härtebereich der Trinkwässer betragen im		
Versorgungsbereich 1	Härtebereich 1 (bis 7,3° dH)	Gesamthärte 7,3° dH
Versorgungsbereich 2	Härtebereich 1 (bis 7,3° dH)	Gesamthärte 7,1° dH
Versorgungsbereich 3	Härtebereich 2 (7,3–14° dH)	Gesamthärte 9,2° dH
Versorgungsbereich 4	Härtebereich 2 (7,3–14° dH)	Gesamthärte 13,5° dH

## Zur Reduzierung des Säuregehaltes werden den Trinkwässern folgende Substanzen zugesetzt:

Natronlauge	im Versorgungsbereich 1
Kalkwasser oder Natronlauge	im Versorgungsbereich 2
Kalkwasser oder Natronlauge	im Versorgungsbereich 3
Natronlauge	im Versorgungsbereich 4

Bezeichnungen	Versorgungsbereich				Grenzwert (1*)	Bestimmungsgrenze	
	1	2	3	4			
<b>Physikalisch-chemische Kenngrößen</b>							
Färbung (436 nm)	m <sup>-1</sup>	farblos	farblos	farblos	farblos	0,5	–
Geruchsschwellenwert	(20°C)	0	0	0	0	2(12°C)3(25°C)	–
pH-Wert	(20°C)	8,22	8,30	8,05	7,80	6,5–9,5	–
Leitfähigkeit	(25°C) mS/m	40	31	40	58	200	1
Oxidierbarkeit	(O <sub>2</sub> ) mg/l	0,9	0,5	0,8	1,5	5	–
Sauerstoff	(O <sub>2</sub> ) mg/l	11,4	10,8	11,3	10,8	–	0,1
Temperatur	°C	10,0	10,6	10,6	10,5	25	0,2
Trübung		0,26	0,12	0,12	0,14	1,5TE/F	–
UV-Absorption (254 nm)	m <sup>-1</sup>	2,9	1,4	2,3	5,0	–	0,1
<b>Kationen</b>							
Ammonium	(NH <sub>4</sub> ) mg/l	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,5	0,01
Calcium	(Ca) mg/l	43,6	43,0	55,5	86,6	400	0,1
Eisen	(Fe) mg/l	0,029	0,023	0,021	0,023	0,2	0,001
Gesamthärte	m mol/l	1,30	1,26	1,65	2,41	–	0,01
Kalium	(K) mg/l	6,3	3,6	5,8	3,8	12	0,1
Karbonathärte	m mol/l	0,68	0,80	0,76	1,72	–	0,01
Magnesium	(Mg) mg/l	5,7	4,8	6,6	6,7	50	0,1
Mangan	(Mn) mg/l	0,002	0,001	0,001	0,002	0,05	0,001
Natrium	(Na) mg/l	30,0	19,9	21,2	37,4	150	0,1
<b>Anionen</b>							
Basekapazität (pH 8,2)	m mol/l	0,01	0,01	0,02	0,12	–	0,01
Chlorid	(Cl) mg/l	36	27	34	72	250	1
Cyanid	(CN) mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05	0,01
Fluorid	(F) mg/l	0,07	0,17	0,15	0,14	1,5	0,05
Kieselsäure	(Si) mg/l	8,0	8,3	8,3	9,1	40	0,1
Nitrat	(NO <sub>3</sub> ) mg/l	3,7	5,5	2,4	2,3	50	0,1
Nitrit	(NO <sub>2</sub> ) mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1	0,01
Phosphat anorg. (gesamt)	(P) mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	6,7	0,01
Säurekapazität (pH 4,3)	m mol/l	1,35	1,59	1,52	3,44	–	0,01
Sulfat	(SO <sub>4</sub> ) mg/l	62	30	69	27	240	1
<b>Metalle/Metalloide</b>							
Aluminium	(Al) mg/m <sup>3</sup>	69	13	8	15	200	1
Antimon	(Sb) mg/m <sup>3</sup>	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	10	0,1
Arsen	(As) mg/m <sup>3</sup>	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	10	0,2
Barium	(Ba) mg/m <sup>3</sup>	< 100	< 100	< 100	< 100	1000	100
Beryllium	(Be) mg/m <sup>3</sup>	< 0,1	0,4	0,1	0,5	–	0,1
Blei*	(Pb) mg/m <sup>3</sup>	1	< 1	< 1	2,1	40	1

Bezeichnungen	Versorgungsbereich				Grenzwert (1*)	Bestimmungsgrenze
	1	2	3	4		
<b>Metalle/Metalloide</b>						
Bor (B) mg/m <sup>3</sup>	40	40	40	30	1000	10
Cadmium (Cd) mg/m <sup>3</sup>	0,3	0,3	0,4	0,7	5	0,1
Chrom (Cr) mg/m <sup>3</sup>	< 1	< 0,1	< 1	< 1	50	1
Kupfer (Cu) mg/m <sup>3</sup>	3,3	4,9	< 1	7,9	3000 (*2)	1
Nickel (Ni) mg/m <sup>3</sup>	1,9	1,3	< 1	3,2	50	1
Selen (Se) mg/m <sup>3</sup>	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	10	0,1
Silber (Ag) mg/m <sup>3</sup>	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	10	0,1
Quecksilber (Hg) mg/m <sup>3</sup>	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2	1	0,1
Zink (Zn) mg/m <sup>3</sup>	23	12	35	32	5000 (*2)	1
<b>Bakteriologische Summenparameter</b>						
Coliforme Keime 1/100 ml	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	1/100 ml
E. coli 1/100 ml	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	1/100 ml
Koloniezahl 20/36° ml <sup>-1</sup>	0,3/0,6	0,5/0,9	0,6/0,3	0,4/0,3	100/ml (*2)	1/ml
<b>Organische Summenparameter</b> (Anzahl der Einzelverbindungen)						
Ads. org. geb. Chlor (AOX) (Cl) mg/m <sup>3</sup>	6	< 5	< 5	6	-	5
Gel. org. geb. Kohlenst. (DOC) (C) mg/l	1,5	1,0	1,3	2,2	-	0,1
Kohlenwasserstoffe (Mineralöl) mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	10	0,1
Oberflächenaktive Stoffe mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2	0,1
Organ. Chlorverbindungen (13) mg/m <sup>3</sup>	0,1	n. n.	n. n.	n. n.	10	0,1
Pflanzenschutzmittel (86) mg/m <sup>3</sup>	< 0,05	n. n.	n. n.	n. n.	0,1(0,5 Sum.)	0,01
Phenol-Index mg/m <sup>3</sup>	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	0,5(*3)	0,01
Polychlorierte Biphenyle (6) mg/m <sup>3</sup>	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	0,1(0,5 Sum.)	0,01
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (6) mg/m <sup>3</sup>	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	0,2(Sum.)	0,05

(\*1) = Trinkwasserverordnung (TrinkwV) vom 12. Dezember 1992

(\*2) = Richtwerte

(\*3) = ist ebenso eingehalten, wenn der Grenzwert für den Geruchsschwellenwert eingehalten wird

n. n. = nicht nachweisbar

n. b. = nicht bestimmt



# INFORMATION

## Durchschnittswerte von rund 35 000 Messungen im Jahr

Alle Analysedaten sind Durchschnittswerte und stützen sich auf die Statistik des vergangenen Jahres. Daher können wir Ihnen damit die augenblickliche Wasserbeschaffenheit rechtlich nicht garantieren. Wir haben im letzten Jahr jedoch Höchst- und Niedrigstwerte gemessen, die von den angegebenen Mittelwerten kaum abweichen. Dies bedeutet eine stets gleichmäßige Trinkwasserbeschaffenheit.

## Wir fahnden nach 150 Inhaltsstoffen

Das Formular enthält über 60 Inhaltsstoffe oder Stoffgruppen, nach denen wir unser Trinkwasser regelmäßig untersuchen. Zum Beispiel verbergen sich hinter den Angaben Pestizide, Halogenkohlenwasserstoffe oder polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe eine Vielzahl von Einzelstoffen. Alles in allem wird somit das Bremer Trinkwasser von uns auf über 150 Inhaltsstoffe oder Kenngrößen untersucht.

## Trinkwasser – das bestkontrollierte Lebensmittel

Nach der Trinkwasserverordnung sind wir zur Zeit lediglich verpflichtet, die Hälfte der angegebenen Kenngrößen zu untersuchen. Die meisten davon sogar nur zweimal im Jahr. Wenn wir – wie fast alle Wasserwerke – mehr tun, dann deswegen, um auf geringste Veränderungen der Wasserbeschaffenheit schnell und gezielt reagieren zu können.

Wir erfüllen nicht nur alle gesetzlich festgelegten Anforderungen an die Beschaffenheit des Trinkwassers. Wir befolgen darüber hinaus auch alle Regeln der Technik, die für die Gewinnung, Aufbereitung und Verteilung allgemein anerkannt sind. Jeder kann das Bremer Trinkwasser daher auch ohne weitere Behandlung unbedenklich trinken.

## Wasserenthärtung überflüssig

Bei der Warmwasseraufbereitung für den Haushalt genügt es erfahrungsgemäß, zur Vermeidung von Kalkansammlungen im Gerät die Wassertemperatur in Boilern auf 55 °C zu begrenzen.

Die hygienischen Eigenschaften des normalerweise ungechlorten Trinkwassers verschlechtern sich durch Verkeimung bei der Wasserenthärtung sowie anderer Nachbehandlungen durch den Kunden unter Umständen ganz erheblich. Daher raten die Stadtwerke, ebenso wie das Bundesgesundheitsamt und das Umweltbundesamt, von jeglichen Eingriffen in die natürliche Beschaffenheit des Lebensmittels Trinkwasser ab. Das gilt uneingeschränkt für alle Ionentauscher, auch für solche, die in KleinfILTER eingebaut sein können, um Kaffee- und Teewasser zu „verbessern“. Diese ersetzen meist die lebenswichtigen Elemente durch Natrium. Eine hohe Aufnahme von Natrium muß aber besonders bei der Säuglingsnahrung und bei kochsalzreicher Diät vermieden werden.

## Wenn Bleirohre im Haus liegen

Der ständige Konsum von stark bleibelastetem Wasser kann über Jahrzehnte zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen. Die Stadtwerke verwenden in ihrem 1600 km langen Hauptrohrnetz keine Bleileitungen. Im Bereich der Hausinstallation, für die der Hauseigentümer verantwortlich ist, wurden bis etwa 1965 Bleileitungen verwendet. Bewohner solcher Häuser sollten zunächst das erste Trinkwasser morgens für die Toilettenspülung verwenden. Erst wenn das Trinkwasser kühl nachströmt, sollte es zum Trinken oder Kochen verwendet werden. Dann liegt nämlich erfahrungsgemäß die Bleikonzentration meist unter dem Grenzwert. Die Stadtwerke bieten an, gegen einen Kostenbeitrag von DM 90,- das von Ihrer Hausinstallation beeinflusste Trinkwasser zu untersuchen. (Bitte haben Sie Verständnis, daß wir bei der großen Zahl unserer übrigen Aufgaben dafür einige Wochen Zeit benötigen.) Nähere Informationen: Tel. 359-70 07.

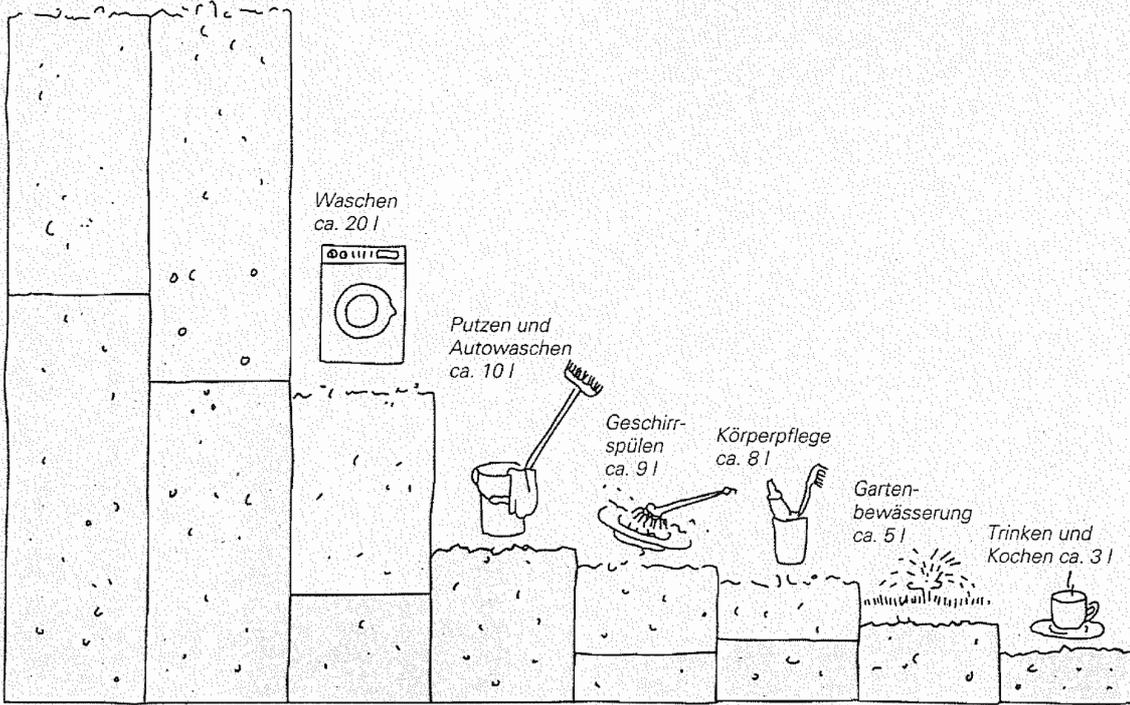
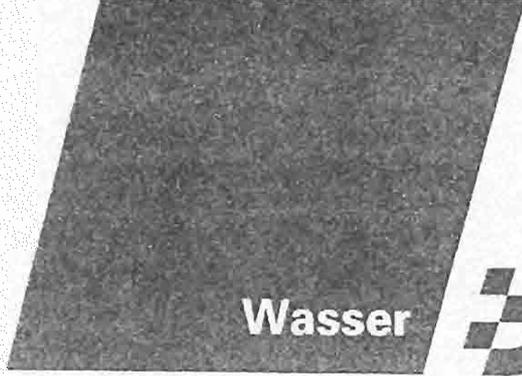
## Nitrat und Pestizide – kein Problem fürs Bremer Trinkwasser

Die in der öffentlichen Diskussion besonders beachteten Schadstoffe Pestizide und Nitrat bereiten uns derzeit keine Probleme. Lediglich in einem Förderbrunnen wird das Unkrautvernichtungsmittel Bromacil in geringen Spuren gefunden. Grenzwertüberschreitungen im Trinkwasser gab es jedoch nicht. Die Broschüre TRINKWASSER UND PFLANZENSCHUTZMITTEL, die Sie von uns kostenlos bekommen können, sagt Ihnen mehr über dieses Thema.

## Wir sichern die Trinkwasserversorgung von morgen

So erfreulich diese Aspekte sind: Ausruhen können und werden wir uns auf diesem hohen Niveau nicht! Wir haben in der Vergangenheit schon zahlreiche Anstrengungen zum Erhalt der Trinkwasserqualität unternommen. Wir möchten, daß die gute Qualität des Grundwassers in unserem Wassereinzugsgebiet auch weiterhin nicht durch Gewerbetreibende, Altlasten und insbesondere durch falsche landwirtschaftliche Nutzung beeinträchtigt wird. Daher werden wir uns besonders dafür einsetzen, daß durch eine Kooperation mit den Landwirten der Pestizideinsatz im Grundwassereinzugsgebiet auf ein Mindestmaß verringert wird oder landwirtschaftliche Nutzflächen nicht mehr so intensiv genutzt werden. So bleibt uns der gute Zustand des Bremer Trinkwassers auch für die Zukunft erhalten.

Als Informationsmöglichkeit haben die Stadtwerke einen Trinkwasserlehrpfad im Wasserschutzgebiet Blumenthal eingerichtet (Ausgangspunkt: Am Burgwall-Stadion). Weitere Informationen über den Lehrpfad und zu anderen Themen über Trinkwasser erhalten Sie bei uns im Stadtwerke-Haus Am Wall 114/115; Tel.: 359-25 97 oder im Kundenzentrum der Stadtwerke Bremen AG, Sögestraße 59/61, Tel.: 359-24 40.



**145 l Wasser verbraucht jeder täglich**

Wasserverbrauch nach Ausnutzung aller beschriebenen Sparmaßnahmen nur noch 80 l pro Tag.

## Wasser verbrauchen kann jeder....

### Wasser sparen und schützen, das ist immer die Sache der anderen, oder?

Wasser ist unser wichtigstes »Überlebensmittel«. Alles, was wir zum Leben brauchen, schenkt uns die Natur im Überfluß. Allerdings ist sie nicht auf Ausbeutung ausgelegt. Die Vorräte sind begrenzt, auch die Grundwasserreserven. Außerdem ist Wasser nicht Eigentum der Menschen allein, sondern ein lebensnotwendiges Element der ganzen Natur.

Wir sind eine saubere Gesellschaft in der Bundesrepublik Deutschland: Mit etwa 800.000 Tonnen Waschmittel jährlich liefern wir den porentiefen Beweis, daß es nicht mehr weißer geht. Und mit 500.000 Tonnen Weichspüler geht es der Trockenstarre an den Kragen. Da darf es dann auch nicht verwundern, wenn wir mit der Abwasserreinigung trotz eines Millionenaufwandes den ökologischen Notwendigkeiten hinterherhinken.

Am einfachsten ist es, das Wasser nicht zu belasten; denn das kostet nichts. Mindestens jedoch die Reduzierung oder bewußte Dosierung von Spülmitteln, Waschmitteln, Weichspülern usw. verringert die Wasserbelastung und damit die Kosten für die anschließende Beseitigung von

Schadstoffen in Klärwerken, die in vielen Fällen kaum noch möglich ist.

Das Resultat der industriellen und privaten Nutzung von Wasser ist fast immer auch eine Verschmutzung von Oberflächen- und Grundwasser. Denn nicht nur durch den massiven Verbrauch und die damit verbundenen Abwasserbelastungen gefährden wir den Wasserkreislauf, sondern auch durch globale Umweltbelastungen, wie z.B. Luftverunreinigungen, die den Sauren Regen verursachen.

### Komfort ja - Verschwendung nein

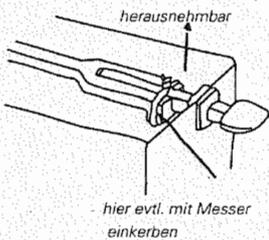
Wenn uns bewußt wird, wie wichtig und wie knapp Wasser für alles Leben ist, können wir vielfältige Konsequenzen daraus ziehen. Und das, ohne auf den bisher gewohnten Komfort zu verzichten.

Grundwasser- und Gewässerschutz muß vor allem da ansetzen, wo mit geringstem Aufwand die größten Wirkungen erzielt werden können. Er muß also unter anderem auch auf betriebliche und häusliche Maßnahmen zielen, mit denen Wasser gespart und Gewässer geschützt werden können.

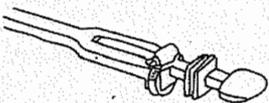
Der sorgsame Umgang mit dem Lebensmittel Wasser schont also nicht nur die Natur, sondern auch den Geldbeutel. Wer weniger verbraucht, muß weniger dafür bezahlen, und kann damit seinen Beitrag zur Reinhaltung unserer Gewässer leisten. Kleine Umbaumaßnahmen und ein bewußter Umgang mit dem Wasser helfen uns und der Umwelt.

# Das Klo verbraucht zuviel Wasser

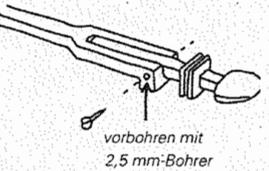
**»Bastelanleitung«  
zur Herstellung einer STOP-Taste durch Gelenkverstellung**  
Um mit der Hebelstaste das Überlaufrohr beim Spülen für das »kleine Geschäft« zurückdrücken zu können, muß das »Kniegelenk« starr gemacht werden. Hier drei einfache Lösungsvorschläge:



**Möglichkeit 1**  
Umwickeln Sie das Gelenk mit einem Draht.



**Möglichkeit 2**  
Es geht auch mit einer Schlauchschelle, die für ein paar Pfennige im Handel erhältlich ist.



**Möglichkeit 3**  
Sie ist die eleganteste und erfordert etwas Geschick, einen Bohrer sowie eine Blechschraube 3,5 x 16 mm.

## Warum das bisher so ist

Die für die Klosettanlagen bisher übliche Wassermenge von 9 l ist eine mehr oder weniger willkürlich vor über 100 Jahren in Großbritannien gewählte Größe (2 Gallonen), die 1871 vom britischen Parlament gesetzlich festgeschrieben wurde. Auch in den deutschen Haushalten fließen nach der alten DIN-Norm bei jedem Spülvorgang mindestens 9 l (Trink-) Wasser in den Abfluß. Auch dann, wenn nur 3 oder 4 l ausreichend sind, beispielsweise beim »kleinen Geschäft«.

Unter dem Druck einer breiten Öffentlichkeit sah sich der »Normausschuß Wasserwesen« Ende 1982 gezwungen, die Unterbrechung des Spülvorganges zuzulassen.

## Armaturen

In der überwiegenden Zahl der Wohnungen und Einfamilienhäuser sind Waschtische, Duschen und Badewannen mit Wasserhähnen ausgerüstet, in denen der Warm- und Kaltwasserzufluß jeweils durch einen eigenen Hahn geregelt wird. Nach jedem Verbrauch muß die Wassertemperatur neu eingestellt werden. Viele Verbraucher lassen deshalb das Wasser weiterlaufen, obwohl sie es z.B. beim Zähneputzen oder nach dem Einseifen nicht benötigen.

Diese Form der Wasserverschwendung kann drastisch eingeschränkt werden, wenn anstelle der Zweigriffarmaturen sogenannte Einhebelmischer eingebaut werden. Mit diesem Gerät wird nur einmal die Temperatur eingestellt: der Wasserzufluß wird durch einfaches Heben und Senken des Hebels reguliert, ohne daß ein Nachstellen der Wassertemperatur erforderlich ist.

Noch mehr Komfort bieten thermostatische Mischbatterien. Hier kann die gewünschte Temperatur auf einer Skala fest eingestellt werden. Sie bleibt dann für jede Benutzung konstant, unabhängig vom Fließdruck und der Warmwassertemperatur.

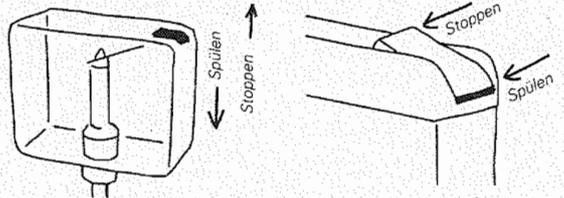
## Ganz klar:

Diese Installationshilfen sollen (und können) natürlich einen versierten Handwerker nicht überflüssig machen. Deshalb legen wir so großen Wert auf die Kooperation mit den örtlichen Installateuren - gerade auch in Sachen Wassersparen.

# Wassersparen mit der Toilettenspülung

## Die Spartaste

Alle führenden Hersteller von Tiefspülkästen bieten mittlerweile Spülkästen an, die mit einer Spar-Stop-Taste ausgestattet sind. Damit kann der Sparwillige den Spülvorgang unterbrechen.



## Austausch-STOP-Tasten für tiefhängende WC-Spülkästen

Austausch-STOP-Tasten gibt es für zahlreiche WC-Spülkästenausführungen (auch für Unterputz-, Zugknopf- und Mittelstastenmodelle) im Sanitärfachhandel; Spülkastenfabrikat und Typ finden sich meist im Kasteninneren. Durch Betätigen der Taste werden beim »großen Geschäft« 9 l gespült. Beim »kleinen Geschäft« kann der Spülvorgang nach ca. 3 Sek. durch Hochziehen der Taste unterbrochen werden. Die Mindestspülmenge von 3 l ist dann erreicht.

## Das 6-Liter-WC

Die Mehrzahl der in- und ausländischen Sanitärkeramik-Hersteller bieten bereits Klosettörper an, die nur 6 l Spülwasser benötigen. Diese Klosetts können mit jedem handelsüblichen Spülkasten kombiniert werden.

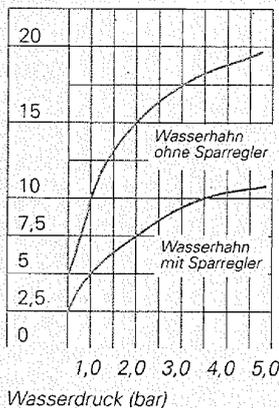
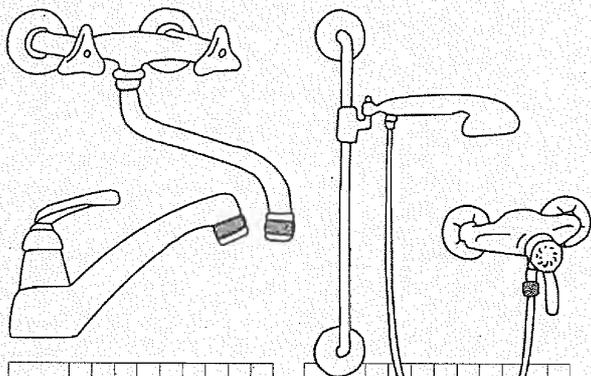
## Täglicher Wasserverbrauch für die WC-Spülung (pro Person)

	Spülmenge	Gesamt
bisher 5 Spülungen	9,0 l	45 l
Nachrüstung eines Spülkastens mit Stop-Taste für 2 Wassermengen:		
1 Normalspülung	9,0 l	9 l
4 Kurzspülungen	4,0 l	16 l
Verbrauch		25 l
WC mit 6 l-Spülmenge und Spülkästen für 2 Wassermengen:		
1 Normalspülung	6,0 l	6 l
4 Kurzspülungen	4,0 l	16 l
Verbrauch		22 l

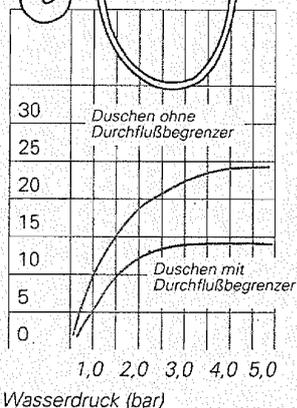
# Der Dreh mit dem Wasser

## Sparmaßnahmen bei Dusche und Waschbecken

Beim Duschen und bei der Körperpflege wird nicht nur Wasser, sondern auch Energie verbraucht. 1.000 l Wasser von 40 °C Warmwassertemperatur kosten zwischen 9 und 17 DM. Der Energiekostenanteil bewegt sich zwischen 3 und 11 DM, je nach Art der Warmwasserbereitung. Mit wenig Aufwand lassen sich gerade beim Warmwasserverbrauch erhebliche Einsparungen erzielen.



Sparstrahlregler für Spül- und Waschbecken werden anstelle des vorhandenen Perlatoren eingeschraubt.



Begrenzer für Duscharmaturen werden einfach zwischen Armatur und Brauseschlauch geschraubt.

## Sparstrahlregler und Durchflußbegrenzer

Sie bieten die einfachste und billigste Möglichkeit, Wasser und Energie zu sparen.

Ein Sparstrahlregler (Spar-Perlator) für den Wasserhahn kostet etwa 3 DM pro Stück und kann bei allen mit gewöhnlichen Perlatoren ausgestatteten Armaturen im Austausch eingesetzt werden (nicht geeignet für Elektro-Warmwassersysteme mit Durchlauferhitzer). Diese wirklich geringe Investition macht sich bei der nächsten Wasserrechnung bestimmt bezahlt.

Wesentlich mehr Wasser und Energie sparen Durchflußbegrenzer für die Dusche. Dieses kleine Einbauteil kostet etwa 10 DM und reduziert den Durchfluß von z.B. 20 l pro Minute auf etwa 12 l, und zwar ohne spürbare Komforteinbuße. Die Montage ist denkbar einfach: Der Begrenzer wird zwischen Duscharmatur und Brauseschlauch geschraubt. So kann ein 4-Personen-Haushalt mehr als 200 DM Wasser- und Energiekosten pro Jahr sparen.

# Duschen statt Baden

Wer einmal bei geschlossenem Stöpsel geduscht hat, weiß, wieviel Wasser man gegenüber einem Wannenbad spart. Es sind bei der 5-Minuten-Dusche mit Durchflußbegrenzer ca. 80 l. Auch der Energieverbrauch sinkt beim Duschen gegenüber dem Wannenbad um über die Hälfte. Durch den Einbau eines Sparduschkopfes, der in jedem Sanitärfachgeschäft erhältlich ist, können weitere Liter eingespart werden.

## Wer den Tropfen nicht ehrt, spart verkehrt

### Vermeidung von Wasserverlusten

Oft sind die Dichtungen der Armaturen nicht ganz dicht. Tropfen für Tropfen wird verschwendet. Zapfventile, Toilettenspülkästen und Überläufe überdruckgesicherter Warmwasserspeicher müssen deshalb regelmäßig überprüft werden.

Ein tropfender Wasserhahn (12 Tropfen pro Minute) kostet den Verbraucher im Monat rund 80 l. Über ein Jahr gerechnet, kommen ca. 960 l zusammen. Tropfende Wasserhähne in den Waschräumen einer Verwaltung, in den Häusern einer Stadt oder Gemeinde verursachen ganze Wasserströme.

Schadhafte Dichtungen in Spülkästen sind nicht so deutlich zu sehen. Dabei ist die Gefahr, daß sehr viel Wasser ungenutzt in den Kanal läuft, noch viel größer. Ein kleines Rinnsal aus einem undichten Spülkasten kann sich schon innerhalb eines einzigen Tages auf 50 und mehr Liter summieren.

Abhilfe zu schaffen, ist eine Kleinigkeit. Wechseln Sie einfach schadhafte Dichtungen an Hähnen und Spülkästen aus.

Doch damit sind die Möglichkeiten, Wasser zu sparen, nicht erschöpft.



## Gartenpflege

Den Garten sollte man nur dann bewässern, wenn es wirklich notwendig ist; vorzugsweise abends, wenn es kühl wird, um hohe Verdunstung zu vermeiden. Auf das Rasensprengen möglichst verzichten: Ein während der Trockenzeit gelb gewordener Rasen erholt sich auch wieder.

Auf den Einsatz von Trinkwasser zur Gartenbewässerung kann man dann weitgehend verzichten, wenn Regenwasser aufgefangen und eingesetzt wird. Die dazu notwendige Einbauklappe für das Regenfallrohr erhält man in jedem Eisenwarengeschäft.

## Waschen und Geschirrspülen

Achten Sie beim Kauf von neuen Haushaltsgeräten auf einen möglichst geringen Wasser- und Stromverbrauch, denn die Unterschiede im Verbrauch sind ganz erheblich. Moderne Geschirrspüler sind heute schon so sparsam, daß sie nur noch 20 l Wasser und unter 1,6 kWh Strom benötigen. Eine neue Waschmaschine braucht im längsten Programm ca. 60 l Wasser und etwa 1,8 kWh Energie. Achten Sie deshalb auf die orange-farbenen Produktaufkleber an den Geräten.

Ansonsten beraten wir Sie, welches Gerät zur Zeit den geringsten Energie- und Wasserverbrauch hat.

Damit bekommen Sie eine wichtige Entscheidungshilfe beim Kauf neuer Haushaltsgeräte.



### **Umweltfreundlich - weil wassersparend.**

Achten Sie auf den Blauen Engel. Mit diesem Umweltzeichen werden Produkte oder Verfahrensweisen gekennzeichnet, die sich gegenüber anderen als umweltfreundlicher, aber ebenso praktisch und gebrauchstüchtig, herausgestellt haben.

## Was tun, wenn die Trinkwasserleitungen aus Bleirohren bestehen?

Sofern Sie in einem Altbau wohnen und die Leitungen noch aus Bleirohren bestehen, ist Vorsicht geboten: Wasser, das sich lange in den Rohren befindet (z.B. während der Nachtzeiten), kann erhöhte Konzentrationen giftigen Bleis aufnehmen. Deshalb sollten Sie Wasser, das über längere Zeit in den Bleirohren war, nur zum Waschen und Putzen, nicht aber zum Trinken oder zur Essenzubereitung benutzen.

**Im übrigen: Der Installateur und der Fachhandel geben nicht nur Auskunft, sondern helfen mit Rat und Tat.**

## Hinweise für Mieter

Mieter haben die Möglichkeit, den Wasserverbrauch durch den Einbau von Durchflußbegrenzern und WC-Spartasten zu verringern und somit ihre Wasserkosten zu senken.

Die Mietergemeinschaft eines Hauses kann sich darauf verständigen, daß die Wohnungen auf eigene Kosten mit den genannten Spar-Geräten ausgerüstet werden. Wenn alle Mieter sich daran beteiligen, geht der Wasserverbrauch auch in allen Wohnungen zurück. Bevor ein Mieter jedoch einem Installateur einen Auftrag erteilt, muß der Hauseigentümer zugestimmt haben.

## Und noch ein Tip....

...ist der »Blaue Engel«. Mit diesem Umweltzeichen werden Produkte oder Verfahrensweisen gekennzeichnet, die sich gegenüber anderen als umweltfreundlicher, aber ebenso praktisch und gebrauchstüchtig, herausgestellt haben.

Hunderte von Produkten tragen inzwischen den blauen Umweltengel. Aus der großen Produktpalette sind für sauberes Wasser insbesondere »abscheidefreundliche Kaltreiniger«, »abwasserarme Autowaschanlagen«, »Zink-Luft-Batterien«, »umweltfreundliche Rohreiniger« und Produkte aus »Recycling-Papier« von Bedeutung.

Es müssen ja nicht die Spraydose mit schädlichem Treibgas, blütenweißes Toilettenpapier oder Lacke mit Lösungsmitteln sein.

Sie wissen ja, viele kleine Beiträge können helfen. Vielleicht achten Sie beim nächsten Einkauf darauf!

## Kundenzentrum Sögestraße

Wir können Ihnen natürlich in diesem Informationsblatt nicht alle Einsparmöglichkeiten aufzeigen. Damit Sie sich sachlich und fachlich besser informieren können, haben wir, die Stadtwerke Bremen AG, für Sie unser Kundenzentrum eingerichtet. Wir möchten Sie mit dieser Einrichtung beim sinnvollen Energie- und Wassersparen sachkundig beraten und tatkräftig unterstützen.

Unsere Ingenieure und Meister stehen Ihnen für eine umfassende und kostenlose Beratung zur Verfügung, damit Sie den neuesten Stand der Energie- und Wassertechnik auch verwirklichen können.

In unserer Ausstellung können Sie die neuesten Spartechniken vom Kühlschrank über Heizkessel, Regelungsgeräte, Sonnenkollektor, Dämmtechnik bis hin zum wassersparenden Spülkasten auch gleich besichtigen.

Mit Rat und Tat stehen wir Ihnen auch bei Problemen mit der Strom-, Gas-, Wasser- und Fernwärmeabrechnung zur Seite.

Im übrigen haben unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Kundenzentrum für alle Fragen ein offenes Ohr.

**Öffnungszeiten: Montag bis Freitag  
9.00 bis 18.00 Uhr  
Samstag  
9.00 bis 14.00 Uhr**

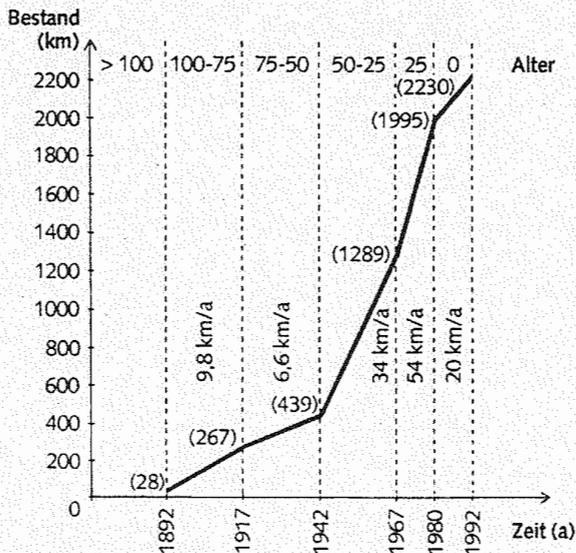
## Stadtentwässerungsplan

Das öffentliche Kanalnetz in Bremen ist ca. 2.230 km lang. Der Baubeginn war im Jahre 1892 in der Altstadt und in der alten Neustadt. Teilweise stammen die heute betriebenen Kanäle noch aus dieser Zeit. Von den Bremer Entsorgungsbetrieben werden 35 Millionen Kubikmeter Abwasser jährlich durch diese Kanalisation abgeleitet und in den Kläranlagen aufbereitet.

### Warum Abwasserförderung?

Alles muß fließen, alles muß gereinigt werden, damit hygienische Verhältnisse sichergestellt sind, Überschwemmungen vermieden werden und ein Optimum an Gewässerschutz möglich wird. Um diese Ziele zu erreichen, muß zuerst ein komplexes Kanalsystem mit vielen Menschen, viel Wissen und hohen Investitionen im Bremer Untergrund angelegt werden.

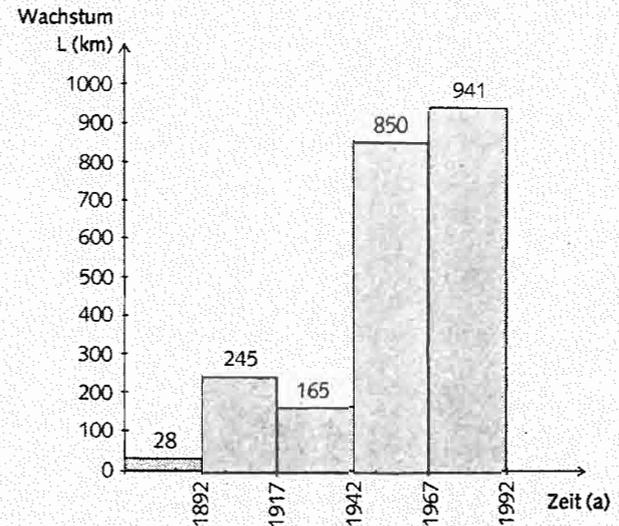
### Bestand des Bremer Kanalnetzes



Überwiegend Steinzeugrohre werden für den Kanalbau eingesetzt. Des weiteren strömt das Abwasser der Stadt in gemauerten Kanalprofilen, Rohren aus Kunststoff oder Beton sowie riesigen Transportsammeln mit einem Durchmesser von mehr als drei Metern zu den Pump- und Kläranlagen. Teilweise nehmen diese Kanäle zu dem Schmutzwasser aus Haushalten, Industrie- und Gewerbebetrieben auch das Regenwasser auf. Alles zusammen wird dann mit Pumpen zu den Kläran-

lagen transportiert, aufbereitet und in die Weser geleitet.

### Entwicklung des bremischen Kanalnetzes



### Die Aufgaben der Stadtentwässerung

Jedes Jahr werden erhebliche Mittel aufgewendet, um das Kanalsystem zu kontrollieren, zu sanieren und zu erneuern. Neue Wohn- und Gewerbegebiete müssen an die Kanalisation angeschlossen werden. Für Investitionen im Kanalbau mußten im Jahr 1993 etwa 63 Millionen DM aufgewendet werden.

### Zwei Kanalsysteme

Das Kanalnetz in Bremen besteht aus zwei unterschiedlichen Systemen. Ca. 60 % sind als Mischsystem - überwiegend im inneren und älteren Teil Bremens - und ca. 40 % als Trennsystem ausgelegt.

### Mischsystem

Das Mischsystem sieht einen Kanal pro Straße vor, in dem sowohl Schmutzwasser als auch von den Straßen und Dächern abfließendes Niederschlagswasser gesammelt wird.

Da bei starken Niederschlägen das Regenwasser örtlich die Menge des Schmutzwassers um mehr als das Hundertfache übersteigen kann, wurden im Rahmen des Programms "Mischwasser '90" 250 Millionen DM in Regenrückhaltebecken, Absperr- und Steuerbauwerke investiert. Ziel der Investitionen ist es, sprunghaft ansteigende Schmutzwassermengen auffangen zu können, um sie nach und nach den Kläranlagen zuzuführen. So wird

## Blick in den Kanal

**Das Bremer Kanalsystem muß ständig auf schadhafte Stellen untersucht werden. Nur dann können wir dafür Sorge tragen, daß Risse, Brüche und Materialschwachstellen rechtzeitig erkannt und saniert werden. Die hierfür ausgegebenen Gelder sind gut angelegte Investitionen in den Gewässerschutz und die Entsorgungssicherheit.**

### **Wenn Grundwasser in den Kanal dringt**

Durch schadhafte Stellen im Kanal kann Grundwasser in den Kanal eindringen, wenn der Grundwasserspiegel über dem Niveau des Kanals liegt. Dies hat zwei unerwünschte Effekte zur Folge:

Zum einen wird das Grundwasser im Kanal mit dem Abwasser verunreinigt und muß in den Kläranlagen in Seehausen und Farge geklärt werden. Zusätzlich erhöht sich das Gesamtabwasseraufkommen. Daraus folgt, daß die Bremer Entsorgungsbetriebe mehr Abwässer zu klären haben, als offiziell nachweisbar in den Kanal eingeleitet und über die Gebühren abgerechnet werden.

Zum anderen können sich Hohlräume z.B. unter Straßen bilden und Fahrbahndecken einstürzen oder sich absenken. Dies passiert an den Stellen, wo durch das Eindringen von Grundwasser Erdreich in den undichten Kanal gespült wurde.

### **Wenn Abwasser aus dem Kanal austritt**

Liegt der Grundwasserspiegel unterhalb des Kanalniveaus, tritt durch undichte Stellen im Kanal schadstoffhaltiges Abwasser aus und sickert ungeklärt ins Grundwasser. Da das Grundwasser auf seinem Weg durch die verschiedenen Erdschichten nach einiger Zeit auch die Trinkwasserreservoirs erreicht, gelangen diese Schadstoffe in unsere Nahrungskette.

### **Damit der Kanal nicht verstopft**

Solange das Abwasser ungehindert abfließt, macht sich kaum ein Anwohner Gedanken über den Zustand des Kanals. Die macht man sich erst, wenn die Baustelle eingerichtet wurde und uns bei unseren gewohnten Wegen zur Arbeit oder zum Einkaufen behindert. Ist das Kanalsystem aber erst einmal vom Einbrechen bedroht muß schnellstens reagiert werden.

Die Bremer Entsorgungsbetriebe sind ständig bemüht, eine reibungslose Abwasserförderung zu gewährleisten und Verstopfungen des Kanals zu

vermeiden. Genauso wichtig ist es, mögliche Gefahrenstellen durch abgesackte Fahrbahnen bei Straßen, Rad- und Fußwegen zu verhindern.

Bei der Einrichtung unserer Baustellen sind wir bemüht, Behinderungen des Verkehrs weitestgehend zu vermeiden. Dies ist aber nicht bei jeder eingerichteten Baustelle möglich. Teilweise arbeiten wir bei der Einrichtung von Baustellen auch in Kooperation mit der Bremer Straßenbahn AG. Das spart Kosten und vermeidet langwierige Behinderungen, da einzelne Arbeitsschritte für die notwendigen Ausbesserungsarbeiten am Schienennetz und dem Kanal parallel angegangen werden.

### **Sanierungsbedarf erkennen**

Um schadhafte Stellen im Kanalsystem rechtzeitig zu erkennen, kontrollieren wir jeden Abschnitt unseres ca. 2230 km langes Kanalnetzes regelmäßig alle zehn Jahre. In einzelnen Teilbereichen des Kanals, die besonders hohen Belastungen durch Erschütterungen des Schwerlastverkehrs ausgesetzt oder schon extrem alt sind, kontrollieren wir den Zustand auch in kürzeren Abständen.



*Kontrolle mit dem Kanalfernaug*

# Die Kläranlagen Seehausen und Farge

Von hier aus geht's zurück in die Weser. In den beiden Kläranlagen Seehausen und Farge wird das anfallende Abwasser aus Haushalten, Gewerbe und Industrie mechanisch und biologisch gereinigt. Beispielhaft soll hier die Kläranlage Farge dargestellt werden.

## Die mechanische Reinigung

Bei der zuerst durchflossenen mechanischen Reinigungsstufe werden durch den Rechen (1) die groben Schmutzstoffe abgesiebt; im Sandfang (2) und dem Vorklärbecken (3) setzen sich die feineren festen Bestandteile wie z.B. Sand ab.

## Die biologische Reinigung

Der mechanische Reinigung, bei der die festen Stoffe aus dem Wasser entfernt werden, folgt die biologische Reinigung. Sie sorgt dafür, daß auch der gelöste und halbgelöste Schmutz zum größten Teil entfernt werden kann. Die Mikroorganismen nehmen in den Becken (4, 5 und 6) organische Schmutzstoffe im Abwasser als Nahrung auf und reinigen es auf diese Weise sehr weitgehend. Um den Organismen, in der Mehrzahl Bakterien, möglichst optimale Lebensbedingungen zu bieten, werden große Mengen Luft in das Wasser eingeblasen. Dabei entstehen kleine Schlammflocken aus Mikroorganismen und Abwasserpartikeln, die sich in den Nachklärbecken (7) absetzen und abgepumpt werden können.

Ein Teil dieses abgezogenen Schlammes wird über das Rücklaufschlammumpwerk wieder dem Anaerobbecken (4) und somit auch dem Deni- und

Natrfikationsbecken (5, 6) zugeführt, damit die Mikroorganismen mit ihrer Reinigungsarbeit wieder von neuem beginnen können.

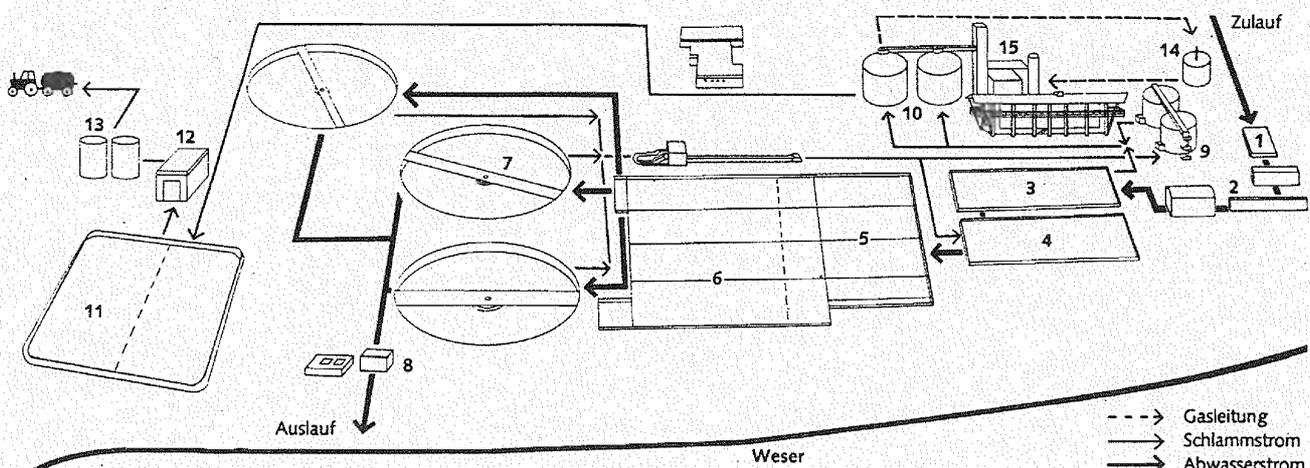
Sie werden durch den Wechsel von sauerstoffreichen (6) und sauerstoffarmen (4, 5) Zonen dazu angeregt, neben den Kohlenstoffverbindungen verstärkt auch Phosphor- und Stickstoffverbindungen abzubauen.

Das gereinigte Wasser wird der Weser zugeführt. Bei hohen Wasserständen im Fluß muß es jedoch vom Hochwasserpumpwerk (8) gehoben werden.

## Der Klärschlamm

Während der Schlamm aus der Vorklärung direkt in die Faulbehälter (10) gepumpt wird, muß dem Überschußschlamm aus der Nachklärung zuerst im Voreindicker (9) Wasser entzogen werden. Auf ca. 35° C aufgeheizt, können dann im Faulbehälter erneut Bakterien ans Werk gehen. Sie wandeln einen großen Teil der organischen Substanzen in Faulgas (Methan) um, das für die Energieversorgung der Kläranlage von großer Wichtigkeit ist. Das Faulgas kommt in den Gasspeicher (14), wird gereinigt und dann zum Antrieb von Gasmotoren im Blockheizkraftwerk (15) genutzt.

Aber auch mit dem Klärschlamm, der aus den Faulbehältern kommt, kann man noch etwas anfangen. Wegen seines hohen Nährstoffgehaltes ist er bei vielen Landwirten als Düngemittel geschätzt. Je nach Bedarf wird er entweder als Naßschlamm an die Landwirtschaft abgegeben oder mittels Schlamm-entwässerung (11, 12) stärker eingedickt und im Nährstofflager (13) bis zur Abholung aufbewahrt.



## Klärschlamm als Dünger für die Landwirtschaft

**Die Stadtgemeinde Bremen hat sich schon Anfang der 80er Jahre zum Ziel gesetzt, die hochwertigen Klärschlämme aus den Kläranlagen Seehausen und Farge nicht ungenutzt zu lassen. Dieses Ziel ist weitgehend erreicht. Rund 90% der anfallenden Gesamtmenge wird zur Nutzung in der Landwirtschaft weitergegeben. Zudem ist durch Genehmigungsverfahren und schärfere Kontrollen ein starker Rückgang der Schadstoffe erreicht worden.**

Die Verwendung von Abfällen zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit ist so alt wie der Ackerbau selbst. Mit der Nutzung der tierischen und menschlichen Abfälle auf den Feldern war früher der Nährstoffkreislauf geschlossen. Mit dem Wachsen der Großstädte und der Sammlung des Abwassers in Kanalisationssystemen sowie des Abfalls wurde dieser Kreislauf unterbrochen. Auf der einen Seite wurden den Pflanzen die Nährstoffe zunehmend über »Kunstdünger« zugeführt, auf der anderen Seite belasteten die Abwässer mit ihren organischen Anteilen und Nährstoffen zunehmend die Gewässer. Mit der Verwertung der Schlämme als Dünger auf den Äckern wird nun versucht, den Kreislauf annähernd wieder zu schließen.



*Flächige Ausbringung des Klärschlammes*

Neben den Nähr- und Humusstoffen enthält der Klärschlamm aber auch geringe Mengen an Schadstoffen. Sie gelangen sowohl über die Industrie- und Gewerbebetriebe als auch über die Haushalte ins Abwasser und finden sich nach der biologischen Reinigung im Klärschlamm wieder. Zu diesen Sub-

stanzen gehören in erster Linie Schwermetalle, aber auch schwer abbaubare organische Schadstoffe. Die Belastungen liegen im Bremer Klärschlamm jedoch weit unter den Grenzwerten, die für eine landwirtschaftliche Verwertung eingehalten werden müssen.

### **Intensive Kontrolle...**

Das war nicht immer so!

Anfang der 80er Jahre wurden die Grenzwerte noch zum Teil deutlich überschritten. Verursacher waren vor allem industrielle und gewerbliche Einleitungen. Als Konsequenz wurde die sogenannte Indirekteinleiterüberwachung eingeführt.

Die 1.800 gewerblichen und industriellen Wassernutzer müssen - anders als private Haushalte - einen Antrag auf Einleitung von Abwässern in die Abwasseranlagen stellen. Im Genehmigungsverfahren wird die Qualität der Abwässer des Antragstellers geprüft und nötigenfalls werden Auflagen ausgesprochen. Zusätzlich werden die Abwassereinleiter in unregelmäßigen Abständen kontrolliert. Je nach Gefährdungspotential geschieht dies bis zu zwölfmal im Jahr.

Diese Intensivierung der Kontrolle gewerblicher und industrieller Abwassereinleitung hat dazu geführt, daß die Schadstoffe im Abwasser deutlich zurückgegangen sind.

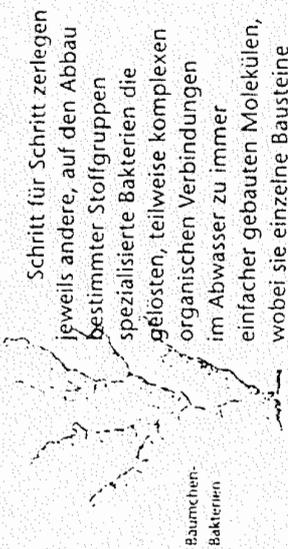
### **... führt zu besserer Qualität beim Klärschlamm**

Besonders gefährliches Schwermetall wie Cadmium konnte um 85 %, Blei um 66 % und Quecksilber um 60 % reduziert werden.

Der bremische Klärschlamm ist heute so schadstoffarm, daß er unbedenklich als Dünger in der Landwirtschaft verwendet werden kann. Das Ausbringungsgebiet umfaßt den Raum zwischen Nordsee und Harz sowie Ems und Elbe.

Ca. 90 % des anfallenden Klärschlammes gelangt so als Dünger wieder zurück in den Kreislauf.

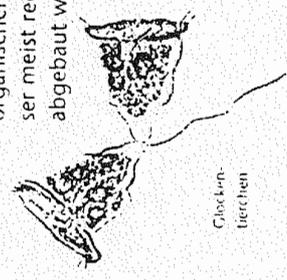
Ein zweiter Entsorgungsweg wurde durch erfolgreiche Versuche zum Mitverbrennen in einem Kohlekraftwerk zugänglich gemacht. Aus ökologischer Sicht sind beide Wege als nahezu



Baumchen-Bakterien

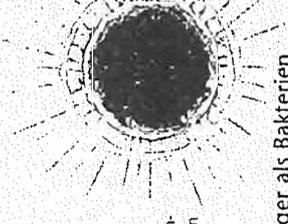
Schritt für Schritt zerlegen jeweils andere, auf den Abbau bestimmter Stoffgruppen spezialisierte Bakterien die gelösten, teilweise komplexen organischen Verbindungen im Abwasser zu immer einfacher gebauten Molekülen, wobei sie einzelne Bausteine daraus für ihren eigenen Stoffwechsel nutzen. Wenn dem Abwasser genügend Sauerstoff zugeführt wird und keine für Bakterien giftigen Stoffe darin enthalten sind, bilden sich im Belebungsbecken sogenannte Belebtschlammflocken von circa 1 mm Größe, die aus kleinsten organischen und anorganischen Teilchen sowie Tausenden von anheftenden und teilweise miteinander verklebten Bakterien und anderen Mikroorganismen bestehen. Die in diesem schwammähnlichen Gebilde unter den Organismen herrschende Arbeitsteilung macht es möglich, daß die organischen Stoffe im Abwasser meist recht schnell abgebaut werden können.

Ein Blick durch das Mikroskop macht es deutlich: Die schmutzig-braune Flüssigkeit aus dem Klärbecken ist voller Leben. Unzählige kleine, meist stäbchenförmige Bakterien gleiten einzeln durch das Wasser oder bilden aneinandergelagert zum Teil bizarre Formen, wie etwa die koloniebildenden **Baumchenbakterien**. Bakterien leisten die Hauptarbeit im Klärprozeß – wie auch bei der natürlichen Selbstreinigung von Gewässern.



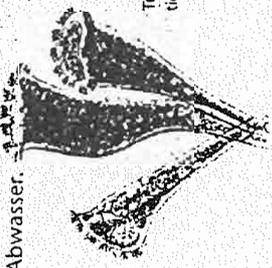
Ciliatentierchen

Die im Belebtschlamm seltener auftretenden **Pantoffeltierchen** (Paramecium) hingegen schwimmen mit torkelnden Bewegungen auf der Suche nach Bakterien und anderen kleinen organischen Nahrungspartikeln frei im Wasser umher, während andere Ciliaten zielgerichtet den Bakterienaufwuchs von Belebtschlammflocken abweiden. **Wimpertiere** und ebenfalls häufiger im Belebtschlamm vorkommende **Rädertiere** (die zum Stamm der Schlauchwürmer gehören und im Gegensatz zu Bakterien und Wimpertieren Vielzeller sind) finden sich wiederum unter anderem auf dem Speiseplan der räuberischen **Sauginfusorien** (Tokophyra u. a.), die ihre Opfer mit dem Stich ihrer starren Tentakel lähmen und dann den Zellinhalt aussaugen.



Sonnentierchen

Auffälliger als Bakterien sind bei der näheren Betrachtung von Abwasserproben oft andere, winzige Lebewesen, die sich überwiegend von feinen, ungelösten Bestandteilen des Abwassers ernähren. Einige **Wimpertierchen**, wie etwa die zierlichen **Glockentierchen** (Vorticella, Caracium u. a.) oder die **Trompetentierchen** (Stentor u. a.) heften sich mit ihrem langen Stiel an Schlammflocken oder die Wände der Klärbecken an und filtern durch kreisende Bewegungen ihrer Cilien (Wimpern) hauptsächlich Bakterien aus dem Abwasser.



Trompetentierchen

**Sauginfusor**  
Bakterien, Pilze, Amöben, Wimpertiere, Sinentierchen und Rädertiere – sie alle bilden im Abwasser eine bunte gemischte Lebensgemeinschaft von Organismen, die jeweils auf ihre artspezifische Weise das große Nahrungsangebot im Abwasser nutzen und so auf natürliche Weise den Reinigungsprozeß fördern.



Pantoffeltierchen

Moderne und teure Abwasserreinigungsanlagen wie die Kläranlage in Bremen-Seehausen sorgen für eine weitgehende Reinigung anseiner Abwässer. Sie können jedoch nicht erreichen, was angesichts des bedrohlichen Zustandes unserer Gewässer eigentlich gefordert wäre: unschädliche Beseitigung aller im Abwasser enthaltenen Stoffe und damit die völlige Reinigung des Wassers. Mehr als 200 Millionen DM wird der weitere Ausbau der Kläranlage in Bremen und Bremerhaven bis 1995 kosten, in dem der Eintrag von Stickstoff, Phosphor und anderen gewässerökologisch schädlichen Stoffen weiter reduziert werden soll.

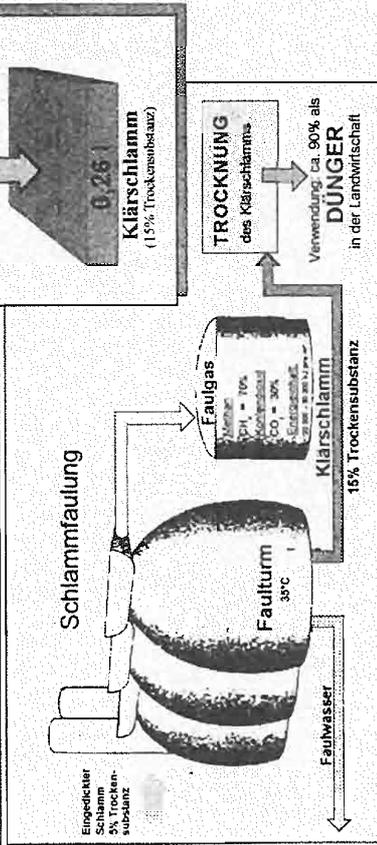
# FAULSCHLAMM BIOGAS KLÄRSCHLAMM

Durch die immer stärkere Vermehrung der Bakterien entsteht während des Klärungsprozesses ein Überschuß an Schlamm, pro Jahr etwa 200.000 m<sup>3</sup>. Dieser so genannte "Überschußschlamm" wird abgesaugt und in der Schlammbehandlung eingedickt. Gemeinsam mit dem Schlamm aus der Vorklärung gelangt er anschließend in die Faulbehälter. Der Schlamm enthält nach dem Eindicken ca. 5% an Trockensubstanz.

## In den Faulbehälter...

Die Faulbehälter haben eine turmartige Gestalt. In ihnen fault der Schlamm bei einer Temperatur von ca. 35°C (*Diese Temperatur ist für die Bakterien lebensnotwendig*) und unter Sauerstoffabschluß. Dabei wird ein sehr großer Teil der organischen Substanzen von Fäulnisbakterien abgebaut und in Faulgas umgewandelt. Die Schlammfäulung ist ein hochsensibles Verfahren bei dem mindestens drei Bakterienarten völlig unterschiedliche Aufgaben

## SCHLAMMBEHANDLUNG



zu bewältigen haben. Die erste Art muß große Moleküle zu Alkoholen und Fettsäuren aufspalten. Diese Spaltprodukte müssen von der nächsten Bakterienart sofort weiter umgesetzt werden, sonst nimmt die saure Gärung überhand und der PH-Wert fällt auf zu niedrige Werte ab. Aus Fettsäuren wird in einem zweiten Schritt Wasserstoff und Essigsäure produziert, ein Vorgang, der wegen seines langsamen Ablaufs die Geschwindigkeit des gesamten Faul Prozesses

bestimmt. Die dritte Bakteriengruppe (*aerobe Methanbakterien*) setzt die Essigsäure und den Wasserstoff verhältnismäßig schnell in Methan (CH<sub>4</sub>) um. Dabei müssen diese Bakterien gewährleisten, daß Wasserstoffdrucke von 1/10.000 bar stets unterschritten werden. Außerdem entsteht bei der Schlammfäulung auch Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>). Das "Schlammgas" besteht aus etwa 70 % Methan und 30 % Kohlenstoffdioxid. Das Methan hat einen Heizwert von 6 bis 8 kWh/m<sup>3</sup>. Die gesamte Verweilzeit des Schlammes im Faulbehälter beträgt 20 bis 30 Tage.

## Das Faulgas...

Das Faulgas wird aufgefangen und in Speichern gesammelt und zum Antrieb von Gasmotoren genutzt. Diese Gasmotoren erzeugen die benötigte elektrische Energie für den Beleuchtungsprozeß und die erforderliche Druckluft.

## Der Klärschlamm...

Am Ende der Schlammfäulung fällt ein an organischen Stoffen verarmter und im Volumen stark reduzierter Schlamm (*Klärschlamm*) an. Der Gehalt an Trockensubstanz im Klärschlamm beträgt ca. 15%.

Dieser ausgefaulte Schlamm wird in besonderen Beeten getrocknet um dem Trockensubstanzgehalt noch zu erhöhen. Er stinkt nicht mehr, weil Faulvorgänge praktisch nicht mehr möglich sind. Durch seinen Gehalt an Schwefeleisen (FeS) ist er schwärzlich gefärbt und kann als wertvoller Dünger verwendet werden. Nachteilig kann sich ein höherer Gehalt an Schwermetallen für die Verwendung des Schlammes als Dünger auswirken. (Die

Schlackstoffbelastung ist in der Tabelle rechts und der (grafik Klärschlamm der Kläranlage Seehausen" aufgeführt)

## SCHLACKSTOFFBELASTUNG VON 1995:

(Angaben in mg/kg Trockensubstanz)

Schadstoffe	Belastung	Grenzwerte
Cadmium	2,37	10
Quecksilber	2,29	8
Nickel	33,5	200
Chrom	57,3	900
Blei	147	900
Kupfer	302	800
Zink	1.211	2.500

## ... zum Vergleich die Werte von 1990:

Schadstoffe	Belastung	Grenzwerte
Cadmium	2,4	20
Quecksilber	2,4	25
Nickel	38	200
Chrom	114	1.200
Blei	147	1.200
Kupfer	317	1.200
Zink	1.153	3.000

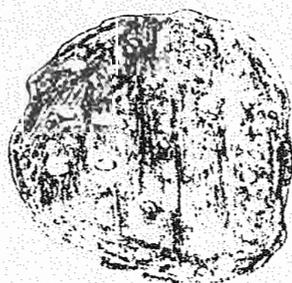
## Belebungsanlagen

Die Belebungsbecken sind große, langgestreckte, einige Meter tiefe Becken. Sie sind mit einem Gemisch aus Abwasser und Belebtschlamm gefüllt. Dieser Belebtschlamm wird intensiv belüftet, das Wasser strömt dabei auf den Beckenausgang zu. Die Durchlaufzeit beträgt ca. 1,5 bis 2 h. Von dort aus fließt das Wasser und ein Teil des Belebtschlammes in das Nachklärbecken. Dort werden die Schlammflocken abgesetzt. Sie werden zu einer aktiven, optimal an das betreffende Wasser adaptierten Biomasse geformt und wieder in das Belebungsbecken geleitet. Das gereinigte Wasser fließt nun in den Vorfluter.

Für den biologischen Abbau wird Sauerstoff benötigt. Dieser wird entweder durch Einblasen von Druckluft am Beckenboden (Tiefenbegasung) oder durch mechanische Einwirkung mittels Oberflächenbelüftern (Walzen und Kreiseln) an der Wasseroberfläche aus der Luft ins Wasser abgetragen. Der Belüftungsvorgang dient normalerweise auch der Umwälzung des Beckeninhaltes. Deshalb sollte er einen Sauerstoffgehalt des Abwassers von 1 -2 mg / l O<sub>2</sub> bewirken.

Statt mit Sauerstoff aus der Luft kann auch mit technischem Sauerstoff belüftet werden. Der O<sub>2</sub> - Eintrag wird hier in gasdichten Becken vorgenommen. Hierzu werden die gleichen Belüftungsanlagen wie beim Belüften mit Luft benutzt. Bei diesem Verfahren kann mit dem gleichen Energieaufwand die fünffache Sauerstoffmenge in Lösung gebracht werden. Dank der hohen Sauerstoffkonzentration im Becken (4-8 mg / l O<sub>2</sub>) kann eine größere Biomasse versorgt werden, die Eigenschaften des Belebtschlammes werden verbessert, und die Nitrifikation wird gefördert. Da die Bauweise geschlossen ist, ist es nicht möglich, daß Geruchsemissionen entstehen. Das CO<sub>2</sub> wird mit dem gereinigten Wasser abgeführt.

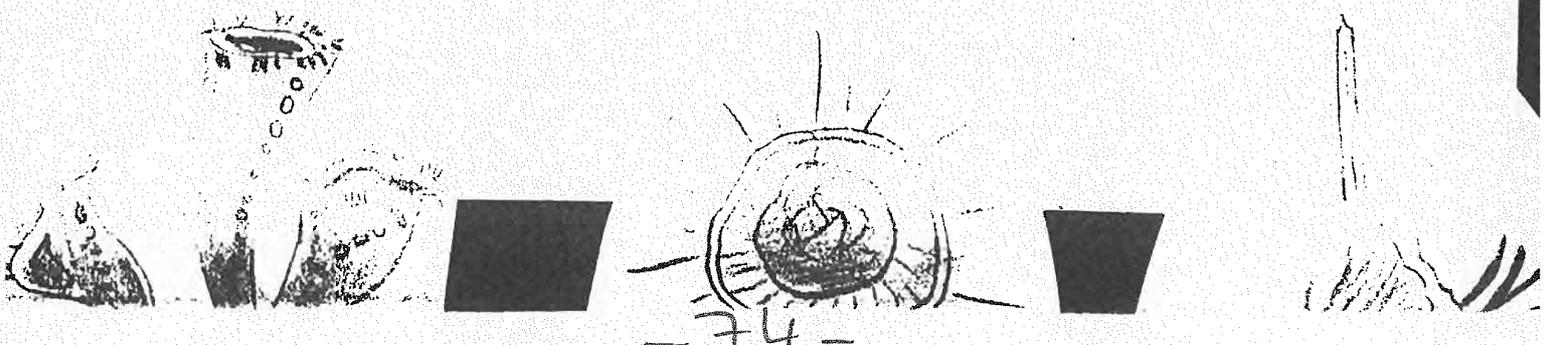
Anders als beim Tropfkörper, bei dem der biologische Rasen Träger der Abbautätigkeit ist, ist beim Belebungsverfahren die Belebtschlammflocke dafür zuständig. Die Belebtschlammflocke ist grau und besteht aus einer schwammig aufgebauten Lebensgemeinschaft von aeroben Bakterien (hauptsächlich Streptokokken und Stäbchenbakterien), Protozoen, Pilzen oder Hefen, die durch schleimige, polisaccharidartige Ausscheidungen zusammengehalten werden. Die Protozoen leben von der Bakterienflora. Sie beschleunigen die Vorgänge und bewirken das Ausflocken bzw. die Adsorption der Kolloide im Abwasser. Die bakterielle Biomasse nimmt die verwertbaren organischen Abwasserinhaltsstoffe des Belebungsbeckens auf. Sie veratmet sie zu einem Teil im Betriebsstoffwechsel und zum anderen Teil im Baustoffwechsel in neue Zellmasse. Für den Zuwachs der Biomasse wird dem Schlammkreislauf die gleiche Menge an Überschussschlamm entzogen. Sobald die Flocken eine bestimmte Größe erreicht haben, werden ihre inneren Zellen nicht mehr ausreichend mit Sauerstoff versorgt. Die Flocke fällt auseinander oder wird vom Wasser zerissen. Die einzelnen Überreste können wieder zu Belebtschlammflocken werden.



eine Schlammflocke  
-73-

## Die Kleinlebewesen im Belebungschlamm

Bakterien leisten die Hauptarbeit im Klärpro<sup>z</sup>es. Sie leben im Belebtschlamm der Kläranlage. Die Mikroorganismen entfernen Schwebeteilchen und gelöste Stoffe, sie bauen organische Stoffe ab. Nach und nach zerlegen jeweils andere, auf den Abbau bestimmter Stoffgruppen spezialisierten Bakterien die gelösten, teilweise komplexen organischen Verbindungen im Abwasser zu immer einfacher gebauten Molekülen, wobei sie einzelne Bausteine daraus für ihren eigenen Stoffwechsel nutzen. In modernen Kläranlagen, wird dafür gesorgt, daß die Lebensbedingungen für die kleinen Lebewesen, möglichst gut sind. Luft wird durch Drüsen ins Becken geblasen, außerdem wird der Schlamm in ständiger Bewegung gehalten. Dadurch vermehren sich die Mikroorganismen, so daß in 8 Stunden aus 1 g Belebtschlamm 65 kg werden können. Im Belebungsbecken bilden sich Belebtschlammflocken von circa 1 mm Größe. Die in diesem schwammähnlichen Gebilde unter den Organismen herrschende Arbeitsteilung macht es möglich, daß die organischen Stoffe im Abwasser meist recht schnell abgebaut werden können. Die umherschwimmenden gallertige Flocken, werden erst von den Schmutzteilchen abgefangen und dann werden Teile der Flocke von den Mikroorganismen aufgefressen. Außerdem nehmen die Mikroorganismen einen Teil der gelösten Stoffe auf. Neben Bakterien, findet man vor allem noch winzige Lebewesen, die sich überwiegend von feinen, ungelösten Bestandteilen des Abwassers ernähren. Zu den Wimpertierchen gehören unter anderem die zierlichen Glockentierchen ( Vorticella, Carchesium u. a. ) und die Trompetentierchen ( Stentor u. a. ) .Im Belebtschlamm treten seltener die Pantoffeltierchen ( Paramecium ) auf. Neben Wimpertierchen gibt es noch die Rädertierchen ( sind Vielzeller und gehören zum Stamm der Schlauchwürmer ), die wiederum gerne von den Sauginfusorien ( Tokophyra u. a. ) und den Sonnentieren, aufgefressen werden. Das mechanisch - biologisch gereinigte Wasser enthält am Ende noch gelöste Mineralsalze. Über bleiben nützliche Nebenprodukte, wie Methangas und ausgefauter Klärschlamm, den man als Dünger verwenden kann. Durch die mechanische und biologische Reinigungsstufe können in gut gewarteten Anlagen 80 bis 90% der im Rohabwasser enthaltenen organischen Schmutzstoffe entfernt werden.



# DER BIOLOGISCHE ABBAU DER SCHADSTOFFE IM ABWASSER IN DER KLÄRANLAGE SEEHAUSEN

Als biologische Selbstreinigung bezeichnet man den Vorgang, der dazu führt, daß Verunreinigungen nach einer bestimmten Aufenthaltszeit in einem Gewässer in unschädliche Stoffe zerlegt werden. Es ist danach wieder so sauber wie am Anfang.

In Seen und Flüssen lebt eine große Zahl von kleinen Pflanzen und Tierarten, die die Verschmutzung als Nahrungsquelle nutzen.

„Natürliche Selbstreinigung“ bedeutet also nicht, daß sich das Wasser von selber reinigt.

Die sogenannten Mikroorganismen spielen die wichtigste Rolle bei der biologischen Selbstreinigung im Belebungsbecken des Klärwerks. Zu ihrer Vermehrung benötigen die Bakterien Sauerstoff, der ihnen durch der im Belebungsbecken befindlichen Belüftungsanlage zugeführt wird.

Beim Belebtschlammverfahren wird das Abwasser in große, flache Becken (in der Kläranlage Seehausen gibt es 8) geleitet. Die Mikroorganismen schwimmen frei im Wasser. Das Abwasser bleibt 8 und mehr Stunden in dem Belebtschlammbecken.

In der ersten Belebungsstufe werden Zucker, Eiweiße und Fette, in der zweiten die restlichen Kohlenstoffe und Tenside in Zellsubstanz umgewandelt.

Unzählige kleine, meist stäbchenförmige Bakterien gleiten einzeln durch das Wasser und bilden aneinandergelagert seltsame Formen, die Belebtschlammflocken. Am häufigsten vertreten sind Wimpertierchen, Glockentierchen, Trompetentierchen, Pantoffeltierchen und Rädertiere.

BELEBTSCHLAMM LÄSST SICH NORMALERWEISE ALS FLOCKIGER BRAUNER SCHAUM BESCHREIBEN. DIE SCHLAMMFLOCKEN, DIE CA. 1 MM GROSS SIND, HABEN EINE GRAUE FARBE UND BESTEHEN AUS SCHLEIMIGEN AUSSCHIEDUNGEN DER BAKTERIEN. WENN DIE FLOCKE EINE GEWISSE GRÖSSE ERREICHT HAT, WERDEN DIE INNEREN ZELLEN NICHT MEHR GENUG MIT SAUERSTOFF VERSORGT, DIE FLOCKE FÄLLT AUSEINANDER. DIE TEILE ENTWICKELN SICH ZU NEUEN BELEBTSCHLAMMFLOCKEN.

Stoffliche Zusammensetzung der Bestandteile des Belebtschlammes

ELEMENT	ANTEIL IN %
KOHLENSTOFF	50,00
STICKSTOFF	14,00
WASSERSTOFF	8,00
SAUERSTOFF	20,00
PHOSPHOR	3,0
SCHWEFEL	1,0
KALIUM	1,0
CALCIUM	0,5
MAGNESIUM	0,5
EISEN	0,2

MODERNE UND TEURE ABWASSERREINIGUNGSANLAGEN, WIE DIE KLÄRANLAGE IN BREMEN-SEEHAUSEN, SORGEN FÜR EINE WEITGEHENDE REINIGUNG UNSERER ABWÄSSER. SIE KÖNNEN JEDOCH NICHT ERREICHEN, WAS ANGESICHTS DES BEDROHLICHEN ZUSTANDES UNSERER GEWÄSSER EIGENTLICH GEFORDERT WÄRE: EINE UNSCHÄDLICHE BESEITIGUNG ALLER IM ABWASSER ENTHALTENEN STOFFE UND DAMIT DIE VÖLLIGE REINIGUNG DES WASSERS.

ANNA, HEIKE UND REGINA

Km 25.5 KRAFTWERK FARGE

Km 25.1 KA FARGE

Die Unterweser bis Farge

Km 21.2 BREMER WOLLKÄMMEREI

Km 10.5 STAHLWERK BREMEN

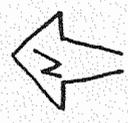
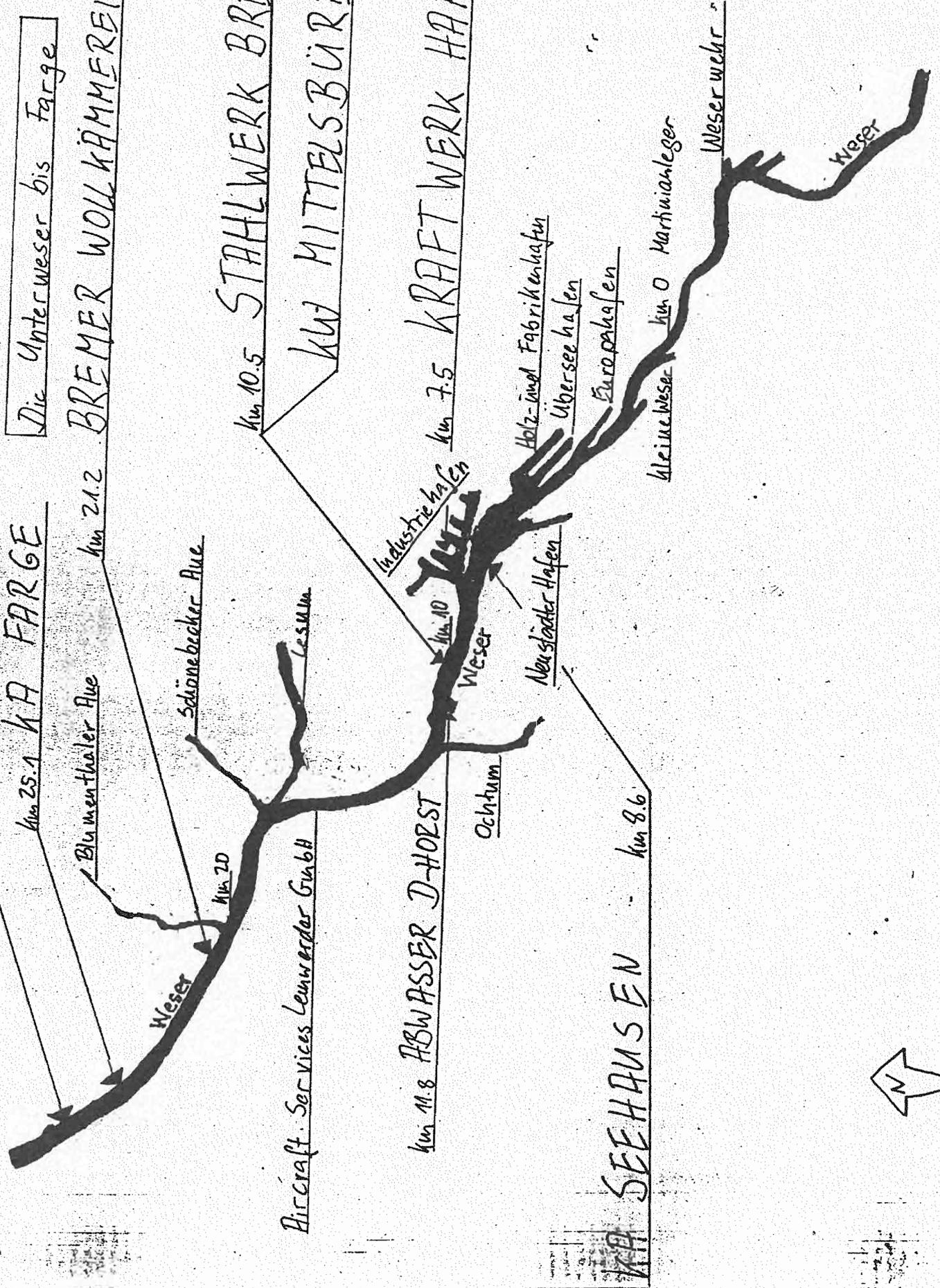
KW MITTELSBÜREN

Km 11.8 ABWASSER D-HORST

Km 7.5 KRAFTWERK HAFEN

KW SEEHAUSEN Km 8.6

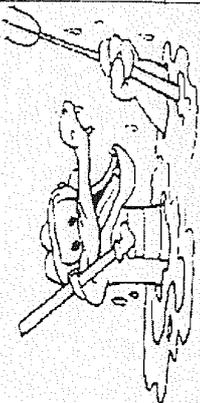
Aircraft Services Lemwerder GmbH



# Wir untersuchen die Qualität von Wasser

Datum:

Wir messen:	Ort I Km:	Ort II km:	Farge km: 26,8	EG -Richtwert
pH - Wert			1992: 7,7	Trinkwasser 6,5 - 8,5
Temperatur [ °C ]			Aug. 1992: Max. 23	
Trübung				
[ Grad abschätzen, Sichttiefe, Farbe ]				
Sauerstoffgehalt				
[ mg/l ]				
Nitrat - Gehalt			1979 - 1992:	
NO <sub>3</sub> [ mg / l ]			Mittelwert: 5,00	25
Nitrit - Gehalt			1992:	
NO <sub>2</sub> [ mg / l ]			Mittelwert: 0,06	0,1
Ammonium - Gehalt			1979 - 1992:	
NH <sub>4</sub> [ mg / l ]			Mittelwert: 0,35	0,05
Phosphat - Gehalt			1979 - 1992:	
PO <sub>3</sub> [ mg / l ]			Mittelwert: 0,23	0,56
Schwermetall - Gehalt				
Zink (Zn) [ mg / l ]				
Nickel (Ni) [ mg / l ]				
Wasserhärte [ °dH ]				



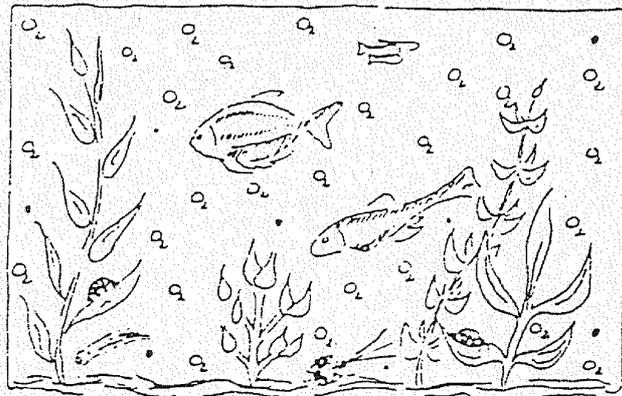
1871

# Gewässergüteklassen der Fließgewässer

## Güteklasse I:

unbelastet bis sehr gering belastet

Sauberes, sauerstoffgesättigtes und nährstoffarmes Wasser. Geringer Bakteriengehalt, mäßig dicht besiedelt, vorwiegend Algen, Moose, Strudelwürmer und Insektenlarven; Groppe und Bachforelle.

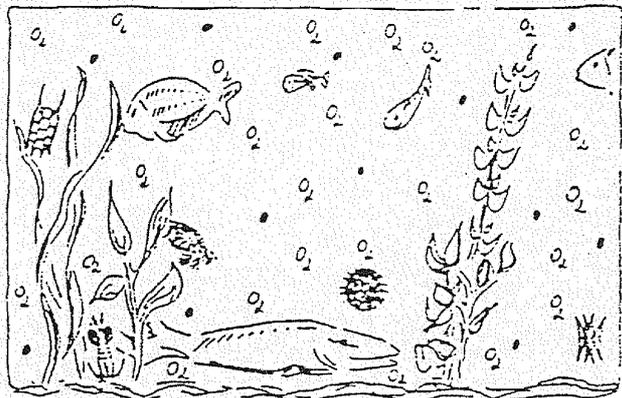


Güteklasse 1

## Güteklasse II:

mäßig belastet

Mäßige Verunreinigung und gute Sauerstoffversorgung. Große Artenvielfalt und Dichte von Algen, Schnecken, Kleinkrebsen, Insektenlarven. Wasserpflanzen zahlreich. Ertragreiches Fischgewässer.

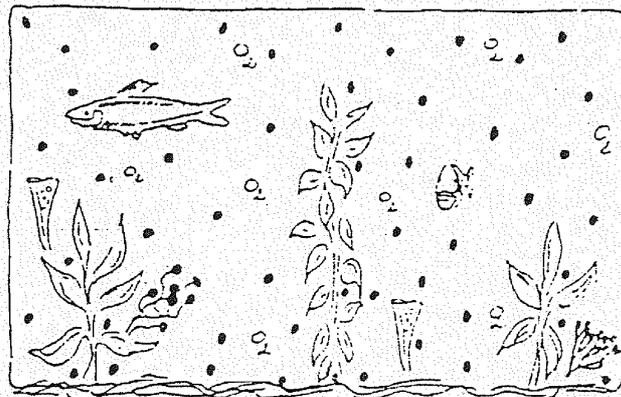


Güteklasse 2

## Güteklasse II-III:

kritisch belastet

Mit organischen, sauerstoffzehrenden Stoffen kritisch belastet. Fischsterben möglich. Rückgang der Artenzahl, gewisse Arten neigen zu Massenentwicklungen, Algen oft häufig.

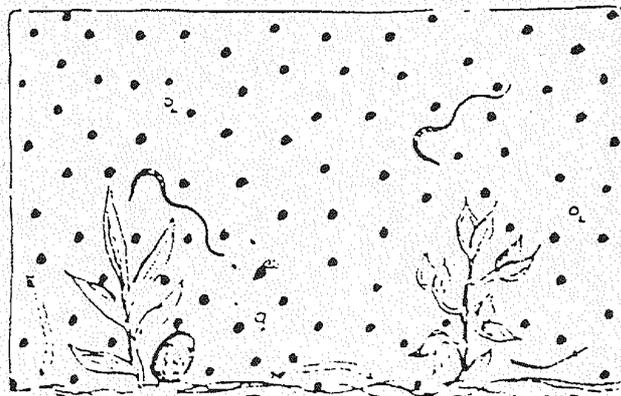


Güteklasse 3

## Güteklasse III:

stark verschmutzt

Stark mit organischen, sauerstoffzehrenden Stoffen verschmutzt, meist niedriger Sauerstoffgehalt. Faulschlammablagerungen möglich. Kolonien von Abwasserbakterien und festsitzenden Wimpertieren. Schwämme, Egel, Wasserasseln kommen zum Teil massenhaft vor. Mit periodischem Fischsterben muß gerechnet werden.



Güteklasse 4

## Güteklasse III-IV:

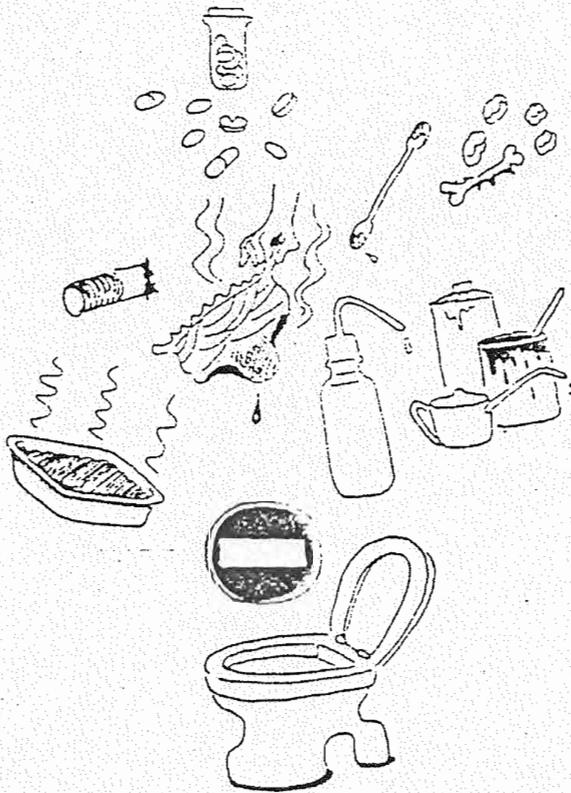
sehr stark verschmutzt

Sehr starke Verschmutzung mit organischen Stoffen, oft Gifteinflüsse. Zeitweilig totaler Sauerstoffschwund. Trübung durch Abwassertschwebstoffe, Faulschlammablagerungen. Rote Zuckmückenlarven und Schlammröhrenwürmer.

• • Bakterien O<sub>2</sub> Sauerstoff

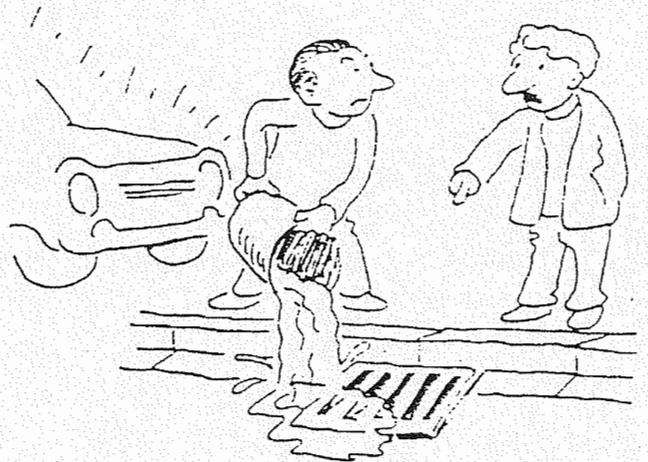
## Tips für den Alltag:

- Feste Abfälle gehören nicht in die Toilette und ins Abwasser. Sie verstopfen die Kanalisation und müssen mit viel Mühe wieder entfernt werden. Dazu gehören Zigarettenkippen, Wattestäbchen, Tampons und Binden, Slipeinlagen, Katzenstreu.
- Medikamente nicht in den Ausguß kippen. Alte Medikamente nimmt die Apotheke entgegen.
- Keine Reste von Farben, Lacken, Lösungsmitteln, Klebern, Holzschutzmitteln, Insektenvernichtungsmitteln, Altöl, Fotochemikalien in Klo oder Abfluß. Dies ist "Sondermüll", kann in Kläranlagen nicht abgebaut werden und belastet so unsere Gewässer (ebenso den Boden).



- Speisereste, Küchenabfälle, alte Fette aus Friteusen gehören nicht ins Abwasser, sondern auf den Komposthaufen oder in den Mülleimer.
- Kein oder möglichst wenig Streusalz verwenden, Granulat oder andere abstumpfende Mittel tun's meistens auch!

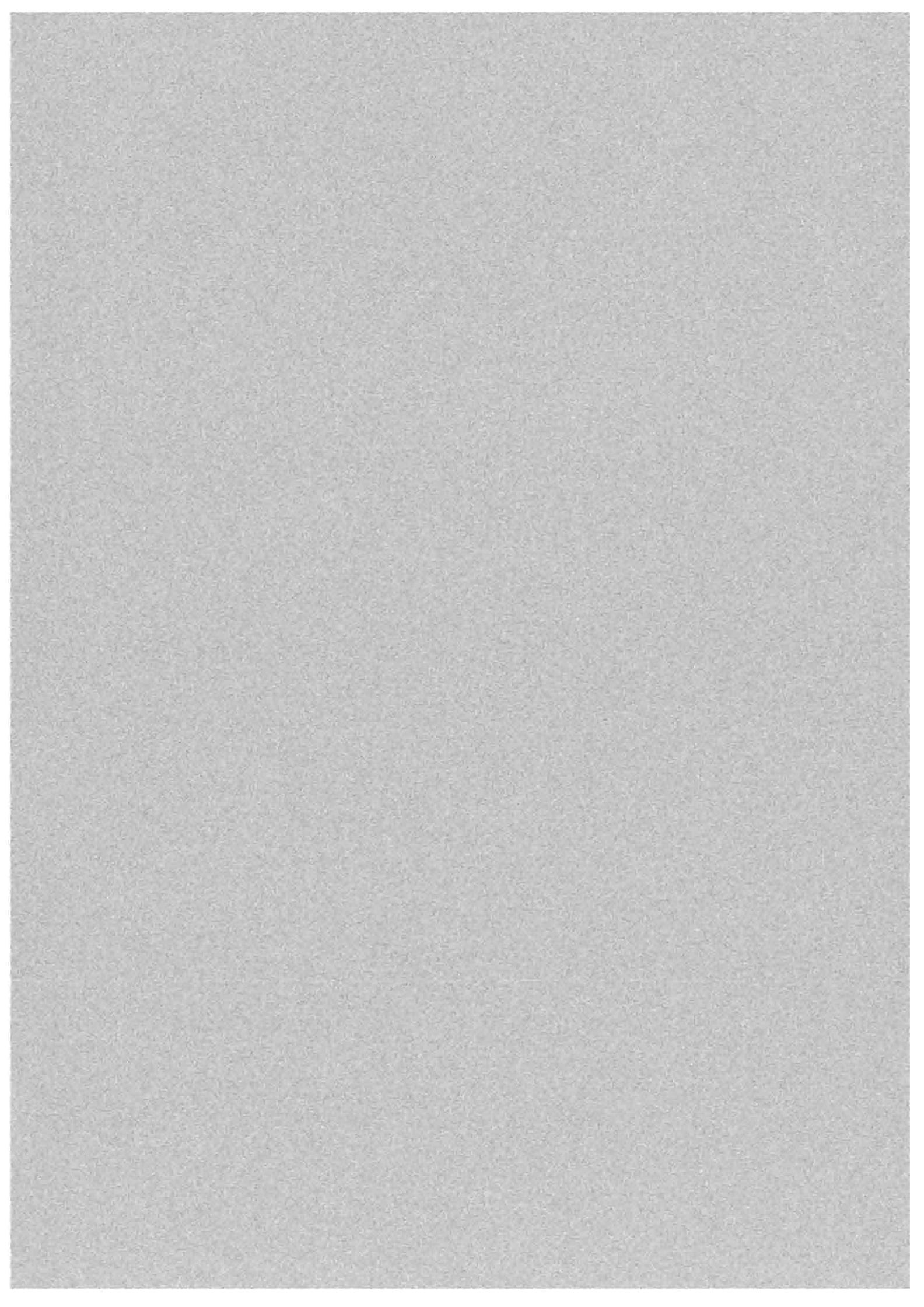
- Batterien, besonders Minibatterien, sind an den Sammelstellen abzugeben.
- Altöle vom Auto niemals in den Boden versickern lassen oder ins Wasser entleeren. Die Altölsammelstelle nimmt Reste kostenlos entgegen.
- Autowäsche: Putzabwasser, die z.B. beim Autowaschen oder bei der Treppenhausreinigung anfallen, dürfen nicht in Hof- oder Straßengullis geschüttet werden, die an die Regenwasserkanalisation angeschlossen sind. Über die Regenwasserkanäle gelangt dieses Schmutzwasser ungeklärt in die Gewässer. Deshalb sollte der Putzeimer immer im Waschbecken oder in der Toilette ausgeleert werden, niemals über dem Straßengulli.



Bei jeder Autowäsche tropft öl- und reinigungsmittelhaltiges Schmutzwasser herunter. Deshalb das Auto nicht auf dem Hof oder auf der Straße waschen; letzteres ist in vielen Gemeinden ohnehin verboten. Zum Autowaschen sollten Autowaschplätze aufgesucht werden, die über die notwendigen Einrichtungen, z.B. Ölabscheider, verfügen. Motorwäsche und Unterbodenwäsche sollten der Umwelt zuliebe auf jeden Fall nur dort ausgeführt werden, wo ein Ölabscheider vorhanden ist.

- Öfter einmal duschen statt Baden. Fürs Duschen sind nur 30-50 Liter Wasser nötig.
- Umweltschutzpapier (echtes!) benutzen, zumindest aber chlorfrei gebleichtes Papier.

Immer daran denken: "Gewässerschutz beginnt bereits beim umweltbewußten Einkauf".



# Anhang Teil 3,4 und 5:

## Materialien zur 10. Klasse

### Inhaltsverzeichnis

Seite

#### Teil 3:

0.	Gesamtüberblick der Materialien vom Anhang	
<b>1.</b>	<b>Sequenz 14: Batterien und Akkumulatoren</b>	
1.1	Arbeitsblatt Elektrolyse von Kupferchlorid.....	2
1.2	Experimentieranleitungen (Ionenwanderung, Elektrolyse, Apfelbatterie, optimale Metallkombinationen).....	3
1.3	Arbeitsblatt „Das Kern-Hülle-Modell“.....	9
1.4	Infoblatt für Lehrer über Ursachenerklärung für Spannung in Batterien.....	10
1.5	Arbeitsanleitung zur Herstellung einer Trockenbatterie.....	11
1.6	Arbeitsblatt Übersicht zu Batterien und Akkus.....	12

#### Teil 4:

2.	Gesamtüberblick der Materialien vom Anhang.....	13
<b>3.</b>	<b>Sequenz 15: Erdöl und Kohlenwasserstoffe</b>	
3.1	Arbeitsblatt Energie von Pflanzenöl.....	14
<b>4.</b>	<b>Sequenz 16: Lebensmittel und Ernährung</b>	
4.1	Liste der Gruppenthemen.....	16
4.2	Arbeitsblätter als Hilfen für die Gruppenthemen.....	19
4.3	Liste der Experimente.....	27
4.4	Experimente 1-23 zur UE Lebensmittel.....	28

#### Teil 5:

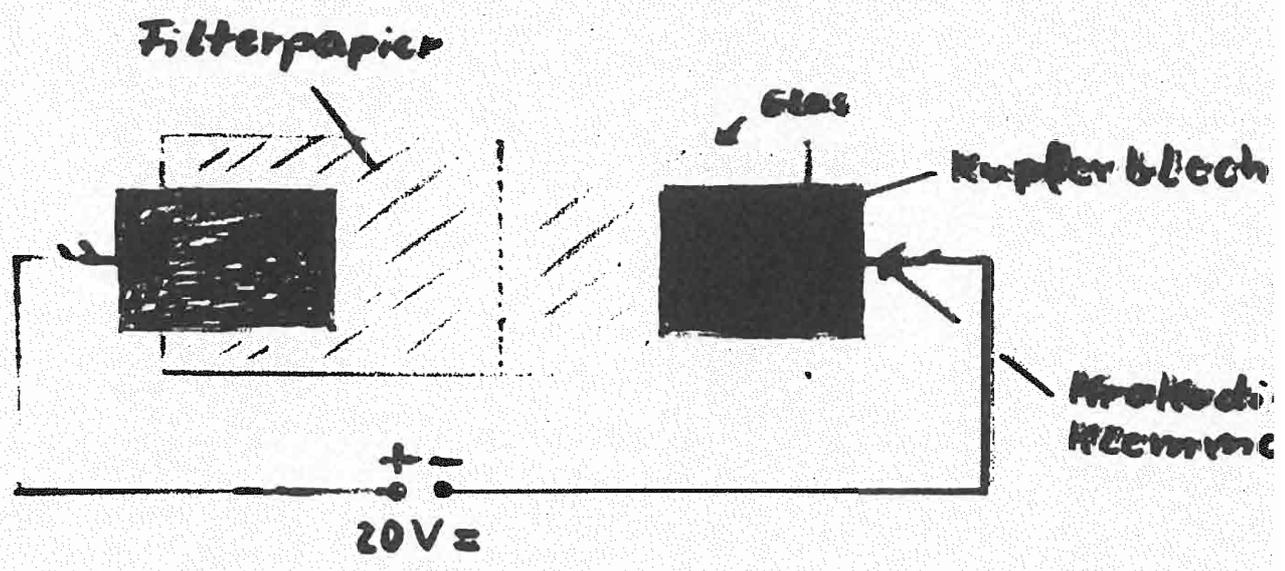
5.	Gesamtüberblick der Materialien vom Anhang.....	55
<b>5.</b>	<b>Sequenz 17: Stärke</b>	
5.1	Experimente mit Stärke und Maltose.....	56
<b>6.</b>	<b>Sequenz 18: Cellulose</b>	
6.1	Experiment mit Schweizers Reagenz.....	58
<b>7.</b>	<b>Sequenz 19 Kunstfasern und Textilien</b>	
7.1	Experiment zur Herstellung eines Textilfadens.....	59
7.2	Experiment zur Herstellung von Nylon.....	62
7.3	Experiment zur Wasserdampfdurchlässigkeit von Textilien.....	63
7.4	Arbeitsblatt Textilausrüstung im Überblick.....	64



### Durchführung:

Eine Glasplatte wird mit Filterpapier be-  
spannt und zwei Kupferelektroden ver-  
sehen. In der Mitte zwischen den Elektro-  
den wird ein Strich gezogen und das Filter-  
papier mit einer speziellen Flüssigkeit  
getränkt. Nun werden einige Tropfen  
einer Lösung einer Kupferverbindung in  
die Mitte des Papiers getropft.

Dann wird an die Elektroden eine Gleich-  
spannung von ca. 20 Volt angelegt.



## Elektrochemie / Batterien

Versuch: .....

Durchführung:

- Umhülle einen Objektträger mit Filtrierpapier
- Tränke dieses tropfenweise mit einer Salzlösung (Kaliumnitratlösung)
- Lege 2 Kupferblechstreifen an beide Seiten des Objektträgers. (Das Blech muß gut auf liegen!)
- Schließe mit Krokodilklemmen und Kabel an die Stromquelle an (Buchse: )
- Trage dann einige Tropfen einer blauen Kupfersalzlösung (Kupferchlorid gelöst in Ammoniakwasser, damit eine deutliche Blaufärbung erreicht wird) genau in der Mitte zwischen den Kanten des Kupferblechs auf.
- Gleichstrom: 12 Volt (- 12 V)

Versuchsskizze:

Beobachtung:

Wiederholung:

- Was ist Strom?

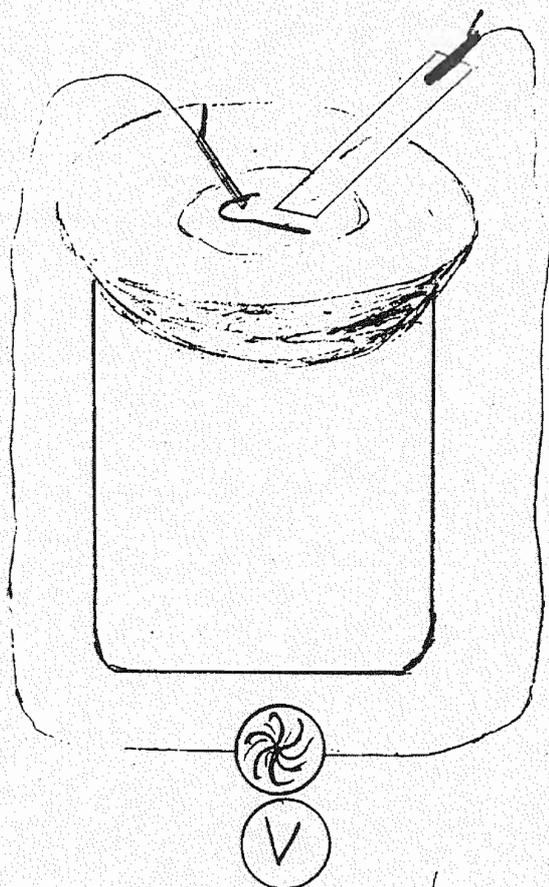
Wo ist der Minuspol?

Wo ist der Pluspol?

- Wie verhalten sich gleichnamige Ladungen zueinander?

Wie ungleichnamige?

**CHEMISCHE REAKTIONEN ERZEUGEN STROM :** \_\_\_\_\_



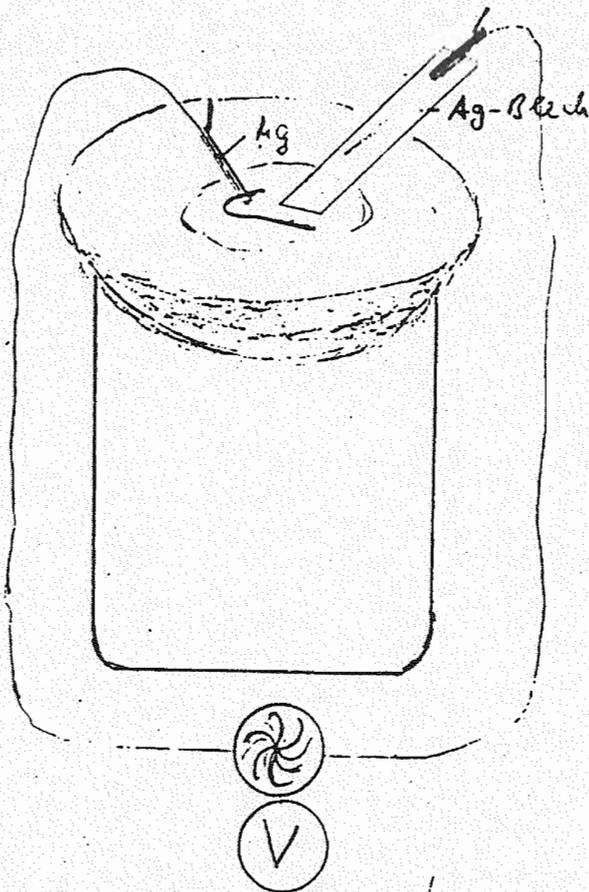
1. Beschrifte die Zeichnung.
2. Erkläre die Begriffe.
  - a) Elektrode: \_\_\_\_\_
  - b) Elektrolyt: \_\_\_\_\_
3. Notiere die gemessenen Werte.
  - a) Spannung: \_\_\_\_\_
  - b) Stromstärke: \_\_\_\_\_
4. Notiere das Gewicht des Magnesiumbandes
  - a) vor dem Versuch: \_\_\_\_\_
  - b) nach ca. 15 Min. : \_\_\_\_\_
5. Versuche nun selbst, Strom zu erzeugen und den Propeller zu betreiben. Verwende verschiedene Kombinationen von Elektroden. Miß in jedem Fall die Spannung (Meßbereich: 2 V=) und notiere in der untenstehenden Tabelle.

Elektrode 1	Elektrode 2	Elektrolyt	Spannung	Beobachtung

Überlege einen Namen für den Versuch/die Versuchsanordnung (s. freie Linie oben) !

CHEMISCHE REAKTIONEN ERZEUGEN STROM :

L



1. Beschrifte die Zeichnung.
2. Erkläre die Begriffe.
  - a) Elektrode: Teil eines festen, meist unedlen Stromleiters, der dem Ubergang elektr. Ladung in ein a. u. d. Medium dient.
  - b) Elektrolyt: den Strom leitende Flüssigkeit: Zinn- od. Schwefel
3. Notiere die gemessenen Werte.
  - a) Spannung: ~ 1,5 V
  - b) Stromstärke: 6-7 mA
4. Notiere das Gewicht des Magnesiumbandes
  - a) vor dem Versuch: \_\_\_\_\_
  - b) nach ca. 15 Min. : \_\_\_\_\_
5. Versuche nun selbst, Strom zu erzeugen und den Propeller zu betreiben. Verwende verschiedene Kombinationen von Elektroden. Miß in jedem Fall die Spannung (Meßbereich: 2 V=) und notiere in der untenstehenden Tabelle.

Elektrode 1	Elektrode 2	Elektrolyt	Spannung	Beobachtung
Ag	Ag	Apfels-/Zitronensäure	1,5V	Propeller läuft

Überlege einen Namen für den Versuch/die Versuchsanordnung (s. freie Linie oben) !

Chemische Reaktionen erzeugen Strom: .....

1. Beschrifte die Zeichnung
2. Erkläre die Begriffe.
  - a) Elektrode: .....
  - .....
  - b) Elektrolyt: .....
  - .....
3. Notiere die gemessenen Werte
  - a) Spannung: .....
  - b) Stromstärke: .....
4. Notiere das Gewicht des Magnesiumbandes
  - a) vor dem Versuch: .....
  - b) nach ca. 15 Min.: .....
5. Versuche nun selbst, Strom zu erzeugen und den Propeller zu betreiben. Verwende verschiedene Kombinationen von Elektroden.

Miß in jedem Fall die Spannung (Meßbereich: 2 V=) und notiere in der untenstehenden Tabelle:

Elektrode 1	Elektrode 2	Elektrolyt	Spannung	Beobachtung

Überlege einen Namen für den Versuch / die Versuchsanordnung (s. freie Linie oben)!

Beispiel Ergebnisse

Wahl	Elektronen	Elektronen	Elektronen	Spannung	Befestigung
Ni	Zn	Apfels.	0,8V	-	
C	Ag	"	0,23V	(0,04 mA)	
Mg	Mg	"	1,5V	Propeller	
Mg (-)	Ag	"	1,9V	Bläschen an Mg	
Zn	Ag	Orangens.	0,85V	0,1 mA	
Al	Mg	Apfels.	1,3V	Platzhalter	
Al	Ni	"	0,5V		
Mg (-)	Fe	"	1,36	Bläschen an Mg	
Cu	Zn (-)	Citronens.	0,96	(10 mA)	
Mg (-)	C	Apfels.	1,5	20,8 mA	
Ni	Al (-)	Kochsalzlös.	0,4		
Mg (-)	Cu	verd. Salzs.	1,83	10,8 mA	
Mg (-)	Ni	Apfels.	0,82	19,0 mA	
		Kochsalzlös.			



50

50

Vom Atomaufbau: „DAS ‘KERN - HÜLLE - MODELL’

Atome bestehen aus einem Atomkern und einer Atomhülle.

Der Kern enthält positiv geladene Protonen (und neutrale Neutronen), in der Hülle befinden sich negativ geladene Elektronen.

Die Atome verschiedener Elemente unterscheiden sich durch ihre Protonenzahl.

Ionen sind ‘geladene Atome’: bei ihnen überwiegt entweder die Zahl der positiv geladenen Protonen im Kern oder die Zahl der negativ geladenen Elektronen in der Hülle.

**Aufgabe:**

Versuche jetzt, das Ergebnis zum Versuch „Elektrolyse einer Kupferchloridlösung“ zu vervollständigen.

Die ..... geladenen Kupferionen (man schreibt:  $\text{Cu}^{2+}$ ) wandern zum .....  
..... (Kathode). Durch Aufnahme von zwei ..... werden sie entladen und zu  
neutralen

..... . Man erkennt einen rotbraunen neuen Stoff.

Die ..... geladenen Chlor(id)ionen (man schreibt:  $\text{Cl}^-$ ) wandern zum .....  
..... (Anode). Durch ..... eines Elektrons werden sie entladen und zu neutralen .....  
..... bzw. -molekülen. Man erkennt Chlorgas an seinem typischen Geruch.

Mit Hilfe der Elektrolyse wird aus bestimmten Kupferverbindungen das Metall Kupfer gewonnen; hierbei erfolgt durch Zufuhr elektrischer Energie eine chemische Reaktion.

*Erklärungsmuster für die Frage, wie Schülern die Ursache für die Spannung in Batterien beschrieben/erklärt werden kann*

- *In Metallen bilden die Atome einen riesigen Atomverbund, nämlich ein Stück Metall.*
- *In Wasser geben einige Atome des Atomverbands Elektronen ab.*  
(Dies können pro Atom 1, 2 oder 3 Elektronen sein. Wieviel Elektronen ein einzelnes dieser Atome abgeben kann, sieht man an der Nummer der Gruppen im Periodensystem. Bei den Nebengruppen können 2 oder 3 Elektronen von jedem Atom abgegeben werden.)  
*Diese Atome werden positiv (=  $\oplus$  Ion) und werden in Wasser gelöst.*
- *Dadurch wird der restliche Atomverband (= das Metallblech) negativ.*
  - (Je negativer das Metall wird, um so schwieriger wird es für weitere Atome, Elektronen noch an den Verband abzugeben und als positives Teilchen [=  $\oplus$  Ion] den Verband zu verlassen und ins Wasser überzuwechseln, denn auch hier gilt positive Ladung [hier =  $\oplus$  Ion] und negative Ladung [hier = negativ geladenes Metallblech] ziehen sich gegenseitig an)
- *In unedlen Metallen in Wasser geben Atome leichter Elektronen an das Restmetall (- blech) ab, Atome in edlen Metallen können das viel schlechter. Deshalb werden die Metallbleche von unedlen Metallen in Wasser viel negativer geladen als edle Metalle in Wasser. (Kohle verhält sich wie ein sehr edles Metall).*  
*In Batterien mit Metallkombinationen (mit verschiedenen Metallen) sind (deswegen) die unedlen Metalle der negative Pol und die edlen Metalle oder Kohle der positive Pol. Die Flüssigkeit Wasser wird durch Gelatine oder ähnliches eingedickt.*

## Herstellung eines LECHLANCHÉ-Elements (Trockenbatterie)

Vereinfachte Darstellung! Das LECLANCHÉ-Element wird mit Originalteilen der Trockenbatterie nachgebaut!

### Geräte:

Zinkbecher, Kohlestift, Pappscheibe, Papier zur Isolierung, Mörser, Löffel, Filtrierpapier, Meßzylinder, Waage.

### Chemikalien:

Braunstein (Mangandioxid-MnO<sub>2</sub>): 30 g, Aktivkohlepulver: 10 g, Ammoniumchlorid (NH<sub>4</sub>Cl): 10 g, Stärke (wasserlöslich): 10 g, Wasser demin.: 30 g (ml!).

### Durchführung:

Wiege die festen Chemikalien aus,

gibt sie in den Mörser und vermische gut!

Gib das Wasser hinzu und verrühre zu einer breiigen Masse.

Druck die Pappscheibe an den Zinkbecherboden und

kleide die Wände des Bechers mit Papier aus. (Wenn eine rote Seite vorhanden, diese nach außen!)

Fülle den Brei in den Zinkbecher und

drücke den Kohlestab (mit Deckel) vorsichtig in den gefüllten Becher.

Prüfe, ob die frisch hergestellte Trockenbatterie arbeitet!

Geräte: Spannungsmeßgerät, 2 Kabel, 2 Krokodilklemmen.

Miß die Spannung!

Verbinde dazu den Zinkbecherboden mit dem Minuspol des Meßgeräts und die Kohlelektrode mit dem Pluspol.

## Übersicht: Batterien und Akkus

System	Vorteile z.B. Preis, Umweltverträglichkeit, Recyclingfähigkeit	Nachteile	Verwendung	Alternative /Verbrauchertip
Zink/Kohle-Batterie (Leclanché)				
Alkali/Mangan-Batterie				
Silberoxid/Zink-Batterie				
Quecksilberoxid/Zink-Batterie				
Lithium/Mangandioxid-Batterie				
Zink/Luft-Batterie				
Nickel/Cadmium-Akkumulator				
Nickel/Metallhydrid-Akkumulator				

## Anhang Teil 4

### Materialien zur 10. Klasse b) Sequenz 16

#### UE Lebensmittel und Ernährung

##### 8. Jahrgangsstufe (Halbjahr mit 2 Wochenstunden)

- |  |   |
|--|---|
| 0 Spiel zum Einstieg                                 | 1 Müll und Stoffrecycling               |
| 2 Feuer  | 3 Verbrennung                           |
| 4 CO <sub>2</sub> als Sauerstofflieferant, Reduktion | 5 KNO <sub>3</sub> als Oxidationsmittel |
| 6 Feuer löschen                                      |   |

##### 9. Jahrgangsstufe (mit 2 Wochenstunden)

- |                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 7 „Verkehr in unserem Stadtteil“ | 8 Katalysator                     |
| 9 Stickoxide und Sommersmog      | 10 Verbrennung und „Saurer Regen“ |
| 11 Saure Reiniger und            | 12 basische Reiniger              |
| 13 Wasser                        |                                   |

##### 10. Jahrgangsstufe (mit 2 Wochenstunden)

- 14 Batterien und Akkumulatoren
- 15 Erdöl und Kohlenwasserstoffe
- 17 Stärke
- 19 Kunstfasern, Textilien

##### **16 Lebensmittel und Ernährung**

- 18 Cellulose

Experimentieranleitungen, Auswertungshilfen,  
Informationsmaterialien. Planungshilfen u.ä.

*Die Sammlung der Informationsmaterialien ist so umfangreich, daß sie den Rahmen des anhangs sprengen würde; daher ist nur die Übersichtsliste der verwendeten Informationsblätter aufgeführt!*

## V<sub>2</sub> Die Energie von Pflanzenöl

Was der Versuch soll:  
 Lebensmittel „enthalten“ Energie, die der Körper nutzen kann. Man kann als Chemiker die Energie eines Lebensmittels durch direkte Oxidation (Verbrennen) demonstrieren. Daneben kann man durch Nachweise die Verbrennungsprodukte (Oxidationsprodukte) erkennen.

Geräte/Chemikalien:

- 2 Reagenzgläser 12 x 80, 1 Reagenzglas normal
- kleines Stück Alufolie
- 2 Streifen Baumwollstoff
- 2 kleine Bechergläser
- 1 trockenes Becherglas (ca. 400 mL)
- ca. 10 mL Sonnenblumen- oder Olivenöl
- Streichholz
- 1 Porzellanschale
- 1 Glasstab
- frisches Kalkwasser

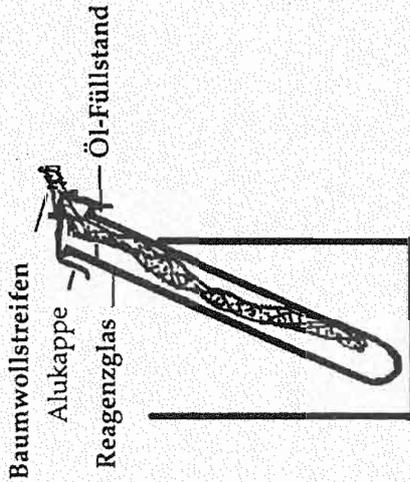


Abb. 1: Versuchsanordnung

! Sicherheit: Vorsicht! vor heißem Fett.

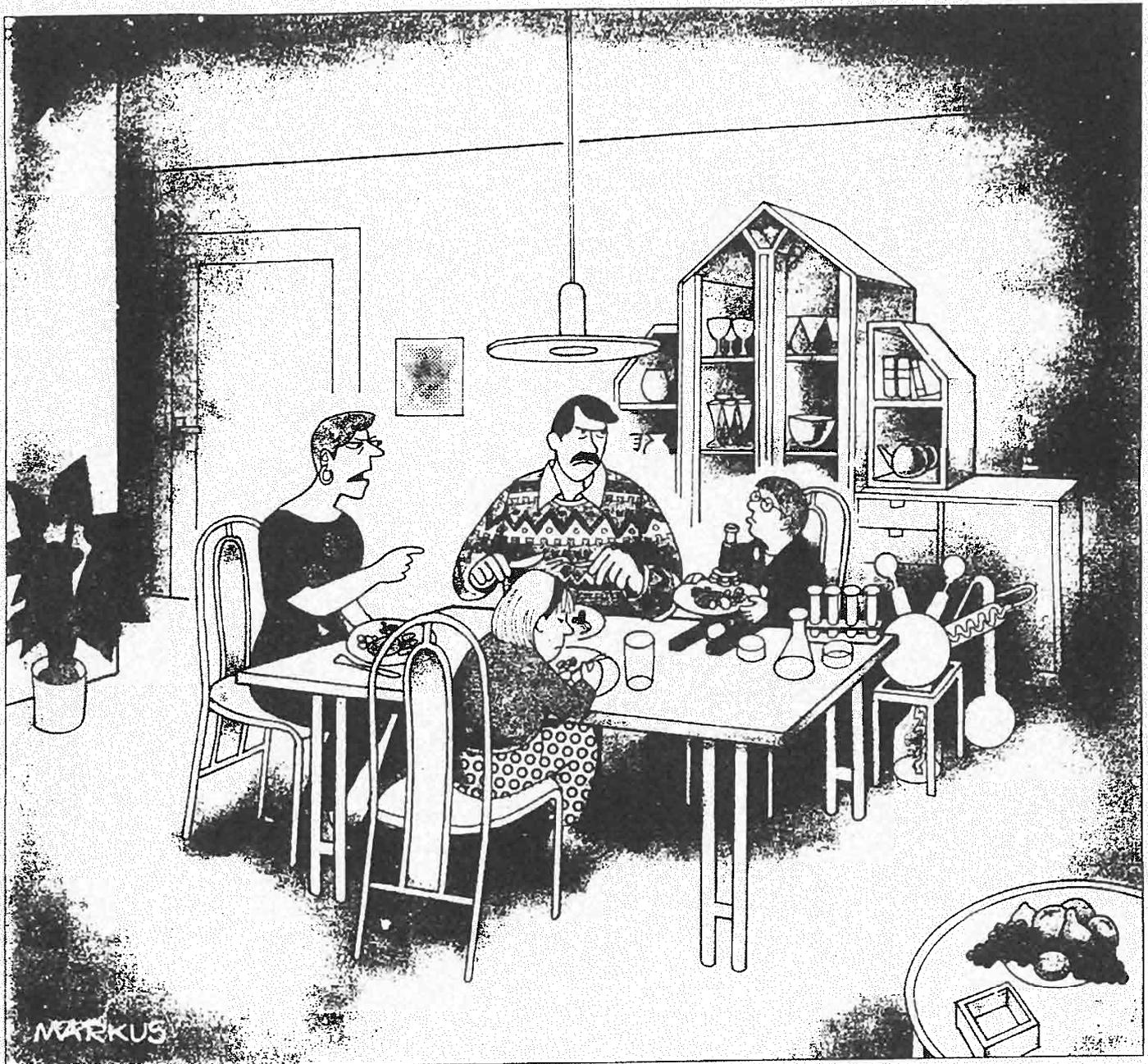
Durchführung:

1. Tränke einen Baumwollstreifen mit Pflanzenöl (Becherglas am Lehrertisch mit Pflanzenöl).
2. Fülle das kleine Reagenzglas fast bis ca. 1 cm unter dem Rand mit dem Pflanzenöl.
3. Führe den Streifen (als Docht) durch die Mitte (Loch) der Alufolie und lasse ihn dabei ca. 0,5 cm oben herausgucken/überstehen.
4. Halte den Docht in das Reagenzglas mit Öl und falte die Alufolie wie eine Kappe auf das Reagenzglas. Das Öl soll nun bis an den Rand des Reagenzglases aufgefüllt werden.
5. Führe die Arbeiten genau so mit einem 2. Reagenzglas und Docht aus – aber ohne Öl („trocken“)!
6. Zünde nacheinander beide Dochte an und beobachte ca. 3 min.
7. Nach 5 min über der „Öllampe“ mit Pflanzenfett:
  - a) Halte eine Porzellanschale kurz in die Spitze der Flamme – beobachte und notiere.
  - b) Halte ein Becherglas ganz kurz über die Flamme und beobachte, ob kurze Zeit ein Beschlag erscheint; notieren.
  - c) Tauche den Glasstab in frisches Kalkwasser und halte den noch hängenden Tropfen dicht über die Flamme – ca. 30 sec.
8. Fülle ein Reagenzglas zu einem Drittel mit Wasser und versuche dieses über der Flamme zu erwärmen. Prüfe nach 5 min mit Thermometer oder Hand, wie stark das Wasser erwärmt wurde.

Zur Auswertung:

- Welcher chemische Vorgang liefert die Energie?
- Unterscheidet sich Pflanzenöl von Schmieröl?
- Wie könnte man den Energiegehalt genauer bestimmen?
- Welche Hinweise auf die Moleküle im Pflanzenöl ergeben sich dadurch, dass sich mit der Flamme auch Ruß, Wasser oder Kohlen(stoff)dioxid nachweisen lassen?

1 cal (Kalorie) bedeutet die Energie, die 1 g Wasser von 14,5 auf 15,5 °C erwärmt. Sie entspricht 4,186 Joule [J].



»Wenn du weiter solchen Terror wegen möglicher Schadstoffe in meinem Essen machst, kochst du in Zukunft selber!«

## Liste der Gruppenthemen

1. Vegetarische Ernährung - Vollwertkost
2. EBkultur und Eßgenuß
3. Maßgeschneiderte Lebensmittel - Fertigkeit
4. Schlankheitskuren - Diäten
5. Fast food
6. Muntermacher (Cola & Co)
7. Machen Lebensmittel krank?

## Zusatzmaterialien

(Lebensmittel, Eßgewohnheiten, EBkultur)

- Z 1 : Der (Un-)Wert von Handelsklassen
- Z 2 : "Euroeintopf" (Eurorichtlinien)
- Z 3 : EBkarikaturen
- Z 4 : Inspekture ohne Biß (Lebensmittelüberwachung)
- Z 5 : Anti-Pilz-Diät
- Z 6 : "Anti-Fett-Pillen"
- Z 7 : Zusatzstoffe und Belastungen in Lebensmitteln
- Z 8 : E-Nummern
- Z 9 : Lebensmittelrecht
- Z 10 : Enzyme
- Z 11 : Begriffserklärungen
- Z 12 : Umfrage zum Thema "Fast Food"
- Z 13 : AP's zum Thema "Fleische"
- Z 14 : Risiken gentechnischer Nahrung
- Z 15 : Massentierhaltung
- Z 16 : Erbe aus zweiter Hand (Genlabor)
- Z 17 : Salmonellen

Ordner L

Lebensmittel: Was ist drin, was ist dran?

L1 "Zuckerkonsum sollte vermindert werden."  
(Interview)

L2 Vollwertige Ernährung  
(Tips und Rezepte)

L3 Fast - Food Gerichte im Vergleich  
(Nährstoffe und Wirkstoffe)

L4 Gesunde Salate  
(tips und Rezepte)

L5 Gemüsesorten: Nährstoffe und Wirkstoffe

L6 Eisengehalt in Fleisch und Gemüse  
(Bedeutung des Eisens für den Körper)

L7 Enzyme in der Lebensmittelherstellung

L8 "Kleckern ist erlaubt"

L10 Geschmack läßt sich täuschen  
(Natürliche/künstliche Aromastoffe)

L11 Damit es immer gleich schmeckt  
(Zusatzstoffe der Nahrung)

L12 Zuckergehalt  
(Tabellen)

L13 Fit durch Eiweiß?

(Bedeutung der Eiweißstoffe für den menschlichen Körper)

L14 Darf Spinat aufgewärmt werden?  
(Nitratproblem)

L15 Lebensmittelzusatzstoffe

L16 Kochsalz in Lebensmitteln

L17 Verstecktes Fett in Lebensmitteln

L18 Cadmium in Lebensmitteln

L19 Zucker- die süße Versuchung  
(Krankheiten durch zuviel Zucker, Zuckeraustauschstoffe, verschiedene "Zucker")

L20 Schädliche Stoffe in verdorbenen Lebensmitteln

L21 Geschmacksverstärker

L22 Phosphatgehalt in Lebensmitteln

L23 Konservierungsmethoden  
(Schwefeln, Räuchern, Pökeln)

L24 Schwermetalle in Lebensmitteln

L25 Mc Donald s und die vernünftige Ernährung

L26 Allergien durch Lebensmittel?

L27 Bedeutung der Mineralstoffe

L28 Energiebedarf

L29 Vitamine

L30 Leichter mit Light-Produkten

L31 Light-Produkte

L32 Lebensmitteltechnik

## ORDNER E

### **Eßgewohnheiten: Essen, Trinken und Genießen**

- E 1 **Gesund essen, natürlich mit Genuß**
- E 2 **"Ich esse einfach was mir schmeckt"**
- E 3 **Eßverbote sind absolut verboten**  
(Expertenmeinungen zum Eßverhalten von Jugendlichen)
- E 4 **"Käse ist Folter, Fleisch ist Mord"**  
(Veganer)
- E 5 **Vegetarismus**  
(Geschichtliches, Beurteilung...)
- E 6 **Tinktur mit Pep: Coca Colas Weltmission**
- E 7 **"Kleckern ist erlaubt"**
- E 8 **Ohne Frühstück in die Schule ?**  
(Ursachen von Lernstörungen)
- E 9 **Was ist eigentlich 'Fast-Food' ?**
- E 10 **Fast Food - als Hauptmahlzeit ?**
- E 11 **"Die Hamburgeritis"**
- E 12 **"In aller Munde"**  
(Fast Food)
- E 13 **"Lieber tot als dick"**
- E 14 **Experten warnen vor Schlankheitsmitteln**
- E 15 **Für immer schlank**
- E 16 **"Schön dünn" ?**
- E 17 **Unterschiedliche Diäten**
- E 18 **Ausreichende Eiweißversorgung ohne Fleisch**
- E 19 **Fleisch - ein Stück Lebenskraft ?**
- E 20 **Das völlig andere Restaurant**
- E 21 **Das dicke Ende**  
(Erfolge von Diäten?)
- E 22 **Aber bitte mit Mayo**  
(("Pommes"))
- E 23 **Der Mensch ist, was er ißt**

## Hilfen für das Thema:

### Muntermacher (Cola & Co)

Exp = Experiment

L = Lebensmittel, was ist drin....?      E = Eßgewohnheiten,....

#### Experimente:

- Exp 4 Mineralstoffe in „Milchschnitten“  
Exp 8 Salzgehalt in zuckerfreien Sportgetränken (Isogetränke)  
Exp 16 Gewichts- und Dichtevergleich von Cola und Cola-Light

#### Informationsmaterialien zur Auswahl:

- E 6 Tinktur mit Pep: Coca-Colas Weltmission  
L 22 Phosphatgehalt in Lebensmitteln  
L 27 Bedeutung der Mineralstoffe  
test special, S. 65/66 Kaffee & Co (Coffein)

## Was Du machen kannst!

- Verbrauchszentrale befragen
- Eine Woche protokollieren: Wie oft und welche „Muntermacher“ in der Gruppe verzehrt werden
- „Muntermacher“ innerhalb und im Umfeld der Schule aufzählen (Getränkeautomaten, Schulkiosk, Cafeteria usw.)

## Möglichkeiten für Produkte der Gruppenarbeit:

- Ergebnisse als Interview vorführen oder als Cassette vorspielen
- Ein Infoblatt zu Zusatzstoffen auf der Verpackung für eine Verbraucherberatung erstellen

## Hilfen für das Thema:

### Muntermacher (Cola & Co)

Exp = Experiment

L = Lebensmittel, was ist drin....?

E = Eßgewohnheiten,....

#### Experimente:

- (  
2  
3  
1
- Exp 4 Mineralstoffe in „Milchschnitten“
  - Exp 8 Salzgehalt in zuckerfreien Sportgetränken (Isogetränke)
  - Exp 16 Gewichts- und Dichtevergleich von Cola und Cola-Light

#### Informationsmaterialien zur Auswahl:

- E 6 Tinktur mit Pep: Coca-Colas Weltmission
- L 22 Phosphatgehalt in Lebensmitteln
- L 27 Bedeutung der Mineralstoffe
- test special, S. 65/66 Kaffee & Co (Coffein)
- 
- 

## Was Du machen kannst!

- Verbraucherzentrale befragen
- Eine Woche protokollieren: Wie oft und welche „Muntermacher“ in der Gruppe verzehrt werden
- „Muntermacher“ innerhalb und im Umfeld der Schule aufzählen (Getränkeautomaten, Schulkiosk, Cafeteria usw.)
- 
- 

## Möglichkeiten für Produkte der Gruppenarbeit:

- Ergebnisse als Interview vorführen oder als Cassette vorspielen
- Ein Infoblatt zu Zusatzstoffen auf der Verpackung für eine Verbraucherberatung erstellen
-

## Hilfen für das Thema:

### Fast-Food

Exp = Experiment

L = Lebensmittel, was ist drin...?      E = Eßgewohnheiten,....

### Experimente:

**Exp 3**    Phosphatnachweis in Wurst

**Exp 7**    Kochsalz in Brötchen, Fertigsuppe und Käse feststellen

### Informationsmaterialien zur Auswahl:

- L 3            "Fast-Food Gerichte im Vergleich (Nährstoffe, Wirkstoffe")
- E 9            "Was ist eigentlich Fast-Food "
- E 11          "Die Hamburgeritis"
- Heft Geowissen, S. 174      Foto

### Was Du machen kannst!

- Argumente und Gegenargumente sammeln
- Arzt befragen
- Preise mit preiswerten Restaurants oder Angeboten aus Fleischerei / Fischimbüß vergleichen
- Befragungen von Kunden und Fotodokumentation der Gerichte von Gerichten
- Altersstruktur der Gäste im Vergleich mit Restaurants
- Gemeinsam eine Woche ..... und Erfahrungen notieren (Zeitbedarf, Eßgeuß,...)
- 

### Möglichkeiten für Produkte der Gruppenarbeit:

- Streitgespräch vorführen
- Befragungsergebnisse in Wort und Bild
- Eigener Erfahrungsbericht über eine gemeinsame Woche zu Fast-Food
- Bildliche Darstellung von Fast-Food und dessen Bewertung

## Hilfen für das Thema:

### Machen Lebensmittel krank?

Exp = Experiment

L = Lebensmittel, was ist drin....?      E = Eßgewohnheiten,....

#### Experimente:

- Exp 12** Phosphatnachweis in Käse  
**Exp 20** Nitrat nachweisen

#### Informationsmaterialien zur Auswahl:

- L 15** Lebensmittel-Zusatzstoffe  
**L 17** Verstecktes Fett in Lebensmitteln  
**L 19** Zucker - die süße Versuchung ( Krankheiten durch zuviel Zucker,  
Zuckeraustauschstoffe, verschiedene „Zucker“)  
**GEO wissen, S.78 ff:** Lebensmittelallergien

#### Was Du machen kannst!

- Lebensmittelliste mit fragwürdigen Inhaltsstoffen erstellen
- Interview mit Fachleuten zu Allergien und evtl. mit Betroffenen
- Zeitungsartikel sammeln
- 
- 

#### Möglichkeiten für Produkte der Gruppenarbeit:

- Infoblatt zu ernährungsbedingten Erkrankungen mit Informationsbroschüre
- Einen Artikel für die (Schüler-) Zeitung schreiben
- Streitgespräch vorführen oder als Poster .....
-

## Hilfen für das Thema:

### Eßkultur und Eßgenuß

Exp = Experiment

L = Lebensmittel, was ist drin....?      E = Eßgewohnheiten,....

#### Experimente:

- Exp 6** Tomatenketchup herstellen
- Exp 14** Bratengeruch erzeugen \*

#### Informationsmaterialien zur Auswahl:

- E 8 „Ohne Frühstück in die Schule?“ (Ursachen von Lernstörungen)
- E 12 „In aller Munde“(Fast-food)
- E 13 „Lieber tot als dick“
- E 23 „Der Mensch ist, was er isst“
- "     "
- "     "

## Was Du machen kannst!

- Selber ausprobieren und notieren: - typische Begleitumstände einer Mahlzeit a) zu Hause, b) am Imbiß, c) im Restaurant
- Was alles dazu gehört, damit Du am besten das Essen genießen kannst
- Was nach den Medien alles zum Eßgenuß gehören soll
- Mit vielen Gruppen untersuchen: Eine Tüte Gummibärchen anbieten und notieren, was übrig bleibt
- Befragung von Gästen im Schnellimbiß bzw. Restaurant und Fotos machen
- Werbeagenturen aufsuchen
- Durch Duft und Aussehen andere zum Einkaufen/ Essen verführen
- 
- 

## Möglichkeiten für Produkte der Gruppenarbeit:

- Tisch für Jugendliche bereiten
- Typische Erfahrungen vorspielen
- Vorführen, wie Andere zum Eßgenuß verführt werden können
- Bericht und Fotodokumentation
-

## Hilfen für das Thema:

### Vegetarische Ernährung - Vollwertkost

Exp = Experiment

L = Lebensmittel, was ist drin....?      E = Eßgewohnheiten,....

#### Experimente:

- Exp 1**    Aminosäuren in Eiweißen von Lebensmitteln nachweisen
- Exp 19**    Joghurt herstellen

### Was Du machen kannst!

- Mündliche und schriftliche Informationen von Krankenkassen, Verbraucherberatung, Umweltverbänden besorgen
- Ärzte, Heilpraktiker befragen
- Von "BIPS" beraten lassen
- Die Liste des "WWF" durchsehen (Infomaterial)
- Gespräch mit Veganern führen
- Herausfinden, welche Lokale auch regelmäßig vegetarisches Essen anbieten
- Erfahrungen sammeln: 1 Woche ganz fleischlos essen
- Rezepte ohne Fleisch sammeln
- Das Angebot des Schulkiosk ermitteln

### Möglichkeiten für Produkte der Gruppenarbeit:

- Infoblatt oder Flugblatt zur vegetarischen Ernährung mit Infobroschüre
- 1 Essen zum Probieren anbieten und das Rezept dazu
- Ein Rezeptbuch mit persönlicher Beurteilung dazu erstellen
- Ein Streitgespräch direkt vorführen oder auf Cassette
- Zeitungsartikel für die Schülerzeitung

### Informationsmaterialien zur Auswahl:

- E 4**    "Käse ist Folter, Fleisch ist Mord"
- E 18**    "Ausreichende eiweißversorgung ohne Fleisch"
- L 5**    "Gemüsesorten und Wirkstoffe"
- L 24**    "Schwermetalle in Lebensmitteln"

1241

## Hilfen für das Thema:

### Schlankheitskuren - Diäten

Exp = Experiment

L = Lebensmittel, was ist drin....?

E = Eßgewohnheiten,....

#### Experimente:

**Exp 8** Salzgehalte in zuckerfreien Sportgetränken (Isogetränken)  
feststellen

**Exp 11** Wassergehalt in Light-Margarine \*

#### Informationsmaterialien zur Auswahl:

**L 19** "Zucker - die süße Versuchung" (Krankheiten durch zuviel Zucker, Zuckeraustauschstoffe, verschiedene "Zucker")

**L 21** "Das dicke Ende" (Erfolge von Diäten)

**Heft Geowissen, S. 21ff** "Magersucht"

**Heft test special, S. 116 ff** "Light-Produkte / Schlankheitsmittel"

## Was Du machen kannst!

- Argumente und Gegenargumente sammeln
- Arzt oder Psychologen befragen
- Diätpläne sammeln
- Weight watchers oder andere Selbsthilfegruppen befragen
- Gemeinsam eine Woche ..... und Erfahrungen notieren
- Gedruckte Werbung sichten
- Energiegehalt von Zucker, Mehl, Fett vergleichen

## Möglichkeiten für Produkte der Gruppenarbeit:

- Streitgespräch vorführen oder als Poster ....
- Befragungsergebnisse in Wort und Bild
- Eigener Erfahrungsbericht über eine gemeinsame Diätwoche

## Hilfen für das Thema:

### Maßgeschneiderte Lebensmittel - Fertigungskost

Exp = Experiment

L = Lebensmittel, was ist drin...?      E = Eßgewohnheiten,.....

#### Experimente:

- Exp 3** Phosphatsalze in Wurstwaren nachweisen \*  
**Exp 6** Tomatenketchup herstellen  
**Exp 12** Phosphatsalze in Käse nachweisen

#### Informationsmaterialien zur Auswahl:

- L 10** "Geschmack läßt sich täuschen" (Natürliche/künstliche Aromastoffe)  
**L 15** "Lebensmittel-Zusatzstoffe"  
**L 21** "Geschmacksverstärker"  
**L 31** "Light-Produkte"  
--

### Was Du machen kannst!

- Lebensmittelkonzerne anschreiben
- Zutatenliste auf Fertigungswahrung untersuchen
- Im Supermarkt herausfinden: Anteile von Frischkost, Gefrierkost und Fertigungskost
- 1 Woche protokollieren (anonym): wie oft und welche maßgeschneiderten Lebensmittel verzehrt werden
- Experten (Hausfrauen, Berufstätige, Verbraucherberatung, ...) nach Vorzügen und Nachteilen befragen
- Werbung sammeln
- Aus frischen Kartoffeln Kartoffelpüree selber machen und mit Fertigungskost vergleichen

### Möglichkeiten für Produkte der Gruppenarbeit:

- Eigene Erfahrungen mit Fertigungskost darstellen
- Untersuchungen zu Fertigungskost darstellen
- Fertigungskost und frische Kost anbieten („Menü“)
- Ein Streitgespräch direkt vorführen oder auf Cassette

## Liste der Experimente

- Exp 1: Aminosäurenachweis in Eiweißen von Erbsen, Eiklar, Speiseöl
- Exp 2: Eiweißnachweise in Gemüse, Mehl, Hackfleisch
- Exp 3: Phosphatnachweis in Wurstwaren
- Exp 4: Mineralstoffe in "Milchschnitte"
- Exp 5: Bratenfett untersuchen
- Exp 6: Herstellung von Tomatenketchup
- Exp 7: Kochsalz in Brötchen, Fertigmilch, Gemüse, Käse
- Exp 8: Salzgehalt in zuckerfreien Sportgetränken (Isogetränke)
- Exp 9: "Schrumpfprobe" von Fleisch
- Exp 10: Nachweis von Vitamin B1 in Weißmehlbrötchen, Fleisch, Gemüse, "Hamburgern"
- Exp 11: Wassergehalt in "light-Margarine"
- Exp 12: Phosphatnachweis in Käse
- Exp 13: Phosphatnachweis in Colagetränken
- Exp 14: Bratengeruch erzeugen
- Exp 15: Bäckereigeruch erzeugen
- Exp 16: Gewichts- und Dichtevergleich von Cola und Cola light
- Exp 17: Den Farbstoff Zuckercouleur herstellen
- Exp 18: Cola und Cola light eindampfen
- Exp 19: Joghurt herstellen
- Exp 20: Nitrit und Nitrat nachweisen
- Exp 21: Vitamin C nachweisen
- Exp 22: Farbstoffe in Lebensmitteln (Schokolinsen, Götterspeise) untersuchen, nachweisen
- ~~Exp 23: Notwendige Aminosäuren nachweisen~~

## Experiment 1

### Aminosäurenachweis in Eiweißen von Lebensmitteln

Hühnereiweiß, Erbsen, Hackfleischplätzchen, Speiseöl -

#### Was der Versuch soll:

Als Eiweißstoffe oder Proteine bezeichnet man besonders große Kettenmoleküle, an deren Aufbau mindestens 20 verschiedene Grundbausteine, Aminosäuren, beteiligt sind.

Aminosäuren sind verhältnismäßig einfach gebaute Moleküle. Sie besitzen alle die organische Säuregruppe  $-\text{COOH}$  und die basische Aminogruppe  $-\text{NH}_2$ . Die Säuregruppe der einen Aminosäure kann sich mit der Base einer anderen Aminosäure unter Abspaltung von Wasser verbinden, so daß sie durch die „Brücke“  $-\text{CO}-\text{NH}-$  miteinander verbunden sind.

Nachgewiesen wird der Stickstoff (N) aus der Aminogruppe als Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) mit rotem Lackmuspapier.

#### Geräte / Chemikalien

- Reagenzgläser, Reagenzglashalter, Reagenzglasständer
- Brenner
- Lackmuspapier, rot
- Wasser (demin.)
- gekochtes Hühnereiweiß (kleine Menge), 4-6 Erbsen (tiefgefroren oder aus der Dose)
- oder Hackfleischplätzchen (kleine Menge)
- Olivenöl (oder Sonnenblumenöl, .....

#### Durchführung

1. Gib in je 1 Reagenzglas: gekochtes Hühnereiweiß, Erbsen oder Hackfleischplätzchen, Speiseöl (1 cm).
2. Feuchte das rote Lackmuspapier mit Wasser (demin.) an.
3. Hänge die Streifen in die Reagenzgläser (am Reagenzglasrand umknicken!).
4. Erhitze vorsichtig.
5. Notiere Deine Beobachtungen.

#### Zur Auswertung

Ammoniak bildet mit Wasser Ammoniakwasser, eine Lauge ( $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}$ ).

Welche der untersuchten Lebensmittel enthalten Aminosäuren?

Stelle mit Hilfe eines Biologiebuchs fest: Wieviel Aminosäuren braucht er Körper zum Aufbau seine Eiweißstoffe?

Wie viele davon sind essentielle Aminosäuren?

Was versteht man unter biologischer Wertigkeit von Eiweißen?

## Experiment 2

### Eiweißnachweise in Lebensmitteln

#### Was der Versuch soll:

Eiweiß kann nicht durch die anderen Nährstoffe Fett und Kohlenhydrat ersetzt werden, da es neben den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff auch Stickstoff und Schwefel enthält.

Eiweiß kann nicht gespeichert werden. Es muß täglich mit der Nahrung in ausreichender Menge aufgenommen werden, da sonst Mangelkrankungen auftreten können.

Die Nachweisreaktionen sind Farbreaktionen.

#### Geräte / Chemikalien

- Reagenzgläser mit Stopfen, Reagenzglasständer
- Mörser + Pistill, Bechergläser, Spatellöffel
- Pipetten, Meßzylinder
- Trockenschrank (50<sup>0</sup> C)
- Kochsalzlösung (0,9%-ig)
- Salpetersäure (60%-ig)
- Natronlauge (10%-ig)
- Kupfer II sulfatlösung (stark verdünnt)
- Erbsen (getrocknet und tiefgefroren oder
- Mais (aus der Dose)
- Mehl, Reis, Kartoffel, Stärke, Eiklar, Hackfleischplätzchen

#### Sicherheit

Salpetersäure und Natronlauge sind ätzend! Vorsicht! Schutzbrille tragen, nicht mit der Haut in Berührung bringen!

Nach Beenden des Versuchs: Substanzen bei der / beim Lehrer(in) zur Entsorgung abgeben.

#### Durchführung

##### A) Xanthoproteinreaktion

Versetze das Eiklar (und das zerdrückte Stück Hackfleischplätzchen) mit 50ml der Kochsalzlösung.

Mörsere 5 Erbsen (Dose) und  
-, - 5 Maiskörner (Dose)

Gib in je 1 Reagenzglas 2ml Eiklarlösung  
2ml Hacklösung  
1 cm hoch Erbsen  
1 cm hoch Mais

Versetze mit je 2 ml Salpetersäure!

Notiere Deine Beobachtung!

### Zur Auswertung

Die Gelbfärbung ist der Nachweis für Eiweiß!

Die Gelbfärbung des geronnenen Eiweißes entsteht durch Nitrierungsprodukte der aromatischen (= mit ringförmigem Teil) Aminosäure Tyrosin, die in fast allen Eiweißen als Grundbaustein vorkommt.

Vergleiche Deine Proben!

### B) Biuretreaktion

Stelle den Trockenschrank auf 50°C!

Versetze das Eiklar (und das zerdrückte Stück Hackfleischplätzen) mit 50 ml Kochsalzlösung.

Mörser  
10 Trockenerbsen  
2 Löffel Reis  
1 Stück Kartoffel

Gibt in je 1 Reagenzglas  
1 cm hoch Reis  
1 cm hoch Mehl  
1 cm hoch Stärke  
2 ml Eiklarlösung (und 2 ml Hacklösung)

Gib je 2 ml der Natronlauge zu und  
füge dann je 2ml der Kupfer II sulfatlösung zu.

Verschließe die Reagenzgläser mit den Stopfen und schüttel vorsichtig!

Stelle die Proben im Reagenzglas für 20 Minuten in den Trockenschrank.

Notiere Deine Beobachtungen!

### Zur Auswertung

Die rot bis blauviolette Färbung ist der Nachweis für Eiweiß!

Es bilden sich Kupfer II Innenkomplexe mit Peptiden (= Bruchstücken der Eiweiße), die die Färbung verursachen.

Vergleiche Deine Proben mit Eiklar und Stärke!

(Laß bei nicht deutlichen Ergebnissen alle Proben 1 Woche stehen und vergleiche dann!)

Was kannst Du über den Eiweißgehalt von Mehl Typ ... und Reis aussagen?

Ermittle aus einem Biologiebuch Deinen täglichen Eiweißbedarf pro Kilogramm Körpergewicht und rechne Deinen täglichen Eiweißbedarf aus!

Welche Nahrungsmittel sind eiweißreich?

Wie könntest Du Deinen Bedarf gut decken?

## Experiment 3

### Phosphatnachweis in Wurstwaren

Phosphatsalze werden der Wurst zugesetzt, damit sie sich besser maschinell herstellen läßt. Phosphate sind ungiftig. Eine übermäßige Aufnahme von Phosphaten ist aber schädlich. Im Versuch soll untersucht werden, ob in der Wurst viel Phosphatsalz enthalten ist. Dies geschieht mit einem Farbttest.

### Geräte / Chemikalien

- 3 Bechergläser - 250 ml
- 1 Becherglas 50 ml
- Filter, Filterpapier
- Messer, Spatellöffel
- Brenner, Dreifuß, Drahtnetz
- Glasstab
- Gekochte, Kochwurst, ...
- Aktivkohle-Granulat
- Wasser, demin.
- Phosphatnachweis-Set (aus dem Wasserkoffer)
- Pipette

### Sicherheit

Reagenz 1 des Phosphattests enthält Schwefelsäure. Vorsicht, ätzend! Schutzbrille benutzen!

Flüssige Farbreste beim Lehrer abgeben, nicht in den Ausguß!

### Durchführung

1. Zerschneide eine dicke Wurstscheibe in möglichst kleine Würfel.
2. Gib diese mit etwa 100 ml Wasser (demin.) in ein großes Becherglas und erhitze für etwa 10 Minuten.
3. Gieße die Flüssigkeit in das 2. Große Becherglas und gib 3 Spatellöffel Aktivkohle zu.
4. Rühre gut um und filtriere mit Hilfe eines Faltenfilters, in dem sich Watte befindet.
5. Lies Dir die Anweisung für den Phosphatnachweis sorgfältig durch und führe den Nachweis durch.
6. Notiere das Ergebnis.

### Zur Auswertung

Vergleiche den ermittelten Wert (Phosphatsalzgehalt) mit dem einer anderen Untersuchung (einer anderen Gruppe)?!

Welche Werte sind im Material angegeben? Vergleiche!

Wie beurteilst Du Deinen Wert? Beachte aber, daß Du nach dieser Anleitung keine exakte Untersuchung durchgeführt hast (keine genaue Wasser- und Wurstmenge, keine vollkommene Auswaschung der Phosphatsalze).

Welche anderen Lebensmittel enthalten auch Phosphate?

Ein Phosphatzusatz wird auf Lebensmitteln durch die E-Nummern 338 bis 343 und 450a bis 450c angegeben.

Warum werden Phosphate Lebensmitteln zugesetzt? Lies im Informationsmaterial nach!

## Experiment 4

### **Mineralstoffe in „Milchschnitten“**

#### **Was der Versuch soll:**

Milch ist reich an Vitaminen (B2, A;D;E) und Mineralstoffen. Besonders hoch ist der Gehalt an Calcium-Ionen und Phosphat-Ionen, die für Aufbau und Erhalt der Knochensubstanz wichtig sind. Calcium- Natrium- und Kalium-Ionen kann man durch Flammenfärbung nachweisen.

#### **Geräte / Chemikalien**

- Uhrgläser, Spatel, Glasstäbe,
- Salzsäure (verdünnt)
- Kobaltglas
- Magnesiastäbchen
- Brenner
- 1 oder mehrere Sorten „Milchschnitten“

#### **Sicherheit**

Vorsicht mit dem geglühten Magnesiastäbchen!

#### **Durchführung**

1. Hol eine Spatelspitze Füllung aus der „Milchschnitte“
2. Gib sie auf ein Uhrglas,  
füge einige Tropfen Salzsäure zu und verrühre mit dem Glasstab!
3. Glühe das Magnesiastäbchen in der rauschenden Brennerflamme, bis die Brennerflamme nicht mehr gelb ist.
4. Tauche dann das ausgeglühte Ende in die Probe und halte es in die Flamme (solange, bis keine Farbänderung mehr erfolgt!)  
Notiere die Färbungen der Flamme!
5. Nimm eine 2. Portion der Probe, halte sie in die Flame und betrachte die Flamme durch das Kobaltglas.
6. Notiere Deine Beobachtung.

#### **Zur Auswertung**

Flammenfarbe:	Element:
gelb-organge	Natrium
ziegelrot	Calcium
grün	Kupfer
durch Kobaltglas fahl blau	Kalium

Welche Elemente sind in der Füllung enthalten?

Ermittle mit Hilfe des Verpackungsaufdrucks die Inhaltsstoffe der „Milchschnitt“ und vergleiche mit Deinem Ergebnis! (Wo sind welche Elemente enthalten?)

Viele Hersteller werben mit Slogans wie: „das Gute aus der Milch“, „Extraportion Milch“, ...

Nimm dazu Stellung!

## Experiment 5

### Bestimmung des Verdorbenheitsgrades von Fritierfetten

#### Was der Versuch soll

Pflanzliche Fritierfette werden bei einer Temperatur von c. 150-180 Grad Celsius zum Ausbacken von z.B. pommes frites benutzt. Diese Fette verändern sich beim Erhitzen und reagieren zusätzlich an der Luft mit dem Fritiergut. Dabei entstehen allmählich gesundheitsschädliche Stoffe, z.B. giftige Oxidationsprodukte, die die Qualität des Fritierfettes stark herabsetzen!

#### Geräte / Chemikalien

- Schutzbrille
- 2 Reagenzgläser mit Stopfen
- Reagenzglashalter
- Dreifuß mit Drahtnetz
- Spatellöffel
- FRITEST-BOX der Firma MERCK 0652 (inliegende Testgläschen nicht benutzen)
- 2 unterschiedliche alte Fettproben
- 200 ml Becherglas mit Uhrglas
- Reagenzglasständer
- Gasbrenner
- Handschuh-Topflappen
- einige Siedesteinchen.

#### Sicherheit

Versuch bitte nur in Anwesenheit des Lehrers durchführen.

Fette nicht zum Qualmen erhitzen. Verletzungsgefahr durch heiße Spritzer; heiße Fettdämpfe sind brennbar!

Die Prüflösung aus der FRITEST-BOX ist schwach brennbar und ätzend, nicht auf die Haut, in die Augen (Schutzbrille aufsetzen) oder auf Kleidung bringen.

#### Durchführung

1. Reagenzgläser mit Stopfen im Reagenzglasständer bereitstellen.
2. Nun die Prüflösung mit der Spritze aus der Flasche ziehen (s. BILDER 1 und 2 in der BOX).
3. Achte darauf, daß keine Luftblasen mitgezogen werden, sonst den Vorgang wiederholen!
4. Spritze abziehen und den Inhalt in das erste Reagenzglas füllen.
5. Gib 2 Löffel voll Fett mit den Siedesteinchen in das Becherglas, decke ab. Erhitze auf dem Dreifuß vorsichtig bis zum Sieden.
6. Mit der Schöpfkelle aus dem Becherglas eine heiße Fettprobe entnehmen (Handschuh als Wärmedämmung benutzen).
7. Das heiße Fett aus der Kelle vorsichtig in das erste Reagenzglas mit der Prüflösung fließen lassen.
8. Das Reagenzglas mit dem Stopfen verschließen und leicht schütteln (Reagenzglashalter benutzen).
9. Entstandene Färbung nach 1 Minute mit der Farbskala aus der BOX vergleichen.  
Den Vorgang mit der zweiten Fettprobe wiederholen.

### Zur Auswertung

Vergleiche mit Hilfe der Farbskala aus der BOX, ob die Fettproben frisch oder schon verbraucht waren.

Informiere Dich im Stadtteil darüber, wie oft in Imbißbuden, Gaststätten usw. Fritierfette ausgetauscht werden.

Gibt es Kontrollen?

Findest Du über den Gebrauch von Fritierfetten entsprechende Vorschriften im Lebensmittelgesetz?

## Experiment 6

### Herstellung von Tomatenketchup (aus frischen Tomaten)

#### Was der Versuch soll

Vielen Lebensmitteln wird Zucker zugesetzt. Vor allem wird er zur Konservierung, aber auch als Füllstoff oder zur Geschmacksverbesserung verwendet. Die Folgen zu hohen Zuckerkonsums sind vor allem Karies und Übergewicht.

#### Geräte / Chemikalien

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| - Heizplatte                                   | - 250 g Tomaten               |
| - zwei flache Glasschalen                      | - 100 g rote Paprikaschoten   |
| - Messer                                       | - 30 g Zucker                 |
| - Sieb   | - 2 g Salz                    |
| - Universalmixer                               | - 10 g Stärke (Mondamin o.ä.) |
| - 1 Eßlöffel                                   | - ½ Eßl. getrockneter Oregano |
| - 1 Teelöffel                                  | - ½ Teel. Sojasoße            |
| - Waage  | - 20 ml Essig                 |
| - ein Glas zum Einfüllen des fertigen Ketchups | - 1 kleine Zwiebel            |
| - 1 Meßzylinder                                | - 1 kleine Knoblauchzehe      |
|  | - 1 Kunststoffbrett           |

#### Sicherheit

Vorsicht im Umgang mit dem Schneidewerkzeug im Universalmixer. Vom Lehrer einweisen lassen.

#### Durchführung

1. 250 g Tomaten waschen und in Würfel schneiden.  
Zusammen mit 1 Lorbeerblatt in einer Glasschale auf der Heizplatte aufkochen, 15 Min. köcheln lassen, anschließend durch das Sieb in die zweite Glasschale streichen.
2. 100 g rote Paprikaschoten waschen, putzen und in kleine Stücke schneiden.  
Mit 1 Zwiebel, 1 Knoblauchzehe dem Oregano in dem Mixer pürieren.
3. Das Püriergemisch zu den Tomaten geben und mit dem Salz, dem Essig und der Sojasoße gründliche verrühren und erwärmen.
4. Jetzt eine Geschmacksprobe - ohne Zucker! - von allen Gruppenmitgliedern durchführen lassen.
5. Nun den Zucker hinzugeben, alles sehr gut verschmischen und zum Andicken die mit ein wenig Wasser angerührte Stärke hinzufügen. Unter kräftigem Rühren aufkochen lassen und den fertigen Ketchup einer erneuten Geschmacksprobe unterziehen.
6. Ketchup in das vorbereitete Glas füllen.

#### Zur Auswertung

Beurteile, ob Tomatenketchup unbedingt Zuckerzusatz benötigt.

Informiert Euch über Krankheiten und deren Auswirkungen, die durch erhöhten Zuckerkonsum auftreten können.

Welche anderen Produkte enthalten ebenfalls „überraschenderweise“ Zucker als Zusatzstoff?

## Experiment 7

### Kochsalz in Brötchen, Fertignkost, Gemüse, Käse

#### Was der Versuch soll:

Mit Kochsalz kann man billig "Geschmack" verbessern. Durch Verbrennen der Lebensmittel bleibt auch Kochsalz in der Asche übrig, das sich schmecken läßt. Übermäßiger Genuß von Kochsalz ist für den Körper gesundheitsschädlich.

#### Geräte/Chemikalien:

Lebensmittel: Brötchen, Fertignkost, Gemüse, Käse

Tiegelzange

Wägeschälchen

Tondreieck

Dreifuß

Brenner

Waage

Porzellantiegel mit Deckel

#### Sicherheit:

Dieses Experiment ist nur unter dem Abzug durchzuführen!

#### Durchführung:

Etwa 2g Brötchen, Fertignkost, Gemüse, Käse werden in einen Porzellantiegel gegeben und über dem Bunsenbrenner verascht. Dazu wird der Tiegel etwa 45 min in einem Tondreieck hängend auf einem Dreifuß über die Flamme gestellt. Nach dem Abkühlen wird die Asche mit dem Glasstab vorsichtig fein verteilt.

#### Zur Auswertung:

Nach dem Abkühlen werden die verschiedenen Rückstände auf ihren Geschmack geprüft. Stelle Unterschiede fest. Man kann mit einem angefeuchteten Finger schmecken.

Für die Untersuchung auf den Gehalt einzelner Elemente ist der Rückstand aufzuheben.

## **Experiment 8**

### **Salzgehalt in zuckerfreien Sportgetränken (Iso-Getränke)**

#### **Was der Versuch soll:**

Viele Sportgetränke enthalten neben einem hohen Zuckergehalt auch einen hohen Anteil unterschiedlicher Salze. Für diesen Versuch dürfen nur "Iso-Getränke" genommen werden, die kein Zucker enthalten. Durch Verdampfen des Wassers bleiben die Salze übrig, deren Anteil sichtbar wird und sich schmecken läßt.

#### **Geräte/Chemikalien:**

"Iso-Getränk"

- 250 ml Becherglas
- Drahtnetz

- Heizplatte oder Dreifuß
- Bunsenbrenner

#### **Sicherheit:**

Achte darauf, frühzeitig die Heizplatte oder den Bunsenbrenner auszustellen, damit das Becherglas nicht "zerspringt".

#### **Durchführung:**

Der Inhalt eines "Iso-Getränk" (200 ml) wird in das Becherglas gegeben und durch Kochen das Wasser verdampft. Der Versuch dauert ca. 30 min.

#### **Zur Auswertung:**

Nach dem Abkühlen wird der Anteil an Salzen sichtbar. Das Schmecken kann mit Hilfe eines angefeuchteten Fingers geschehen.

## Experiment 9

### "Schrumpfprobe" von Fleisch

#### Was der Versuch soll:

Fleisch stammt heutzutage oft von in Schnellmast auf engstem Raum hochgezüchteten Tieren. Diese Tiere sind äußerst streßanfällig und leiden häufig unter Stoffwechselkrankheiten, die die Qualität des Fleisches beeinträchtigen. Zusätzlich wird das Fleisch, z.T. verbotenerweise, mit Hormonen (Masthilfsmittel), Antibiotika (gegen Ansteckungen), Beruhigungsmitteln, Schilddrüsenhemmern (erhöhen den Wassergehalt im Fleisch), Herzmitteln, Zartmachern und vielen anderen Chemikalien überschwemmt und wird dadurch blaß (=pale), weich (=soft) und wäßrig (=exudativ).

#### Geräte/Chemikalien:

- Fleisch
- Wägeschälchen
- Dreifuß
- Brenner
- Bratpfanne
- Waage

#### Sicherheit:

Achte darauf, daß sich das im Fleisch befindliche Fett nicht entzündet.

#### Durchführung:

Wiege ein Stück Fleisch (z.B. Schweineschnitzel) ab. Lege es in die Pfanne und brate es ohne Fett und unpaniert und ungesalzen. Achte darauf, daß es nicht anbrennt, indem Du das Stück Fleisch ständig wendest. Nach dem Abkühlen wiege es dann nochmals.

#### Zur Auswertung:

Fleisch:

Gewicht vorher (g) :

Gewicht nachher (g) :

Verlust in %

Hat z.B. ein Schnitzel 50% weniger Gewicht, ist es eindeutig PSE-Fleisch. (PSE = p=pale/s=soft/e=exudativ)

## Experiment 10

### Nachweis von Vitamin B<sub>1</sub> in Fleisch, Gemüse, „Hamburger“, Weißmehlbrötchen

#### Was der Versuch soll:

Viele Weißmehlprodukte enthalten keine Vitamine mehr. Außerdem wird behauptet, daß Vegetarier zu wenig Vitamin B zu sich nehmen. Die vergleichende Untersuchung soll helfen, diese Behauptungen zu belegen.

#### Geräte/Chemikalien:

Weißmehlbrötchen

Fleisch

Gemüse

2-Butanol

"Hamburger"

Waage

Trichterständer

UV-Lampe 366 nm

Dreifuß

Korkbohrer

Reagenzglas groß

Bunsenbrenner

Schere

Natronlauge (10%ig)

Kaliumhexacyanoferrat-

III-Lsg. (1%ig)

Salzsäure (2%ig)

Trichter

Faltenfilter

Wägeschälchen

Becherglas 100 ml

Drahtnetz

Pinzette

Reagenzglasständer

Uhrglas

#### Sicherheit:

Meide den Kontakt zu der UV-Strahlung der UV-Lampe.

Achtung: Siedeverzug beim Erhitzen möglich! Im Abzug arbeiten.

#### Durchführung:

Entnimm mit dem Korkbohrer eine Probe des zu untersuchenden Materials. Wiege 3g ab und erwärme mit 20 ml 2%iger Salzsäure etwa 10 min lang in einem mit einem Uhrglas abgedeckten Becherglas. Filtrierte und gib in einem großen Reagenzglas zu 10 ml des Filtrates 5 ml Natronlauge und 1/2 ml Kaliumhexacyanoferrat-III-Lösung. Diese Lösung wird etwa 5 Minuten geschüttelt. Anschließend wird die Lösung mit 2 ml 2-Butanol überschichtet und erneut mehrmals geschüttelt.

#### Zur Auswertung:

Nach einigen Minuten Wartezeit (Trennung der Phasen) wird mit Hilfe der UV-Lampe (366 nm) Vitamin B<sub>1</sub> durch blaue Fluoreszenz nachgewiesen.

## Experiment 11

### Wir untersuchen Light-Margarine auf Wassergehalt

#### Was der Versuch soll:

Allgemein essen wir in Deutschland eher zu viel und zu fett. Light-Produkte sind so hergestellt, daß sie bei gleicher Menge weniger Kalorien enthalten. Wie das bei Margarine bewerkstelligt wird, kann man mit diesem Versuch erfahren.

#### Geräte/Chemikalien:

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| -- Glasstab                               | -- 2 Reagenzgläser                   |
| -- Gasbrenner, Kerze oder Spiritusbrenner | -- Gasanzünder o.ä.                  |
| -- kleines Becherglas                     | -- 2 Streifen Kobaltchloridpapier    |
| -- ca. 1 Spatel Light-Margarine           | -- ca. 1 Spatel Margarine ("normal") |

#### Sicherheit:

Vorsicht vor erhitzter, flüssiger Margarine (Temperatur evtl. höher als bei kochendem Wasser)!

Beim zu starken Erhitzen kann heiße Margarine herausschießen

#### Durchführung :

jeweils a) für Margarine light; b) für Margarine normal

1. Gib 1 -nicht gehäuften - Spatel mit der Margarine Probe a) oder b) geschickt so in den unteren Teil eines Reagenzglases, daß möglichst wenig oben am Reagenzglas haftet.
2. Erhitze die Probe nur leicht bis zum Schmelzen und dann 3-4 min lang .
3. Stelle das Glas ab und lasse die Probe erkalten. Lasse insgesamt 10 min stehen.
4. Führe in der Zwischenzeit den gleichen Versuch mit der anderen Margarineprobe durch
5. Beobachte nun die beiden Proben.
6. Nach Erkalten der gelblichen Fettphase durchstoße sie mit einem Glasstab oder dem Spatel und gieße die untere Phase in ein Becherglas
7. Führe mit der Flüssigkeit den Phosphattest nach der schriftlichen Anleitung durch.
8. Lies an der Farbskala nach der Anleitung den Meßwert (Konzentration) ab und notiere den Wert.

#### Zur Auswertung:

Wodurch ist der geringere Kaloriengehalt der Light-Margarine verursacht?

Versuche herauszufinden, wie das viele Wasser in der Light-Margarine stabil mit dem Fett vermischt bleibt (Zutatenliste auf der Verpackung, Lehrer). Was geschieht oftmals im heißen Sommer?

## Experiment 12

### Wir untersuchen Kochkäse auf Phosphatsalze

#### Was der Versuch soll:

Phosphatsalze werden dem Käse zugesetzt, damit er sich besser streichen läßt. Mineralsalze - auch Phosphate - sind für den Körper wichtig, aber nur in Maßen - sehr viel davon in vielen Lebensmitteln ist eher schädlich. Bei gemischter Kost bestehen keine Gefahren. Im Versuch soll untersucht werden, ob im Kochkäse viel Phosphatsalz enthalten ist. Das geschieht mit einem Farbttest. Das Ergebnis kann man mit anderen Werten vergleichen.

#### Geräte/Chemikalien:

- 2 Bechergläser 200 ml
- Glasstab
- Kochkäse
- Phosphat-Farbttest
- 100 ml Meßzylinder
- kleiner Glastrichter
- ca. 70 ml Wasser (entmineralisiert)
- ca. 10 ml Salzsäure (halbkonz.)

#### Sicherheit:

Flüssige Farbreste in das Abfallglas nicht in den Ausguß gießen! ... beim Lehrer abgeben!  
Reagenz 1 enthält Schwefelsäure: Vorsicht ätzend, Schutzbrille aufsetzen!

#### Durchführung:

1. Gib 1 Eßlöffel Kochkäse in ein Becherglas (200 ml) und fülle ca. 15 ml Wasser zu (ungefähr 1 Reagenzglas voll).
2. Gib dazu ca. 5 ml (1/4 Reagenzglas) Salzsäure (ca. 20%).
3. Rühre mit einem Glasstab ca. 1/2 Minute, so daß das Wasser den zähen Käse etwas auswäscht.
4. Gieße die Flüssigkeit soweit ab, daß noch kein Käse überfließt („dekantieren“).
5. Gib 5 ml der Untersuchungsflüssigkeit in einen 100 ml Standzylinder und fülle mit entmineralisiertem Wasser bis auf 50 ml auf (=10fach verdünnt).
6. Führe mit der Flüssigkeit den Phosphattest nach der schriftlichen Anleitung durch.
7. Lies an der Farbskala nach der Anleitung den Meßwert (Konzentration) ab und notiere den Wert.

#### Zur Auswertung:

Wenn möglich, führe eine Vergleichsmessung mit Leitungswasser durch oder vergleiche den Wert Phosphatsalz-Gehalt mit dem einer anderen Untersuchung (andere Gruppe?) oder mit den in der Tabelle angegebenen Werte. Wie beurteilst Du Deinen Wert?

**Beachte aber,** daß Du nach dieser Anleitung keine exakte Untersuchung durchgeführt hast (keine genaue Wasser- und Käsemenge, Salz im Käse nicht vollkommen herausgelöst)

Kochkäse	Cola	Fleischwurst	Salami	Mineralwasser
mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l

## Experiment 13

### Nachweis von Phosphat (oder Phosphorsäure) in Cola- Getränken

#### Was der Versuch soll

Cola enthält Phosphorsäure (als Geschmacks- und Konservierungsstoff).

Eine übermäßige Aufnahme von Phosphorsäure bzw. Phosphaten ist eher schädlich.

Man kann mit einem Farbttest nachweisen, wieviel Phosphorsäure enthalten ist.

Damit man die Farben besser erkennen kann, wird die Cola vor dem Test entfärbt.

#### Geräte / Chemikalien

- Bunsenbrenner
- Dreifuß
- Drahtnetz
- Becherglas (250 ml)
- Aktivkohlepulver
- Eßlöffel
- Filterpapier (möglichst Faltenfilter)
- Watte
- Erlenmeyerkolben (250 ml)
- Cola
- Wasser
- Phosphat-Test
- Uhrglas

#### Sicherheit

Reagenz 1 des Phosphat-Tests enthält Schwefelsäure.

Vorsicht! Ätzend! Schutzbrille benutzen!

Flüssige Farbreste nicht in den Ausguß gießen, sondern beim Lehrer abgeben!

#### Durchführung

1. Entfärben von Cola
  - Fülle 10 ml Cola und 90 ml Wasser (10-fache Verdünnung) in das Becherglas und gib einen Eßlöffel Aktivkohlepulver hinzu. Rühre um.
  - Koche ca. 15 Minuten auf dem Dreifuß mit Drahtnetz (das Becherglas wird mit einem Uhrglas abgedeckt, damit nicht soviel Flüssigkeit verdampft).  
Lasse etwas abkühlen.
  - Filtriere dann durch das Filterpapier in das zusätzlich Watte gelegt ist, in den Erlenmeyerkolben.
  - Falls die Cola noch zu sehr gefärbt ist muß das Filtrieren wiederholt werden.
2. Phosphat-Test (s. auch Gebrauchsanweisung)
  - Fülle das Meßgerät bis zur 5 ml-Markierung.
  - Gib 5 Tropfen Reagenz 1 (Vorsicht! Ätzend!) hinzu und schwenke vorsichtig.
  - Füge einen Mikrolöffel (befindet sich innen am Deckel!) auf die Farbskala und ordne dem richtigen Farbvergleichswert zu.
  - Setze nach zwei Minuten das Meßgefäß (ohne Deckel) auf die Farbskala und ordne dem richtigen Farbvergleichstest zu.
  - Lies die Phosphatkonzentration ab.  
Für den endgültigen Wert muß Du Dein Ergebnis mit 5 malnehmen, da wir die Cola 5-fach verdünnt haben (s. oben).

#### Zur Auswertung

Informiere Dich darüber, in welchen Lebensmitteln sonst noch Phosphate enthalten sind und welche Auswirkungen sie haben können.

## Experiment 14

### Wir erzeugen den Geruch von Braten

#### Was der Versuch soll:

In großen Mengen kann man kein Fleisch so braten, wie Muttern. Bei Fertigkost aus der Fabrik ist man als Ersatz auf künstliche Düfte angewiesen. Im Versuch kann man das in etwa für Bratenduft nachmachen.

#### Geräte/Chemikalien:

- 1 Reagenzglasständer
- 2 Reagenzgläser
- Gasbrenner, Kerze oder Spiritusbrenner
- Gasanzünder o.ä.
- 1 Reagenzglashalter
- 1 Spatel oder Spatellöffel
- 1 Spritzflasche mit entmin. Wasser
- Proben der Aminosäuren Glycin, Alanin, Prolin
- Brenztraubensäure oder ihr Natriumsalz

#### Sicherheit:

Übliche Bestimmungen einhalten

#### Durchführung :

1. Gib **jeweils** ½ Spatel voll Glycin, Alanin, Prolin in ein Reagenzglas und mische mit dem Spatel durch
2. Gib zu der Mischung ½ Spatel Brenztraubensäure zu und mische erneut.
3. Fülle die Hälfte der Mischung in ein zweites Reagenzglas und erwärme mit einem Brenner vorsichtig und prüfe im Abstand von jeweils einer ½ min den Geruch.
4. Falls die Probe doch zu stark erhitzt wurde, wiederhole den Versuch nochmals
5. Notiere die Bedingungen und das Ergebnis.

#### Zur Auswertung:

Wo könnte man die Mischung verwenden? Können die Aminosäuren auch im Braten vorhanden sein?

## Experiment 15

### Wir erzeugen den Geruch von einer Bäckerei

#### Was der Versuch soll:

Auch im Supermarkt soll es nach frischen Backwaren duften. Dort ist man als Ersatz auf künstliche Düfte angewiesen. Im ganz einfachen Versuch kann man - allerdings unvollkommen - Backstubenduft nachmachen.

#### Geräte/Chemikalien:

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| --1 Reagenzglasständer                    | -- 2 Reagenzgläser            |
| -- Gasbrenner, Kerze oder Spiritusbrenner | -- Gasanzünder o.ä.           |
| -- 1 Reagenzglashalter                    | -- 1 Spatel oder Spatellöffel |
| -- 1 Spritzflasche mit entmin. Wasser     |                               |
| -- Aminosäure Glycin                      | -- Glucose                    |

#### Sicherheit:

Übliche Bestimmungen einhalten

#### Durchführung :

1. Gib 1 Spatelspitze Glycin in ein Reagenzglas
2. Gib 1 Spatelspitze Glucose zu und mische.
3. Füge 1 Tropfen Wasser hinzu.
4. Erwärme etwas, ohne daß der Zucker gelblich wird (Karamelbildung)
5. Notiere die Bedingungen und das Ergebnis.

#### Zur Auswertung:

Wo könnte man die Mischung verwenden? Können die Aminosäuren auch im Braten vorhanden sein?

## Experiment 16

### Gewichts- und Dichtevergleich von Cola und Cola-light

#### Was der Versuch soll

Durch einen Gewichts- und Dichtevergleich kann man etwas über die Inhaltsstoffe von Cola-Getränken erfahren.

#### Geräte / Chemikalien

- Waage
- Wassereimer (10 l)
- Dose Cola
- Wasser
- Dose Cola light

#### Durchführung

1. Gewichtsvergleich  
Wiege jeweils eine volle Dose Cola und Cola light und notiere das Gewicht.
2. Dichtevergleich
  - Fülle den Eimer mit Wasser.
  - Lasse langsam eine (geschlossene!) Dose Cola light **umgekehrt** (Verschluß nach unten) ins Wasser gleiten. Sie soll nicht untergehen; versuche sie am Schwimmen zu halten.
  - Probiere das Gleiche mit einer Dose mit normaler Cola. Beobachtung?

#### Zur Auswertung

Warum wiegt eine Dose mit der gleichen Flüssigkeitsmenge mehr als die andere?  
.....  
.....

Was bedeutet 'Dichte' eines Stoffes? .....

Vergleiche die Inhaltsstoffe und ihre Mengenanteile von Cola und Cola light (s. im Informationsmaterial nach).  
.....  
.....  
.....

## Experiment 17

### Den Farbstoff Zuckercouleur herstellen

#### Was der Versuch soll

Cola-Getränke erhalten durch Zuckercouleur ihre typische Farbe.

#### Geräte / Chemikalien

- Rohrzucker (*Haushaltszucker*) - Dreifuß
- Drahtnetz - Teelöffel
- Gasbrenner - Meßzylinder (10 ml)
- Porzellanschale - Tiegelzange
- Glasstab - Wasser

#### Durchführung

1. Fülle zwei Teelöffel Rohrzucker in die Porzellanschale.
2. Erhitze auf dem Dreifuß mit Drahtnetz; halte die Porzellanschale mit der Tiegelzange fest und rühre gleichmäßig mit dem Glasstab um.  
Es wird solange erhitzt, bis der Zucker braun karamellisiert ist.
3. Lasse kurz abkühlen (sonst spritzt es bei Wasserzugabe!) und gibt dann unter Rühren in kleinen Portionen Wasser hinzu (ca. 5 ml).  
Rühre um, bis eine cola-braune Lösung entsteht.

#### Zur Auswertung

Informiere Dich darüber, in welchen Lebensmitteln Zuckercouleur enthalten ist. Welche E-Nummer (in der Liste der Lebensmittel-Zusatzstoffe) ist dem Farbstoff zugeordnet?

.....

Gibt es Informationen darüber, ob dieser Stoff gesundheitlich bedenklich ist?

## Experiment 18

### Cola und Cola light eindampfen

#### Was der Versuch soll

Durch Verdampfen der Flüssigkeit und den anschließenden Vergleich der Rückstände kann man etwas über die Inhaltsstoffe von Cola-Getränken erfahren.

#### Geräte / Chemikalien

- Cola
- Cola light
- 2 Porzellanschalen
- Schutzbrille
- Dreifuß
- Drahtnetz
- Meßzylinder (10 oder 50 ml)

#### Sicherheit

Beim Eindampfen - besonders gegen Ende des Versuchs - kann heiße Flüssigkeit aus der Schale herausspritzen. Vorsicht ! Schutzbrille benutzen.

#### Durchführung

1. Jeweils 10 ml Cola und Cola light werden in jeweils eine Porzellanschale gegeben.
2. Die Flüssigkeiten werden nacheinander auf dem Dreifuß mit Drahtnetz über der rauschenden Flamme des Brenners eingedampft.  
Bei Cola sollte der Versuch beendet werden, bevor restlos alle Flüssigkeit verdampft ist, da sonst die Geruchsbelästigung zu groß wird!

#### **Während** des Erhitzens:

Beobachte und notiere die Veränderungen des Stoffes in der Schale (Farbe, Beschaffenheit). Fächle Dir zwischendurch vorsichtig etwas von dem entweichenden Dampf zu und beschreibe den Geruch.

#### **Nach** dem Erhitzen:

Vergleiche Menge und Beschaffenheit des Rückstands von Cola und Cola light.

#### Zur Auswertung

Versuche zu erklären, was beim Eindampfen geschieht und woraus der Rückstand bei den beiden Cola-Getränken besteht.

Wie unterscheiden sich Cola und Cola light hinsichtlich der Inhaltsstoffe?

Informiere Dich über den Zuckergehalt von Cola-Getränken (pro Dose / pro Flasche).

## Experiment 19

### Herstellung von Joghurtherzeugnissen

#### Was der Versuch soll

Sauermilchprodukte sind für viele Menschen unserer Erde ein wichtiger Bestandteil ihrer Ernährung. Am Beispiel der Joghurtherstellung erfahren wir, wie leicht ein Sauermilcherzeugnis durch Überimpfen produziert werden kann.

#### Geräte / Chemikalien

- 1 l Milch (H-Vollmilch)
- mehrere Becher Joghurt (natur)
- Joghurt (mild)-  
Teelöffel
- Glasgefäße, jeweils mit Plastikverschluß,
- Gefäß mit Deckel (einfacher Kochtopf genügt)
- elektrischer Kocher
- Kühlschrank
- Joghurttherme (z.B. von Severin, incl. ----
- Thermometer
- elektrisches pH-Meßgerät
- Folienstift (permanent)

#### Durchführung

1. Die Glasgefäße (nicht die Plastikverschlüsse) werden nummeriert.
2. 1 l Milch wird im Kochtopf auf 85 Grad C erhitzt und anschließend auf ca. 45 Grad C abgekühlt.
3. Die Milch wird auf die Glasgefäße verteilt.
4. In die Gefäße 1-3 wird jeweils ein Teelöffel voll Joghurt (natur) eingegeben und umgerührt.
5. Mit einem neuen Teelöffel wird Joghurt (mild) in die Gefäße 4-6 eingerührt
6. Das Glasgefäß 7 dient mit der nicht beimpften Milch Vergleichsuntersuchungen am Ende des Versuchs. Das Milchgefäß 8 wird im Versuch 7 benötigt.
7. Alle Gläser werden mit Plastikverschlüssen versehen und in der eingeschalteten Joghurttherme für 6-9 Stunden bebrütet.
8. Nach dem Bebrütungsvorgang werden die Joghurtansätze vorsichtig und erschütterungsfrei in den Kühlschrank gestellt und auf etwa 5 Grad C heruntergekühlt.

#### Zur Auswertung

1. Warum haben wir zur Joghurtherstellung H-Vollmilch (ultrahocherhitzt) genommen, die zudem auch noch homogenisiert und im Fettgehalt auf 3,5 % eingestellt wurde?
2. Suche nach Begründungen für eine nochmalige Wärmebehandlung (Erhitzen auf 85 Grad C), die im 2. Arbeitsschritt der Versuchsdurchführung vorgenommen wurde.
3. Vergleiche die gemessenen pH-Werte der Joghurtproben sowie der Milch und suche nach möglichen Erklärungen.
4. Versuche die Ursachen für die Entstehung einer festen Joghurtgallerte herauszufinden.
5. Plane Folgeversuche bei denen die Bebrütungsdauer und Bebrütungstemperatur geändert wurden.

## Experiment 20

### Nachweis von Nitrat in Gemüse und Salaten

#### Was der Versuch soll

Nitrat ist eine für die Pflanzen wichtige Verbindung, die sie über den Boden bzw. über das Wasser aufnehmen. Durch gezielte Stickstoffdüngung kann der Ernteertrag von Gemüse und Salaten gesteigert werden. Zuviel von Pflanzen aufgenommenes Nitrat kann beim Verzehr durch den Menschen die Gesundheit schädigen.

Für Trinkwasser ist ein Grenzwert von 50 mg Nitrat / l und für Babynahrung von 250 mg / kg Nahrungsmittel festgelegt.

#### Geräte / Chemikalien

- Knoblauchpresse
- Mörser, Pistill
- Meßzylinder (10 ml)
- Küchenmesser
- Bechergläser (100 ml)
- Kopfsalat, Spinat, Gemüse, Kartoffel u.a.
- Merckoquant-Teststäbchen für Nitrat

#### Durchführung

1. Die Probe des jeweilig zu untersuchenden Gemüses wird mittels Küchenmesser zerkleinert und anschließend mit einer Knoblauchpresse bis zur Zellsaftbildung gepreßt.
2. Der gebildete Zellsaft wird jeweils in Bechergläsern gesammelt.
3. Falls der Zellsaft eine starke Eigenfärbung (z.B. Rote-Beete-Saft) aufweist muß der Preßsaft zunächst 10fach verdünnt und anschließend mit Aktivkohle reichlich versetzt werden.
4. In jede Probe wird ein Teststäbchen getaucht und der Nitratwert bestimmt.
5. Sind die Nitratwerte zu hoch, wird 10-fach verdünnt und nochmals der Nitratwert bestimmt.

#### Zur Auswertung

Vergleiche die gefundenen Nitratwerte der unterschiedlichen Proben miteinander und mit werten aus der Literatur. Diskutiere mögliche Auffälligkeiten.

## Experiment 21

### Wir untersuchen Obst- und Gemüsesäfte auf Vitamin C

#### Was der Versuch soll

Für unseren Körper ist Vitamin C ein wichtiger Ergänzungsstoff. Mit dem Ascorbinsäure-Test Merckoquant 10 023 kann in vielen Lebensmitteln, z.B. in Obst- und Gemüsesäften Ascorbinsäure (Vitamin C) bestimmt werden. Die ermittelten Werte können miteinander und mit solchen aus der Literatur verglichen werden.

#### Geräte / Chemikalien

- mehrere Bechergläser (200 ml)
- verschiedene Obst- und Gemüsesäfte
- Ascorbinsäure-Test Merckoquant 10 023

#### Durchführung

1. Die zu untersuchenden Obst- und Gemüsesaftproben werden auf die bereitgestellten Bechergläser verteilt.
2. Jeweils ein Ascorbinsäure-Teststäbchen in entsprechende Probenflüssigkeit kurz eintauchen.
3. Nach etwa 10 Sekunden die Reaktionszone der Teststäbchen an die Vergleichsfarbskala halten, die entsprechenden Werte ermitteln und notieren.

#### Zur Auswertung

Vergleiche die verschiedenen Obst- und Gemüsesäfte bzgl. ihrer Vitamin C Gehalte.

## E "Lebensmittel"

### Experiment 22

#### Wir untersuchen Farbstoffe aus Süßigkeiten

##### Was der Versuch soll:

Die Lebensmittel sollen eine ansprechende Farbe haben, damit sie gekauft und mit Genuß verzehrt werden. Dazu werden oft dem Lebensmittel Farbstoffe zugesetzt. Im Versuch kann man die Farbstoffe herauslösen und verschiedene Farbkomponenten auftrennen.

##### Geräte/Chemikalien:

- 1 Marmeladenglas oder Becherglas 250 ml hohe Form
- Glasstab
- 2 Reagenzgläser
- 1 Becherglas 600 ml hohe Form
- mehrere Streifen Filterpapier
- Pasteurpipette
- mehrere grüne Schokolinsen, Bonbons oder Gummibärchen
- Flüssigkeitsgemisch als „Laufmittel“:  
50 ml verd. „Ammoniakwasser“ + 25 ml verd. Essigsäure vermischen

##### Sicherheit:

Vorsicht, das Flüssigkeitsgemisch darf natürlich nicht getrunken werden. Wenn etwas auf die Haut tropft, unter Wasserhahn abspülen.

##### Durchführung:

1. Ein Reagenzglas mit 1 - 2 ml Wasser füllen (Boden gut bedeckt)
2. 1 grüne Schokolinse dazu geben und solange schwenken, bis sich die Farbe von der Schokolinse praktisch vollständig gelöst hat.
3. Grüne Lösung (ohne Schokolinse) in ein 2. Reagenzglas geben.
4. Papierstreifen von ca. 3 cm Breite schneiden und mit einer Länge, die der Höhe des Marmeladenglases / Becherglases entspricht. An beiden Längsseiten locker einen schmalen Streifen um 90° falten.
5. In das Marmeladenglas/Becherglas soviel Laufmittel geben, daß der Boden ca. einen 1/2 cm bedeckt ist.
6. Auf das gefaltete Papier in 1 - 1,5 cm Höhe leicht einen Bleistiftstrich ziehen und anschließend folgendermaßen die Farblösung auftragen:
  - # Mit einer Pasteurpipette in die Farblösung tauchen, bis sich in der Spitze die Lösung von selbst etwas hochgesaugt hat.
  - # Mit der Pipette einmal ganz kurz senkrecht auf die Mitte des Bleistiftstrichs auf tupfen und sofort wieder wegziehen. (Falls nichts passiert ist, nochmals...)
  - # Den gebildeten Fleck mit einem heißen Fön trocken blasen.
  - # Nochmals 4 mal kurz auftragen und trocknen (Der Fleck darf nicht mehr größer werden)
7. Das Papier zur „Chromatographie“ senkrecht (Farbfleck unten) in das Glas stellen und das große Becherglas darüber stülpen (Öffnung nach unten). Warten.

8. Solange warten, bis sich der grüne Farbfleck deutlich aufgetrennt hat (spätestens, wenn das Laufmittel ca. 2,5 cm vom oberen Papierrand entfernt angekommen ist)

9. Den Papierstreifen herausnehmen, trocknen und ansehen. Zum Vergleich kann man in deutlicher Entfernung noch einmal die „Originalfarbe“ auf das Papier auftragen

##### Zur Auswertung:

Welche Farbstoffe hast Du erkannt? Lies evtl. auf der Verpackung und in der Liste der „F-Nummern“ nach, wie der Farbstoff heißen könnte.

## Notwendige Aminosäuren nachweisen

### Was der Versuch soll:

Aminosäuren sind die Bausteine von Eiweißstoffen oder Proteinen. 20 verschiedene Aminosäuren sind am Aufbau dieser Kettenmoleküle beteiligt. Davon sind 7 essentiell, d.h. sie sind lebensnotwendig, können vom Körper nicht selber aufgebaut werden und müssen mit der Nahrung aufgenommen werden.

Die Trennung und Identifizierung der in den Lebensmitteln enthaltenen Aminosäuren erfolgt mit Hilfe der Dünnschichtchromatografie(DC)

### Geräte/Chemikalien

2 DC-Folien, Mikropipetten, Pipetten (10 ml), Marmeladenglas mit Deckel, Pinzette

Zentrifuge mit Reagenzgläsern, Reagenzgläser, Petrischale, Brenner, Tiegelzange Saftpresse

DL-Asparaginsäure, DL-Leucin, DL-Lysin, Gemisch der 3 Aminosäuren

Zitrusfrüchte oder Tomaten oder andere verfügbare Früchte.

Ethanol, Ninhydrinlösung, Ammoniaklösung,

Herstellung der Ninhydrinlösung: 200 mg Ninhydrin in 100 ml Aceton lösen. (Im Kühlschrank haltbar)

**Sicherheit:** Ninhydrin ist gesundheitsschädlich. Unter dem Abzug arbeiten!

Laß Dir die Bedienung der Zentrifuge erklären!

Hinweis: Hände gründlich waschen, bevor die DC-Folie berührt wird, da im Schweiß Aminosäuren enthalten sind!

### Durchführung:

Stelle das Lösungsmittel her (im Marmeladenglas) : 8ml Ethanol , 1ml Wasser und 0,5ml Ammoniak

Presse den Saft aus der Frucht (den Früchten, bewahre die Rohsäfte getrennt)

Zentrifugiere 5 ml des Rohsafts und bewahre 1 ml auf.

Gib zu 1 ml des Rohsafts 3ml Ethanol zur Fällung der hauptmenge an Proteinen und Salzen

Zentrifugiere wieder und bewahre den behandelten Saft auf.

Trage unten auf die DC-Folie 1 auf: Asparaginsäure, Leucin, Lysin , Gemisch der 3 Aminos., Rohsaft(zentrifugiert).

Auf Folie 2 : Asparaginsäure, Leucin, Lysin, behandelte Säfte

**Auftragen :**

Von den Aminosäuren und dem Gemisch werden je 1 Tropfen aufgetragen.

Vom unbehandelten Saft: 2 Tropfen

Vom behandelten Saft: 8 Tropfen(nach 2 Tropfen trocknen lassen !)

- 52 -

Reihenfolge des Auftragens notieren!!!!!!

DC-Folien senkrecht in das Marmeladenglas mit dem Lösungsmittel stellen und verschließen. (Laufzeit: ca 45 Minuten Lösungsmittel muß bis kurz unter den oberen Rand der Folie gestiegen sein!)

Folie herausnehmen und mit der unbeschichteten Seite auf Papier zum Trocknen legen.

Dann: unter dem Abzug:

Gib in eine Petrischale so viel Ninhydrinlösung, daß der Boden gerade bedeckt ist.

Tauche die Folie kurz hinein, nimm sie vorsichtig mit einer Pinzette heraus und trockne und erwärme sie kurz über einer Brennerflamme.

Markiere die sichtbaren Flecken , indem Du sie mit einem Bleistift umkreist.

### Zur Auswertung:

Verschiedene Aminosäuren "laufen" unterschiedlich weit. Gemische werden so getrennt.

Durch vergleichen mit den bekannten aufgetragenen Aminosäuren kannst Du herausfinden, welche Aminosäuren im Saft vorhanden sind.

Die Lage eines Flecks stimmt mit der Lage der bekannten Aminosäuren nicht überein. Hierbei handelt es sich um wahrscheinlich um die Aminosäure Prolin.

Versuche herauszufinden, welche der im Saft gefundenen Aminosäuren essentiell sind.

Welche Bedeutung hat das Ergebnis für die Beurteilung vegetarischer Ernährung?

## Anhang Teil 5

### Materialien zur 10. Klasse b) Sequenzen 17 - 19

#### 8. Jahrgangsstufe (Halbjahr mit 2 Wochenstunden)

- |  |   |
|--|---|
| 0 Spiel zum Einstieg                                 | 1 Müll und Stoffrecycling               |
| 2 Feuer  | 3 Verbrennung                           |
| 4 CO <sub>2</sub> als Sauerstofflieferant, Reduktion | 5 KNO <sub>3</sub> als Oxidationsmittel |
| 6 Feuer löschen                                      |   |

#### 9. Jahrgangsstufe (mit 2 Wochenstunden)

- |                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 7 „Verkehr in unserem Stadtteil“ | 8 Katalysator                     |
| 9 Stickoxide und Sommersmog      | 10 Verbrennung und „Saurer Regen“ |
| 11 Saure Reiniger und            | 12 basische Reiniger              |
| 13 Wasser                        |                                   |

#### 10. Jahrgangsstufe (mit 2 Wochenstunden)

- |                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 14 Batterien und Akkumulatoren   | 16 Lebensmittel und Ernährung |
| 15 Erdöl und Kohlenwasserstoffe  |                               |
| <b>17 Stärke</b>                 | <b>18 Cellulose</b>           |
| <b>19 Kunstfasern, Textilien</b> |                               |

Experimentieranleitungen, Auswertungshilfen,  
Informationsmaterialien

## **Experiment:** Stärke-Abbau durch das Enzym des Mundspeichels (Amylase)

### **Was der Versuch soll:**

Kohlenhydrate wie z. B. Stärke werden bereits im Mund durch ein Enzym im Speichel zum Teil in kleinere Bruchstücke zerlegt (abgebaut). Ein Abbauprodukt ist Maltose (Malzzucker); sie kann durch ein Nachweisreagenz (Fehlingsche Lösung) nachgewiesen werden.

### **Geräte/Chemikalien:**

Fehlingsche Lösung (Fehling I und Fehling II zu gleichen Teilen), Wasser demin., Becherglas (100 ml), Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Reagenzglashalter, Spatel, Glasstab, Siedesteine, Stoppuhr, Schutzbrille, Brenner, Mehl, Maltose

### **Sicherheit:**

Fehlingsche Lösung ist ätzend! Schutzbrille benutzen! Beim Erhitzen 2-3 Siedesteinchen ins Reagenzglas geben, da sonst die heiße Flüssigkeit leicht herausspritzt.

Nach Ende des Versuches Reagenzgläser mit Inhalt zur Entsorgung beim Lehrer abgeben !

### **Durchführung:**

1. Mehl + Speichelenzym mit Fehlingscher Lösung prüfen

Drei Spatel voll Mehl werden in das Becherglas gegeben. Nun wird unter ständigem Rühren (mit einem Glasstab) solange Mundspeichel hinzugefügt, bis sich ein einigermaßen dünnflüssiges Gemisch ergibt.

Insgesamt muß der Speichel mindestens 6 Minuten auf das Mehl einwirken.

Gib dann etwas von dem Gemisch in ein Reagenzglas (1 cm hoch), füge die gleiche Menge Fehlingsche Lösung hinzu und erhitze **vorsichtig** über der kleinen rauschenden Flamme des Brenners.

Beobachtung: .....

2. Mehl mit Fehlingscher Lösung prüfen

Gib eine Spatelspitze voll Mehl in ein Reagenzglas, füge 3 cm hoch Wasser hinzu und schüttele kräftig. Dann gib 1 cm hoch Fehlingsche Lösung dazu und erhitze **vorsichtig** über der kleinen rauschenden Flamme des Brenners.

Beobachtung:.....

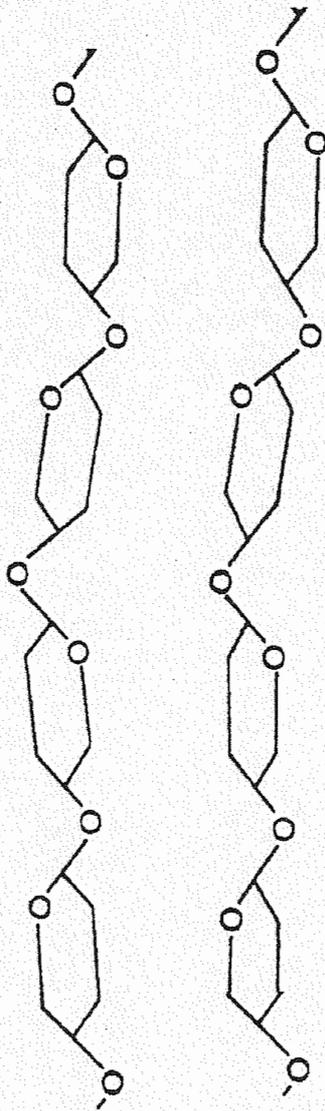
3. Maltose mit Fehlingscher Lösung prüfen

Gib eine Spatelspitze voll Maltose in ein Reagenzglas, füge 3 cm hoch Wasser hinzu und schüttele. Dann gib 1 cm hoch Fehlingsche Lösung dazu und erhitze **vorsichtig** über der kleinen rauschenden Flamme des Brenners.

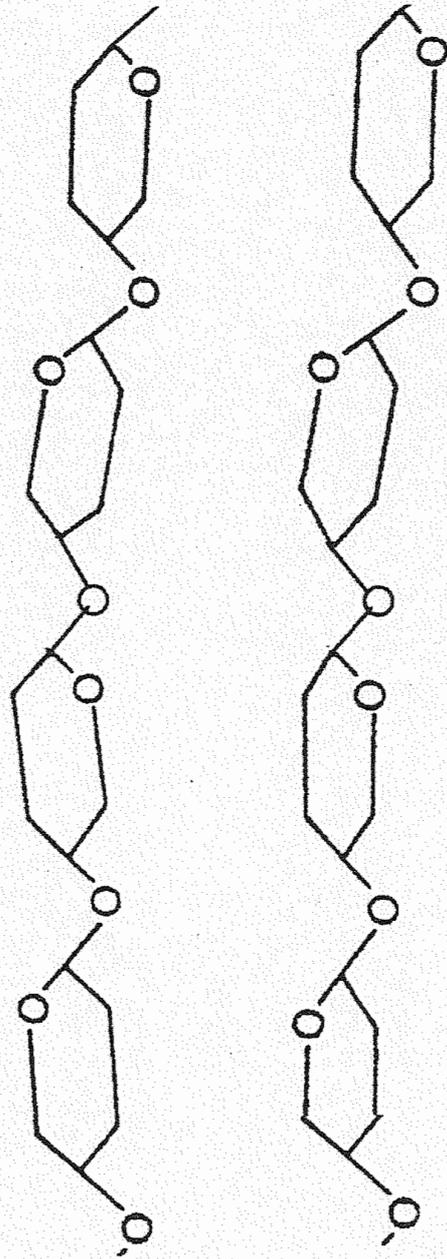
Beobachtung:.....

### **Auswertung:**

.....  
.....  
.....  
.....



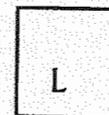
Cellulose



Stärke

\*b6WV

Herstellung von Schweizers Reagenz  
(= Lösung von Kupfertetraminhydroxid)



Geräte / Chemikalien:

Waage, Stehkolben (2 - 1000 ml und 1-250 ml), großer Filter, Filtrierpapier, Meßzylinder (1000 ml), Becherglas, Glasstab, Statel, Pipette, Vorratsgefäß mit Kunststoffstopfen, Kupfersulfat, Natriumhydroxid, Wasser (demin.), Ammoniaklösung (etwa 33 %-ig).

Sicherheit

Ammoniaklösung, Natriumhydroxid und Schweizers Reagenz reizen Augen, Haut und Atmungsorgane. Schutzbrille benutzen und Hautkontakt vermeiden!

Entsorgung:

Sämtliche Lösungsreste müssen als schwermetallhaltige Abfälle entsorgt werden.

Durchführung:

25 g Kupfersulfat abwiegen und  
in 500 - 600 ml Wasser (demin.) lösen.

8 g Natriumhydroxid abwiegen und  
in 80 - 100 ml Wasser (demin.) lösen (= frische Natriumhydroxidlösung)

Die frische Natriumhydroxidlösung zu der Kupfersulfatlösung geben (es fällt tiefblaues Kupferhydroxid aus).

Den Großteil der überstehenden Lösung abgießen und  
den Rest filtrieren.

Den Überstand (Niederschlag) 2 - 3 mal mit kaltem Wasser "waschen".

Anschließend den Überstand in das Becherglas geben und  
soviel Ammoniaklösung nach und nach zugeben, bis sich der Niederschlag gerade gelöst hat.

Die blaue Kupfertetraminhydroxidlösung in ein Vorratsgefäß mit Kunststoffstopfen füllen  
und kühl stellen.

Die Lösung (Schweizers Reagenz) hält sich lange.

## Experiment Herstellung eines Textilfadens

### Was der Versuch soll:

In einem aufwendigen technischen Verfahren werden in der Industrie aus dem pflanzlichen Rohstoff Cellulose Textilfasern hergestellt.

In einem vereinfachten Experiment soll versucht werden, aus Cellulose einen Faden zu "spinnen". Hierzu wird die Cellulose "geöst" (d.h. so behandelt, daß eine dickflüssige, galertartige Masse entsteht) und anschließend in einem "Säurebad" Fällbad ein "Cellulosefaden" hergestellt.

### Geräte / Chemikalien:

Lösungsmittel für Cellulose ("Schweizer Reagenz")

Zellstofftupfer, Fällbad: verd. Salzsäure (8-10 %)

Einmalspritze (10 ml), ohne Kanüle, Kristallisierschale Ø 11,5 - 14 cm

Schutzbrille, Reagenzglas mit Stopfen, Reagenzglasständer, Becherglas 100 ml

Glasstab

### Sicherheit:

SCHWEIZER REAGENZ und verd. Salzsäure reizen Augen, Haut und Atmungsorgane.  
Schutzbrille benutzen, Hautkontakt vermeiden.

### Vorbereitung:

1. Zerkleinere mit den Fingern 1 cm<sup>2</sup> des Zellstofftupfers
2. Gib die zerkleinerten Teile in ein Reagenzglas, schiebe sie mit dem Glasstab nach unten.
3. In dieses Reagenzglas werden unter dem Abzug vom Lehrer etwa 5 ml Schweizer Reagenz (ca. 5 cm im Reagenzglas) eingefüllt.
4. Das Reagenzglas wird sofort mit einem Gummistopfen verschlossen.
5. Der Versuchsansatz wird über mehrere Tage in einem Abzug stehengelassen.

### Beobachtung nach ca. einer Woche:

Erklärung:

Durchführung:

1. Fülle eine Kristallisierschale 2 cm hoch mit verd. Salzsäure (Fällbad).
2. Die Lösung aus dem Reagenzglas (Versuchsansatz) wird von dem Lehrer / der Lehrerin unter dem Abzug vorsichtig in ein kleines Becherglas (100 ml) umgefüllt.
3. Mit Hilfe der Spritze wird die Lösung "aufgezogen".
4. Drücke langsam den Inhalt der Spitze in das Fällbad.

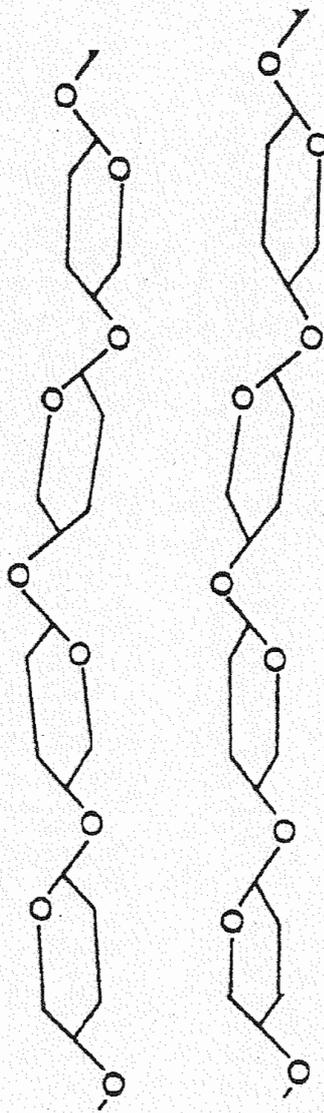
Tauche die Spritze ein und führe sie so, daß sich ein Faden bilden kann.

Entsorgung

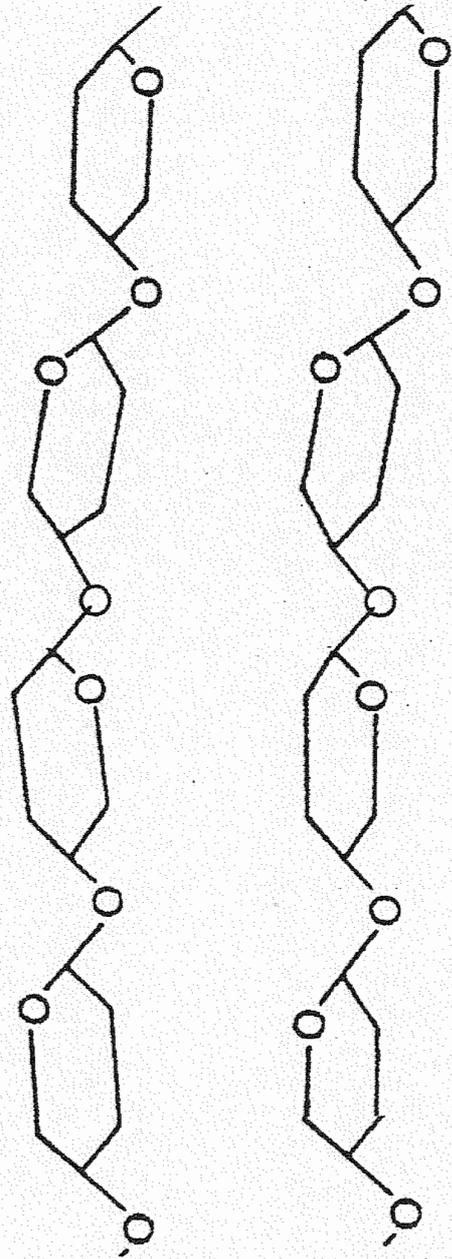
Sämtliche Reste dieses Versuches werden vom Lehrer in einem Behälter für schwermetallhaltige Lösungen gesammelt.

Beobachtung:

Zur Auswertung:



Cellulose



Stärke

\*bmv

## Experiment Herstellung von NYLON

### Was der Versuch soll:

Die technische Produktion von NYLON ist aufwendig.

In diesem Versuch wird die Herstellung vereinfacht durchgeführt. Aus einer entstehenden "Nylonhaut" läßt sich ein dicker Faden ziehen.

### Geräte / Chemikalien:

-- Waage	-- Pinzette
-- Wageschälchen	-- Schutzbrille
-- Filtrierpapier	-- Schutzhandschuhe
-- Spatel	-- Hexamethyldiamin
-- Meßzylinder 100 ml	-- Sebacinsäuredichlorid
-- Hohes Becherglas 100 ml	-- dest. Wasser
-- Pipette 5 ml	-- Phenolphthalein
-- Meßzylinder 50 ml	-- Hexan
-- zwei Glasstäbe	-- Papprolle

### Sicherheit:

Vorsicht im Umgang mit den Chemikalien!

Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen!

### Durchführung:

1. Gib in ein hohes 100 ml Becherglas 45 ml dest. Wasser.
2. Wiege 0,55 g Hexamethyldiamin auf der Waage ab und löse es in dem dest. Wasser.
3. Gib zwei Plätzchen festes NaOH dazu und löse es durch Rühren mit einem Glasstab (= Lösung 1).
4. Gib zwei Tropfen Phenolphthalein in Lösung 1.
5. Gib 20 ml Hexan in einen 50 ml Meßzylinder und füge 1 ml Sebacinsäuredichlorid hinzu (= Lösung 2). Rühre vorsichtig mit einem Glasstab um.
6. Überschichte vorsichtig die Lösung 1 mit der Lösung 2 (Lehrerhilfe!).
7. Tauche eine Pinzette bis zur Grenzfläche der beiden Flüssigkeiten ein und hebe die an der Grenzfläche entstandene dünne Haut über die Flüssigkeitsoberfläche.
8. Der so entstehende dicke Faden wird über eine Papprolle aufgerollt.

### Zur Auswertung:

Die beiden "Bausteine" Hexamethyldiamin und Sebacinsäuredichlorid vereinigen sich jeweils abwechselnd zu Makromolekülen. So entsteht NYLON.

Baue das Makromolekül nach mit Hilfe von Büroklammern und Sicherheitsnadeln.

# Experiment: Wasserdampfdurchlässigkeit und Feuchtigkeitsaufnahmevermögen von verschiedenen Textilien

**Was der Versuch soll:**

Auch wenn wir nicht schwitzen, gibt unser Körper ständig Feuchtigkeit in Form von Wasserdampf ab. Verschieden Textilien unterscheiden sich in Ihrer Fähigkeit, Wasserdampf durchzulassen und Feuchtigkeit aufzunehmen. Die wird durch Wiegen bestimmt.

**Geräte/ Chemikalien:**

- 3 Bechergläser 250 ml hohe Form;
- 3 Textilproben Größe ca. 12 X 12 cm: Polyester (1); Viskose (2); Baumwolle (3)
- 3 Gummibänder; 1 Waage auf 10 mg genau > 200 g; 1 Folienschreiber;
- 1 Fön oder Heizkörper
- Leitungswasser;

**Durchführung:**

1. Numeriere die Bechergläser von 1-3 durch (Folienschreiber).
2. Wiege nacheinander die leeren Bechergläser und notiere jeweils die Masse.
3. Alle Gewichtsbestimmungen in die Tabelle eintragen.
4. Gib jeweils genau 100 g Leitungswasser in die Bechergläser hinein.
5. Bestimme das jeweilige Masse der Textilproben auf 10 mg genau und notiere.
6. Spanne die Textilproben mit Hilfe der Gummibänder über die Öffnungen der Bechergläser.
7. Lasse die Bechergläser 1 Woche stehen.
8. Nach 1 Woche: Bestimme erneut die Masse der Textilproben und notiere (auf 10 mg genau).
9. Trockne die Textilprobe 5 min auf der Heizung (oder mit Fön).
10. Wiege noch einmal und notiere jeweils das Masse.
11. Stelle die Masse der Bechergläser mit dem verbliebenen Wasser fest und trage in die Tabelle ein.

**Zur Auswertung:**

<u>Arbeitsschritte:</u>	<u>Textilprobe 1</u>	<u>Textilprobe 2</u>	<u>Textilprobe 3</u>
Becherglas leer			
Becherglas + 100 g Leitungswasser			
Becherglas + 100 g Leitungswasser nach 1 Woche			
Verbliebene Masse an Wasser nach 1 Woche (Differenz)			
Masse des verdunsteten Wassers (berechnet)			
Textilprobe vor dem Versuch			
Textilprobe nach 1 Woche			
Textilprobe nach dem Trocknen			
Masse des (von Textilprobe) aufgenommenen Wassers			

1. Gibt es Unterschiede in der Wasserdampfdurchlässigkeit zwischen Polyester, Viskose und Baumwolle?
2. Überlege, wie das Ergebnis von 1. zu erklären ist.
3. Gibt es Unterschiede bei der Feuchtigkeitsaufnahme?
4. Wie hängen die Ergebnisse mit den „Trageeigenschaften“ der Textilien zusammen?
5. Für welche Kleidungsstücke sind die untersuchten Textilarten geeignet oder ungeeignet? (Sommer-, Sport-, Regenkleidung, Unterwäsche, Nachtwäsche)?

# Textilrüstung im Überblick

Ausrüstung	gewünschter Effekt	Anwendungsbereich	Markenzeichen/Werbung	verwendete Chemikalien	ögliche Auswirkung auf Gesundheit und Umwelt
Antipilling-, Antipicking-, Antinagging-Ausrüstung	Verhinderung von Knötchen- und Flusenbildung	synthetische Chemiefasern	keine	Acryl- und Vinylpolymere	* Resimonomeren-gehalt in Textilien
Anti-Schmutz	Verhinderung des Anschmutzens bzw. Verbesserung der Schmutzablösung	synthetische Chemiefasern	«Scotchgard-Impragnierung»	Fluorverbindungen u. a. polymere Fluorcarboharze	Umweltbelastung durch fluoridierte Kohlenwasserstoffe
Antistatische Ausrüstung	Verhinderung der elektrostatischen Aufladung	synthetische Chemiefasern	keine	grenzflächenaktive Substanzen	evtl. Hautallergien
«Erschwerung»	Gewichtszunahme / Erhöhung des Glanzes, besserer Griff	Seide	keine	Zinnchlorid, Natriumphosphat, Wasserglas, heute vielfach: Methacrylamid	bei Zinnchlorid: große Abwasserbelastung, hoher Energieverbrauch
Färben	bunte Farben, vielfalt	alle Fasern	keine	Azofarbstoffe, Benzidinfarbstoffe, Anthrachinonfarbstoffe enthalten Schwermetalle wie Chrom, Blei, Zink, Kupfer in unterschiedlichen Mengen Farbehilfsmittel (Carrier): Di-, Trichlorbenzol, Butylbenzol, Methylkreosol, Ortho-phenylphenol u. a.	Hautallergien krebserregend Benzidinfarbstoffe, Carrier Umweltbelastung, z. T. große Mengen belasteten Abwassers
Filzfrei	Verhinderung des Filzens	Wolle	«filzfrei», «Superwash»	Chlorlösung, Polyamid-Epichlorhydrinharz, Enzyme	große Abwassermengen, durch Polyamid-Harze Freisetzung krebserregender Dichlorpropanole (DCP)
Hochveredelung (Pflegeleicht-Ausrüstung)	Verhinderung des Einlaufens und Knitterns	zellulose Natur- und Chemiefasern, Mischungen mit Synthetik	«Bügelfrei», «knitterfrei», «wash and wear», «hochveredelt», «rapid iron», «minicare»	Harnstoff-Formaldehyd, Melamin-Formaldehyd, Dimethylglyoxalharnstoff	durch Formaldehyd: Allergien, starker Krebsverdacht, durch Glyoxal: Hautreizungen, Umweltbelastung
Mercerisierung	dauerhafter Glanz	zellulose Fasern	«mercerisiert»	Natronlauge, auch Ammoniak	große Abwassermengen
Moon Wash	marmorierte, unregelmäßige Optik	Jeans	«moon washed»	Chlorid, Kalium-Peranganat	große Abwassermengen
Optisches Aufhellen	strahlendes Weiß	alle Fasern (weiße und pastellfarbene Artikel)	keine	u. a. Stilben-, Pyrazolin-, Benzazol-Derivate	Hautallergien, Gewässerbelastung
Sanitarisierung	Verhinderung des Einlaufens	zellulose Natur- und Chemiefasern	«Sanfor», «sanforisiert»	keine, da nur mechanische Stauchung	keine
Sanfor plus Sanfor plus 2	Verhindern des Knitterns und Einlaufens	zellulose Natur- und Chemiefasern, Mischungen mit Synthetik	«Sanfor plus», «Sanfor plus 2»	Formaldehydharnstoff, Melamin-Formaldehyd	Hautallergien, starker Krebsverdacht, Umweltbelastung
Sanfor-Set-Verfahren	Verhinderung des Knitterns und Einlaufens	zellulose Fasern	«Sanfor-Set»	Ammoniak und mechanische Stauchung	Umweltbelastung durch Ammoniakdämpfe?
Stone wash	ausgebleichene, gealterte Optik	Jeans	keine	keine	großer Wasserverbrauch
Stone bleach	stark ausgebleichene, gealterte Optik	Jeans	keine	Natriumhypochlorit, Natriumchlorit, Wasserstoffperoxid	z. T. Bildung von halogenierten Kohlenwasserstoffen, z. B. Dioxine
Used Wash	ausgebleichene «Second Hand»-Optik	Jeans	keine	Kaliumpermanganat	große Abwassermengen
Weichmachen	Verbesserung des Griffs	alle Fasern	keine	versch. Tenside, Paraffin-, Wachs-, Polyethylen-, Polyurethan-, Silikon- und Isionen	evtl. Hautallergien und Entstehung krebserregender Nitrosamine bei stickstoffhaltigen Verbindungen