

# Soznat

**Materialien für den Unterricht 23**

**STEPHAN LIESERING LUTZ STÄUDEL**



**HAUSMÜLL**

**Naturwissenschaften sozial**

**CIP - KURZTITELAUFNAHME DER DEUTSCHEN BIBLIOTHEK**

Liesering, Stephan:

Hausmüll : Stofftrennungen am prakt. Beispiel;  
Materialien zu e. Unterrichtsreihe / Stephan  
Liesering; Lutz Stäudel. Hrsg.: AG Naturwiss.  
Sozial. - 1. Aufl. - Marburg :  
Redaktionsgemeinschaft Soznat, 1987.

(Soznat; 23)

ISBN 3-922850-43-X

NE: Stäudel, Lutz;; GT

1. Auflage 1987

(c) Redaktionsgemeinschaft Soznat Marburg  
Postfach 2150 3550 Marburg

Druck: **cip - druck**

Alle Rechte vorbehalten - Kopien zu Unterrichtszwecken erlaubt

ISBN 3-922850-43-X

# I N H A L T

	Seite
1. Allgemeine Beschreibung des Inhalts	1
2. Zusammenhang mit den Rahmenrichtlinien / Lehrplänen für den Chemieunterricht	2
3. Sach-/Problemstrukturskizze	3
4. Der Unterrichtsverlauf - Übersicht	5
5. Materialien - Übersicht	7
A Hausmüll - Zusammensetzung und Stoffgruppen	9
B Stofftrennung I: Magnetsortieren	17
C Stofftrennung II: Windsichten und Sieben	23
D Stofftrennung III: Trennen mittels Wasser / Dichte	31
E Stofftrennung IV: Filtrieren	39
F Stofftrennung V: Destillieren	45
M Müll-Archiv	50
6. Literaturhinweise	62
7. Erfahrungsbericht	63
8. Hinweise zur Leistungsüberprüfung	66

## 1. Allgemeine Beschreibung des Inhalts

Die vorliegenden Materialien zum Thema "Hausmüll" stellen den ersten Baustein für ein durchgängig schülerorientiertes Konzept von Chemieunterricht dar, das in den kommenden Jahren noch weiterzuentwickeln sein wird. Das Thema "Hausmüll" ist dabei ausdrücklich für den Anfangsunterricht Chemie (in der Regel in Klasse 8) vorgesehen.

Schülerorientierung in Verbindung mit chemischem Anfangsunterricht muß u.E. bedeuten:

- Anknüpfen an Erfahrungen und Erfahrungsmöglichkeiten der Schüler dieser Jahrgangsstufe bzw. dieses Alters ... durch ...
- *Orientierung an und Einbeziehung von Elementen der realen privaten und gesellschaftlichen Umwelt der Schüler;*
- *Eröffnung von Handlungsmöglichkeiten, die der theoretischen und praktischen Erschließung dieser Umwelt dienen ... durch ...*
- *experimentelle Auseinandersetzung mit den Gegenständen und Stoffen dieser Umwelt, Erkundung von Herkunft und Verbleib und der jeweils damit verbundenen Probleme bzw. Interessen;*
- *Ingangsetzen gemeinsamer Lernprozesse ... durch ...*
- *Einbeziehung der Schüler in die laufende Planung des Unterrichts und Ernstnehmen ihrer Fragestellungen und Interessen;*
- *Förderung der selbständigen und ernsthaften Auseinandersetzung mit den Gegenständen, Stoffen und Problemen ... durch ...*
- *Verzicht auf fachsystematisch verengte Fragestellungen und Antwoarterwartungen zugunsten offener Problemstellungen.*

Die Materialien zum "Hausmüll" gehen dabei von den existierenden Anforderungen des Fachunterrichts Chemie aus. Sie zielen nicht ab auf die Durchführung eines Müll-Projekts mit ökologischem Schwerpunkt, obgleich sie an vielen Stellen projektähnliches Vorgehen vorschlagen und ökologische Probleme thematisieren. Ziel der Materialien ist es, die Schüler anhand der konkreten Auseinandersetzung mit dem Hausmüll hinzuführen zu einem Verständnis des Begriffs "Stoffeigenschaften" und des Zusammenhangs mit der Trennung von Stoffen. Dabei verstehen sich die Materialien nicht als geschlossener Lehrgang, eher als möglicher Vorschlag für eine Unterrichtssequenz, an deren Ende ansatzweise entwickelte Vorstellungen stehen, die sich nicht als abstrakte Fach-Begriffe verselbständigt haben.

Im Einzelnen geht es dabei um folgende thematische Schwerpunkte:

- Müllaufkommen, privat und gesellschaftlich
- Stoffe im Müll, ihre Eigenschaften und resultierende Möglichkeiten zur Trennung
- praktische Anwendung von Trennverfahren
- Stoffe und Wasser: die Dichte von Stoffen
- Wasser und gelöste Stoffe: Reinigung durch Destillation

## 2. Zusammenhang mit den Rahmenrichtlinien / Lehrplänen für den Chemieunterricht

Die Mehrzahl der zur Zeit gültigen Rahmenrichtlinien und Lehrpläne für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe I sind lernzielorientiert formuliert und damit nicht auf bestimmte Unterrichtsgegenstände festgelegt. Was hier im folgenden für die hessischen Rahmenrichtlinien Chemie ausgeführt ist, gilt - mit geringen Abweichungen - auch für die meisten anderen Bundesländer.

Im chemischen Anfangsunterricht sollen "die Schüler (...) reine Stoffe von Gemischen unterscheiden können" lernen (Lernzielkomplex 2). Gewöhnlich wird dieses Groblernziel anhand von synthetischen - sprich: artifiziellen - Stoffgemischen erarbeitet, etwa den bekannten Mixturen aus Sand und Salz oder Eisen und Schwefel. Nur in wenigen Unterrichtsvorschlägen hat sich bisher die Idee durchgesetzt, das Thema Stoffeigenschaften/Stofftrennung an Beispielen zu behandeln, die näher an den Erfahrungen bzw. am Vorstellungsvermögen von Schülern dieser Altersstufe liegen.

Mit dem hier vorgeschlagenen und erprobten Gegenstands- und Problembereich Hausmüll kann zudem auch den Ansprüchen der Rahmenrichtlinien Chemie Rechnung getragen werden, die unter anderem fordern,

- daß im Unterricht der Anteil der Chemie an *"Lösungen der gesellschaftlichen Probleme ... wie Umweltschutz"* (S.4) aufgezeigt wird und
- daß den Schülern *"die Problematik der Anwendung chemischen Wissens und die damit verbundene Verantwortung für andere"* bewußt gemacht wird (ebenda).

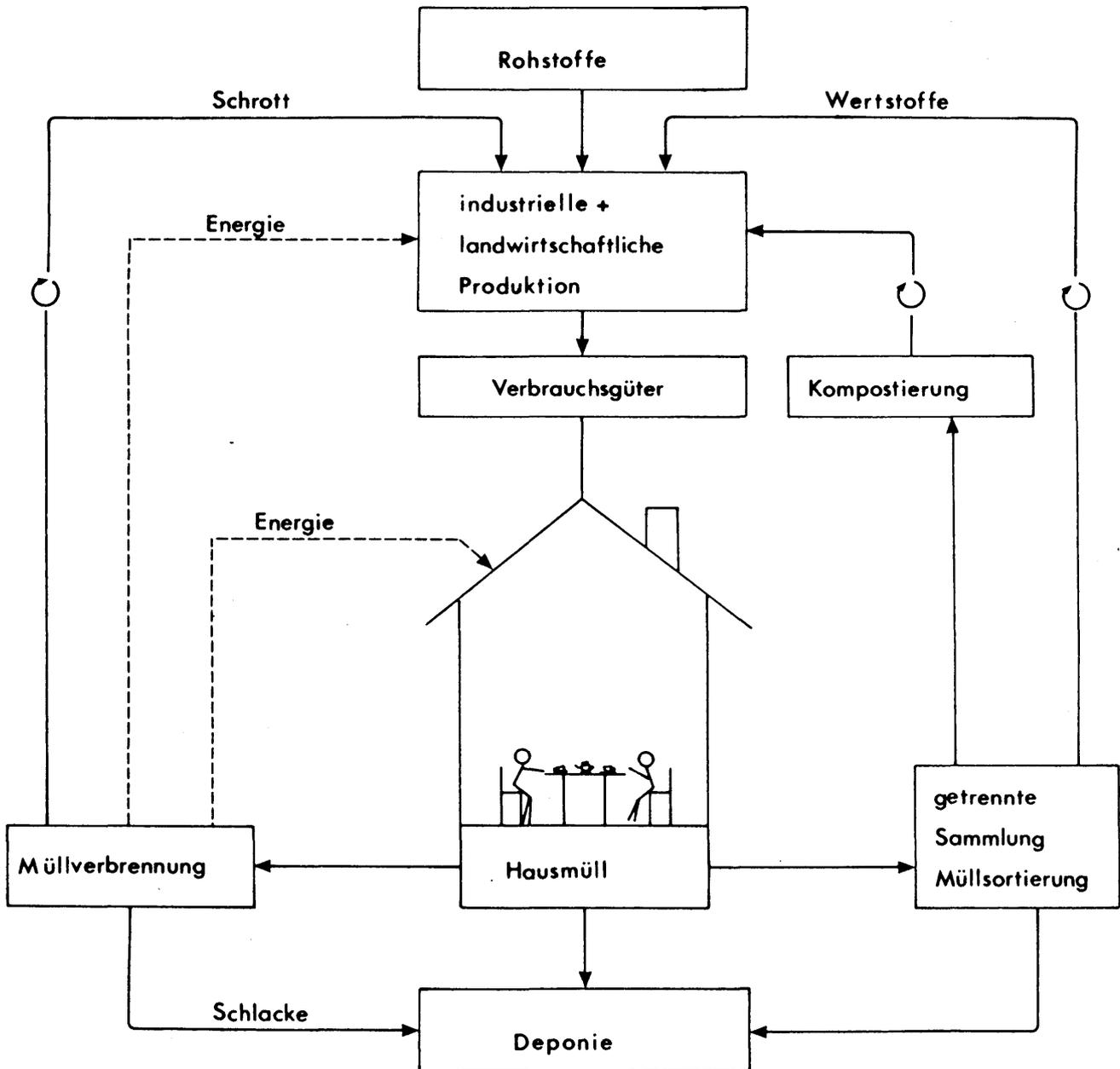
Berücksichtigt wird auch, daß

- *"Klasse 8 eine reflektierende Bekanntschaft mit den Stoffen aus der Umwelt des Schülers"* bringen soll, und
- daß *"das Schülerexperiment von Anfang an wesentlich für diesen Lernprozeß"* ist (S. 7).

Auf der fachlichen Ebene sollen die Schüler/innen im einzelnen

- Stoffeigenschaften kennenlernen,
- um Stoffgemische erkennen und trennen zu können
- und um in der Folge Prinzipien chemischer Arbeitsweisen entwickeln zu können.

Eben dies ist Gegenstand der vorliegenden Materialien für eine schülerorientierte Unterrichtssequenz "Hausmüll", allerdings nicht im isolierten Raum einer sich nur fachsystematisch verstehenden Chemie, sondern ausgehend von alltäglichen Erfahrungen der Schüler und bedeutsamer gesellschaftlicher Zusammenhänge und Probleme.

3. Sach-/Problemstrukturskizze "Hausmüll"

### Anmerkungen zur Sach-/Problemstrukturskizze

Die umseitige Sach-/Problemstrukturskizze stellt, bezogen auf die Hausmüllthematik, nur ein grobes Raster dar, welches einige wichtige Zusammenhänge wiedergibt. Insbesondere werden die Hauptwege der Stoffflüsse von den Rohstoffen bis zu den verschiedenen Endstationen des Mülls aufgezeigt. Ohne Berücksichtigung bleiben der häusliche Abwasserbereich, mit dem Hausmüll gekoppelt durch Entstehung und über die anfallenden Klärschlämme, und die Sondermüllproblematik, die sowohl den Umwelt- wie auch den Recyclingaspekt berührt. Verzichtet wurde, aus Gründen der Übersichtlichkeit, auch auf die Zuordnung von fachbezogenen Begriffen und Methoden; entsprechende Hinweise sind in den Materialteil integriert.

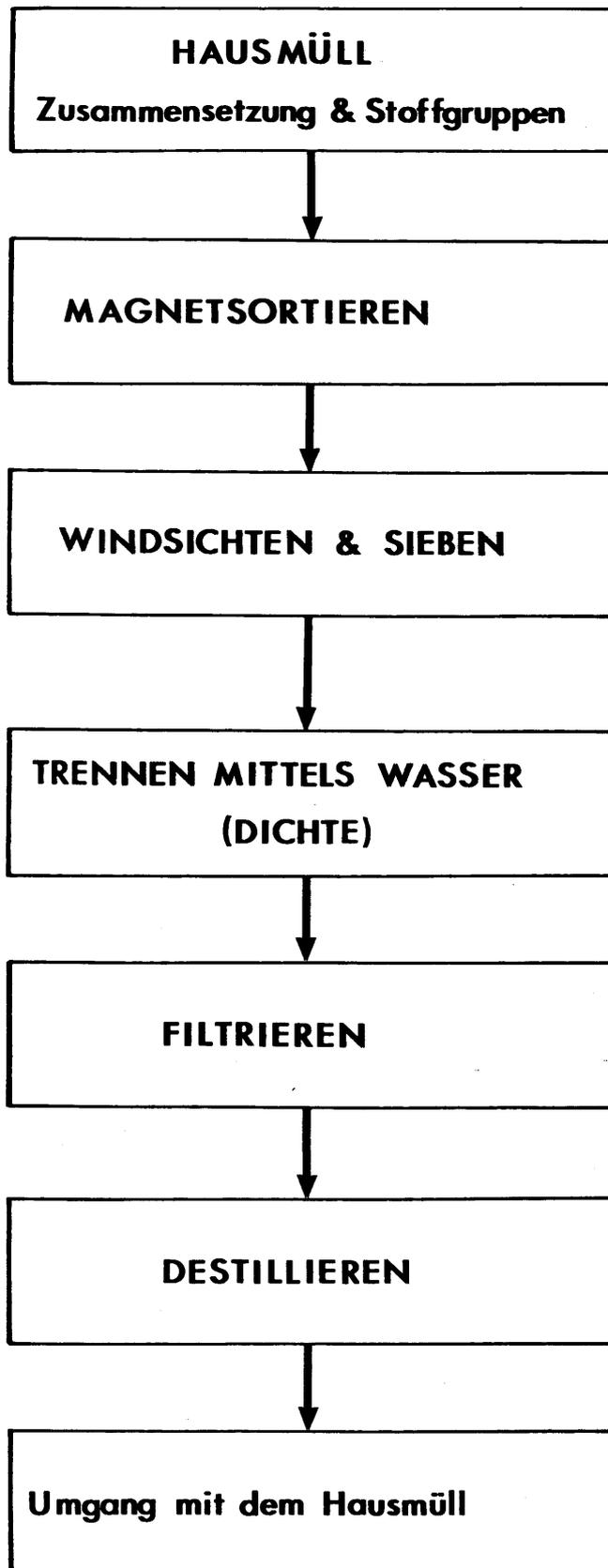
Die Sach-/Problemstrukturskizze ist auch in anderer Hinsicht ergänzungsbedürftig, z.B.

- in Bezug auf die staatliche Einflußnahme und Steuerung (Gesetzgebung, kommunale und landesspezifische Strukturen der "Entsorgung" usw.),
- in Bezug auf ökonomische Interessen (Verpackungsindustrie, Kosten/Ertrag von Deponie, Müllverbrennung, Recycling),
- in Bezug auf die (wesentlich problematischeren) Abfälle aus der Produktion (Industrie, Landwirtschaft),
- in Bezug auf die Belastung der Umwelt (Wasser, Boden, Luft, Umgang mit Rohstoffen)
- und schließlich hinsichtlich der geschichtlichen Dimension (Müll früher und heute).

Jeder dieser Aspekte kann zu einer Darstellung mit eigenen Strukturen führen oder auch als zusätzliches Modell für einen Teilbereich erstellt werden.

Es empfiehlt sich, eine ähnliche Skizze zusammen mit den Schülern zu entwickeln, als Leitfaden für die gemeinsame Arbeit. Diese Entwicklung könnte sich auch im Verlauf der Unterrichtssequenz schrittweise vollziehen, besonders im Zusammenhang mit den von Schülergruppen eingebrachten Ergebnissen ihrer Erkundungen (vgl. die entsprechenden Vorschläge auf Seite 16).

Als besonders geeignet hat sich die Darstellung der Müllproblematik in Form einer großformatigen Collage erwiesen. Auch hier sollte die Möglichkeit zur laufenden Ergänzung offen gehalten werden.

**4. Der Unterrichtsverlauf - Übersicht**

## Anmerkungen zur Übersicht "Unterrichtsverlauf"

Die Übersicht zum Unterrichtsverlauf (Seite 5) soll nur einen groben Eindruck der inhaltlichen und experimentellen Stationen auf der schulischen Handlungsebene vermitteln. Bei Bedarf - z.B. bei der gemeinsamen Erstellung einer Dokumentation zum **Hausmüll** - kann dieses Blockdiagramm nachträglich durch die übrigen Aktivitäten ergänzt werden.

Die einzelnen thematischen Blöcke sind prinzipiell austauschbar (bzw. auch als Einzelthemen einsetzbar), die vorgestellte Abfolge besitzt jedoch einen deutlichen inneren Zusammenhang: Die verwendeten Trennungsvorgänge werden zunehmend komplizierter und zu ihrer Deutung werden zunehmend abstraktere Begriffe verwendet. Umgekehrt erlaubt es die gewählte Vorgehensweise, von den Alltagserfahrungen der Schüler ausgehend Verallgemeinerungen und Begriffe zu entwickeln, die direkt auf die beobachteten Phänomene angewandt werden können.

### *1. Beispiel: Vom Gegenstand zum Stoffbegriff*

Das Sortieren des Mülls legt, über die darin konkret enthaltenen Gegenstände hinaus, die Bildung und Zuordnung von Stoffgruppen nahe, wobei der Werkstoffaspekt bei dieser praktischen Unterscheidung noch überwiegt. Beim Magnetsortieren wird die Gruppe der Metalle in magnetisierbare und nicht magnetisierbare differenziert. Beim Windsichten und Sieben, ebenso beim Trennen mittels Wasser, erfolgt eine explizite Unterscheidung zwischen äußeren Gegenstands- und davon unabhängigen stoffspezifischen (inneren) Eigenschaften (Form und Oberfläche / Dichte). Das Lösen weist auf weitere stoffcharakteristische Daten hin, ebenso die Fixpunkte beim Wechsel des Aggregatzustandes (beim Reinigen von Wasser durch Destillation).

### *2. Beispiel: Einführung eines einfachen Teilchenmodells*

Im Zusammenhang mit der Zerkleinerung von Stoffen (beim Sieben) bietet sich ein erster Ansatzpunkt für Überlegungen zur Teilchenstruktur der Materie. Diese Vorstellungen können schrittweise weiterentwickelt werden, z.B. beim Übergang vom Sieben zum Filtrieren, beim Lösen von Stoffen in Wasser und beim Verdunsten, Verdampfen und Kondensieren des Wassers.

Für beide Aspekte sind auch andere Verknüpfungen mit der experimentellen und theoretischen Arbeit mit dem Hausmüll denkbar. Zudem ist die Art der Begriffsentwicklung auch von der Zusammensetzung der Lerngruppe und von der Herangehensweise der Lehrers abhängig. Daher wurde auf eine detaillierte Beschreibung möglicher Wege verzichtet, auch unter dem Gesichtspunkt, daß die gegenstands- und problembezogene Auseinandersetzung der Schüler mit dem Müll nicht zum bloßen Mittel für die (effektivere) Aneignung chemisch-fachlicher Termini werden darf.

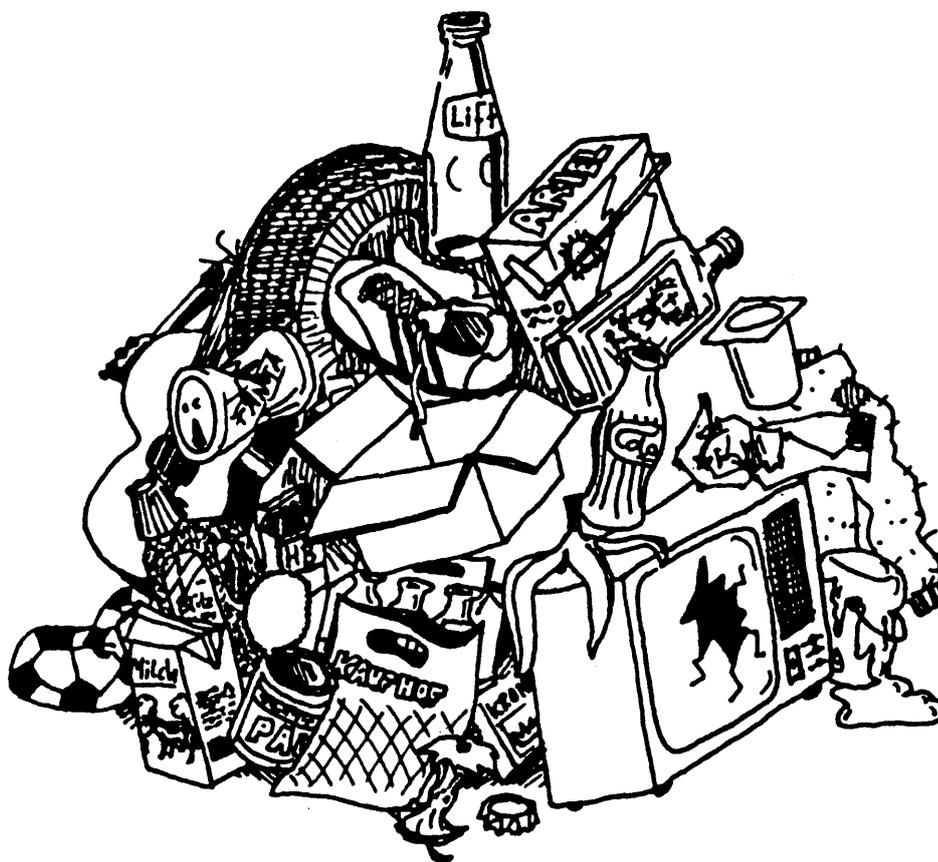
## 5. Materialien - Übersicht

	Seite
Hinweise zu den Materialien	8
A Hausmüll: Zusammensetzung und Stoffgruppen	9
A 1 Müllfragebogen	11
A 2 Auswertung des Müllfragebogens	13
A 3 Arbeitsblatt: Der Müllberg	15
B Stofftrennung I: Magnetsortierung	17
B 1 Arbeitsblatt: Die Magnetsortierung	19
B 2 Die Magnetsortieranlage	21
C Stofftrennungen II: Windsichten und Sieben	23
C 1 Arbeitsblatt: Ausblasen / Windsichten	25
C 2 Arbeitsblatt: Sieben	27
C 3 Die Hausmüll-Sortieranlage Landskrona	29
D Stofftrennung III: Trennen mittels Wasser	31
D 1 Arbeitsblatt: Trennen mittels Wasser	33
D 2 Arbeitsblatt: Bestimmung der Dichte von Stoffen	35
D 3 Trennung von Abfallgemischen - Zwischenergebnis	37
E Stofftrennung IV: Abtrennung von festen Stoffen aus Wasser: Filtrieren	39
E 1 Arbeitsblatt: Filtrieren	41
E 2 Arbeitsblatt: Der Boden als Filter	43
E 3 Deponie und Sickerwasser	44
F Stofftrennung V: Destillieren	45
F 1 Arbeitsblatt: Verdunsten - Verdampfen	47
F 2 Schülerentwürfe zur Destillation	49
M Materialien zum Hausmüll und zur Müllproblematik	50

### Hinweise zu den Materialien:

Wie die Übersicht (S. 7) zeigt, beziehen sich die Materialien der Abschnitte A - F jeweils auf ein Teilthema der Müll- (und Stoff-) trennung. So weit wie möglich wurden die Seiten mit ungerader Nummerierung als Arbeitsblätter gestaltet, auf den geradzahligen Seiten finden sich praktische und didaktisch-methodische Hinweise bzw. weiterführende Vorschläge.

Die Wiedergabe von "Arbeitsblättern" dient im wesentlichen der Übersichtlichkeit und der Anregung für den Unterrichtenden. Bei den Erprobungen wurden die entsprechenden Versuchsanordnungen jeweils von den Schülern bzw. mit ihnen zusammen entworfen. Die Darstellungen in diesem Materialteil haben daher eher den Charakter von verallgemeinerten Protokollen.



Die Materialien des Abschnittes M stellen ein Beispiel für ein mögliches Müll-Archiv dar, wie von den Schülern durch Sammlung leicht zugänglicher Materialien erstellt werden könnte. (Es handelt sich dabei nicht um ein authentisches Produkt aus dem Unterricht). Bei Bedarf können die dort wiedergegebenen Texte und Meldungen auch zur Vertiefung der Auseinandersetzung mit den individuellen und gesellschaftlichen Aspekten des Hausmülls herangezogen werden.



A 1 - A 3

*Hausmüll:*

*Zusammensetzung und Stoffgruppen*

*Bewußt gemacht werden soll in dieser Einstiegsphase*

- die Stoff-Fülle des Mülls (und der genutzten Güter; "besteht aus ...")
- die charakteristischen Rohstoffe der Gegenstände im Alltag ("wurde hergestellt aus ..." z.B. Metall, Papier, Holz, Glas etc.)
- der verschwenderische Umgang mit Produkten und Rohstoffen ("wurde (einmal) benutzt zu ...")
- und mit dem Verbleib im Müll dessen Qualität als Rohstoff-Reservoir aber auch als Umweltbelastung.

*Hausmüll liegt zwar prinzipiell im Erfahrungshorizont von Schülern der Sekundarstufe I, es ist aber keineswegs zu erwarten, daß sie aktiv über die entsprechenden Begriffsstrukturen verfügen oder eine klare Vorstellung von den zugrundeliegenden Stoff-Flüssen haben, z.B.:*

**Rohstoffe - Herstellung von Produkten - Nutzung - Müll (- Umwelt).**

*Die Rohstoff- und Herstellungseite stellt sich ihnen nur vermittelt dar, und der Müll verschwindet spätestens mit der Mülltonne oder dem Müllauto aus dem Blick.*

*Insbesondere vor dem Hintergrund, daß später auf die Möglichkeiten von Stoff-Recycling eingegangen werden soll, muß den Schülern zunächst ausreichend Gelegenheit (und Zeit) gegeben werden, diese Zusammenhänge für sich selbst herzustellen. Für viele Gegenstände des täglichen Lebens erscheint dies trivial, z.B. für die Lebensmittel. Aber auch hier muß der entsprechende "Müll"-Weg nachvollzogen werden:*

**Naturprodukt - Lebensmittel - Konsum - Fäkalien - Müll/Abwasser/Klärschlamm**

*Viele dieser Aspekte werden angesprochen, wenn man einen Müllfragebogen mit den Schülern selbst erstellt. Im Beispiel-Fragebogen (A1) wurde dabei ein Ergebnis der Müllanalyse bereits vorweggenommen, nämlich die Zuordnung der Müllbestandteile zu groben Stoffgruppen. Diese erste Ordnung von Stoffklassen kann ebenso bei der gemeinsamen Auswertung des Müllfragebogens (vgl. A 2) erfolgen.*

*Die Frage nach den stofflichen Bestandteilen bzw. nach den verwendeten oder enthaltenen Materialien führt zugleich weiter zu einer ersten Abstraktion von Form und Gestalt der Gegenstände zur Ebene des Stoffs. Damit erfolgt zugleich eine Unterscheidung dieser Eigenschaftskategorien (Form / Stoff), die zusammen den Gebrauchswert der Gegenstände des Alltags ausmachen. Diese Abstraktion von Form (und direktem Gebrauchswert) ist wiederum Voraussetzung für eine Vorstellung vom Müll als Rohstoff bzw. für den Recycling-Gedanken.*

M ü l l f r a g e b o g e n

1. Wieviel Hausmüll fällt bei Euch zuhause im Haushalt je Woche an?  
Wieviele Tüten? Wieviele kg? (Wieviele Liter?)

2. Was kommt alles in den Mülleimer?

Papier	Metalle	Glas	Kunststoffe	Naturabfälle

Sonstiges:

.....

.....

.....

3. Was wird getrennt gesammelt und in die dafür vorgesehenen Behälter gegeben?

Papier	ja / nein	immer / meistens / nie
Glas	ja / nein	immer / meistens / nie
Sonderabfälle (z.B. Batterien)	ja / nein	immer / meistens / nie

4. Wie könnte Hausmüll noch vermieden werden?  
(z.B. Naturabfälle auf den Komposthaufen?)

.....

.....

.....

.....

### Praktische Hinweise:

1. **Erstellung des Fragebogens:** Je weniger Fragen aufgelistet werden, desto einfacher und ergibiger gestaltet sich die Auswertung. U.u. muß man die von den Schülern entwickelten Fragen zu allgemeineren zusammenfassen. Benutzt man eine Overhead-Folie zur Fragebogen-Entwicklung, so können direkt im Anschluß daran Kopien für die Schüler gezogen werden.
2. Zur Abschätzung der zuhause anfallenden Müllmenge sollten einige Schüler ihre Mülltüten wiegen (z.B. mit einer Personenwaage). Mit dem daraus errechneten Durchschnittsgewicht kann eine grobe Umrechnung von der Tüten/Eimer-Zahl in kg erfolgen.
3. Die Auswertung der ausgefüllten Fragebögen erfolgt zweckmäßig mit der gesamten Klasse. Die Angaben zu den einzelnen Fragen können aber unter der Regie jeweils einer anderen Schülergruppe abgefragt und arbeitsteilig zusammengefaßt werden.
4. **Alternative zum Fragebogen:**
  - Auf dem Schulhof wird eine Mülltonne auf einer (nicht zu dünnen) Plastik-Plane ausgekippt und gemeinsam gesichtet. Aus Gründen der Hygiene sollte der Müll nur mit Gummihandschuhen angefaßt werden.
  - Charakteristische Müllbestandteile werden entnommen, gesäubert und zu einem **Modell-Hausmüll** in einen kleineren Behälter zusammengeschüttet. Der Restmüll wird wieder in die Tonne geschaufelt.
5. Verbieten die Umstände (z.B. heißes Wetter) dieses Real-Experiment, so kann ein entsprechender **Modell-Hausmüll** auch anhand des Fragebogenergebnisses zusammengestellt werden. Von einigen charakteristischen Müllsorten sollten Vorräte angelegt werden (z.B. Glas, Plastikteile, Metallteile) und nach Bedarf ergänzt werden (z.B. durch Pflanzenreste o.ä.).



**Auswertung des Müllfragebogens:****Frage 1: Wieviel Müll fällt im Haushalt je Woche an?**

(25 Angaben ausgewertet; betr. der Gewichtsangaben erhält man nur grobe Schätzwerte, da gleiche Volumina - "Tüten" - unterschiedlich schwer sein können)

	maximal	minimal	durchschnittlich
Volumen (Tüten/Eimer)	10	2,5	7
Masse (kg)	15,5	3	8,5

**Frage 2: Was kommt alles in den Hausmüll?****Papier:**

- Verpackungen: Einpack-, Geschenk-, Bonbon-, Eis-, Kaugummi-, Butterbrot-Papier  
Bäcker-, Obst-, Milch-Tüten  
Cornflakes-, Salz-, Nudel-, Fisch-, Pralinenschachteln  
Schuh-, Eierkartons
- Druckerzeugnisse: Zeitungen, Zeitschriften, Reklameschriften
- Schreibmaterial: Briefe, Schmierzettel, Rechnungen, Schulhefte, Kassenzettel
- Sonstiges: Pappteller, Taschentücher, Kaffeefiltertüten, Zigarettenfilter

**Glas:**

- Verpackungen: Senf-, Marmeladen-, Nutella-, Gurken-, Einmach-Gläser  
Einwegflaschen (Wein, Saft etc)
- Sonstiges: Trinkgläser, Vasen, Glühbirnen

**Metalle:**

- Verpackungen: Büchsen und Dosen für Hundefutter, Sardinen, Konserven,  
Kaffeemilch, Getränke, Spraydosen  
Kronkorken, Flaschendeckel u. -hülsen, Alufolie, Deckel von  
Joghurtbechern
- Sonstiges: Teelichtbehälter, Blumendraht, Schrauben und Muttern,  
Kochtöpfe, Drähte, Batterien, Lötzinn

Kunststoffe:

- Verpackungen: Pudding-, Joghurt-, Buttermilchbecher, Margarinedosen, Plastikdeckel, Plastikflaschen (Essig), Plastiktüten (Einkaufstüten), Wurst- und Käseverpackungen, Milchschläuche, UHU-Flasche, Tuben
- Sonstiges: Heftumschläge, Plastikhüllen, Tintenpatronen, Lineale, Strohhalme, Stifte, Spielsachen

Naturabfälle:

- Lebensmittel- Speisereste: Eier-, Obst-, Gemüse-, Nuß-, Zwiebeln, Knochen, altes Brot, Wurstpelle, Käserinde, Fleisch- u. Salatreste, Kaffee- und Teeabfälle
- Pflanzenreste: verwelkte Blumen, kaputte Pflanzen, Zweige, Blätter, Holzspäne, Vogelfutterreste usw.
- Sonstiges: Wollreste, Stoffreste, alte Putzlumpen, Windeln, Schuhe, Wachs, Asche

**Frage 3: Was wird getrennt gesammelt und in die dafür vorgesehene Tonne gegeben? (Auswertung von 26 Ausgaben)**

	getrennt gesammelt	zum Hausmüll	keine Angabe	anderes
Papier	13	9	3	1 (wird selbst verbrannt)
Glas	9	11	2	3 (verwenden nur Pfandflaschen) 1 (Gläser werden zum Einmachen verwendet)
Sonderabfälle	2	19	3	1 (Batterien werden zurückgegeben)

**Frage 4: Wie könnte man Hausmüll noch vermeiden?**

Durch den Hersteller: - kein unnötiges Verpackungsmaterial

Durch den Verbraucher: - durch gezieltes Einkaufen und Kochen weniger Abfälle  
 - Gläser verwenden statt Dosen (Recycling)  
 - Tragetaschen statt Plastiktüten verwenden  
 - keine Pappsteller verwenden

Durch den Müllentsorger: Durch spezielle Wiederverwertungsanlagen mit speziellen Techniken könnte ein Großteil wenn nicht sogar der ganze Müll wiederverwendet werden.

Der Müllberg - Arbeitsblatt

# Je Stadtbewohner 800 Kilogramm Müll

In jedem Jahr produziert der Durchschnitts-Bundesbürger etwa 250 Kilogramm Haus- und Sperrmüll. Ob er auf dem Land oder in der Stadt wohnt, spielt dafür keine Rolle. Allerdings fallen in Städten und Ballungsgebieten je Einwohner und Jahr zusätzlich 150 bis 250 kg hausmüllähnlicher Gewerbemüll an. Unabhängig von Stadt und Land kommen je Bürger jährlich 75 bis 125 kg Klärschlamm hinzu. In den Städten sind je Einwohner jährlich außerdem 50 kg Straßenkehricht, Markt-, Garten- und Parkabfälle zu beseitigen. Dergestalt liegt die jährliche Abfallmenge je Stadtbewohner zwischen 600 und 800 kg.

Die in diesen Abfällen enthaltene Menge von Rohstoffen ist unerwartet groß. An der Berliner Technischen Universität rechnet Professor Bernhard Jäger, daß allein städtischer Hausmüll fast zur Hälfte aus wiederverwertbaren Altstoffen wie Papier, Metalle, Glas und Kunststoffen besteht. Ihre Nutzung setzt seines Erachtens jedoch zahlreiche Umstellungen auf allen Ebenen voraus, die von der aktiven Mitarbeit der Bürger, getrenntem Einsammeln bis zu neuen technischen Verfahrensweisen reichen.

aus: Frankfurter Rundschau vom 1.3.1983

Übertrage die Angaben für die Müllmengen aus dem Zeitungsartikel:  
(in kg pro Jahr und pro Person)

Haus- u. Sperrmüll:	kg
hausmüllähnlicher Gewerbemüll:	kg
Klärschlamm:	kg
Kehricht, Gartenabfälle:	kg

---

Summe (unterer Wert):	kg
Summe (oberer Wert):	kg

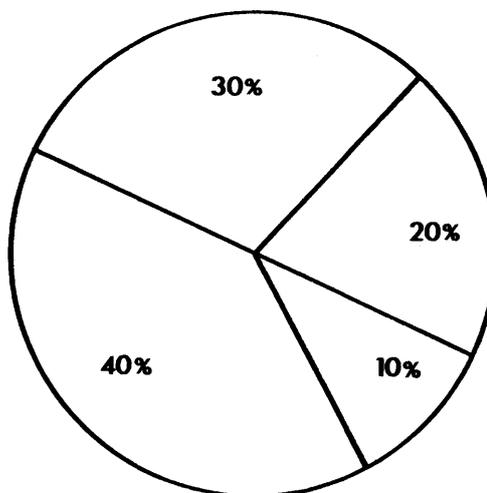
Vergleiche Dein Ergebnis mit den Aussagen des Textes!

Erstelle eine Kreisgraphik nach dem angegebenen Muster und trage die Müllanteile als Kreissegmente ein!

(Gesamtkreis: ... kg = 360°;  
Hausmüll 250 kg = ...°)

Hebe die privat verursachten Müllanteile farbig hervor!

Warum ist die Müllproduktion auf dem Land vermutlich geringer?



Vergleiche die Zahlen in der Zeitungsmeldung mit den Ergebnissen Eures Müllfragebogens?

Wie kommen die Unterschiede wahrscheinlich zustande?

Allgemeine Hinweise:

1. Nicht nur unter dem Gesichtspunkt der Ergebnissicherung ist es angebracht, von Anfang an mit den Schülern eine Art **Glossar** zu erstellen, das am Ende der Sequenz sowohl Spezial-Müll-Begriffe beinhaltet wie auch chemisch-fachliche Differenzierungen (etwa Eigenschafts-Listen o.a.).

2. **Vorschläge für mögliche Schüleraktivitäten:**

Bei deutlichem Interesse der Lerngruppe für die Müllsituation im Alltag bzw. bei explizit projektorientiertem Vorgehen bieten es sich an, bereits in dieser Phase Kleingruppen mit Arbeitsaufgaben zu betrauen oder solche entwickeln zu lassen. Die Ergebnisse können zum jeweils geeigneten Zeitpunkt in den Unterricht eingebracht werden bzw. nach Abschluß der Arbeiten.

Themen für solche Kleingruppen-Arbeiten könnten z.B. sein:

- Erkundung: Wo stehen im Stadtteil / in unserem Ort Sammelbehälter für bestimmte Abfallstoffe? (Einzeichnen in Karte)  
(Wer organisiert die Abfuhr? Wer trägt die Kosten / hat den Nutzen? Wie oft erfolgt die Leerung? . . .)
- Erkundung: Wer sammelt in unserem Ort / Stadtteil Altpapier? Zu wessen Gunsten?  
(Warum gibt es "zu viel" Altpapier?)  
(Was geschieht mit dem Altpapier?)
- Wohin fahren die Müllautos?  
(Deponie? In welcher Gemarkung liegt die Deponie?)  
(Müllverbrennung? Welche Orte / Ortsteile liegen im Bereich der Rauchfahne? Gibt es Probleme mit der Luft? . . .)
- Müll vermeiden (Erstellung eines Merk-/Flugblattes)
- Müll in der Schule (Wieviel? Was? Warum? . . .)
- Entwurf für ein Müll-Spiel (z.B. Ratespiel: Was kam diese Woche alles in den Müll? . . .)
- Müll-Kollage (mit Abbildungen, mit Müllteilen . . .)
- Anlegen eines Müll-Archivs (Zeitungsmeldungen, Broschüren, Flugschriften)



*B 1 - B 2*

*Stofftrennung I:*

*Magnetsortieren*

Einige Arten Hausmüll werden bereits in besonderen, öffentlich aufgestellten Behältern getrennt eingesammelt. Die Getrennt-Sammlung von Glas und Papier macht deutlich, daß Abfallstoffe vor einer Wiederverwertung möglichst einheitlich vorliegen müssen. Die Auswertung des Fragebogens zeigt aber, daß immer noch viele verschiedenartige Materialien zusammen in die Mülltonnen wandern. Damit stellen sich folgende Fragen:

**Welche Stoffe könnte man mit welchen Hilfsmitteln aus diesem Gemisch herausziehen?**

**Wie können diese Stoffe wiederverwertet werden?**

Erfahrungsgemäß nennen die Schüler in dieser Phase als erstes die folgenden Möglichkeiten zur Trennung der Müllbestandteile (bzw. zur Extraktion von Müllinhaltsstoffen):

- die Magnetsortierung und
- das Sortieren mit Hand (nach Sicht).

Tatsächlich stellt die Magnetsortierung - der Müllverbrennung nachgeschaltet - heute das verbreitetste großtechnische Verfahren zur Stoffabtrennung aus dem Müll dar (vgl. B 2).

Die unter B 1 beschriebenen Versuche können von den Schülern selbst oder zusammen mit dem Lehrer entwickelt werden. Die Darstellung in Form einer Arbeitsblattes entspricht eher der anschließenden Protokollierung.

Wichtig ist die Herausarbeitung der Tatsache,

- daß bei der Magnetsortierung eine bestimmte physikalisch-chemische Eigenschaft eines Stoffes (bzw. einiger Stoffe) ausgenutzt wird,
- daß diese Eigenschaft für diese Stoffe charakteristisch ist und somit eine eindeutige Abtrennung (von Eisen und Nickel) aus einem beliebigen Stoffgemisch möglich macht.

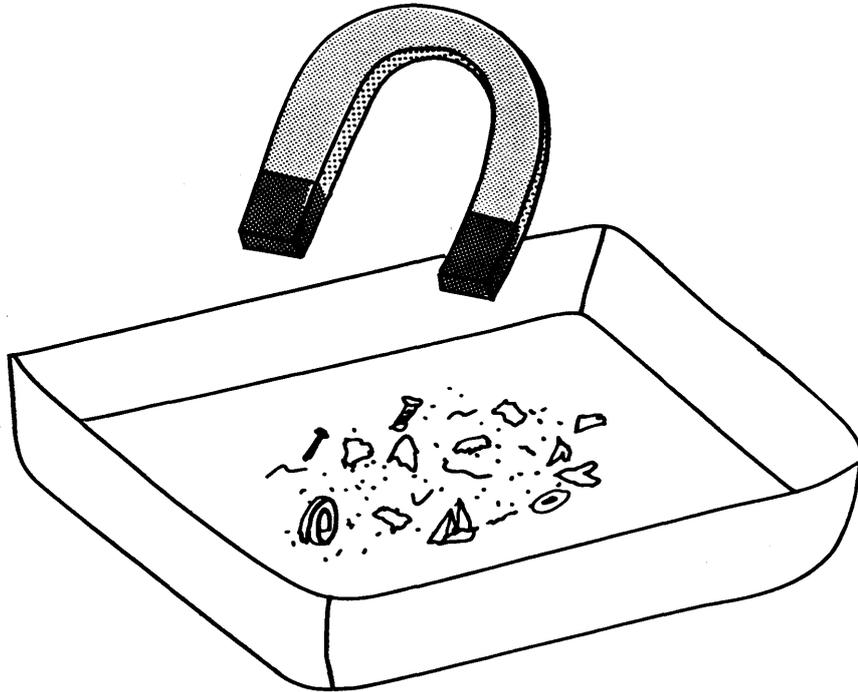
(In der Realität ist diese Abtrennung allerdings nicht so eindeutig, da oft Legierungen verwendet werden und auch metallische Werkstoffe durch Verschweißen oder Vernieten/Verschrauben miteinander verbunden sind. Durch eine vorgeschaltete Zerkleinerung kann jedoch der Anteil der mitgerissenen Fremdstoffe klein gehalten werden.)

Mit der Herausarbeitung des o.g. Zusammenhangs von eindeutig zuordenbaren Eigenschaften zu bestimmten Stoffen und der Ausnutzung zu einer Stofftrennung haben die Schüler bereits ein Instrument in der Hand, mit dem weitere Trennverfahren entwickelt und ausprobiert werden können.

Arbeitsblatt

### Magnetsortierung

Versuche, aus verschiedenen Müllgemischen Metallteile mit dem Magneten herauszuziehen.



Müllgemisch bestehend aus:	mit dem Magneten entfernbar

Bemerkungen: . . . . .  
. . . . .  
. . . . .  
. . . . .

Allgemeine Hinweise:

1. Nicht nur unter dem Gesichtspunkt der Ergebnissicherung ist es angebracht, von Anfang an mit den Schülern eine Art **Glossar** zu erstellen, das am Ende der Sequenz sowohl Spezial-Müll-Begriffe beinhaltet wie auch chemisch-fachliche Differenzierungen (etwa Eigenschafts-Listen o.a.).

2. **Vorschläge für mögliche Schüleraktivitäten:**

Bei deutlichem Interesse der Lerngruppe für die Müllsituation im Alltag bzw. bei explizit projektorientiertem Vorgehen bieten es sich an, bereits in dieser Phase Kleingruppen mit Arbeitsaufgaben zu betrauen oder solche entwickeln zu lassen. Die Ergebnisse können zum jeweils geeigneten Zeitpunkt in den Unterricht eingebracht werden bzw. nach Abschluß der Arbeiten.

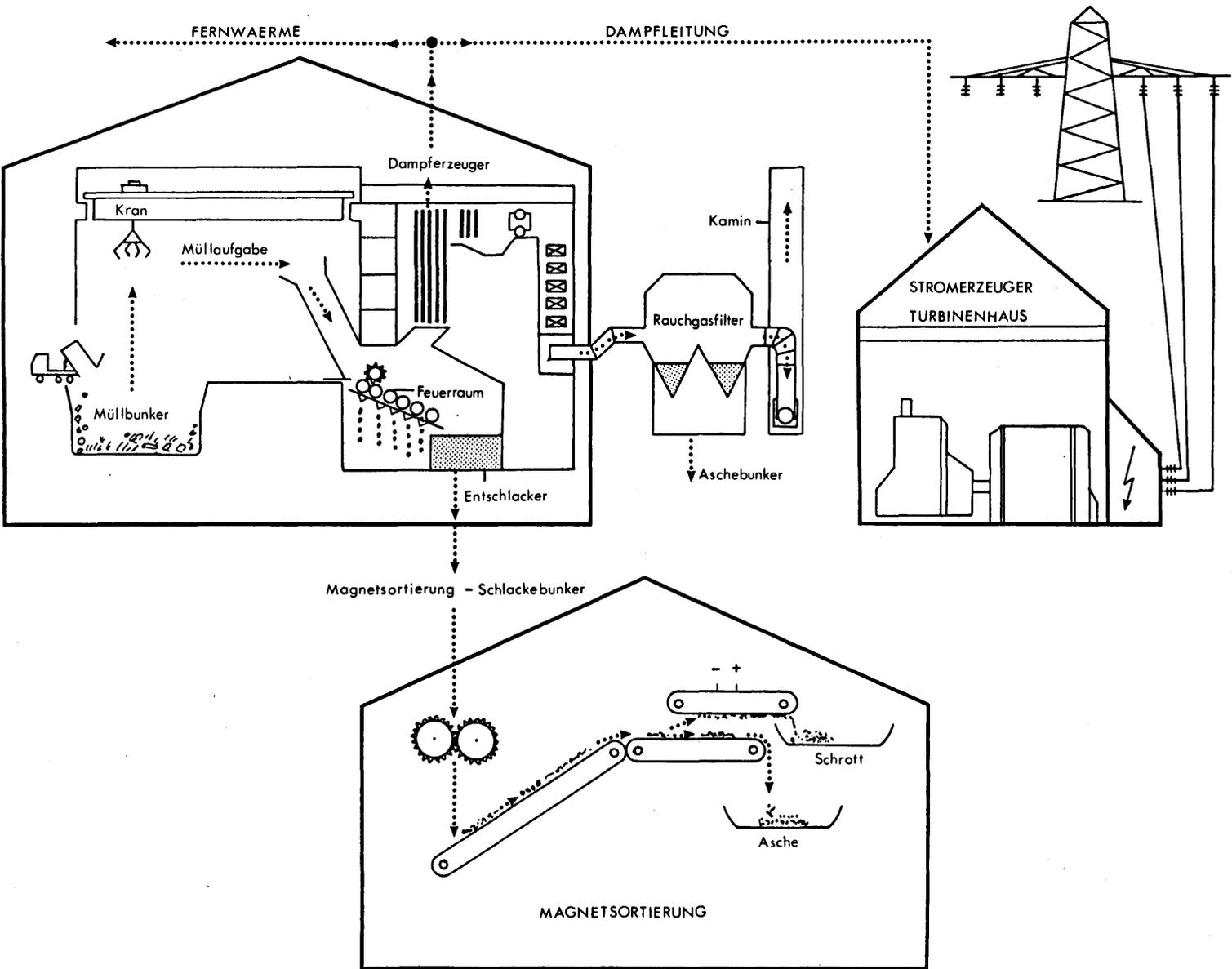
Themen für solche Kleingruppen-Arbeiten könnten z.B. sein:

- Erkundung: Wo stehen im Stadtteil / in unserem Ort Sammelbehälter für bestimmte Abfallstoffe? (Einzeichnen in Karte)  
(Wer organisiert die Abfuhr? Wer trägt die Kosten / hat den Nutzen? Wie oft erfolgt die Leerung? . . .)
- Erkundung: Wer sammelt in unserem Ort / Stadtteil Altpapier? Zu wessen Gunsten?  
(Warum gibt es "zu viel" Altpapier?)  
(Was geschieht mit dem Altpapier?)
- Wohin fahren die Müllautos?  
(Deponie? In welcher Gemarkung liegt die Deponie?)  
(Müllverbrennung? Welche Orte / Ortsteile liegen im Bereich der Rauchfahne? Gibt es Probleme mit der Luft? . . .)
- Müll vermeiden (Erstellung eines Merk-/Flugblattes)
- Müll in der Schule (Wieviel? Was? Warum? . . .)
- Entwurf für ein Müll-Spiel (z.B. Ratespiel: Was kam diese Woche alles in den Müll? . . .)
- Müll-Kollage (mit Abbildungen, mit Müllteilen . . .)
- Anlegen eines Müll-Archivs (Zeitungsmeldungen, Broschüren, Flugschriften)

**Praktische Hinweise:**

1. Die Vermutungen der Schüler über die Magnetisierbarkeit von Stoffen reichen von "alle Metalle und einige andere Stoffe" bis zu "nur Eisen". Um diese Vorstellungen zu klären, empfiehlt sich eine Versuchsreihe mit verschiedenen Metallproben. Dazu sollten parallel metallische Gebrauchsgegenstände (Dosen, Besteck, in- und ausländische Münzen usw.) und auch reine Metallproben aus der Chemiesammlung herangezogen werden. Dabei wird deutlich, daß keineswegs alle Metalle (ferro-)magnetische Eigenschaften besitzen, sondern nur Eisen und Nickel. Auf eine ausführliche Erklärung des Magnetismus bzw. der Magnetisierbarkeit sollte an dieser Stelle im Unterricht verzichtet werden.
2. Mit diesen ersten Versuchen kann zugleich eine **Einführung in die selbständige Anfertigung von Protokollen** erfolgen. Die unter 1. genannten Versuche zur Magnetisierbarkeit können z.B. in eine einfache Tabelle eingetragen und das Ergebnis zusammengefaßt werden.
3. Für den **Modellversuch zur Magnetsortierung** benutzt man am besten eine Plastikwanne (Entwicklerwanne aus dem Fotolabor) oder eine ähnlich flache Pappschachtel. Der Müll sollte gut zerkleinert sein und dünn ausgebreitet werden.  
Der Magnet sollte möglichst kräftig sein (Hufeisenmagnet). Parallel kann auch ein Elektromagnet verwendet werden (z.B. aus der Physiksammlung oder ein Teil eines Spielzeug-Magnetkrans).
4. Die Magnetsortierung kann mit **Müllgemischen unterschiedlicher Komplexität** vorgenommen werden, z.B.:
  - Metallstücke / Glasscherben
  - Metall / Glas / Kunststoffteile
  - Metall / Glas / Kunststoffteile / Papier
 Dies hat den Vorzug, daß die Schüler während der Arbeit bereits neue Ideen für die Abtrennung weiterer Stoffgruppen entwickeln.  
Der verwendete Müllschrott kann z.B. folgendes enthalten:  
Nägel, Teile von Blechdosen, Alu-Folie, Spritzgußteile (z.B. Modellautos), Stecknadeln, Kronkorken, Deckel von Joghurtbechern, Stanniolpapier, Uhrfeder, Blumendraht, Drähte aus Elektroleitungen, Rohrstücke, Teile von Fahrrad oder Auto usw.
5. Die Ergebnisse sollten zu einer **groben Unterscheidung** zusammengefaßt werden:
  - a) hinsichtlich der eisenhaltigen Gebrauchsmetalle, z.B.:
    - Weißblech
    - Gußeisen
    - Stahl
  - b) hinsichtlich einer allgemeinen Unterscheidung in  
Eisenmetalle / Nichteisenmetalle / nichtmetallische Stoffe

Müllverbrennungsanlage mit  
Magnetsortier-Anlage



# Innenminister will die Industrie zur Pfandflasche zwingen

Anteil der Mehrwegverpackungen sank weiter / Staatssekretär Spranger schlägt auch Quotenregelung für den Handel vor

Von unserer Korrespondentin Gerda Strack

BONN, 24. September. Mit einer Verordnung zum Abfallbeseitigungsgesetz will das Bundesinnenministerium den Vormarsch der Wegwerfflaschen und Getränkedosen stoppen. Wie der Parlamentarische Staatssekretär im Innenministerium, Carl-Dieter Spranger (CSU), am Dienstag vor der Presse in Bonn hervorhob, wird das Ministerium unmittelbar nach der spätestens im März 1986 vorgesehenen Verabschiedung der vierten Novelle zum Abfallbeseitigungsgesetz die Verordnung vorlegen. Erst die geplante Abfallnovelle ermächtigt den Minister, eine Verordnung zur Rettung der Pfandflasche vorzulegen.

Nachdem der Anteil der Mehrwegverpackungen von 88 Prozent (1970) auf 74,4 Prozent (1984) gesunken ist, hält Spranger ein Eingreifen der Bundesregierung

für unerlässlich. Die Pfandflasche darf nach Ansicht des Staatssekretärs nicht noch stärker durch Einwegflaschen, Getränkedosen oder Kartonverpackungen ersetzt werden, weil sonst die Beseitigung des Hausmülls immer schwieriger und teurer wird. Nach Sprangers Angaben fallen in der Bundesrepublik jährlich 20 Millionen Tonnen Hausmüll an, deren Beseitigung 3,5 Milliarden Mark koste. Allein für die Beseitigung von Getränkeverpackungen müssen die Bürger 300 Millionen Mark im Jahr zahlen.

Die Bundesregierung hat nach Sprangers Auffassung die Verpackungshersteller, Getränkeabfüller und den Handel lange genug vor der Verdrängung der Pfandflasche gewarnt. Die unternehmerische Wirtschaft habe versprochen, den Mehrweganteil bei den Getränkeverpak-

kungen nicht unter 75 Prozent sinken zu lassen. 1984 sei nun der Anteil von 75 Prozent erstmals unterschritten worden und deshalb müsse die Bundesregierung handeln.

Das Ministerium will, so Spranger, durch eine Verordnung eine klare Kennzeichnung der Verpackung vorschreiben. Sie soll Verbrauchern und Handel die heute oft schwierige Unterscheidung zwischen Mehrweg- und Einwegverpackung erleichtern. Daneben will es in der Verordnung eine Rücknahmeverpflichtung für Flaschen und eine Pfandregelung verankern.

Außerdem hält Spranger es für dringend geboten, in der Verordnung vorzuschreiben, in welcher Menge der Handel Mehrwegflaschen mindestens anbieten muß. Der Staatssekretär denkt an eine

Quote von 50 Prozent. Ob die Abfallbeseitigungsnovelle allerdings dem Innenminister auch das Recht gibt, den Anteil der Mehrwegflaschen festzulegen, ist bislang offen. Spranger rechnet mit Widerstand gegen eine derartige Ermächtigung durch den Wirtschaftsausschuß des Bundestags. Im Innenausschuß findet am 30. September eine Anhörung von Verbänden zur Abfallbeseitigungsnovelle statt.

Zu dieser Anhörung hat das Umweltbundesamt einen Bericht über Getränkeverpackungen vorgelegt, der den für das Ministerium ärgerlichen Trend zur Wegwerfflasche beschreibt. Laut Umweltamt bringt die Einwegverpackung zwölfmal soviel Abfallmenge, 32mal soviel Abfallvolumen und benötigt sechsmal soviel Energie wie die Mehrwegflasche, um die gleiche Menge Getränke zu verpacken.

## Weißblechdosen Das Verhältnis von Einweg- zu Mehrwegverpackung bleibt unverändert

Weißblechdosen schützen das Füllgut sicher gegen äußere Einwirkungen und sorgen für seine hohe Haltbarkeit. Mit Magneten können die Dosen einfach aus dem Haushaltsabfall zurückgewonnen werden. Die Recycling-Quote der Weißblechverpackungen, bezogen auf die Produktion in der Bundesrepublik Deutschland, beträgt rund 40 %; dabei sind die rückgewonnenen Zinnmengen nicht berücksichtigt.

Obwohl es Weißblechverpackungen seit fast zwei Jahrhunderten gebe, habe der technische Fortschritt allein in den vergangenen 25 Jahren die Zinnaufgaben auf weniger als die Hälfte früherer Werte vermindert. Die Bleche seien viel dünner, ohne daß die Verpackungseigenschaften gelitten hätten, sagte Gunther Remy, Vorstandsvorsitzender des Düsseldorfer Informations-Zentrums Weißblech.

Die Weißblechverpackung gilt als klassisches Einwegzeugnis, deshalb stehe sie mit in der Diskussion um die Getränkeverpackung, um Einweg- oder Mehrwegverpackung. Nach einer Untersuchung der Prognos AG - so Remy - „ist jedoch mit einem ‚Umkippen‘ der Einweg-/Mehrwegrelation nicht zu rechnen.

Auch in der Entwicklung bis 1990 bleibt die Mehrwegverpackung für Getränke an der Spitze. Die Einwegverpackung wird auch künftig ihren Schwerpunkt im Unterwegs- und Freizeitbereich haben“.

Zum zweiten ist Weißblech ein umweltfreundlicher Stoff. Stahl ist ohne Umweltrisiko. Die technische Entwicklung verläuft absolut deckungsgleich mit den politischen Forderungen nach Ressourcenschonung. Es wird, bezogen auf die Verpackungsleistung, immer weniger Rohstoff und Energie verbraucht.

Drittens stehe die Weißblechindustrie zu ihrem Wort. Die dem Bundesinnenminister gegebenen Zusagen zur Stabilisierung des Mehrwegsystems und zur Steigerung des Recyclings gelten uneingeschränkt, so Remy.

Das Weißblech-Recycling ist ein Bestandteil des Kreislaufes. Stahl/Weißblechherstellung - Dosenherstellung - Füllung - Handel - Verbraucher - Haushaltsmüll - Müllentsorgung - magnetisches Ausscheiden des Dossenschrotts - Schrotthandel - Stahlwerk.

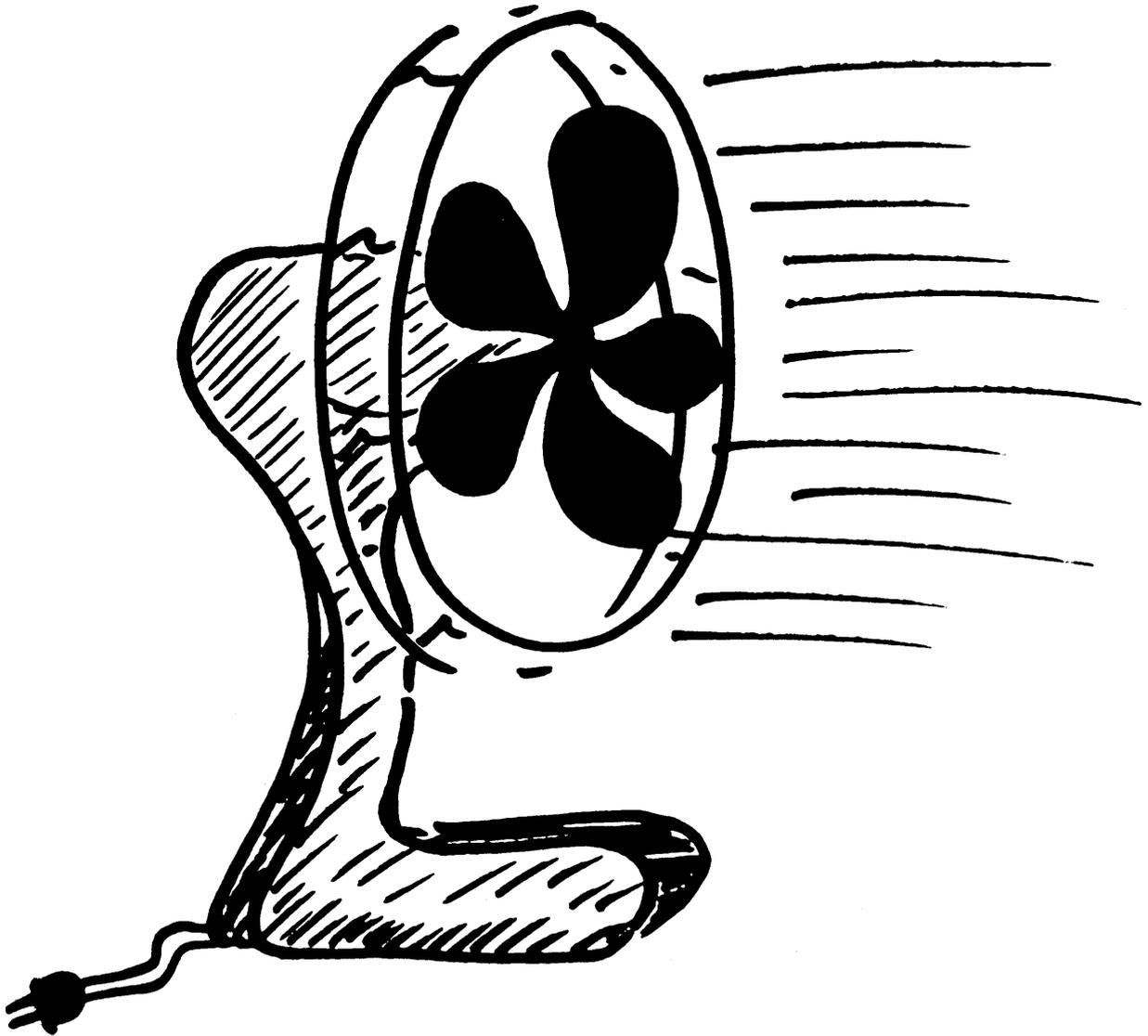
Dabei machen die magnetischen Eigenschaften des Weißblechs seine problemlose Rückgewinnung aus dem Müll möglich. Sie wird bereits an über 90 % der im Bundesgebiet installierten Müllverbrennungsanlagen durchgeführt; auch bei den Kompostwerken und Wertstoffrückgewinnungsanlagen.

Bezogen auf die jährliche Menge an Weißblechverpackungen aus deutscher Produktion beträgt die Recyclingquote ohne Entzinnung rund 40 %. Das ist eine direkte Folge des physikalischen Vorteils, der im Magnetismus des Eisens liegt und bei der Separierung des Müllschrotts zum Tragen kommt. Die Recyclingquoten, bezogen auf die Weißblechverpackungserzeugung, sind hoch. Die zunehmende Zahl von Müllverbrennungsanlagen fördert diese Entwicklung.

Mit Abstand die größte Müllschrottmenge wird jährlich aus den Aschen der Müllverbrennungsanlagen per Magnet zurückgewonnen. Eine kleinere Menge fällt auch in den Kompostwerken an.

Die Rückgewinnung von Schrott aus dem Hausmüll ist technisch problemlos und zugleich wirtschaftlich. Die magnetischen Eigenschaften des Eisens werden hierbei genutzt. Das gilt selbstverständlich auch für das Weißblech. Die Recyclingquote in der Wiederverwertung liegt bei über 90 %.

Der so gewonnene Müllschrott kann entweder direkt dem Hochofen zugeführt oder nach Aufbereitung zum Einsatzstoff für die Stahlwerke werden. Der erstgenannte Weg wird in absehbarer Zeit nicht mehr zur Verfügung stehen, weil moderne Hochofen auf den vielfach hochverschmutzten Müllschrott empfindlich reagieren.



C 1 - C 3

**Stofftrennung II: Windsichten, Sieben**

**Technische Anwendung**

Während der Untersuchungen zur Magnetsortierung entwickeln die Schüler auf spielerischem Weg weitere Vorstellungen und Vorschläge zur Stofftrennung.

Meist werden vorgeschlagen:

- **Ausblasen**
- **Sieben**
- **Trennen mittels Wasser** (vgl. Abschnitt D)

Diese Vorschläge können von Schülergruppen oder gemeinschaftlich im Entwurf weiter ausgearbeitet, materiell vorbereitet und anschließend durchgeführt werden.

Bei allen drei Trennverfahren muß wiederum herausgearbeitet werden, welche Eigenschaften bzw. welche unterschiedlichen Eigenschaften ausgenutzt werden und wie eindeutig diese bestimmten Stoffen zugeordnet werden können.

#### Praktische Hinweise zum Ausblasen (Windsichten) (C 1):

Eine mögliche Versuchsanordnung ist bei C 2 wiedergegeben. An Stelle eines Föns (möglichst mit abschaltbarer Heizung) kann ein Ventilator oder Druckluft verwendet werden. Zur Untersuchung eignen sich alle Abfallgemische, z.B. die Kombination

#### **Papierschnipsel/Glasscherben/Metallteile.**

Herausgearbeitet werden muß, daß die "Eigenschaft: kann ausgeblasen werden" von zwei Faktoren abhängt:

- einerseits vom spezifischen Gewicht / von der Dichte der Stoffe,
- andererseits von der relativen Größe der Oberfläche, somit von der Form der Gegenstände.

Damit wird auch verständlich, daß eine Stofftrennung durch Windsichten alleine nur zu uneindeutigen Ergebnissen führt, weil makroskopische äußere Gegenstandseigenschaften mit den eigentlichen Stoffeigenschaften konkurrieren. Auf diese Problematik kann in Zusammenhang mit dem Trennen mittels Wasser nochmals näher eingegangen werden.

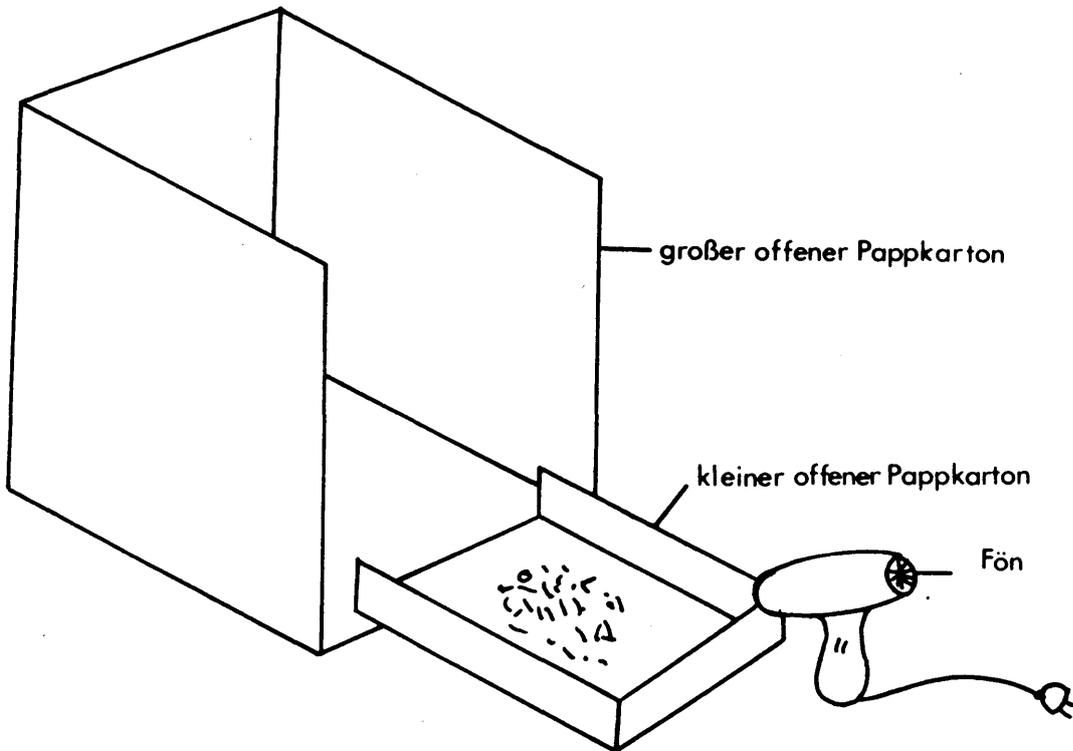
(Am Beispiel der Landskrona-Sortier und -Kompostieranlage kann erarbeitet werden, unter welchen Bedingungen dem Windsichten eine technisch bedeutsame Rolle zukommt.)

Als historisch wichtiges Anwendungsbeispiel für das Windsichten kann auf das Getreide-Dreschen auf der Tenne hingewiesen werden.

Arbeitsblatt

**Ausblasen (Windsichten)**

Versuche, verschiedene Abfallgemische durch Ausblasen mit dem Fön zu trennen.



<u>Abfallgemisch</u>	<u>ausgeblasene Stoffe</u>	<u>zurückbleibende Stoffe</u>
Glas/Papier		
.....		
.....		

Bemerkungen: .....

.....

### Praktische Hinweise zum Sieben (C 2):

Auch das Sieben stellt hinsichtlich des Trenneffekts ein unscharfes Trennverfahren dar, ebenso hinsichtlich der ausgenutzten Stoffeigenschaften. (s.o.) Die Trenneffekte hängen stark von den verwendeten Abfallgemischen ab:

Eingesetzt werden können z.B.:

- Gemische, die aus spezifisch schweren und spezifisch leichten Komponenten gleicher Größe bestehen oder
- Gemische, deren Bestandteile sich Form und Größe unterscheiden.

Unter die zweite Rubrik fällt u.a. die Abtrennung von Haushaltsabfällen aus dem Müll für die Kompostierung (vgl. das Verfahren bei der Landskrona-Anlage).

Einen für den Unterricht interessanten Sonderfall stellt die Trennung von Glasscherben und Kunststoffstücken dar: Nach dem Zerkleinern mit einem Hammer o.ä. (Augenschutz) fallen die kleinen Glasscherben durch das Sieb, die Kunststoffteile bleiben zurück. Die hier ausgenutzte unterschiedliche Sprödigkeit gehört allerdings zu den Stoffeigenschaften, die den Schülern weniger geläufig ist.

Als grobe Siebe können benutzt werden:

- Besteckeinsätze von Haushaltsspülmaschinen
- Einsätze von Laborspülmaschinen
- Gitterkäfige (Explosionsschutz-Käfige)
- oder selbthergestellte Siebe aus Maschendraht.

### Zur Müllsortieranlage (C 3):

Das Beispiel der Müllsortieranlage ist gut geeignet, die bisher erarbeiteten Zusammenhänge von Stoffeigenschaften und Trennungsmöglichkeiten zu vertiefen. Neben dem einfachen Nachvollzug der Trennung nach dem R 80-Verfahren ist auch anderes möglich:

- Z.B. kann nach Weglassen einiger Bezeichnungen in dem abgebildeten Schema versucht werden, den Trennungsgang selbst zu rekonstruieren.
- Es kann eine Tabelle angelegt werden, in der den jeweiligen Trennstufen die Eigenschaft(en) zugeordnet werden, die bei der Trennung ausgenutzt werden.
- Das technische Fließschema kann in ein Stoff- und Eigenschafts-Fließschema "übersetzt" werden (z.B. als Baum-Graphik).
- Eine interessierte Schülergruppe kann Teile der Sortieranlage nachbauen, z.B. mit Fischertechnik.
- Kunststoff(-Folien)- und Papierschnitzel können auf ihr Verhalten in der Hitze (Föhn) untersucht werden und anschließend auf das Verhalten beim Anblasen mit einem Luftstrom.
- Es kann überlegt (und/oder ausprobiert) werden, wo bestimmte Stoffe landen, die in der Landskrona-Anlage nicht vorkommen (z.B. Glas in größeren Mengen).

**Sieben**

Versuche, verschiedene Abfallgemische durch Sieben zu trennen.

Wie ist das Ergebnis?

<u>Abfallgemisch:</u>	<u>Trennergebnis</u>

Wiederhole die Versuche, nachdem Du das Abfallgemisch sorgfältig zerkleinert hast.

(Schutzbrille benutzen, besonders beim Zerkleinern von Glas!)

Wie ist das Ergebnis?

<u>Abfallgemisch:</u>	<u>Trennergebnis</u>

### Die Hausmüll-Sortieranlage in Landskrona (Schweden) (C 3)

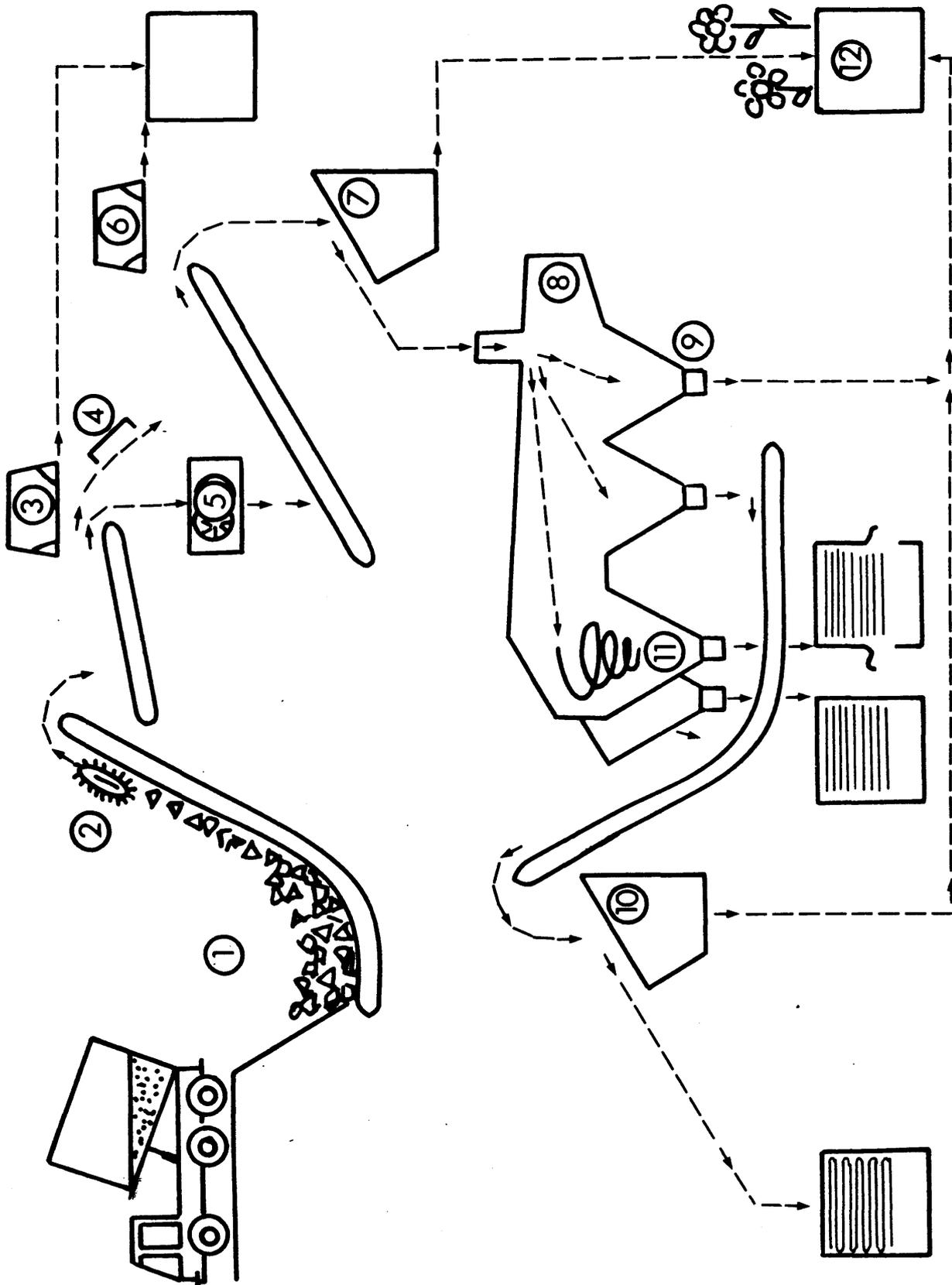
Diese Anlage verarbeitet seit 1978 den Hausmüll zweier schwedischer Gemeinden (jährlich 24000 t) nach dem sogenannten R 80-Sortierverfahren. Der anfallende Müll besteht je zu 2/5 aus organischem Material und aus Papier und zu je 5 % aus Kunststoffen und magnetischen Metallen. Daraus werden die folgenden Stoffmengen aussortiert:

4000 t Papier  
 1000 t magnetische Metalle  
 50 t Kunststoffe  
 17000 t Kompost (wobei anfallender Klärschlamm mitverarbeitet wird)

#### Erläuterung der schematischen Abbildung auf Seite 28:

- Der Hausmüll wird von den Müllautos in den **Müllbunker (1)** gekippt.
- Ein **Förderband** transportiert den Müll zu einer **Zerreißmaschine (2)**, die die Müllsäcke zerfetzt und größere Kartons zerkleinert.
- Ein Beschleunigungsband führt zur ersten Sortierstufe. Über dem Band ist ein **Magnetabscheider (3)** installiert, der größere Eisenteile abtrennt.
- Das **Beschleunigungsband** wirft den Müll gegen einen **Vorhang aus aufgehängten Metallrohren (4)**. Schwere Teile (z.B. Steine) schlagen den Vorhang auf und werden dahinter in einem Schacht gesammelt und später deponiert.
- Der übrige Müll gelangt zu einem **Zerkleinerer (5)**.
- Freigelegte Eisenteile werden durch einen **Magnetabscheider (6)** abgetrennt, der in tellergroße Stücke zerkleinerte Müll gelangt über ein Förderband in das erste **Sieb (7)**.
- Feine Müllteile, besonders **Küchenabfälle**, werden hier herausgesiebt und zur **Kompostierung (12)** gefördert.
- Die größeren Müllteile werden im **Windsichter (8)** durch waagrecht ein-geblasene Luft in leichte, mittlere und schwere Bestandteile sortiert.
- Die **schweren Bestandteile (9)**, im wesentlichen Holz und Knochen, kommen zur **Kompostierung (12)**.
- Die **mittelschweren Teile** werden zum **zweiten Sieb (10)** transportiert. Der Siebüberlauf besteht hauptsächlich aus Papier, Kartonagen und Wellpappe. Was durch das Sieb fällt, kommt zur Kompostierung.
- Die leichten Müllanteile werden kurzzeitig auf 80 - 100°C erhitzt. Dadurch ziehen sich die enthaltenen Kunststoff-Folien kugelartig zusammen. Anschließend wird in einem **Zyclon (11)** (Wirbel-Abscheider) in eine Papier-Fraktion und eine Kunststoff-Fraktion getrennt.
- Der Sortieranlage angeschlossen ist ein **Kompostierwerk (12)**. Dort werden die gesammelten organischen Bestandteile in Humus umgewandelt.

# Die Hausmüll-Sortieranlage (Landskrona, Schweden)



**HAUSMÜLL**

aus: Wirtschaftsrat der CDU e.V. (Hrsg.): **Umweltschutzfibel 5**  
**Abfall - Verwertung und Beseitigung, Frankfurt/M. 1985, S.10 ff.**

Bei den Methoden zur **Separierung verwertbarer Stoffe** aus dem Hausmüll sind grundsätzlich zwei Prinzipien zu unterscheiden:

- Getrennte Sammlung bei den Abfallverursachern, also den Haushalten, Gewerbebetrieben, Verwaltungen usw.

- Sortierung des Abfallgemisches in der Beseitigungsanlage (siehe bei Müllverbrennung und Kompostierung), insbesondere einer Müllsortieranlage.

Dem Prinzip der getrennten Sammlung dienen z.B. die Altglas- und Altpapiercontainer  
 Textilien

sammlungen, die Rückgabe von Altbatterien oder das Abliefern von Problemstoffen

Eine Übergangsform von der unsortierten Müllentsorgung zur getrennten Wertstofffassung ist die sog. "Grüne Tonne", die sich bei einigen flächendeckenden Versuchen bewährt hat. Sie dient der gemeinsamen Aufnahme von Altpapier, Behälterglas und Metallen und ermöglicht eine relativ einfache Nachsortierung.

Die bewährtesten Möglichkeiten zur Wertstofffassung sind in Tabelle 4 aufgezeigt.

Wertstoff	Getrennte Sammlung	Grüne Tonne	Mehrkammercontainer	Sortieranlagen
Papier, Pappe	+	+	+	+
Glas	+	+	+	+
Eisenmetalle	+	+	+	+
Kunststoffe	+	+	+	+
Textilien	+	+	+	+
Quecksilber	+	+	+	+
Batterien	+	+	+	+
andere Problemabfälle zwecks Beseitigung	+	+	+	+

Tab. 4  
 Möglichkeiten der Wertstofffassung aus Hausabfällen  
 (+ = bewährt)

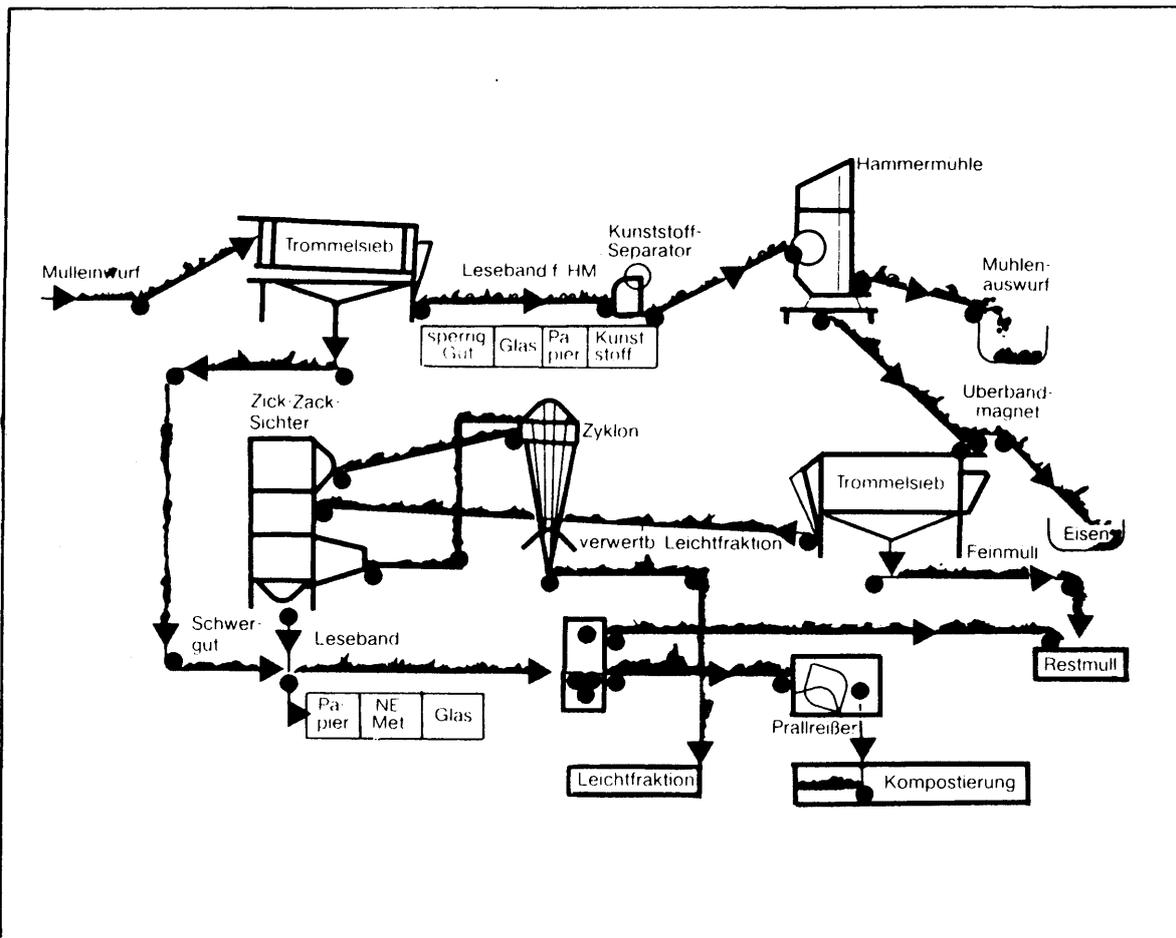


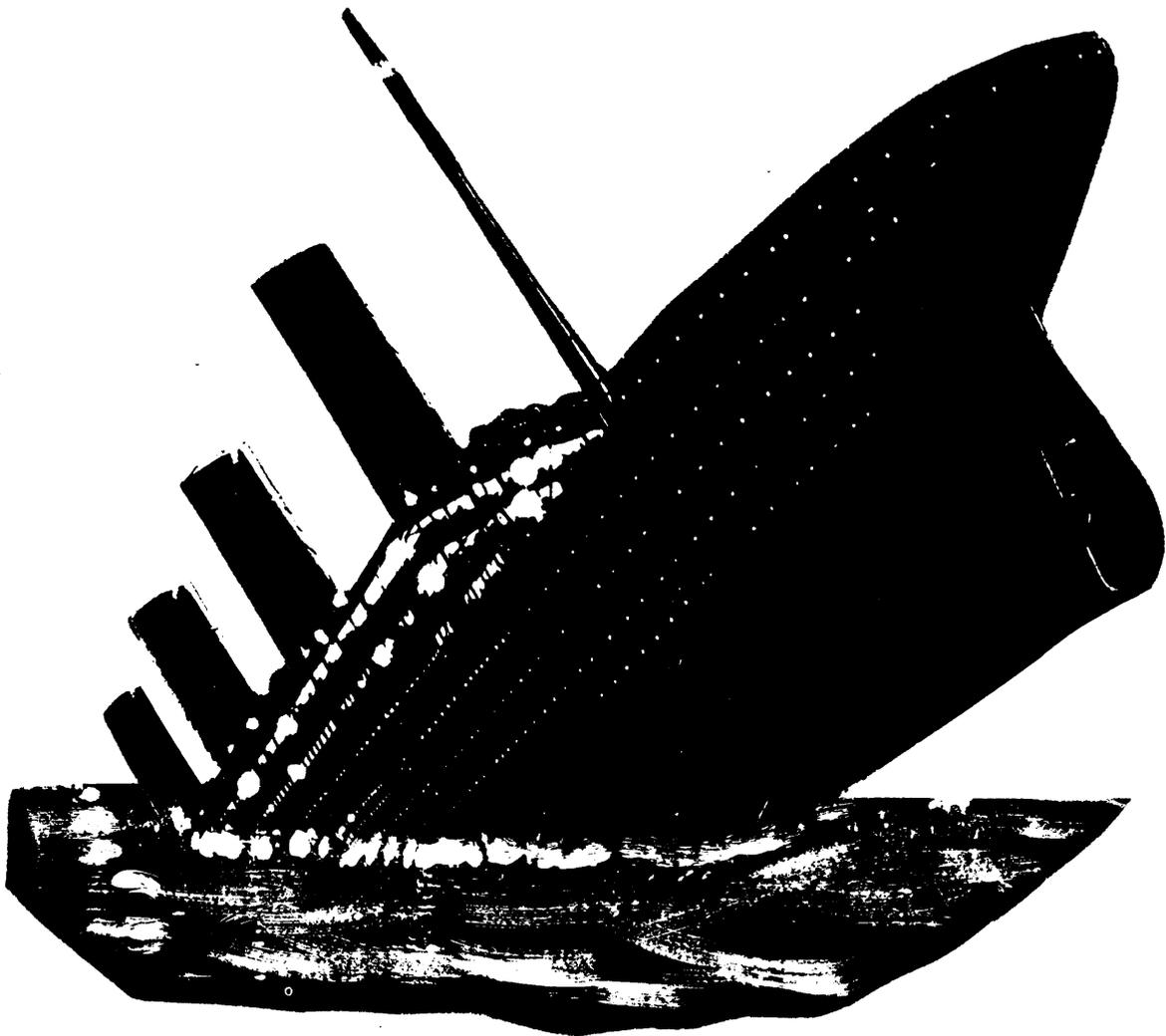
Abb. 5:  
 Fließbild der Rohstoffrückgewinnungsanlage Neuss  
 (Hausmüll-Strang)

**Müllsortieranlagen** sind mechanisch betriebene, überwiegend automatisch gesteuerte, komplexe Einrichtungen, deren Konzeption variabel und auf die örtlichen Gegebenheiten (Müllzusammensetzung und -menge, Verwertungszweck, Absatzmöglichkeiten und Restbeseitigung) zugeschnitten ist. Die Entwicklung ist noch nicht abgeschlossen, läßt aber kaum erwarten, daß die Müllsortierung andere Beseitigungsarten in stärkerem Maße verdrängt. Sortieranlagen sind nur im Verbund mit diesen sinnvoll und vertretbar.

Immerhin existiert in der Bundesrepublik seit 1981 eine funktionierende Sortieranlage für Hausmüll und Gewerbeabfälle, deren Entwicklung mit öffentlichen Mitteln gefördert wurde. Die von einem privaten Städtereinigungsunternehmen betriebene Anlage (vgl. Abbildung 5) sortiert den in der Stadt Neuss und zwei weiteren Gemeinden bei 200.000 Einwohnern anfallenden Müll in die Fraktionen Papier/Pappe, Metalle, Kunststoff und Glas sowie organisches Material, das an Ort und Stelle kompostiert wird. Das Glas und die Gewerbeabfälle erfordern Handauslese. Das Unverwertbare wird in einer benachbar-

ten eigenen Deponie abgelagert.

Die betreibende Firma unterhält seit vielen Jahrzehnten enge Geschäftsbeziehungen zum Rohstoffhandel und sieht in den dadurch begründeten konstanten Abnahmemöglichkeiten die wichtigste Voraussetzung für den offenbar wirtschaftlichen Betrieb ihrer Anlage. Für neuzuerrichtende Sortieranlagen, die sich in öffentlicher Hand befinden, kann diese günstige Startbedingung kaum vorausgesetzt werden.



*D 1 - D 3*

*Stofftrennung III: Trennen mittels Wasser*

*Bestimmung der Dichte*

**Praktische Hinweise:**

Für die Versuche zum "Trennen mittels Wasser" eignen sich mehr oder weniger alle Abfallmischungen. Um eindeutige Ergebnisse zu erzielen, sollten aber auch einfache 2-Komponenten-Gemische untersucht werden, z.B. Papier/Glas o.ä.

Die Trennversuche können in großen Bechergläsern, aber auch in einfachen Weck-Gläsern durchgeführt werden.

Daß über die Dichte eines Stoffes hinaus (s.u.) auch Form, Verteilung und Oberfläche für das Verhalten gegenüber Wasser von Bedeutung sein können, kann bei Bedarf durch Doppelversuche mit dem gleichen Stoff in unterschiedlicher Zerteilung nachvollzogen werden, z.B. mit massivem Eisen und Eisenfeilspänen. Bei Stoffen mit einer Dichte größer als 1 gewinnen Oberflächenspannung des Wassers, Benetzbarkeit und andere Eigenschaften im fein verteilten Zustand eine wichtige Rolle. (Falls zugänglich, kann den Schülern auch eine Modell-Flotation vorgeführt werden, bei der die - meist stark giftigen - Flotationshilfsmittel bestimmte Bestandteile eines Stoffgemischs besser benetzen als andere und im Schaum zur Wasseroberfläche tragen.)

**Allgemeine Hinweise:**

In der Vorstellung der Schüler ist der Vorschlag "Trennen mittels Wasser" zunächst eindeutig mit den Begriffen "schwimmt" und "schwimmt nicht" verbunden. Das Problem der Löslichkeit von Stoffen in Wasser sollte deshalb bis zur Behandlung der Teilthematik Sickerwasser zurückgestellt werden.

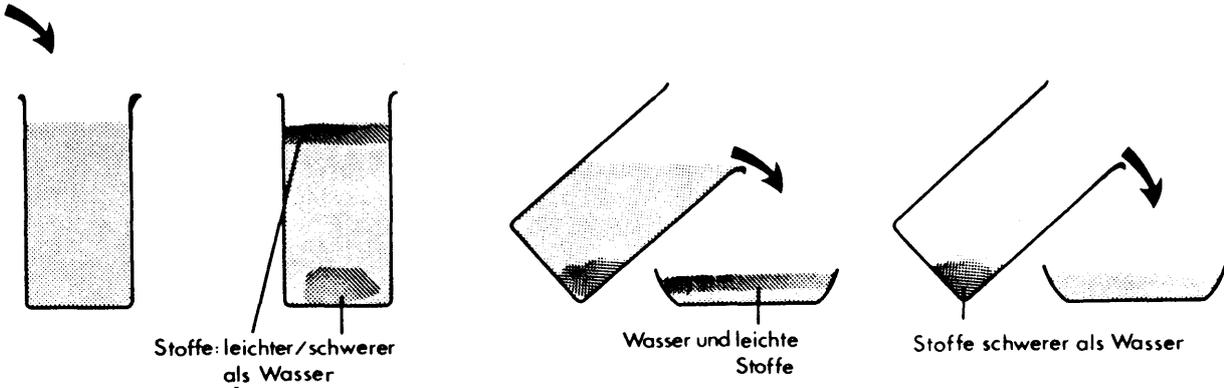
**Begriffe im Zusammenhang mit dem "Trennen mittels Wasser":**

- Eingeführt werden können die Begriffe "Suspension" und "Dekantieren", gegebenenfalls auch "Zentrifugieren".
- Zu den Begriffen Dichte und spezifisches Gewicht siehe D 2.
- Der Begriff "Flotation" sollte nur eingeführt werden, wenn eine Anschauungsmöglichkeit für die technische Nutzung gegeben ist.

Arbeitsblatt

**Trennen mittels Wasser**

Versuche, verschiedene Abfallgemische durch Einbringen in Wasser zu trennen.



**Ergebnis:**

Abfallgemisch bestehend aus:	aufschwimmende Bestandteile	absinkende Bestandteile

**Bemerkungen zu diesem Versuch:**

.....  
 .....

Hinweise zur Erarbeitung des Dichte-Begriffs:

Die von den Schülern verwendete Ausdrucksweise "ist leichter / schwerer als Wasser" bedarf zunächst der Ergänzung "bezogen auf gleiches Volumen". Damit ist die Dichte einer Quantifizierung und experimentellen Bestimmung zugänglich.

- Die Dichte von Wasser wird als Bezugsgröße durch Abmessen eines bestimmten Volumens und Wägung des leeren und des vollen Gefäßes bestimmt. (Dazu müssen nicht unbedingt Labormittel herangezogen werden; es eignen sich ebenso eine Küchenwaage und ein Litermaß.)
- Um die Dichte als eindeutig zuordenbare Eigenschaft eines Stoffs zu verdeutlichen, sollten mehrere, u.U. verschieden geformte Gegenstände aus dem gleichen Material parallel untersucht werden, z.B. Eisenblech (Dose), Nägel usw. Dazu lassen die Schüler die Untersuchungsgegenstände in ein kalibriertes Gefäß mit Wasser (Standzylinder, Becherglas mit eingebrannter Skala, oder auch: durchsichtiges Haushalts-Litermaß) und lesen die Volumenzunahme ab.
- Bei der Untersuchung von Plastik-Teilen stellen die Schüler schnell fest, daß die Dichte-Werte deutlich verschieden sind. Der Begriff **Kunststoff** wird damit als Sammelbegriff für eine uneinheitliche Stoffgruppe verständlich, ebenso wird dadurch ein Vorstellung von homogenen Stoffgemischen unterschiedlicher Zusammensetzung angebahnt.
- Gleiches gilt für den Sammelbegriff **Metalle**. Im Zusammenhang mit der Ermittlung von unterschiedlichen Werten für verschiedene Reinelemente wird auch die Untersuchung von Archimedes verständlich, der prüfen sollte, ob wirklich nur Gold für die Krone seines Herrschers verwendet worden war.
- Die praktische Dichte-Bestimmung vermittelt zudem einen eindeutigen Zusammenhang zwischen der Erfahrung "schwimmt" und der Tatsache, daß Stoffe, deren Dichte geringer ist als die des Wassers, bei der Volumenmessung untergetaucht werden müssen.

## Arbeitsblatt

**Bestimmung der Dichte von Stoffen**

Unterschiedliche Stoffe lassen sich mittels Wasser trennen, da manche aufschwimmen und andere absinken. Das ist abhängig davon, ob sie schwerer oder leichter sind als Wasser.

Zur Bestimmung der *Dichte* eines Stoffes muß man das Volumen und die Masse (das Gewicht) einer bestimmten Stoffmenge kennen oder messen.

**Vorversuch: Die Dichte von Wasser**

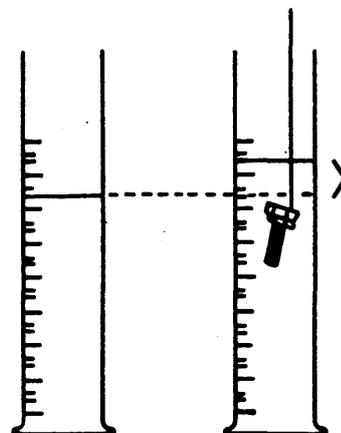
Miß eine bestimmte Menge Wasser ab (z.B. in einem Litermaß oder in einem Meßzylinder) und wiege das leere und das volle Gefäß.

Masse:	g	Die Dichte erhältst Du, indem Du die Masse durch das Volumen dividierst.
Volumen:	cm <sup>3</sup>	
Dichte:	g/cm <sup>3</sup>	

In gleicher Weise kann man die Dichte beliebiger Flüssigkeiten messen. (Für bestimmte Flüssigkeitgemische, z.B. für Wein, gibt es besondere Dichtemesser (Aerometer), mit denen man aus der abgelesenen Dichte auf den Anteil der einen Komponente - hier: den Alkoholgehalt - schließen kann. Ähnlich wird auch der Säuregehalt bzw. der Ladezustand von Autobatterien bestimmt.)

**Dichte von Feststoffen:**

Die Bestimmung des Volumens von Feststoffen geschieht am einfachsten, indem man sie in Wasser eintaucht. Aus der Erhöhung des Wasserspiegels kann man ablesen, wieviel Wasser der betreffende Gegenstand verdrängt hat, d.h. welches Volumen er einnimmt. Die Masse wird mittels einer Waage bestimmt.



Untersucht Bestandteile der verschiedenen Abfallgemische. Wiederholt die Untersuchung mit Gegenständen, die nach Eurer Meinung aus dem gleichen Material bestehen.

**Ergebnis:**

Gegenstand	besteht aus	Masse	Volumen	Dichte	Bemerkung

**Bemerkungen zu diesem Versuch:**

.....  
 .....

**Fragen zur Abfall-Trennung mittels Wasser:**

- Für welche Stoffgruppen eignet sich die Trennung mittels Wasser, bei der die unterschiedliche Dichte ausgenutzt wird?
- Für welche Stoffgruppen eignet sich diese Methode nicht?
- Warum ergibt sich nach der Zerkleinerung von Abfällen oft ein besserer Trennungseffekt?
- Was kannst Du über Stoffgruppen wie z.B. "Kunststoffe" oder "Metalle" sagen?

## Trennung von Abfallgemischen

### Zwischenergebnis

werden zu  
wird

**Verbrauchsgüter** (produziert aus Rohstoffen)

**Hausmüll** (enthält Wertstoffe)

a) **deponiert**

b) **verbrannt** (Nutzung der Energie)

c) **wiederverwertet** (Notwendigkeit der Stofftrennung)

Um Abfälle als Rohstoffe wieder der Produktion von Verbrauchsgütern zuführen zu können, müssen sie relativ rein sein.

Dafür kommen zwei Möglichkeiten in Betracht:

1. getrennte Sammlung (z.B. Glas, Papier, Batterien ...)
2. Abtrennung bestimmter Stoffe aus dem Müllgemisch

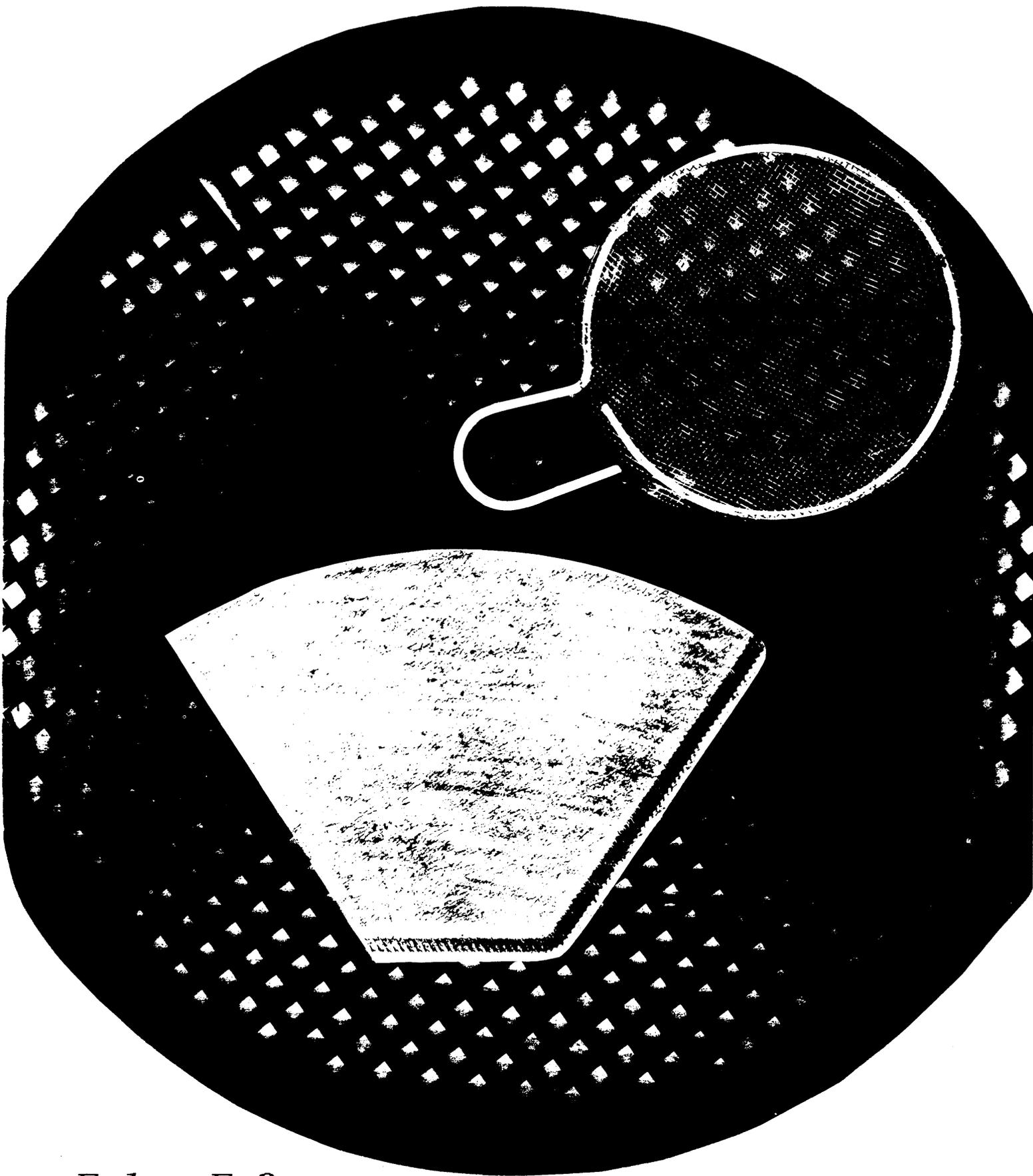
Stoffe	Trennmethode	ausgenutzte Eigenschaft	Kommentar
magnetische Metalle	Magnetsortierung	Magnetisierbarkeit	Nur Eisen und eisenhaltige Stoffe (z.B. Weißblech werden abgetrennt (+ Nickel))
"schwere" und "leichte" Stoffe	Windsichten	unterschiedliche Dichte und Form (Oberfläche)	Alu-Folie wird nicht mehr ausgeblasen, wenn sie zusammengeknäult ist.
Sand/Asche	Sieben	unterschiedliche Größe	gleiche Stoffe werden je nach Form verschieden behandelt
Glas	Zerkleinern + Sieben	Sprödigkeit (+ Größe)	Kunststoffe verhalten sich teilweise ähnlich wie Glas
"leichte" und "schwere" Stoffe	Trennen mittels Wasser (Flotation)	Dichte	Bedenken: Bei unge reinigten Müllgemischen entsteht eine "üble Brühe"

## MÜLL: ZUM WEGWERFEN ZU SCHÄDLICH - UND ZU SCHADE

Umweltbelastung und -entlastung durch herkömmliche und neuartige Verfahren der Abfallbehandlung

maximale Umweltbelastung maximale Umweltentlastung	durchschnittliche Umweltbelastung durchschnittliche Umweltentlastung	
<h3>Gesamtmüll-Deponie</h3> <p>                     Landschaftsverbrauch                      Lärm                      Luftbelastung                      Oberflächenwasserbelastung                      Grundwassergefährdung                      Bodenbelastung                      Recycling                      Energieeinsparung                 </p>		
<h3>Gesamtmüll-Verbrennung</h3> <p>                     Landschaftsverbrauch                      Lärm                      Luftbelastung*                      Luftbelastung**                      Oberflächenwasserbelastung                      Grundwassergefährdung*                      Grundwassergefährdung**                      Bodenbelastung*                      Bodenbelastung**                      Recycling                      Energieeinsparung                 </p>		
<h3>Gesamtmüll-Kompostierung</h3> <p>                     Landschaftsverbrauch                      Lärm                      Luftbelastung                      Oberflächenwasserbelastung                      Grundwassergefährdung                      Bodenbelastung                      Recycling                      Energieeinsparung                 </p>		
<h3>Getrennte Wertstofffassung und Kompostierung</h3> <p>                     Landschaftsverbrauch                      Lärm                      Luftbelastung                      Oberflächenwasserbelastung                      Grundwassergefährdung                      Bodenbelastung                      Recycling                      Energieeinsparung                 </p>		

\* ohne Rauchgasreinigung  
 \*\* mit Rauchgasreinigung  
 Nach Thilo C. Koch, Jürgen Seeberger: Ökologische Müllverwertung, Verlag C. F. Müller, Karlsruhe



*E 1 - E 3*

*Stofftrennung IV:*

*Abtrennung von festen Stoffen aus Wasser*

*Filtrieren*

### Allgemeine Hinweise:

Im Anschluß an die Erarbeitung und Erprobung der mechanischen Trennverfahren (Windsichten, Sieben, Trennen mittels Wasser) können als spezifisch chemische Laborverfahren das **Filtrieren** und das **Destillieren** behandelt werden.

Das **Filtrieren** steht für die Schüler in sichtbarem Zusammenhang mit dem "Trennen mittels Wasser": Z.B. lassen sich die obenauf schwimmenden Stoffe leicht abtrennen, wenn man sie mitsamt dem Wasser durch ein mehr oder weniger engmaschiges Sieb schüttet. (Dieses Prinzip wird z.B. in Kläranlagen verwendet, indem in den Zulauf Metallrechen eingesetzt sind, die grobe Feststoffe zurückhalten). Gleiches gilt für eine rationelle Abtrennung der zu Boden gesunkenen Müllbestandteile.

Ein **Filter** läßt sich aus dieser Perspektive leicht **als sehr feines Sieb** darstellen.

Der Übergang vom Sieb zum Filter kann experimentell anhand von Aufschlammungen erarbeitet werden. Etwaige Trübungen des Filtrates kennzeichnen einerseits die technischen und prinzipiellen Grenzen dieser Trennmethode für Fest-Flüssig-Gemische; andererseits kann hier angeknüpft werden zur Erschließung des Begriffs **Lösung**.

Die abnehmende Größe der Sieblöcher bzw. der Filterporen und die damit erzielten Trenneffekte ermöglichen auch erste **Betrachtungen über Stoffteilchen**, etwa:

- Wie gelangt das Wasser durch ein Papierfilter?
- Wie kann man sich gelöste Stoffe vorstellen (im Unterschied zum festen Zustand vorher)?  
Bsp.: Farbstoffe (Lebensmittelfarben), Kaliumpermanganat, Farb- und Aromastoffe aus dem Kaffeepulver, Salz, Zucker
- Wie könnte ein Stoff-Modell aussehen, das diese unterschiedlichen Vorgänge und Phänomene beschreibt?

### Praktische Hinweise:

- Für die erste Filtration sollte auf Möglichkeiten und Gegenstände aus dem Erfahrungsbereich der Schüler zurückgegriffen werden. Bewährt hat sich hier die Verwendung von Kaffeefiltern. Damit kann man - ohne eingelegtes Papierfilter - größere Gegenstände aus dem Wasser abtrennen, mit Filterpapier auch Schwebeteilchen aus Suspensionen.
- Vom Kaffeefilter ausgehend sollte die Filtration mit Laborgeräten als spezifische, den besonderen Arbeitsbedingungen der Chemie angepaßt Methode eingeführt werden. Zugleich kann auch eine Einführung in die schematische Darstellung von Versuchsaufbauten erfolgen.
- Der Kaffeefilter erschließt über die Fest-Flüssig-Trennung hinaus auch - entsprechend seiner ausschließlichen Verwendung im Haushalt - das Prinzip der Extraktion. Dieses partielle Herauslösen von Stoffen aus einem Feststoffgemisch spielt wiederum eine Rolle bei der Sickerwasserproblematik von Deponien (vgl. S. 42 - 44).

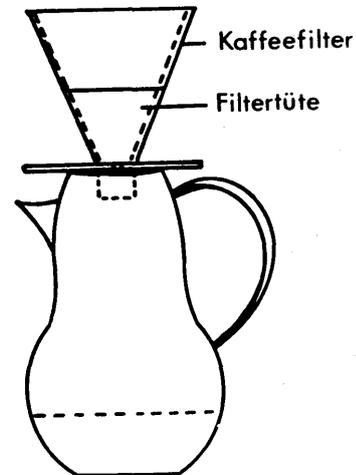
## Abtrennung von festen Stoffen aus Wasser

### Filtrieren

Versuche, aus einem Gemisch von Hausmüll und Wasser die festen Bestandteile durch Filtrieren abzutrennen. Untersuche auch Gemische wie

- Wasser und Asche
- Wasser und Blumenerde

Benutze dazu einen Kaffeefilter, wie er im Haushalt üblich ist.

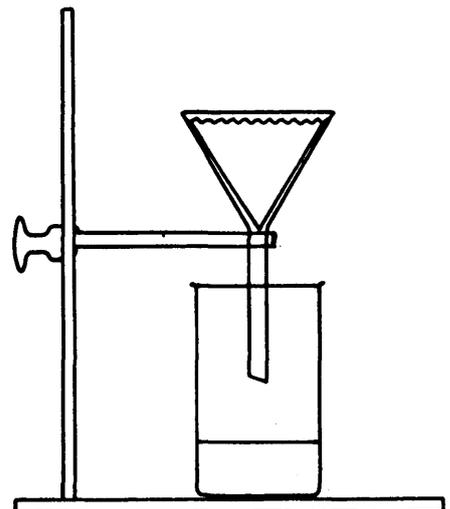


#### Ergebnis:

Abfallgemisch bestehend aus:	Ergebnis der Filtration	Bemerkungen

In chemischen Labors und im Chemieunterricht verwendet man an Stelle eines Kaffeefilters meistens besondere Geräte aus Glas.

- Baue aus den bereitgestellten Teilen (Glastrichter, Stativ, Klemme, Becherglas, Filterpapier) eine Filtration auf und wiederhole einen der Versuche.
- Laß Dir zeigen, wie ein Filterpapier zur Tüte gefaltet wird.
- Versuche, den Aufbau in einer einfachen Skizze darzustellen.



**Allgemeine Hinweise:**

Bereits beim **Trennen mittels Wasser** können die Schüler feststellen, daß bei Zugabe von Wasser zu einem Müllgemisch gelegentlich eine "trübe Brühe" entsteht, ein Phänomen, das die Schüler teilweise an der technischen Verwendbarkeit dieses Prinzips zweifeln läßt.

Dieser "trüben Brühe" entsprechen in der Realität Sickerwässer aus Deponien, die zunehmend eine ernste Gefahr für das Grundwasser darstellen. Denn in einem dicht besiedelten Land wie der Bundesrepublik können Trinkwasser-Reservoirs nicht immer im nötigen Abstand von den vorhandenen Deponien nutzbar gemacht werden.

**Sickerwasser und gelöste Stoffe:**

Anhand von aus Müllgemischen herausgelösten Stoffen können an dieser Stelle zunächst die **Grenzen des Filtrierens** erarbeitet werden. Dazu eignet sich

- entweder eine Hausmüllprobe, die man eine Woche lang mit Wasser stehen läßt und dann filtriert
- oder auch ein Modellversuch, der zeigt, daß weder Filter(-Papiere) noch Erd- oder Sandschichten als Filter in der Lage sind, gelöste Stoffe zurückzuhalten (vgl. E 2). Als lösliche Substanzen kann man beispielsweise Salz, Zucker oder farbige Stoffe (Lebensmittelfarben o.ä.) verwenden.

Die Problematik der Beeinträchtigung von Grundwasser durch Sickerwasser aus Deponien kann an Hand von Zeitungsmeldungen für die Schüler zugänglich und fruchtbar gemacht werden. Eine Möglichkeit der Darstellung bietet die Vorlage auf Seite 44, die als Aufbaufolie für die Overheadprojektion gedacht ist.

Diese Sickerwässer, die einer Filtration nicht zugänglich sind, wieder zu reinigen kann ein Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen sein. Sowohl unter dem Aspekt der Wiedergewinnung von reinem Wasser wie auch unter dem Gesichtspunkt der Abtrennung der gelösten Stoffe leitet diese Fragestellung über zur Entwicklung der Destillation.

Einen weiteren Ansatzpunkt stellt die Untersuchung der im Bodenfilter-Experiment durchgelaufenen Salzlösung dar: Neben dem problematischen Schmecken schlagen Schüler hier bereits das Eindampfen des Filtrats vor. (Dazu kann z.B. eine Probe in einer Porzellanschale erhitzt werden oder auch ein einzelner Tropfen auf einem Objektträger.)

## Der Boden als Filter

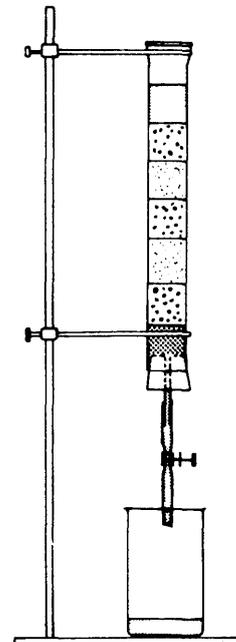
In der Natur werden viele Stoffe, die ins Wasser gelangen, mit der Zeit wieder abgebaut und unschädlich gemacht. Eine wichtige Rolle spielt dabei der Boden:

- In den oberen Schichten enthält gesunder Boden sehr viele Mikroorganismen, die sich von organischen Abfallstoffen ernähren und diese in eine Form umwandeln, in der sie als Nährstoffe für die Pflanzen wieder zur Verfügung stehen.
- Die tieferen Bodenschichten wirken wie ein Filter, der viele Wasserinhaltsstoffe zurückhält und für eine gute Qualität des Grundwassers sorgt.

Einige Substanzen werden aber weder von den Mikroorganismen verändert noch vom Boden herausfiltriert. Dazu gehören insbesondere Salze, die sich gut in Wasser lösen.

**Baue aus den bereitgestellten Teilen einen Bodenfilter zusammen:**

- Stativ mit Muffe und Klemme
- Glasrohr (oder Kunststoffrohr) mit 4-5 cm Durchmesser, ca. 25 cm lang
- passender Gummistopfen mit Bohrung und Glasröhrchen, das in die Bohrung des Stopfens paßt
- Stück Gummischlauch mit Quetschhahn
- Trichter, Becherglas
- sauberer, mittelfeiner Sand (kein Bausand; darf Wasser nicht trüben)
- etwas feiner Kies, Watte
- Wasser, Blumenerde, Kochsalz, löslicher Farbstoff (z.B. Lebensmittelfarben)



**Versuchsvorbereitung:**

- Verschließe das große Glasrohr an einem Ende mit dem Gummistopfen und dem Glasröhrchen.
- Lege über den Gummistopfen eine lockere Schicht Watte und fülle abwechselnd Kies- und Sandschichten in das Rohr.
- Baue das Stativ auf und befestige das Rohr so, wie es die Abbildung zeigt!
- Verschließe den Auslauf des Bodenfilters (z.B. mit einem Stück Gummischlauch mit Quetschhahn) und fülle das Rohr mit Wasser.

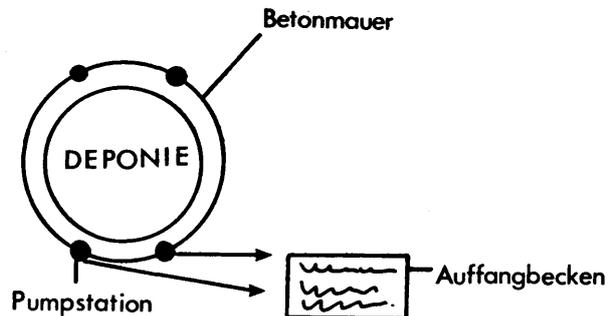
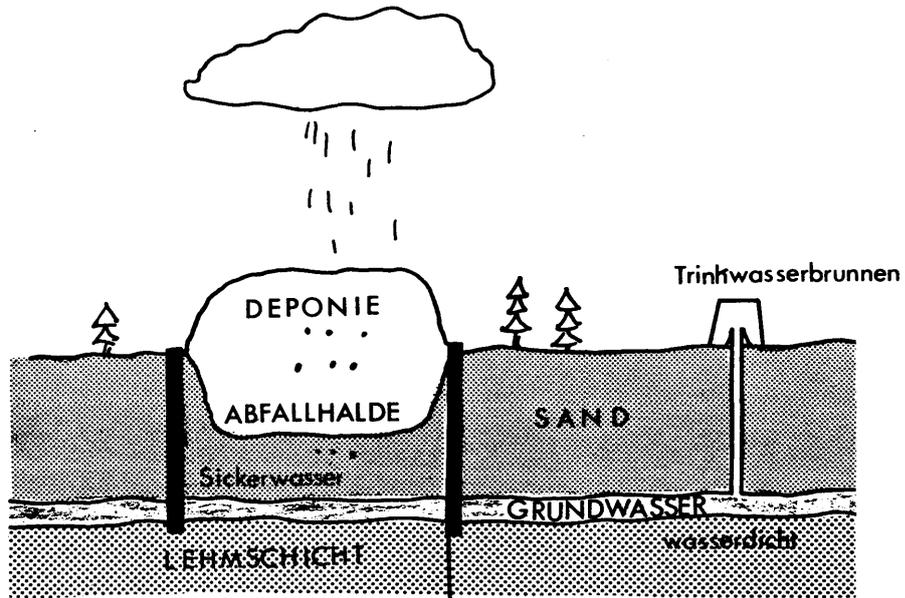
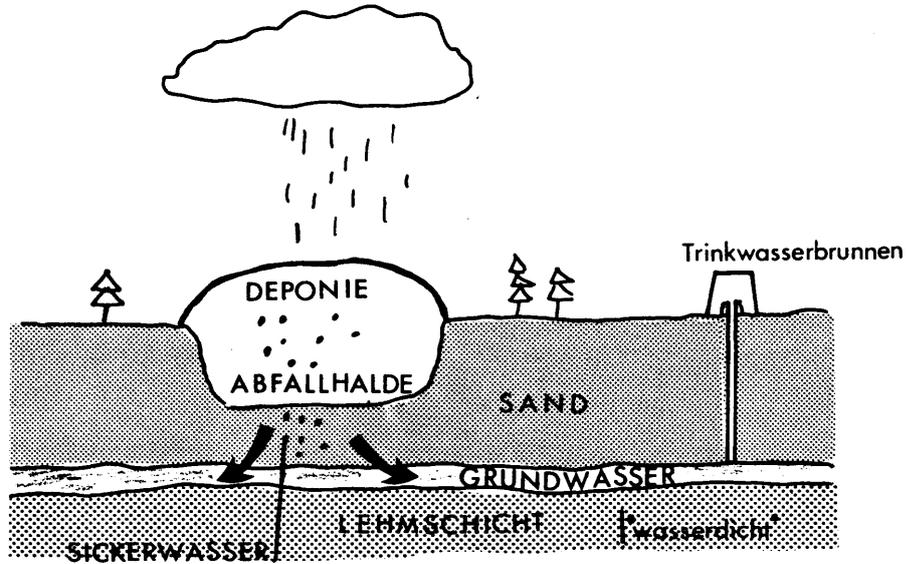
**Versuch A:** Gib etwas Gartenerde in Wasser und lasse die Mischung langsam durch den Bodenfilter laufen.

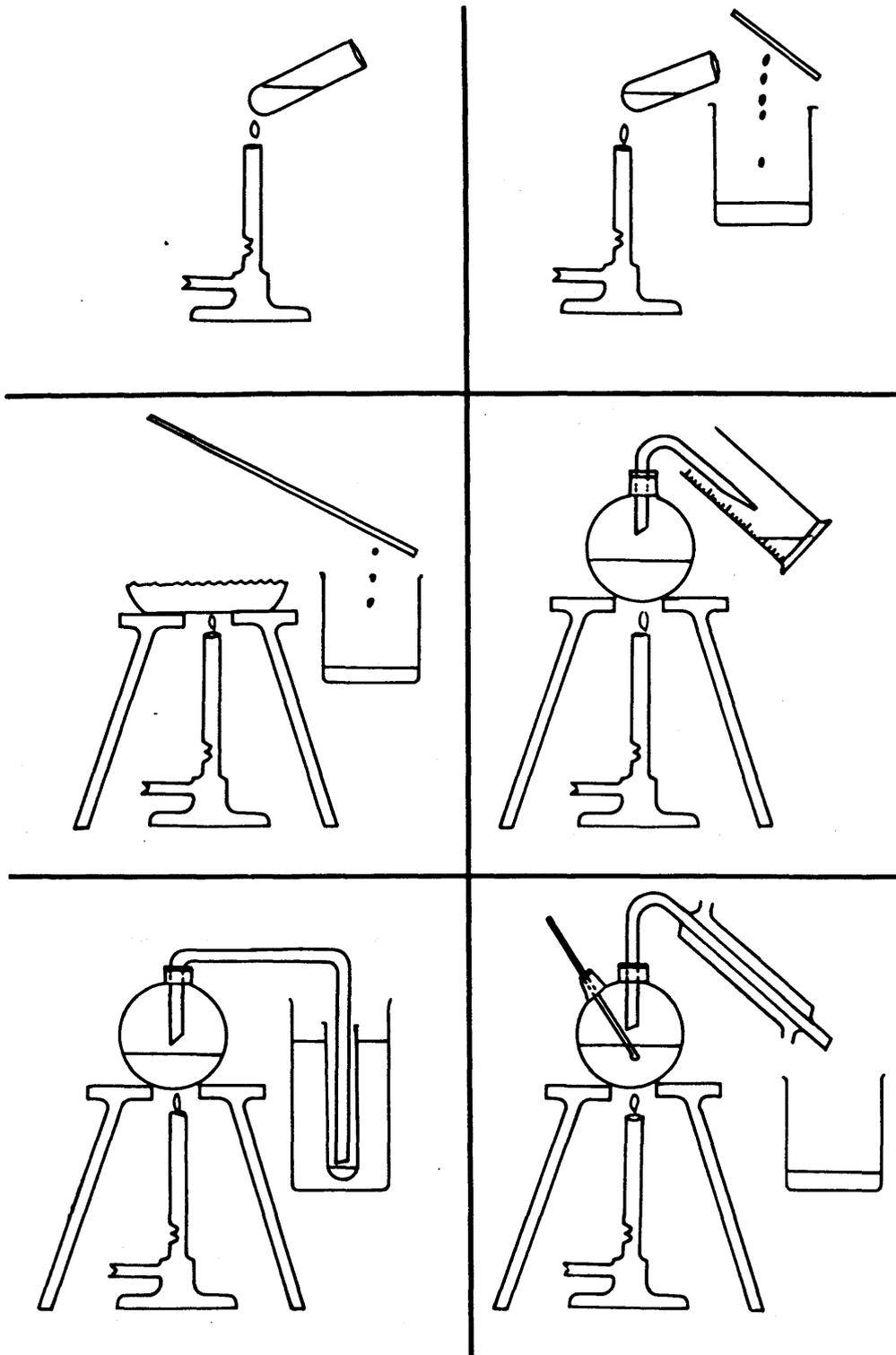
**Versuch B:** Löse zwei Eßlöffel Kochsalz in einem halben Liter Wasser und lasse die Lösung langsam durch den Bodenfilter laufen.

Wie kannst Du feststellen, ob das Salz vom Filter zugerückgehalten worden oder durchgelaufen ist?

### Deponie und Sickerwasser

Vorlage für eine Aufbaufolie zur Overhead-Projektion





**F 1 - F 2**

**Stofftrennung V:**

**Abtrennung von gelösten Stoffen aus Wasser**

**Destillation**

Je nach Situation und Interesse der Lerngruppe kann im Anschluß an die Filtration, insbesondere im Zusammenhang mit dem Bodenfilter-Versuch, näher auf die Reinigung von Wasser eingegangen werden, ebenso auf Trinkwasserverbrauch und -bedarf.

In Ballungszentren bietet sich die Thematisierung der Uferfiltration an einschließlich deren Problematik durch Salzfracht der Oberflächengewässer und eventuelle Belastung durch Schwermetalle und schwer abbaubare organische Chemikalien.

Eine weitere Möglichkeit stellt der Themenkreis **Entsorgung von Abwasser in Kläranlagen** dar.

(Vgl. dazu Sozmat Materialien für den Unterricht Band 14, L. Berthe-Corti, F. Riess: Umweltlabor, Marburg 1986<sup>3</sup>)

\*

Die Filtrationsversuche, besonders mit dem realitätsnahen Bodenfilter, führen erfahrungsgemäß zu der Frage, wie durch gelöste Stoffe verunreinigtes Wasser **prinzipiell** wieder von seinen Inhaltsstoffen "befreit" und gereinigt werden kann. An Vorkenntnissen bzw. Vorerfahrungen der Schüler liegen dazu vor:

- Vorstellungen und Kenntnisse vom Wasserkreislauf; Verdunsten über dem Land und besonders über dem Meer - unter dem Einfluß der Sonne;
- Salzgewinnung aus Salzgärten an warmen Meeresstränden; Bildung von Kesselstein in Kochtöpfen, Verkalken von Kaffeemaschinen;
- Wasserverlust beim längeren Kochen im Haushalt.

Liegt im ersten Fall der Akzent auf der **Abtrennung von Wasser aus einer Lösung** (nämlich salzhaltigem Meerwasser), so weist das zweite Beispiel auf die **Umkehrung** hin, nämlich die **Abtrennung eines Stoffes aus einer Lösung**. Bei den Fällen ist das Prinzip gemeinsam, Wasser verdunsten zu lassen. Der Schritt vom **passiven Verdunsten lassen** zum **aktiven Verdampfen** als Unterstützung dieser Art von Stofftrennung ist leicht zu vollziehen, wenn man die Alltagserfahrungen der Schüler (drittes Beispiel) einbezieht. Deutlich wird bei dieser Vorgehensweise auch die **Lösung als Sonderfall eines Stoffgemisches** mit dem zugehörigen Reinstoff Wasser.

Arbeitsblatt

## Verdunsten – Verdampfen

Löse in wenig Wasser

- a) Kochsalz
- b) einen Farbstoff (Tinte, Plakafarbe, Lebensmittelfarbe)
- c) einen anderen löslichen Stoff (z.B. eine Aspirin-Tablette)

Lasse die Lösungen in der Sonne oder in der Nähe der Heizung eine Woche lang stehen.

**Beobachtung:**

Wie kann dieser Vorgang beschleunigt werden?

**Skizziere Deinen Versuchsvorschlag:**

### Hinweise zur Entwicklung von Destillationsanordnungen:

Das einfache Verdunsten oder Verdampfen von Wasser aus einer Lösung orientiert sich an der Wiederverfestigung des gelösten Stoffes. Anhand der Problematik der in großen Mengen anfallenden Sickerwässer kann diese Sichtweise in Richtung auf die Reinigung und Wiedergewinnung des Wassers gelenkt werden.

Bei der folgenden Entwicklung von Destillationsanordnungen sollten zunächst erfahrungsnahen Vorschläge der Schüler berücksichtigt werden, die mit einfachen Mitteln zu realisieren sind (z.B. auch mit Kochtöpfen o.ä.). Unverzichtbar ist der Hinweis auf mögliche Gefahren beim Destillieren, besonders beim Erhitzen von Lösungen in offenen Gefäßen und beim Einengen salzhaltiger Lösungen bis zur Trockne.

Aus der Kritik (z.B. "man müßte die Wassertropfen besser auffangen können") kann sich eine Weiterentwicklung ergeben, die die spezifische Laborform einer Destillation als sinnvolle Anordnung für eine effektive Trennung verständlich werden läßt, nämlich als

- **Bestimmung des Weges des Wasserdampfes**
- **Unterstützung der Wiederverflüssigung (Kondensieren) durch Kühlung**
- **gezieltes Auffangen und Sammeln des Kondensats.**

Notwendig erscheint auch hier (wie beim Bodenfilter-Versuch) die Untersuchung des Produktes, hier: des Destillats, auf etwaig noch gelöste Stoffe. Das kann sowohl durch einen weiteren Eindampfversuch erfolgen wie z.B. auch durch eine Geruchsprobe.

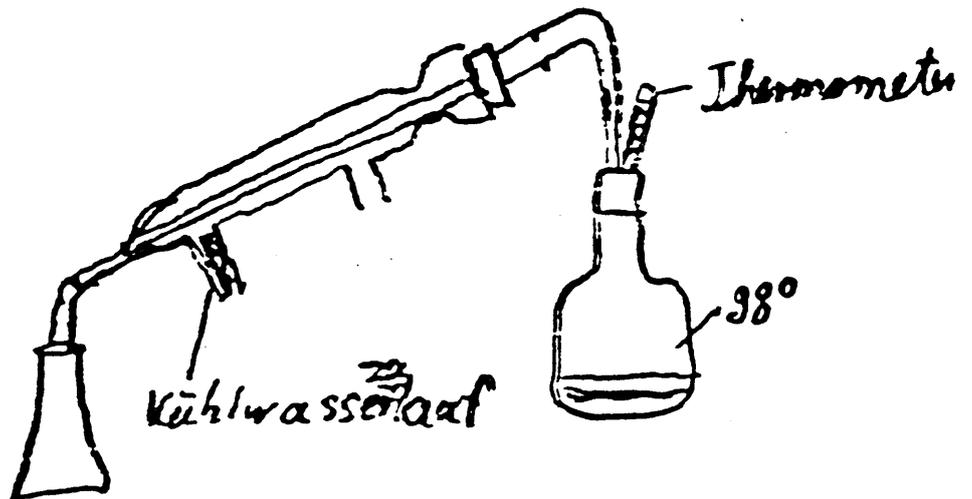
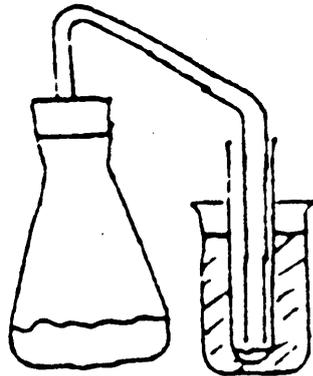
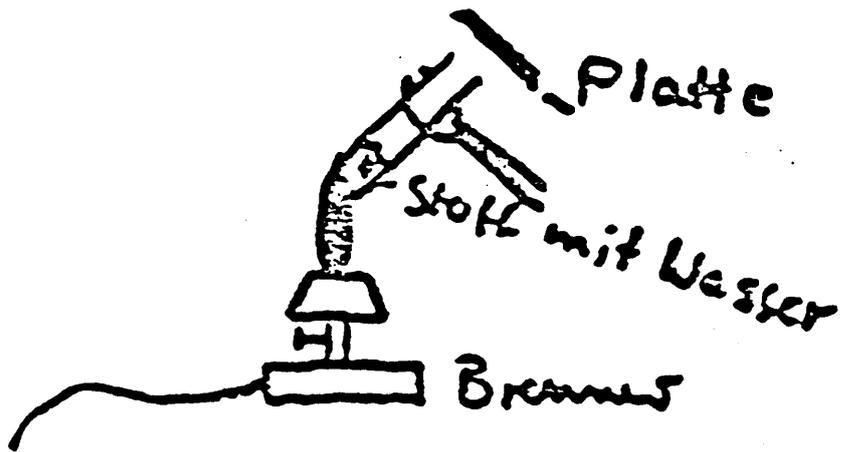
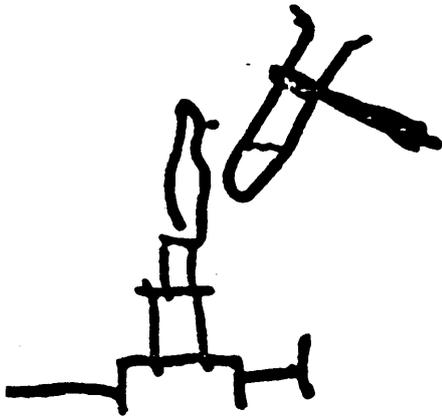
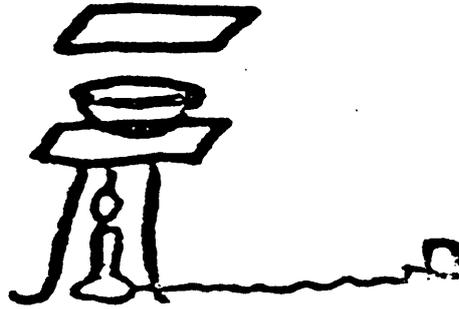
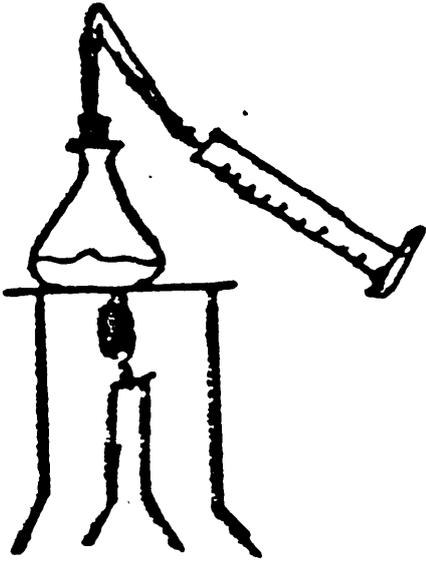
Läßt man den Schülern hinreichend Zeit, so werden sie in der Regel sowohl Verbesserungsvorschläge für ihre eigenen einfachen Anordnungen finden wie auch die energie- und zeitaufwendige Art dieser Wasseraufbereitung erkennen.

Wichtig ist besonders die gemeinsame Reflexion der letztgenannten Charakteristika, die eine Destillation von verunreinigtem Wasser als technische Möglichkeit ausschließt und die Destillation als Sonderfall der Wiedergewinnung oder Reinigung von Flüssigkeiten in Labor oder in der Produktion kennzeichnet.

Eine einfache Energiebetrachtung kann mit Hilfe eines Versuches erfolgen, bei dem Wasser bei gleichbleibender Energiezufuhr (Brenner, Kochplatte oder Tauchsieder) zunächst von Zimmertemperatur zum Sieden erhitzt und anschließend verdampft wird. Die unterschiedlichen Zeitspannen sind ein gutes Maß für den jeweiligen Gesamtbetrag der eingesetzten Energie. (Bei Verwendung eines Tauchsieders darf natürlich nur ein Teil des Wassers verdampft werden.)

Diskutiert werden muß auch die Frage nach dem Verbleib der festen Rückstände bei dieser Art Wasseraufbereitung, denn auf Halde können sie ja nicht gelegt werden.

Schülerentwürfe zur Destillation



M

## Je Einwohner ein Kleiderschrank voll Abfall

Morgens ab 6.30 Uhr beginnen 420 Düsseldorfer Müllmänner mit den Abfallarbeiten der Großstadt. 98 500 Mülltonnen gibt es in Düsseldorf. Da etliche davon zweimal wöchentlich geleert werden, läßt sich die stolze Zahl von fast 150 000 Wechseln, wie Fachleute die Entsorgungsaktion nennen, errechnen. 209 000 t Hausmüll landen auf diese Weise jährlich in der Müllverbrennungsanlage Flinngern.

Dabei wird die Arbeit für die Saubermänner im wahrsten Sinne des Wortes immer leichter. Das liegt zum einen daran, daß der größte Teil, nämlich 81 300 der haushaltsüblichen Tonnen mit 110 l beziehungsweise 240 l Fassungsvermögen in den letzten 14 Jahren von Metall auf Kunststoff umgestellt wurden. 20 kg Tara weniger je Behälter machen auch für bewährte Müllmännermuskeln einen deutlichen Unterschied, wenn die Tonnen zum Wagen gehievt werden müssen.

Eine weitere Erleichterung ist auch auf die allgemeine Entwicklung zurückzuführen, daß der Müll vom Volumen her zwar mehr wird, das Gewicht gleichzeitig aber sinkt. „Ein typisches Zeichen für Wohlstandsmüll“, nennt Otto Drewes, Chef des Stadtreinigungs- und Fuhramtes, diesen Trend. Der Grund ist einfach zu erkennen: Die Verpackungsanteile wie Papier, Pappe oder Glas werden immer größer, wiegen aber letztendlich weniger als Asche oder nasse Abfälle.

Die Statistiker haben dazu festgestellt, daß im Ruhrgebiet, wo es beispielsweise noch viel Deputatkohle gibt, der Müll vergleichsweise schwerer ist, als in der Landeshauptstadt. So ist auch zu verstehen, daß jährlich die Abfallmenge im Volumen um durchschnittlich 2,5% steigt, das Gewicht je Kopf aber um 3% gesunken ist. Der Durchschnitts-

bürger hat so im vergangenen Jahr 304 kg Hausabfall produziert, was einem Volumen von etwa 2,55 m<sup>3</sup> entspricht. Bildlich entspricht das je Einwohner einem fünftürigen Kleiderschrank vollgestopft mit Müll.pdl

VDI-Nachrichten Nr. 35 (September 1983), S.8



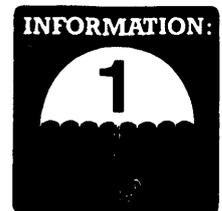
**DEUTSCHER  
VERBRAUCHER  
SCHUTZVERBAND e. V.**

**VERBRAUCHERSCHUTZ – SCHUTZ DEM VERBRAUCHER**



**18 Millionen  
Tonnen  
Hausmüll**

werden jährlich von den  
Bundesbürgern produziert.



Dazu kommen 220 Millionen Tonnen Abfall, der sich aus Autowracks, Altreifen, Bauschutt, Klärschlamm, Schlachthofabfällen und Sondermüll der Industrie zusammensetzt. Der größte Teil dieses Müllberges enthält wertvolle Stoffe, die eigentlich weiterverwendet werden könnten. So enthält 1 Tonne Hausmüll z. B. 14% Glas, 23% Papier und Pappe, 18% Kunststoffe, Leder, Holz und 5% Metalle.

Ein anderer Teil des Müllberges ist nur schwer und teuer zu beseitigen, wie alte Haushaltsgeräte, Autowracks, Alt- und Schmieröl oder läßt sich gar nicht mehr abbauen, wie z. B. hochgiftige Kunststoffe.

Nur 10% des gesamten Abfalls sind echter Müll, wie Bauschutt, keramische Bestandteile u. a.

Die Wegwerfgesellschaft kommt uns teuer zu stehen; letztlich landen wertvolle Rohstoffe und Materialien für 480 Millionen DM jährlich auf dem Müll. Und für dessen Beseitigung wenden wir nochmals enorme finanzielle Mittel auf. Dies schmälert nicht nur in erheblichem Maße unseren Geldbeutel. Der immer weiter wachsende Müllberg trägt immer mehr zur Abnahme unseres natürlichen Lebensraumes bei.

Wir müssen uns endlich entscheiden: Entweder Unterstützung des weiteren wirtschaftlichen Wachstums durch ständig steigenden Konsum auf Kosten der Umwelt oder Einschränkung unserer Bequemlichkeit und des übertriebenen Wegwerfkonsums zugunsten unserer Umwelt.

**Wir haben uns entschieden:  
Kein einseitiges Wachstum zum Nutzen der Wirtschaft  
und auf Kosten der Umwelt.**

Unsere Forderungen an Politiker und Wirtschaft sind:

- ▶ Einstellen der Produktion von Einwegflaschen zugunsten der Mehrweg- bzw. Pfandflaschen – Milch aus der Pfandflasche, anstelle von Pappe und Plastikschlauch.
- ▶ Flächendeckendes Aufstellen lärmgedämmter Sammelcontainer, um die Altglassammlung in Wohngebieten – bisher Standortprobleme – attraktiver zu machen.
- ▶ Verbot bestimmter Wegwerfpackungen – und hier vor allem Plastikbehältnisse – für Nahrungs- und Genußmittel
- ▶ Verstärkte Forschung auf dem Gebiet des Sammelns, Sortierens und Lagern von Abfällen. Falls hier staatliche Vorleistungen an Forschungsmitteln erforderlich sind, sollen sie später aus den Gewinnen der Müllverwertung zurückgezahlt werden.
- ▶ Verstärkte staatliche Förderung von Investitionen in Rückgewinnungsanlagen.
- ▶ Standardisierung von Behältnissen.

# Ersticken wir im Müll?

Auszug aus:

**Materialien Umweltpolitik – Ökologische Orientierungen der SPD.**  
(Vorstand der SPD, Bonn 1982, S.6)

Die Weiterentwicklung der Abfallbeseitigung zur Abfallwirtschaft wirft trotz ermutigender Ansätze schwerwiegende Probleme auf, und zwar sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht. Derzeit fallen jährlich knapp 26 Mio Tonnen Hausmüll und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle sowie 35 bis 40 Mio Tonnen Industrieabfälle an. Unter Einbeziehung von Abfällen aus der Landwirtschaft und von Bauschutt erreicht der jährliche Müllberg 200 Mio Tonnen. Die Situation wird sich durch das gesteigerte Klärschlammaufkommen noch weiter verschärfen. Dem steht ein Engpaß bei der Ausweisung von Standorten für Abfallbeseitigungsanlagen gegenüber.

Die Trennung und getrennte Wiederverwertung von Rohstoffen aus Müll kommt trotz partieller Erfolge (Altglas, Altpapier, Schrott usw.) langsam voran. Die Energienutzung aus Müll muß erheblich verstärkt werden.

Es ist erkennbar, daß die Trends der wachsenden Umweltbelastung noch lange nicht umgekehrt sind.

## Mehrheit will getrennten Müll

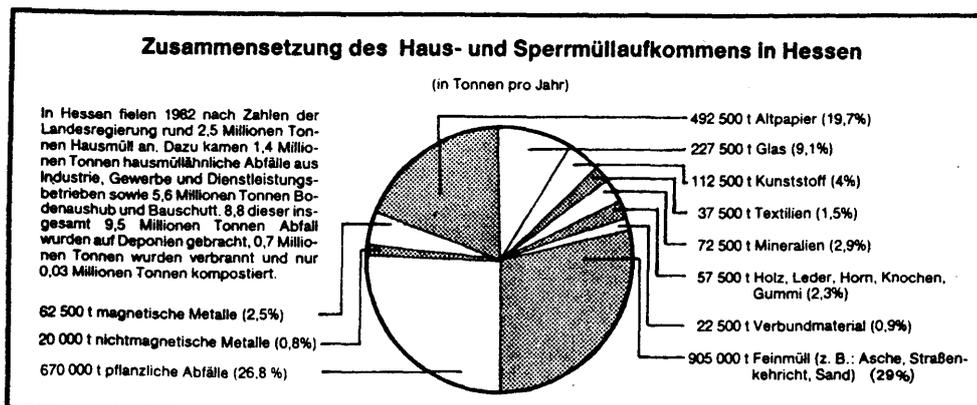
of. Berlin  
Damit die Müllberge nicht noch mehr in den Himmel wachsen, ist eine überwältigende Mehrheit der Bundesbürger zur getrennten Sammlung von Abfällen im Haushalt bereit. Bei einer von der Stiftung Warentest in West-Berlin in Auftrag gegebenen Ennid-Umfrage unter 1000 Bundesbürgern erklärten 87 Prozent aller Befragten, sie wollten die Mehrarbeit in Kauf nehmen, die eine Wiederverwertung von Altstoffen erheblich fördern kann. Am meisten interessiert waren Hausfrauen, von denen 92 Prozent mit von der Partie sein wollen, wenn ihre Stadt oder Gemeinde die getrennte Sammlung einführt.

Michael Koswig vom Ressort Umweltschutz der Stiftung erklärte dazu: „Unsere Untersuchung zeigt, daß die Verbraucher offenbar wesentlich umweltbewußter sind, als manche Politiker denken.“ Gefragt nach den Abfallarten, bei denen sie getrennte Mülleimer für sinnvoll halten, nannten 87 Prozent der Beteiligten Glas, 85 Prozent giftigen chemischen Sondermüll und 74 Prozent Papier und Pappe. Einen Extrabehälter für kompostierbare Küchen- und Gartenabfälle hält immerhin noch die Hälfte der Befragten für gut, obwohl diese Form des Recyclings noch verhältnismäßig wenig bekannt ist und erst in wenigen Modellversuchen erprobt wird.

Der Umfrage vorangegangen war eine Untersuchung verschiedener Abfallbehälter für die Küche mit zwei oder mehreren getrennten Kammern. Bei einiger Übung sei die Mehrarbeit für das getrennte Sammeln gering, versprechen die Berliner Tester. Hauptproblem: „Man muß vielleicht ein bißchen genauer zielen als vorher.“

Göttinger Tageblatt vom 23. Januar 1987

Frankfurter Rundschau vom 23. November 1985



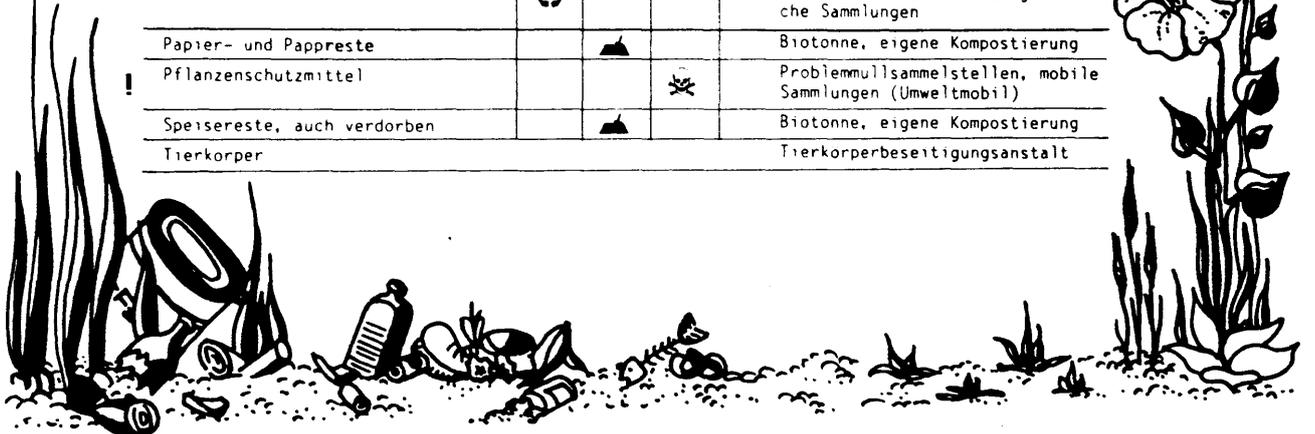
## Müll - Regeln für den Haushalt

1. Haushaltsmüll enthält Wertstoffe,  
die wiederverwendet werden können:  
Glas, Papier und Dosen  
gehören nicht in die Mülltonne,  
sondern in die Sammelbehälter.
2. Haushaltsmüll enthält Schadstoffe,  
die die Umwelt belasten:  
Batterien, Medikamente,  
Lösungsmittel und Lackreste  
müssen zur Sondermüllsammlung  
gebracht werden.
3. Haushaltsmüll enthält vielen überflüssigen  
Abfall:  
Pfandflaschen sind besser als Dosen  
und Einwegflaschen  
Waren mit viel Verpackung können  
vermeiden.
4. Haushaltsmüll enthält viele Küchenab-  
fälle:  
Wer einen Garten hat, soll Küchen-  
abfälle lieber auf den Kompost  
werfen, als in die Mülltonne

aus: Globus-Begleitmappe 8/86 - Sondermüll

## Wegwerfen mit Verstand

Abfallart				Verwertung
Altkleider, Textilien	♻️			Wertstofftonne, gemeinnützige oder gewerbliche Kleidersammlungen
Altreifen, Altöl, Autobatterien	♻️		⚠️	Tankstellen, Autohändler
Aluminium	♻️			kommunale oder private Sammelstellen
Asche, Holzkohlenreste		♻️		Biotonne, Gartenkompostverbesserung
! Batterien			⚠️	Problemmüllsammelstellen, mobile Sammlungen (Umweltmobil), Rückgabe beim (Elektro-, Foto-)Handler
Chemikalien			⚠️	Problemmüllsammelstellen, mobile Sammlungen (Umweltmobil)
! Dosen	♻️			Wertstofftonne, Aludosen (nicht magnetisch) Alusammelstelle (Kommunen, Vereine)
Farb- und Lackreste			⚠️	Problemmüllsammelstellen, mobile Sammlungen (Umweltmobil)
Gartenabfälle		♻️		Biotonne, eigene Kompostierung
Glas	♻️			Wertstofftonne, Glaskontainer
Gummi, Lederteile	♻️			Wertstofftonne (nicht überall)
Hobelspäne, Holzwolle, Sägemehl		♻️		Biotonne, kleine Mengen kompostieren
Kaffeefilter, Teeblätter		♻️		Biotonne, eigene Kompostierung
Kartonagen	♻️			Wertstofftonne, Papierkontainer, private, kommunale oder gewerbliche Sammlung
Knochen und Haare		♻️		Biotonne, eigene Kompostierung
! Kunststoffe, Plastiktüten	♻️			Wertstofftonne (nicht überall), Sammelstellen, z.T. kunststoffverarbeitende Betriebe direkt.
Kuchenabfälle		♻️		Biotonne, eigene Kompostierung
Leuchtstoffrohren			⚠️	Problemmüllsammelstellen, mobile Sammlungen (Umweltmobil)
! Lösungsmittel			⚠️	Problemmüllsammelstellen, mobile Sammlungen (Umweltmobil)
Medikamente			⚠️	Problemmüllsammelstellen, mobile Sammlungen (Umweltmobil), Apotheken
Metallteile (Eisen, magnetisch)	♻️			Wertstofftonne, Schrotthändler
Obst-, Eier-, Nußschalen		♻️		Biotonne, eigene Kompostierung
Papier	♻️			Wertstofftonne, Papierkontainer, private, kommunale oder gewerbliche Sammlungen
Papier- und Pappreste		♻️		Biotonne, eigene Kompostierung
! Pflanzenschutzmittel			⚠️	Problemmüllsammelstellen, mobile Sammlungen (Umweltmobil)
Speisereste, auch verdorben		♻️		Biotonne, eigene Kompostierung
Tierkörper				Tierkörperbeseitigungsanstalt



! = Produkt möglichst nicht verwenden! Auf umweltfreundliche Alternative umsteigen!

♻️ = wiederverwertbare Altstoffe

⚠️ = Problemmüll! Umweltfreundliche Beseitigung meist noch nicht möglich

♻️ = kompostierbare Abfallstoffe



M

## Einweg ist kein Weg.

## Mehrweg ist der Weg.

### Jeder hat es in der Hand, ob sein Durst die Umwelt belastet oder nicht.

Jeder kann zwischen Einwegdosen und Einwegflaschen einerseits und Mehrwegflaschen andererseits wählen. Damit Sie die richtige Wahl treffen, sollten Sie sich bei der Entscheidung Einweg oder Mehrweg über folgendes klar werden:

### Müll oder Mehrfachnutzen?

Die Einwegverpackung landet nach dem Gebrauch meist auf dem Müll. Jährlich türmt sich ein Abfallberg von 4,75 Millionen Kubikmetern aus Einwegabfall (Flaschen, Dosen, Kartons) auf. Darunter auch Weißblech und wertvolles Aluminium der Getränkedosen. Die Mehrwegflasche dagegen pendelt zwischen Hersteller und Konsument und erspart uns dadurch weitere 10 - 15 Millionen Kubikmeter Abfall.

### Energie verschwenden oder sparen?

Für die Verpackung von 1 Liter Bier in 0,5 l Einwegdosen wird mindestens 10 x mehr Energie verbraucht, als bei der bewährten Mehrwegflasche. Bei Einwegdosen aus Aluminium steigt der Energieverbrauch auf das über 20fache im Vergleich zur Mehrwegflasche.

### 300 Einwegdosen oder 5 Mehrwegflaschen?

Eine Mehrwegflasche läuft bis zu 60 mal vom Hersteller zum Verbraucher und zurück. Um den jährlichen Pro-Kopf-Verbrauch von 150 Litern Bier zu verpacken, sind nur 5 Mehrwegflaschen (0,5 Liter Euroflasche), jedoch 300 Einwegdosen à 0,5 Liter notwendig.

### Versteckte Kosten oder ehrliche Preise?

Einwegpreise sind nicht ehrlich. Die Dose wird häufig billig angeboten, weil sie nur die Kosten der Herstellung, Füllung und Belieferung, aber nicht der Abfallbeseitigung enthält. Diese bezahlen wir zusätzlich durch unsere Gebühren für die Müllbeseitigung.

### Monotonie oder Getränkevielfalt?

In den letzten Jahren haben Einwegverpackungen für Bier und alkoholfreie Getränke erheblich zugenommen. Ein Fortschreiten dieser Entwicklung führt zur Konzentration auf wenige Anbieter. Kleine Brauereien und mittlere Getränkehersteller verlieren ihre Wettbewerbsfähigkeit. Doch weniger mittelständische Braukunst heißt auch weniger Markenvielfalt. Wer hätte darauf Durst?

### Sparen ja, aber nicht an der Vernunft.

Dr. Günter Hartkopf, Umweltpolizist und ehemaliger Staatssekretär für Umweltpolitik im Bundesinnenministerium, sieht in der Mehrwegflasche die ganzheitlich vernünftige Lösung:

*„Im Vergleich zur Einwegverpackung spart die Mehrwegverpackung Rohstoffe und Energie, entlastet die Umwelt, reduziert die Abfallmenge, erhöht die Markenvielfalt des Getränkeangebots und begünstigt dadurch das Weiterbestehen mittelständischer Unternehmen mit ihren Arbeitsplätzen.“*

### Umweltschutz durch richtiges Einkaufen.

Gerade an der Ladenkasse fallen Entscheidungen über wirksamen Umweltschutz. Hubert Weinzierl, Vorsitzender des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V., meint dazu:

*„Unsere Position als Verbraucher ist eine Schlüsselstellung. Wir stellen die Weichen für oder gegen Ausbeutung der Rohstoffe, Energieverschwendung und Belastung von Luft, Wasser und Boden. Die Entscheidung für die Mehrwegflasche bedeutet weniger Energieverbrauch und ist somit auch ein Beitrag zur Reinhaltung unserer Luft.“*

### Was viele tun bringt den Erfolg.

Alltägliche Kaufentscheidungen summieren sich zu wirksamen Beiträgen. Je größer der Anteil an Mehrwegflaschen ist, desto besser für Ihren Geldbeutel und die Umwelt.

Sie haben es in der Hand. Kaufen Sie Getränke in Mehrwegflaschen, wo immer möglich. Sprechen Sie mit Ihren Freunden und Bekannten über dieses Thema. Erziehen Sie sich und andere zum umweltbewußten Verbraucher.

## PRO MEHRWEG

Verein zur Bekämpfung und Verminderung  
von Einwegverpackungen e.V.  
Humboldtstraße 7 · 4000 Düsseldorf 1

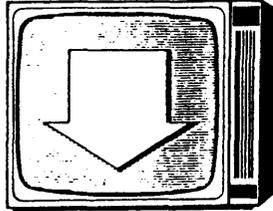
### Sieger im Energievergleich: die Mehrweg-Pfandflasche

Energieverbrauch unterschiedlicher Verpackungsformen für 1 Liter Bier, in Fernsehminuten umgerechnet

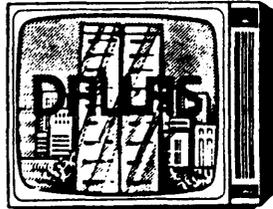
Energie-Einsparung durch die Wahl der Pfandflasche, in Fernsehminuten



Mehrweg-Pfandflasche  
17 Minuten



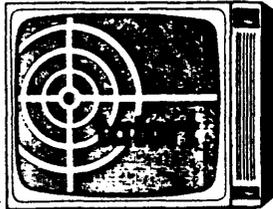
Einweg-Glasflasche  
156 Minuten



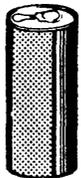
139 Minuten oder 3 Folgen Dallas



Einweg-Weißblechdose  
195 Minuten



178 Minuten oder 2 Tatort-Krimis



Einweg-Aluminium-Dose  
379 Minuten



362 Minuten oder 4 Fußballspiele

(Stromverbrauch des Fernsehers 240 Watt)



**Greifen Sie zur Mehrwegflasche.**

**Mehrweg - der bessere Weg.**

Das Umweltproblem „Verpackungsabfälle“ ist von Jahr zu Jahr größer geworden. Mußten in der Bundesrepublik 1970 knapp 20 Millionen Tonnen Hausmüll beseitigt werden, so sind es heute bereits über 25 Millionen Tonnen. Allein der Anteil an Getränkeverpackungen hat sich im Ablauf eines Jahrzehnts mehr als verdoppelt; er beträgt, so die Statistiker, ca. 10% des gesamten Hausmülls. Aber nicht nur die Abfallbelastung, sondern auch die Energie- und Roh-

stoffverknappung sprechen für den häufigeren Griff zur Pfandflasche. (Eine Bier-Mehrwegflasche z. B. kann nämlich ca. 60mal wiederverwendet sprich gefüllt werden.) Allerdings wäre es unrealistisch, daraus zu folgern (und deshalb zu fordern), daß die Einwegverpackung eines Tages gänzlich verschwindet. In vielen Bedarfsfällen (auf Reisen beispielsweise) ist sie sicherlich die praktischere Lösung. Darüber hinaus sollte nicht unberücksichtigt bleiben,

daß die Getränkeverpackungsindustrie viele tausend Arbeitsplätze stellt. Es geht bei dieser Diskussion ja auch nicht um das ENTWEDER ODER. Es geht vielmehr darum, den Anteil von Einwegverpackungen zu reduzieren. Dieses Ziel kann nur erreicht werden, wenn auch der Verbraucher bereit ist, auf eine gewisse Bequemlichkeit zu verzichten - vorausgesetzt natürlich, es wird ihm die entsprechende Wahlmöglichkeit geboten.

Der Umwelt zuliebe.

## Die „Grüne Tonne“ hat sich bewährt

### Getrennte Altstofferfassung reduziert das Deponievolumen

Die Verknappung der Rohstoff- und Energieressourcen führte auch zu der Forderung nach einer intensiveren Nutzbarmachung von Abfallstoffen. Die Rückgewinnung von weiterverwertbaren Materialien aus dem Haus- und Gewerbemüllaufkommen bietet sich schon deshalb an, weil damit das Volumen der Deponie erheblich reduziert werden kann. Der Modellversuch in Issum, Kreis Kleve, zeigt, daß die getrennte Altstofferfassung von der Bevölkerung akzeptiert wird.

Seit Anfang 1981 wird von einem Unternehmen der Städtereinigung (Schönmackers) im Kreis Kleve die getrennte Erfassung von Altstoffen auf Gemeindeebene erprobt. Diese Art der Abfallbewirtschaftung stellt eine Alternative zu den traditionellen Müllbehandlungsverfahren dar. Die in der Gemeinde Issum und Rheurdt erworbenen Erkenntnisse und Erfahrungen mit dem System der „Grünen Tonne“ werden benutzt, um ein Konzept zur getrennten Altstofferfassung für den gesamten Kreis Kleve zu erarbeiten.

Zur Erfassung des Altstoffgemisches wurden an die Haushalte grüne 240-l-Müllgroßbehälter (MGB) ausgeteilt. Diese werden alternierend, also im Wechsel mit den Hausmüllgefäßen entleert, dadurch werden zusätzlich kostenverursachende Abfahrten vermieden. Bei der heutigen Lage auf dem Altstoffmarkt bietet sich die getrennte Erfassung der Stoffe Papier, Glas und Metall an. Die Bevölkerung trennt im Haushalt die trockenen verwertbaren Bestandteile des Hausmülls ab.

Zunächst wurden auch Textilien und Kunststoffe mit erfaßt. Das Städtereinigungsunternehmen stellte jedoch fest, daß die gesammelten Textilien von schlechter Qualität waren. Deshalb wurde entschieden, keine Textilien mehr als wiederverwendbare Altstoffe zu sammeln. Probleme gab es auch mit den getrennt gesammelten und aussortierten Kunststoffen, die nicht wieder abgesetzt werden konnten. Das liegt an der großen Zahl der unterschiedlichen Kunststoffe, die nur sortenrein einer Wiederverwertung zugeführt werden können.

Die Erfassung und Zwischenlagerung der Abfälle und komplett und teilweise der wiederverwendbaren Altstoffe geschieht vielfach in den Küchen. Wenn die wiederverwertbaren Altstoffe als trockene Fraktion getrennt erfaßt werden sollen, muß diese Trennung im Haushalt beginnen. Niemand wird die Trennung aus einem Sammelbehälter heraus am Müllsammelgefäß vornehmen. Deshalb wurden in Issum an alle Haushaltungen Gitterkörbe mit etwa 20 l Inhalt aus dem gleichen grünen Kunststoffmaterial wie die grüne Tonne verteilt.

Die Bereitschaft der Bevölkerung, bei diesem Abfuhrsystem mitzuarbeiten, kann als außerordentlich hoch bezeichnet werden, wie nach zweijähriger Erfahrung eindeutig festgestellt wurde. Die Trennung der verwertbaren Bestandteile des Hausmülls geschieht nach den Versuchen in Issum und Rheurdt mit einem Wirkungsgrad von 70 bis 80%. Dadurch kann die nach der Sammlung erforderliche Separierung des Altstoffgemisches einzelne Stoffgruppen relativ einfach erfolgen und hohe Produktqualitäten erreichen.

Die vorsortierten Altstoffe werden von dem Städtereinigungsunternehmen in einer selbstentwickelten Versuchsanlage mit Hilfe einer Siebtrommel von Transport und Sortierbändern manuell in folgende Fraktionen getrennt:

a) Papiersorten wie Zeitungen, Illustrierte, Kartonagen, Werbemittel, Bücher oder Papierreste  
b) Hohlglas wie Konservendosen, Getränkedosen oder allgemeiner Schrott

d) Reste, die entweder nicht verwertbar sind (Kunststoffe) oder die heute wirtschaftlich noch nicht sortiert werden können.

Der größte Anteil des eingesammelten Gemisches besteht aus Papier und Pappe. Neben dem Wiedereinsatz zur Papierherstellung bietet sich die teilweise Verwendung als Brennstoff zur Energieerzeugung an.

Wie jede abfallwirtschaftliche Maßnahme erfordert die getrennte Altstoffsammlung Mehrkosten gegenüber der reinen Ablagerung aller Abfallstoffe. Die Bilanzierung der Mehraufwendungen für Behälter, Abfuhrorganisation und Nachsortierung sowie Transport der Altstoffe mit den Einsparungen durch den Altstoffverkauf und die nicht erfolgte Deponierung ergibt zusätzliche Kosten von etwa 10 DM je Einwohner und Jahr.

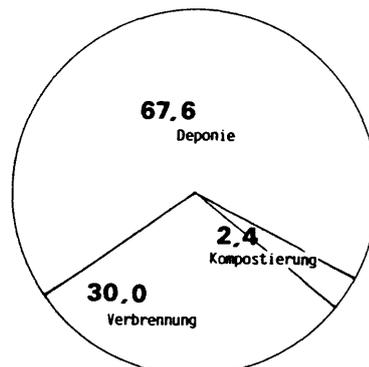
Im Vergleich mit anderen Abfallbehandlungsverfahren ist dieser Mehraufwand gering. Eine Mischkalkulation, so stellte Professor Jäger, Berlin, in einer Studie über die getrennte Altstofferfassung als altstoffwirtschaftliche Maßnahme im Kreis Kleve fest, die alle Abfälle des Kreises berücksichtigt, macht dies deutlich. Die Ergebnisse der Kalkulation werden für die diskutierten Varianten getrennte Altstoffsammlung und Müllverbrennung mit Fernwärmeversorgung dargestellt. Während die Abfallbewirtschaftung durch getrennte Altstofferfassung 57 DM je Mg kostet, erfordert die Müllverbrennung ohne Verteilungsnetzkosten und Subventionierung 116 DM/Mg.

Dafür ist die absolute Volumenreduktion, die mittels getrennter Sammlung erzielt werden kann, geringer. Während 76 Vol.-% durch die Müllverbrennung eingespart werden könnten, sind es bei der Altstoffverwertung 31 Vol.-%, bezogen auf die Gesamtabfälle. Dabei ist angenommen, daß 90 % der Haushalte sich an den Recyclingmaßnahmen beteiligen, und 25 % des Gewerbemüllaufkommens zur Wiederverwertung geeignet sind.

Durch die Einsparung von Deponiekapazität wird die heute immer problematischere Suche nach neuen Standorten hinausgezögert, die Landschaft wird geschont und Folgelasten verringert. Darüber hinaus wird durch die Abfallnutzung Ressourcen- und Energieeinsatz verringert und somit ein volkswirtschaftlicher Nutzen erzielt.

VDI-Nachrichten Nr. 28 (Juli 1983), S.10

#### Wo er bleibt



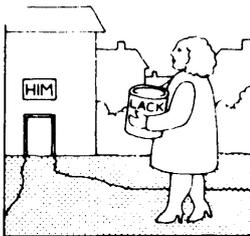


# Damit unsere Umwelt keinen Schaden nimmt.



**Bitte unterstützen Sie unsere Initiative**

Sämtliche Chemikalien gehören grundsätzlich zur Hessischen Industriemüll GmbH (HIM), Am Lossewerk 9, 3500 Kassel, Telefon 55805



## Wir erwarten Sie am Samstag, 20. August, 10-15 Uhr bei der HIM Am Lossewerk 9

**Geben Sie alle Chemikalien ab, die Sie in Ihrem Haushalt und Betrieb nicht mehr brauchen!**

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>·erzu gehören unter anderem:</li> <li>· Farben- und Lackrückstände</li> <li>· Lösungsmittelreste</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Holz- und Pflanzenbehandlungsmittel</li> <li>· Reinigungsmittelreste</li> <li>· Chemikalien aus dem Hobbybereich</li> <li>· Altöl</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Kleinbatterien (Quecksilberbatterien – sogenannte Kopfzellen – und Autobatterien nimmt der Handel zurück)</li> </ul> |
|--|---|---|

**Kostenlos für Privathaushalte!**  
Für Handwerk und Kleingewerbe Kostenbeitrag 1,- DM/kg

Nähere Informationen erteilen das Reinigungsamt (Telefon 787-7084) und die HIM (Telefon 06258/81920)

Eine Initiative des Hessischen Umweltministers, der Hessischen Industriemüll GmbH und der Stadt Kassel zur umweltbewußten und gesetzlich vorgeschriebenen Beseitigung von Sonderabfällen aus Haushalt und Kleingewerbe.

**HIM**

Hessische Industriemüll GmbH, Kranzplatz 11, 6200 Wiesbaden.



Stadt Kassel, Reinigungsamt, Am Lossewerk 15, 3500 Kassel



### WOHIN mit ALTPAPIER?

Beachten Sie die Sammeltermine der in Ihrem Wohngebiet aktiven konfessionellen und karitativen Jugendgruppen und Verbände!

☎ 787-7012

### WAS tun mit ALTGLAS?

Auch in Ihrer Nähe steht ein Glascontainer zum Verfüllen (bitte nur am Tage) mit Einwegflaschen und -gläsern bereit!

☎ 787-7036



## Wie kommen die Schadstoffe in den Müll?

Haben Sie sich schon einmal bewußt gemacht, wo Sie überall in Ihrem Haushalt Chemie verwenden? Da kommen Sie ins Staunen, wenn Sie einmal Ihre Haushaltchemikalien aus Küche, Bad, Keller, Garage und Gartenlaube auf einen Platz zusammenstellen.

Wo wir überall Haushaltchemikalien benutzen, soll die folgende Übersicht verdeutlichen:

### Wäsche- und Kleiderpflege:

Waschmittel  
Weichspüler  
Mottenschutzmittel  
Fleckenentferner  
Imprägnierungsmittel

### Wohnungspflege:

Putz- und Reinigungsmittel für Böden und Möbel usw.  
WC-Reiniger  
Abflußreiniger  
Fleckenentferner  
Kalkentferner  
Desinfektionsmittel

### Geschirrpflege:

Geschirrspülmittel  
Metall- und Silberputzmittel

### Gesundheitspflege:

Medikamente  
Kosmetika  
Mundpflegemittel

### Auto:

Rostschutzmittel  
Öl  
Batterien  
Farbe  
Autopflegemittel

### Freizeitbereich/ Garten:

Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel  
Holzschutzmittel  
Düngemittel

### Do-it-yourself-Bereich:

Farben  
Lacke  
Lösemittel  
Klebstoffe  
Holzschutzmittel

### Hobbybereich:

Fotochemikalien und sonstige Hobbychemikalien  
Batterien

Ob ein sichtbarer Rest eines Verbrauchsgutes mit umweltschädlichen Inhaltsstoffen anfällt oder durch „Aufbrauchen“ erst gar nicht entsteht, hängt in erster Linie von der Häufigkeit seiner Benutzung und Haltbarkeit ab. In der Regel sind Haushalt- und Hobbychemikalien lange haltbar, vorausgesetzt, sie werden nach Gebrauch gut verschlossen und richtig aufbewahrt.

aus einer Broschüre des Umlandverbandes Frankfurt, 1983

aus: Tag und Nacht, IV. Quartal 1982

## Nicht in den Hausmüll: Quecksilberbatterien

Klein und gefährlich sind die so harmlos wirkenden Quecksilberbatterien, die Uhren, Taschenrechner, Fotoapparate, Filmkameras, Hörgeräte usw. mit Energie versorgen. 40 Mio. solcher Knopfzellen werden in der Bundesrepublik jährlich verbraucht. Landen sie auf Mülldeponien oder in Verbrennungsanlagen, droht durch das ihnen entweichende

nerne bereit erklärt, ausgediente Quecksilberbatterien zurückzunehmen und in speziellen Behältern für die industrielle Wiederverwertung zu sammeln. Erste Erfolge dieser Aktion: Über 40% der 1981 verbrauchten Quecksilberbatterien wanderten in die Sammelbehälter, nicht auf den Müll.

Ein weiterer Fortschritt wurde auf internationaler Ebene erzielt. Alle quecksilberhaltigen Knopfzellen sollen mit einem Kreis um das Zeichen für den Pluspol markiert werden ⊕. Mit Herstellern in Hongkong, Singapur und Malaysia wird über die Einführung des Zeichens noch verhandelt.

Die vereinbarte Markierung soll es dem einzelnen Bürger erleichtern, einen privaten Beitrag zum Umweltschutz und zur Einsparung von Rohstoffen zu leisten. Vorbildlich sind in dieser Beziehung unsere Nachbarn in der Schweiz: 80% der verbrauchten Quecksilberbatterien werden wieder verwertet.



„Muß die Sardinenbüchse zum Ölrecycling oder zum Altmetall?“

Quecksilber ernste Gefahr für die Umwelt. Es geht immerhin um jährlich ca. 25 t Schwermetalls.

Der Einzelhandel hat sich in einer Vereinbarung mit dem Bundesministerium des In-



M

# Kreis der Giftverseuchung abgesteckt

## Auch in der Deponie Offheim dringen Cyanide ins Grundwasser ein

Von unserem Mitarbeiter Thomas Darnstädt

WIESBADEN. Eine bislang geheimgehaltene Untersuchung über das Gift auf Sondermülldeponien hat das hessische Umweltministerium am Mittwoch veröffentlicht. Grundwasserproben an Deponien in Hessen und in benachbarten Bundesländern ergaben zum Teil unerwartet hohe Cyanid-Verseuchungen.

Das Gutachten über die hochgiftigen Bausäuresalze, angefertigt von fünf bundesdeutschen Labor-Teams, war wochenlang als „vertraulich“ behandelt worden, weil — so ein Sprecher des Umweltministeriums — „die sehr widersprüchlichen Test-Ergebnisse unnütz Verwirrung stiften können“.

Unzulässig hohe Grundwasserversäuerungen haben die Wissenschaftler auf den Deponien Eisert in Großkrotzenburg, Gerolsheim (Pfalz) und bei Malsch in Baden-Württemberg festgestellt. Auf der hessischen Skandal-Kippe in Offheim bei Limburg wurde von sämtlichen Labor-Instituten statt dem Grundwasser das — wesentlich stärker verseuchte — Sickerwasser gemessen. Auch diese Messungen ergaben Cyanid-Konzentrationen, die das Wasser für Tiere und Menschen lebensgefährlich macht. Das Umweltministerium sieht jedoch nach wie vor keine Gefähr-

dung der Umwelt durch die von illegalen Cyanidablagerungen besonders stark betroffene Offheimer Kippe: „Das Sickerwasser, das aus der Deponie dringt, wird aufgefangen und zu einem Klärwerk gefahren.“

Über die Verseuchung des Grundwassers in Offheim wurde — zugleich mit der vertraulichen Studie — ein weiteres Gutachten von der Hessischen Landesanstalt für Umwelt angefertigt. Das Ergebnis bestätigt, was Hessens Umweltschützer lange Zeit für unmöglich hielten: Auch in Offheim dringen Cyanide ins Grundwasser. Doch — so das neue Gutachten — „die Verunreinigung des Grundwassers beschränkt sich nach wie vor auf einem engen Bereich im unmittelbaren Umkreis der Deponie“

Mit insgesamt zwölf Kontrollbrunnen, die in Offheim jetzt regelmäßig überwacht werden, steckten die Wissenschaftler den Kreis der Giftverseuchung ab: In unmittelbarer Nähe der Deponie ist das Grundwasser völlig vergiftet. Im Abstand von 50 Metern finden sich ebenfalls noch Spuren von Cyaniden. Erst nach hundert Meter hat sich das Grundwasser soweit gereinigt, daß der Giftanteil unter die Nachweisgrenze sinkt.

„Ratlosigkeit haben bei den Behörden

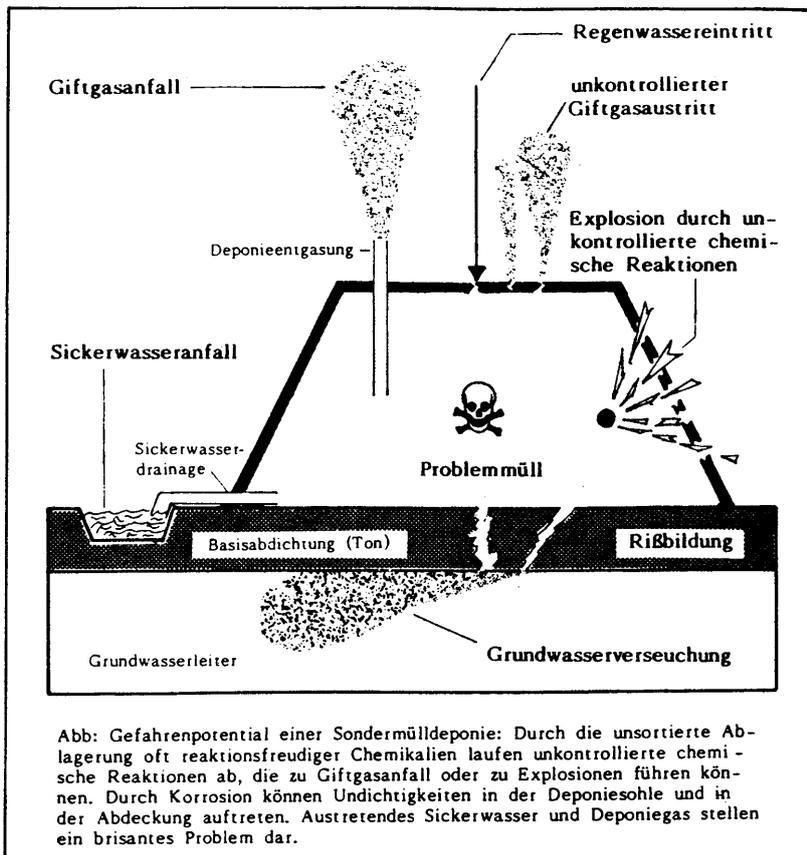
die Meldungen aus dem Untergrund der übrigen Deponien hervorgerufen.“

Die Angaben der fünf verschiedenen Test-Institute sind derart unterschiedlich, daß ein Sprecher des Umweltministeriums offen zugab: „Mit den Ergebnissen können wir gar nichts anfangen. Nur eines wissen wir jetzt: Die Chemiker müssen sich endlich auf eine gemeinsame Untersuchungsmethode einigen.“

Das sogenannte Ring-Gutachten, bestellt von den Bundesländern Hessen, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Saarland, wird darum — so die Hessen — „überhaupt keine Konsequenzen haben“. Wie unzuverlässig die Cyanid-Proben getestet wurden, zeigt sich am deutlichsten im Fall der Deponie Malsch: 0,003 Milligramm Cyanide pro Liter Wasser haben die Wissenschaftler des Mainzer Landesamtes für Gewässerkunde in Malsch entdeckt — acht Milligramm hingegen die Chemiker des Wiesbadener Landesamtes für Umwelt. (Die zulässige Cyanid-Menge im Trinkwasser liegt bei 0,05 Milligramm.)

„Solche Zahlen“, versucht ein Umwelt-Sprecher die Geheimhaltung des Gutachtens im Wiesbadener Ministerium zu erklären, „kann man doch nicht veröffentlichen. Die kann man doch nur in die Schublade legen“.

Frankfurter Rundschau vom 6. November 1974



aus: Globus-Begleitmappe 8/86 -  
Sondermüll

Ein weiteres Negativbeispiel für teure und überflüssige Verpackung zeigt der Kostenvergleich für 1 Liter Bier: Bei der Mehrwegflasche, die bis zu 60mal umlaufen kann, entstehen Verpackungskosten in Höhe von 6,8 Pfennig, bei der Einwegflasche = 38,7 Pfennig und bei der Weißblechdose = 62,0 Pfennig. Weiter muß bei der Getränkedose gesehen werden, daß für ihre Produktion bis zu 20mal mehr Energie aufgewandt werden muß.

Dieser Verpackungs-Wahn nutzt nur wenigen Großbetrieben. Die Zeche zahlen vor allen Dingen der Verbraucher und die vielen mittelständischen Betriebe. //

#### Information der Stadt Kassel an alle Haushalte

aus: Globus-Begleitmappe 8/86 - Sondermüll

## Forderungen an Politik und Wirtschaft

Anläßlich des bundesweiten Aktionstages zur Müllvermeidung am 18.10.1986 wurden vom BUND und der Verbraucherinitiative, Bonn, folgende Forderungen an Kommunen, Handel, Wirtschaft und Politiker gestellt. Es gibt viele Hebel, der Müllwaine Einhalt zu gebieten. Dabei sollte nicht auf den bürokratischen Marsch durch die Institutionen gewartet werden, gefragt sind vielmehr entschlossene Einzelinitiativen auf allen Ebenen.

### Forderungen an Landkreise und Kommunen

Die Landkreise und Kommunen sind aufgefordert, umfassende Abfallwirtschaftskonzepte zu erstellen. In diesen muß der Vorrang der öffentlichen Hand vor der Privatwirtschaft deutlich herausgestellt werden.

Bei der Neugestaltung der Abfallgebührenordnungen müssen Bemühungen der Bürger, Abfall zu vermeiden bzw. zu trennen positiv verstärkt werden. Zu den Forderungen an die Verwaltung gehört die Durchführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen bei der Neuansiedlung von Gewerbe- und Industriebetrieben. In den Verwaltungen müssen vermehrt Planstellen für Abfallberater und Umweltingenieure geschaffen werden.

Eine weitere wichtige kommunale Aufgabe ist die Altlastenerfassung, -kartierung und -sanierung.

### Vor der Abfallbeseitigung steht die Abfallvermeidung

Hier muß die Beratung der Verbraucher durch öffentliche Stellen verstärkt werden.

Einführung der getrennten Hausmüllerefassung in wenigstens drei Tonnen: organischer Müll,

wiederverwertbare Rohstoffe und Restmüll.

Wir fordern die Wirtschaft auf, in Zusammenarbeit mit Vertretern der Verbraucher und des Staates mehr Verantwortung für das Müllproblem Verpackung zu übernehmen:

- durch den Verzicht auf überflüssiges Verpackungsmaterial,
- durch Mehrweg- statt Einwegverpackung,
- durch Verwendung und Vertrieb umweltgerechter Verpackungsmaterials,
- durch Deklaration schwer erkennbarer Verpackungsarten (z.B. die Art des Kunststoffes zur besseren Mülltrennung und Wiederverwertung).

### Forderungen an Industrie und Handel

Industrie und Handel sollten mehr Verantwortung übernehmen für die von ihnen hergestellten Produkte:

- durch die Herstellung und den Vertrieb umweltverträglicher, langlebiger und reparaturfreundlicher Produkte,
- durch angemessene Preise für Sekundärrohstoffe (aus Altmaterialien),
- durch forcierte Forschung und Entwicklung umweltverträglicher Produkte und Fertigungsverfahren,

ren,

- durch die Schaffung von Kaufanreizen für umweltverträgliche Produkte.

### Gesetzliche Möglichkeiten

- Eine Einweg- und Verpackungssteuer,
- Kennzeichnungspflicht für alle Einwegverpackungen,
- Verpflichtung des Handels zum Angebot von Mehrwegbehältern ("Lex ALDI"),
- Förderung von Mehrwegsystemen durch Normierung von Verpackungen,
- Förderung von Erzeuger-Verbraucherkooperativen,
- eine Rohstoffsteuer auf den Einsatz von Primärrohstoffen bei der Produktion und eine gezielte Förderung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen (Altmaterial),
- Förderung des Verbrauchs von Recycling-Produkten,
- Verbot von schadstoffhaltigen Produkten, wenn unschädlicher Ersatz vorhanden ist,
- eine Umweltverträglichkeitsprüfung im Genehmigungsverfahren für neue Produktionsverfahren, die auch den Abfallbereich umfasst,
- Kennzeichnungs-, Pfand-, Rücknahmepflicht und getrennte Erfassung von Problemüll aus den Haushalten,

## 6. Literaturhinweise

Betrifft uns, Was machen wir mit dem Müll? Ausgabe 7/78, Aachen 1978;  
Stoppen wir die Mülllawine, Ausgabe 8/78

Bundesministerium des Innern (Hrsg.): Abfall und Umwelt. Berlin 1981

Ders. (Hrsg.): Umwelt - Informationen des Bundesministers ... (Zeitschrift)  
(seit 1986 herausgegeben vom Bundesminister für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit)  
Bezug kostenlos: 5300 Bonn 1, Postfach

Redaktion GLOBUS (WDR / BUND) (Hrsg.): Globus-Begleitmappe. Loseblattreihe  
(seit 1984) vgl. insbesondere Ausgabe 8/86: Sondermüll  
Bezug: BUND-Umweltzentrum, Rotebühlstraße 84/1, 7000 Stuttgart

SHELL AG (Hrsg.): Umweltschutz heute. Folienset III: Recycling / Abfallwirt-  
schaft. Bezug (kostenlos): Abt. TRU, Überseering 35, 2000 Hamburg 60

Umlandverband Frankfurt (Hrsg.): 1,5 Millionen Tonnen Müll. Ein Problem, vor  
dem wir die Augen nicht verschließen dürfen. Frankfurt 1983

Umweltbundesamt: Müll kommt uns teuer zu stehen. Berlin 1981  
Bezug: Bismarckplatz 1, 1000 Berlin 33

Verband Deutscher Papierfabriken (Hrsg.): Altpapier ist Rohstoff. Bonn 1980  
Bezug: Adenauerallee 55, 5300 Bonn 1

Verbraucherzentrale NRW e.V. (Hrsg.): Giftdepot Mülleimer. Düsseldorf 1983<sup>2</sup>  
Bezug: Mintropstraße 27, 4000 Düsseldorf 1

Wirtschaftsrat der CDU e.V. (Hrsg.): Umweltschutzfibel 5. Abfall - Verwer-  
tung und Beseitigung. Frankfurt 1985  
Bezug: Landesverband Hessen, Bockenheimer Anlage 38, 6000 Frankfurt/M.

Zeitschrift Natur

Zeitschrift öko-päd. insbes. Heft 3/4-1983 (Müll für Anfänger) und Heft 1-84  
(Müll für Fortgeschrittene)

Zeitschrift Öko-Test

## 7. Erfahrungsbericht

Die im folgenden beschriebenen Erfahrungen mit der Unterrichtssequenz "Hausmüll" beruhen auf bislang drei Erprobungen des in diesem Materialheft dargestellten Konzeptes. Der Unterricht fand jeweils in 8. Klassen an hessischen Schulen (Gesamtschule/Gymnasium) statt.

Die Hauptschwierigkeit bei der Durchführung hing in allen Fällen mit den, für Schülerexperimente zu hohen Schülerzahlen (ca. 30) zusammen. In keinem Fall war eine Teilung der Klassen in zwei Gruppen organisatorisch durchführbar. Daher wurde, trotz gegenteiliger Vorschriften für den experimentellen Unterricht, mit der gesamten Lerngruppe gearbeitet. Durch Differenzierung in wechselweise eher theoretisch bzw. praktisch arbeitende Gruppen konnte in einem Fall wenigstens stundenweise eine gewisse Entlastung erreicht werden.

Die große Zahl von Schülern führte, besonders in der Anfangsphase des Unterrichtsvorhabens, zu einiger Unruhe. Übereinstimmend berichteten die beteiligten Lehrer, daß sich mit zunehmend entwickelter Selbständigkeit der Schüler beim Experimentieren eine relativ konzentrierte Arbeitsatmosphäre einstellte.

Wichtigste Voraussetzung für die Durchführung der Schülerversuche ist ein ausreichendes Platzangebot, die experimentelle Ausstattung spielt bei dieser Unterrichtssequenz noch keine besondere Rolle, kann aber für die kurzfristige Umsetzung von Schülervorschlägen hilfreich sein.

Zu berücksichtigen waren - neben didaktischen Fragestellungen - durchgängig die Probleme der speziellen Altersstufe. Die einsetzende Pubertät macht sich bei vielen Schülerinnen und Schülern durch eine deutliche Verschiebung der Interessen in den Privat- und Beziehungsbereich deutlich. Bei der Bildung von Arbeitsgruppen überwogen geschlechtshomogene Wahlen; in allen Fällen war eine wenigstens zeitweise Dominanz von Teilgruppen aus Jungen zu beobachten.

Versucht man, im Chemieanfangsunterricht Gegenstände und Erfahrungen des Alltags und der Umwelt in den Unterricht einzubeziehen, so muß man gewärtig sein, daß man damit in Widerspruch zu den Erwartungen der Schüler gerät. Bei einer kurzen Schülerbefragung in der ersten Chemiestunde stellte sich heraus (wie auch anderswo in der Literatur beschrieben), daß deren Bild vom **Schulfach Chemie** doch recht eindeutig ist. In kleinen Aufsätzen und Zeichnungen brachten mehr als die Hälfte der Schüler zum Ausdruck, daß Chemie für sie "viele schwere Formeln" und "selbst experimentieren" bedeutet. Die Hälfte verbindet Chemie in der Schule mit "explosiven Stoffen", "Giften" und

chemischen Reaktionen. Deutlich wurden Vorstellungen und Wünsche artikuliert, z.B. die Herstellung von Rauchbomben, die Erwartung von Explosionen bei mißlungenen Experimenten oder die Untersuchung von Kosmetika, letzteres besonders von den Mädchen. Nur ein Drittel der Schülerinnen und Schüler nannte Themen wie "Chemie in der Nahrung", "Schwermetalle" oder "alles Plastik".

Die Orientierung der Mehrzahl entspricht damit dem üblichen Bild der Chemie als *Wissenschaft*, die es nicht mit Alltagsgegenständen zu tun hat, sondern mit *besonderen Stoffen*.

Von Anfang an wurde daher versucht, dieses relativ enge Verständnis von Chemie zu erweitern. Im Zusammenhang mit der groben Arbeitsdefinition der Chemie als "Beschäftigung mit Stoffen" ist dabei eine weite Auslegung des Stoffbegriffs wichtig. In diesem Sinne wurden zur Unterscheidung von Körper und Stoffeigenschaften Gegenstände des täglichen Gebrauchs herangezogen, z.B. Glas, Porzellan, Flaschen o.ä. aus Kunststoff usw. An diesen Objekten wurden dann die mit den Sinnen erfaßbaren Stoff-Eigenschaften ermittelt, u.a. Transparenz, Biegsamkeit, Zerbrechlichkeit, Farbe, Geruch, Härte, Zustandsform.

Von den Schülern mitgebrachte "unbekannte" Stoffe konnten dann - in Abgrenzung zu den bereits eingeführten - in Gruppen untersucht werden, wobei schnell die Grenze der mit den Sinnen erkennbaren Stoffeigenschaften deutlich wurde. Dies leitete über zur der in der Chemie üblichen quantifizierbaren Beschreibung von Eigenschaften. Als eine charakteristische Beschreibung dieser Art wurde meist die Dichte (das spezifische Gewicht) erarbeitet. Dabei konnten erste (Labor-)Arbeitstechniken eingeführt und geübt werden: der Umgang mit der Waage und dem Meßzylinder. Mit dieser Methode wurden schließlich alle oben genannten Gegenstände bzw. "Stoffe" erneut untersucht.

Die zahlreichen Möglichkeiten für Schüleraktivitäten hatten bereits in dieser Anfangsphase eine intensive Mitarbeit zur Folge, auf der anderen Seite rief die Beschäftigung mit Alltagsgegenständen bei einigen (z.T. besonders "chemisch interessierten") Schülern deutliche Kritik hervor. Ein Wiederholer z.B. sagte, "Letztes Jahr haben wir (zu diesem Zeitpunkt) schon was mit Naphthalin gemacht". Diesen Erwartungen kam ein Lehrer schließlich insofern entgegen, als in die Untersuchungen gelegentlich auch "richtige" Substanzen aus der Chemiesammlung einbezogen wurden.

"Problematisch" in den Augen der Schüler war auch die gemeinsame Erstellung des Müllfragebogens und die anschließende Berechnung der Müllmengen, einmal wegen der für ein naturwissenschaftliches Fach "untypischen Arbeitsweise", gelegentlich auch wegen des relativ hohen Zeitaufwands bei der rechnerischen Auswertung. Hier wäre eine weniger zeitintensive, altersgemäße Veranschaulichung von Nöten.

Bei der Planung der Versuche zur Erprobung von möglichen Trennverfahren des Hausmülls wurde stets Wert darauf gelegt, daß die Schüler/innen zunächst möglichst gebräuchliche Haushaltsgeräte verwendeten. Einerseits sind diese von der Dimension her der Problemstellung besser angemessen, zum anderen bewirkt eine verfrühte Beschränkung auf typische Laborgeräte und -mittel eine ähnliche Verengung auf den fachsystematischen Aspekt der Chemie, wie es bei der ausschließlichen Verwendung von Chemikalien im engeren Sinn der Fall ist. Die Schüler schlugen bereits von sich aus solche Alltags-Geräte vor, z.B. einen Fön als Gebläse, einen Spülmaschineneinsatz als Sieb usw. Allerdings machte die Beschaffung einer hinreichenden Anzahl solcher Hilfsmittel einige Schwierigkeiten. In einem Fall wurden deshalb alle Verfahren von den verschiedenen Gruppen in einer ausgedehnten Experimentierphase im Wechsel erprobt. Dabei führten der unterschiedliche Zeitbedarf und gelegentlich auftretende Leerlaufphasen zu einiger Unruhe. Eine zeitliche Trennung von Planung und Durchführung ("nächste Stunde/Woche") könnte insofern Abhilfe schaffen, daß die Schüler stärker für die Beschaffung von brauchbare Gerätschaften eingespannt werden könnten.

In einem Fall wurde der Hausmüllproblematik die Behandlung der Dichte (als typischer Stoffeigenschaft) vorangestellt. Dazu ist festzustellen, daß ein solches Vorgehen für die Stofftrennungs-Problematik keineswegs als Voraussetzung nötig ist: Für das Denken und die Vorstellungen der Schüler spielte diese Stoffeigenschaft jedenfalls bei der konkreten Frage der Mülltrennung keine Rolle: der Vorschlag, leichte Stoffe aus einem Gemisch "herauszublasen" hatte vielmehr mit den diesbezüglichen Alltagserfahrungen der Schüler zu tun. Eine Erarbeitung des Dichtebegriffs (wie unter Abschnitt D vorgeschlagen) aus dem konkreten Zusammenhang heraus scheint für die Schüler besser nachvollziehbar zu sein und kann zudem weniger lehrergesteuert durchgeführt werden.

Nicht realisiert wurde als mögliches Handlungsprodukt eine Broschüre, in der die gewonnenen Ergebnisse hätten zusammengetragen werden können. Eine solche Dokumentation hätte sicher die Identifikation der Schüler mit ihrem Gegenstand weiter gefördert. Denkbar wäre auch eine fächerübergreifende Behandlung in Zusammenarbeit etwa mit dem Erdkunde- und/oder Sozialkunde-Unterricht.

In der Rückschau (und auch nach der Auswertung der durchgeführten Leistungsüberprüfungen) kann festgestellt, daß es der Mehrzahl der Schüler gelungen ist, sowohl eine spezifisch chemische Sichtweise zu entwickeln - und zwar vor dem Hintergrund ihrer Alltagserfahrungen, als auch sich ein Problemfeld zu erschließen, das sowohl für ihr individuelles wie auch das gesellschaftliche Leben relevant ist.

## 8. Hinweise zur Leistungsüberprüfung

Bei einem handlungsorientierten Unterrichtsprojekt wie dem vorgestellten sollten in die Schülerbeurteilung außer der Überprüfung der kognitiven Leistungen spezifische Kriterien eingehen, die die gesamten auf den Unterricht bezogenen Tätigkeiten würdigen. Berücksichtigt man nur - wie üblich - Behaltens- und Transferleistungen, so nimmt man implizit jene "übrigen" Tätigkeiten der Schüler/innen nicht ernst, was jenen in keinem Fall verborgen bleibt. Wenn im heimlichen Lehrplan doch nur die Ergebnisse im Test oder in der Klassenarbeit zählen, darf man nicht mit größerem Schülerengagemant bei einer Fortsetzung von einem Unterricht rechnen, für den man sich ein "Einbringen" der Schüler erhofft.

Die Richtlinien zur Leistungsbeurteilung aller Bundesländer räumen für eine erweiterte Würdigung der Schülerbeteiligung erhebliche Spielräume ein: "Mitarbeit im Unterricht" oder "mündliche Beteiligung" sollen gleichrangig mit den Ergebnissen schriftlicher Test in die Notengebung eingehen. Ohne Frage muß man unter diesen Begriffen auch mehr verstanden werden, als richtig erratene Antworten auf fachliche Lehrerfragen. Zudem sei auch darauf verwiesen, daß in der Sekundarstufe II sogar experimentelle Klassenarbeiten und Abituraufgaben zulässig sind.

Wichtige (und nicht nur inhaltlich beurteilungswürdige) Schüleraktivitäten in diesem Sinne können z.B. sein:

- Einbringen von selbstbeschafften Materialien (Texten wie Gegenständen)
- Vorbereitung und Durchführung von Versuchen
- Entwicklung von Untersuchungsvorschlägen
- Vorbereitung und Vorstellung von kleinen Referaten
- Durchführung von kleinen Erkundungen (z.B. Anfragen bei Behörden etc.)
- Dokumentation des Ergebnisses einer Gruppenarbeit
- usw.

Der im folgenden vorgeschlagene Aufgabenkatalog für einen schriftlichen Test besitzt daher nur ergänzende Funktion. Er berücksichtigt nur die fachspezifischen Inhalte der Unterrichtssequenz.

Vor Durchführung der schriftlichen Leistungskontrolle wurde den Schülern in einem Fall die folgende *Liste zum Lernen* ausgeteilt:

- Mit den Sinnen wahrnehmbare Eigenschaften von Stoffen nennen können
- Meßbare Stoffeigenschaften nenne können
- Die Dichte (spezif. Gewicht) eines Feststoffes / einer Flüssigkeit bestimmen und die einzelnen Schritte dazu beschreiben können
- Schmelztemperatur und Siedetemperatur mit den Zustandsformen eines Stoffes (fest - flüssig - gasförmig) an einem Beispiel erklären können
- Die Zustandsformen eines Stoffes mit dem einfachen Kugel-Teilchen-Modell erklären können
- Den Unterschied zwischen einem Reinstoff und einem Stoffgemisch angeben können
- Die Trennung eines gegebenen Stoffgemisches beschreiben können und mit den genutzten Eigenschaften begründen können

### Aufgaben für einen Chemie-Test / Anfangsunterricht

1. Nenne mindestens sieben Stoffeigenschaften!
  - a) mit den Sinnen wahrnehmbare Stoffeigenschaften:
  - b) anderweitig meßbare Stoffeigenschaften:
  
2. Um ein Gemisch auf zwei Stoffen zu trennen, wendet man verschiedene Trennverfahren an. Dabei nützt man jeweils unterschiedliche Stoffeigenschaften aus. Ordne den unten genannten Trennverfahren jeweils die Eigenschaft zu, die bei der Stofftrennung ausgenutzt wird und nenne je ein Beispiel (zwei Stoffe, die man auf diesem Weg trennen könnte)!
  - a) Ausschmelzen
  - b) Destillieren
  - c) Sieben
  - d) Flotation
  
3. Kreuze die richtige Behauptung an:
  - Je länger eine Flüssigkeit siedet, desto wärmer wird sie.
  - Wenn Wasser siedet, messen wir immer (etwa) 100°C.
  - Wenn Wasser siedet, verdunstet es nach und nach.
  - Beim Sieden des Wassers steigt die Temperatur ganz gleichmäßig auf 100°C an.
  
4. Wie würdest Du ein Gemisch trennen, das aus folgenden Stoffen besteht:  
 Eisen (z.B. Nägel) / Kunststoff (z.B. Bruchstücke von Plastikbechern) / Glas (Scherben) / Aluminium (Folienstücke)  
 Beschreibe die Trennverfahren und begründe ihre Anwendung durch die ausgenutzten Stoffeigenschaften!
  
5. Eine Metallkugel wiegt 135 g. Nach dem Eintauchen der Kugel in einen Meßzylinder, der 80 cm<sup>3</sup> Wasser enthält, liest man 95 cm<sup>3</sup> ab.  
 Aus welchem Metall könnte die Kugel bestehen?
  
6. Zur Erklärung von Eigenschaften und Verhalten von Stoffen haben wir ein Modell entwickelt (Teilchen-Modell). Welche der folgenden Aussagen sind richtig?
  - Ein Modell entspricht genau der Wirklichkeit
  - Ein Modell kann nur bestimmte Vorgänge erklären
  - Ein Modell kann alle Vorgänge erklären
  - Ein Modell stellt eine Vereinfachung dar
  - Ein Modell soll die Vorstellung erleichtern
  - Ein Modell kann nur richtig oder falsch sein