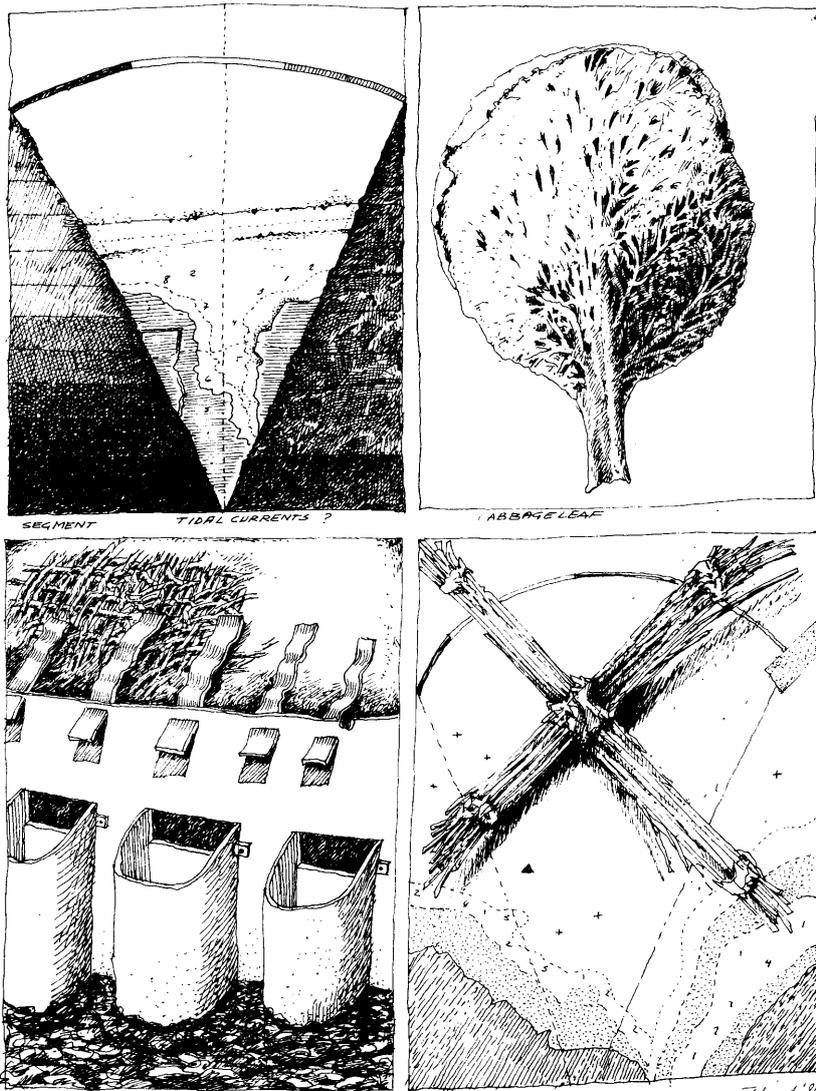


# Soznat

**Materialien für den Unterricht 27**

**Brigitte Werber / Lutz Stäudel**



**Ökologische Schulerkundung**

**Naturwissenschaften sozial**

Brigitte W E R B E R , Lutz S T Ä U D E L

**ÖKOLOGISCHE SCHULERKUNDUNG**

Materialien zu einem Unterrichtsprojekt

**im Anhang:**

**Schulgrün** - Anleitungen zur Erkundung von Eva-Maria Hartmann

**Formaldehyd in der Schule** - ein Rollenspiel von Oskar Meder

Marburg 1989

Redaktion: Lutz Stäudel  
Graphik: Angela Bender

Herausgeber: **AG Naturwissenschaften - sozial**

c/o Lutz Stäudel  
Gesamthochschule  
Kassel, FB 19  
Heinrich-Plett-Str. 40  
3500 Kassel

c/o Armin Kremer  
AG Soznat  
Universität Marburg, FB 21  
Ernst-Giller-Str. 5  
3550 Marburg

**Titelbild:**

Vierteilige Federzeichnung 1985

- ohne Titel -

24 x 18

**Maarten THIEL**

Wir bedanken uns für die Nachdruckerlaubnis

Lutz Stäudel Armin Kremer

**CIP - TITELAUFNABME DER DEUTSCHEN BIBLIOTHEK**

**Werber, Brigitte:**

Ökologische Schulerkundung : Materialien zu einem  
Unterrichtsprojekt / Brigitte Werber ; Lutz Stäudel. Im Anh.:  
Schulgrün : Anleitungen zur Erkundung / von Eva Maria  
Hartmann (u.a.). Hrsg.: AG Naturwiss. - Sozial. - Marburg :  
Red.-Gemeinschaft Soznat, 1989

(Soznat ; Bd. 27)

ISBN 3-922850-51-0

NE: Stäudel, Lutz;; Hartmann, Eva Maria: Schulgrün; GT

1. Auflage 1989

(c) Redaktionsgemeinschaft Soznat Marburg  
Postfach 2150 3550 Marburg

Druck:

Alle Rechte vorbehalten - Kopien zu Unterrichtszwecken erlaubt

ISBN 3-922850-51-0

# I N H A L T

	Seite
1. Allgemeine Beschreibung des Inhalts	1
2. Didaktische Anmerkungen zur "Ökologischen Schulerkundung"	2
3. Zur Verwendung der Materialien	4
4. Materialien	
<u>Heizung (Lüftung, Strom)</u>	
H1 Heizung und Umwelt / Luftschadstoffe aus Heizungsanlagen	5
H2 Fragenkatalog zum Bereich Heizung	9
H3 Mögliche Aktivitäten	10
H4 Literaturhinweise	10
H5 Ergebnisse am Beispiel und weitere Materialien	11
H6 Ein Vorschlag zur Begleitung einer Abgasuntersuchung	15
H7 Lüftung und Strom	16
<u>Müll und andere Abfälle</u>	
M1 Allgemeines über Müll	17
M2 Fragenkatalog zum Bereich Müll	22
M3 Mögliche Aktivitäten	22
M4 Literaturhinweise	23
M5 Ergebnisse am Beispiel / Verbesserungsvorschläge	24
M6 Versuchsvorschläge zum Müll	25
<u>Wasser und Abwasser</u>	
W1 Allgemeines zu Wasser und Abwasser	26
W2 Fragenkatalog zum Bereich Wasser/Abwasser	30
W3 Mögliche Aktivitäten	30
W4 Literaturhinweise	31
W5 Ergebnisse am Beispiel	31
W6 Reinigungsmittel / Vorschläge für Untersuchungen	33
<u>Verkehr / Verkehrsanbindung der Schule</u>	
V1 Allgemeines zum Verkehrsbereich	35
V2 Fragenkatalog zum Bereich Verkehr / Verkehrsanbindung	36
V3 Mögliche Aktivitäten	37
V4 Literaturhinweise	37
V5 Ergebnisse am Beispiel	38
V6 Untersuchung von Luftschadstoffen aus dem Verkehrsbereich	41
<u>Ernährungs- und Konsumverhalten in der Schule</u>	
E1 Allgemeines	43
E2 Fragenkatalog zum Bereich Ernährung/Konsum	48
E3 Mögliche Aktivitäten	49
E4 Literaturhinweise	50
E5 Ergebnisse am Beispiel	51
E6 Vorschläge für einfache Untersuchungen	54
<u>Die Schule als Arbeits- und Lebensraum</u>	
S1 Allgemeines zu Lärm / Arbeitsplätzen / Bauweise	55
S2 Fragenkatalog zum Arbeits- und Lebensbereich Schule	60
S3 Mögliche Aktivitäten	60
S4 Literaturhinweise	61
S5 Ergebnisse am Beispiel	62
S6 Praktische Untersuchungen	67
5. Literaturhinweise auf Projektberichte und -vorschläge	69
6. Erfahrungsbericht	70
7. Zur Leistungsbewertung in Projekten	72
Anhang I: Eva-Maria Hartmann: Schülgrün	75
Anhang II: Oskar Meder: Formaldehyd in der Schule	86

## 1. Allgemeine Beschreibung des Inhalts

Ökologische Themen haben inzwischen an vielen Schulen einen mehr oder weniger festen Platz erobert, ob innerhalb der Fächer oder an Projekttagen oder Projektwochen. Meist liegen die Ziele des Handelns oder die Problemfelder der Reflexion außerhalb der Schule: ein Feuchtbiotop wird angelegt oder der Ressourcen-Raubbau in der Dritten Welt wird thematisiert.

Im Unterschied dazu ist der Gegenstand dieser Materialien die Schule selbst bzw. der "Stoffwechsel" all derer, die darin arbeiten, lernen und leben.

Seinen Ursprung hat dieses Material- und Arbeitsheft in einem Projekt "Ökologie der Schule", das im Schuljahr 1987/88 an der Heinrich-Schütz-Schule Kassel von den Schülerinnen und Schülern der Klasse 10 F1\*) durchgeführt wurde. In der als Projektdokumentation herausgegebenen 50-seitigen Broschüre "Ökologie der Schule" führen die Autoren im Vorwort zu den Motiven und Zielen ihrer Erkundungen folgendes aus:

*Der Frage "Welche Auswirkungen hat der Schulbetrieb auf die Umwelt und auf uns" gingen wir in verschiedenen Bereichen des Schullebens nach. In fünf Gruppen bearbeiteten wir dabei unterschiedliche Probleme; wir machten Umfragen bei Schülern und Lehrern, interviewten das technische Personal der Schule und Schulfachlehrer, Experten bei städtischen Behörden und der Gesamthochschule. Einige Probleme hätten wir gerne noch eingehender bearbeitet, ... wir meinen aber, daß in unseren Ergebnissen deutlich wird, welche Auswirkungen der ganz normale Schulalltag auf uns, auf unsere Umwelt hat und damit letztlich wieder auf uns.*

Die Erkundungen der Schülerinnen und Schüler bezogen sich schwerpunktmäßig auf die Bereiche "Heizung", "Wasser", "Verkehr", "Ernährung und Konsumverhalten" und "Schulklima". Teile ihrer Ergebnisse finden sich in den Abschnitten H5, W5, V5, E5 und S5 und sind als solche gekennzeichnet. Andere, eher allgemeine Aspekte der verschiedenen ökologischen bzw. gesundheitlichen Problembereiche wurden auf Basis der Schülerrecherchen überarbeitet und ergänzt.

Mit den Abschnitten "Informationssammlung/-darstellung" und "Mögliche Aktivitäten" soll keineswegs die Arbeit anderer Schülergruppen vorweggenommen werden, diese Ideensammlungen stellen vielmehr einen Ersatz dar für die in diesem Heft nur kurz beschriebenen Projektprozesse und des konkreten Vorgehens der einzelnen Arbeitsgruppen (Abschnitt 6). Beispiele für die Organisation und den Verlauf von ähnlichen Projekten sind über die Literaturliste in Abschnitt 5 zugänglich.

---

\*) Julia Dresel, Annika Ellenberger, Alexander Eschenbah, Katrin Gagel, Jens Goeke, Kai Greib, Ayse Gökmenoglu, Christoph Haag, Kirsten Haake, Hannah Heinemann, Thomas Kössinger, Steffen Krippner, Anne Krüger, Robert Molzahn, Petra Mathieu, Markus Plath, Eva Pohl, Tanja Reith, Natascha Rohde, Silke Rübenkönig, Sibylle Rüggeberg, Antje Raabe, Steffi Scharf, Oliver Seitz, Kai Oliver Schmoll, Bianca Treppke, Michaela Worpenberg, Christoph Zweig; Betreuerin: Brigitte Werber

Im Anhang I findet sich unter dem Titel "Schulgrün" ein ausführlicher Leitfaden für die Erkundung des von den SchülerInnen nicht bearbeiteten schulischen (Natur-)Umfeldes.

Im Anhang II ist beispielhaft eine Möglichkeit gezeigt, akute ökologische bzw. gesundheitliche Konflikte im Bereich Schule wieder für den Unterricht bzw. die Schulgemeinde als ganzes fruchtbar zu machen. Zugleich soll mit der dort dokumentierten szenischen Darstellung bzw. den Rollenspielen auf Aktionsformen hingewiesen werden, die sich auch an anderer Stelle zur Präsentation von Projektergebnissen eignen.

## 2. Didaktische Anmerkungen zur "Ökologischen Schulerkundung"

### *Schule als Erkundungsobjekt*

Schule hat die Aufgabe, "den verantwortlichen Umgang mit Umwelt zu fördern", so der Beschluß der Kultusministerkonferenz vom 17.10.1980. Dazu müssen die SchülerInnen lernen, ihre Umwelt wahrzunehmen, zu beobachten und erkennen, wie in diese Umwelt eingegriffen wird und wie sie selbst von dieser Umwelt beeinflußt werden.

Verantwortliches Handeln (in der Umwelt) muß aber nicht erst in der Zukunft stattfinden, vielmehr kann durch bewußtes Handeln *jetzt* auch die aktive und sensibilisierende Wahrnehmung der Umwelt gefördert werden. Dazu bieten sich u.a. Schulgebäude und Schulgelände an, die zwangsläufig für viele Jahre einen Teil der *Lebensumwelt* der Schüler darstellen. Formulieren SchülerInnen - über die Analyse des Ist-Zustandes hinaus - konkrete ökologisch begründete Verbesserungsvorschläge und gehen damit an die Öffentlichkeit, so bietet ein solches Projekt ganz reale Chancen zur Partizipation, zum Sich-Einmischen - zu eben jenem geforderten verantwortlichen Handeln.

Mit einem Projekt "Ökologie der Schule" wird ansatzweise auch die Dimension des Ökologiebegriffs im Sinne von *Haushalten* erkennbar. Ebenso wird deutlich, daß sich ein solches Ökologieverständnis nicht auf die Aspekte von Schulgartenarbeit und Waldbegehungen reduzieren läßt. Schule als Um- und Lebenswelt\*) stellt zwar nur einen, noch nicht einmal besonders bedeutsamen Ort im anthropogen geprägten Stoffwechsel dar, jedoch ist dieser Ort und das Handeln der dort tätigen von den gleichen Strukturen beeinflußt, die auf anderer Ebene erscheinen als (Umwelt-)Politik, ökonomische Interessen oder Sachzwänge gesellschaftlicher und technischer Art. Insoweit die Auseinandersetzung mit Schule diese Zusammenhänge aufgreift, kann sie - über den Beispielcharakter dieses konkreten Lebensraums hinaus - auch fokussierend wirken für das Erkennen des Stoffwechsels zwischen Mensch und Natur. Und dies - Reflexion und Erschließung der Realität - ist wiederum Programm.

---

\*) vgl. L. Stäudel: Schule als Um- und Lebenswelt. In: A. Kremer, L. Stäudel (Hrsg.): Ökologie und naturwissenschaftlicher Unterricht. Marburg 1989, S.44-47 (Bericht über eine Arbeitsgruppe zum Thema unter Mitwirkungen einiger SchülerInnen aus dem Projekt an der Heinrich-Schütz-Schule)

### Ökologische Projekte - im Regelunterricht?

"Die Rahmenrichtlinien (RR) fast aller Fächer enthalten in ihren allgemeinen Lernzielen Ziele der Umwelterziehung. In unterschiedlichem Maße schlägt sich dies in den fachbezogenen Lernzielen nieder. Jeder Lehrer, der problemorientiert und fächerübergreifend Umwelterziehung im Fach betreiben will, wird durch die RR seines Faches dazu legitimiert. Allerdings sind Umweltthemen häufig nicht für den Fachunterricht verpflichtend, da den RR zumeist offene Curricula zugrunde liegen, in denen Umweltthemen als möglich, aber nicht verbindlich angegeben werden. (...) doch sollte das den Fachlehrer nicht von der Verpflichtung entbinden, Umweltprobleme umfassender zu bearbeiten."\*).

Diese für hessische Verhältnisse gültige Aussage gilt so oder ähnlich für die meisten Bundesländer. Möglichkeiten zur notwendigen "umfassenden Bearbeitung" bieten sich in Projektwochen oder -tagen, aber auch in Projekten, die im Fachunterricht ablaufen können.

In einem Projekt "Ökologische Schulerkundung" können so einige oder alle aufgeführten Arbeitsbereiche untersucht werden - oder aber einzelne in Einzelprojekten, mit stärkerer Anbindung an die Lernziele eines Faches und dann eventuell gründlicher.

Eine Beschränkung auf die Lernziele eines Faches ist im Zusammenhang mit einem Umweltprojekt jedoch ausgeschlossen. "Denn so wie bei der Bearbeitung eines Umweltproblems durch eine Fachwissenschaft sich auch die Grenzen dieser Wissenschaft zeigen, muß auch im Fachunterricht der nur Teilaspekte beleuchtende Charakter des Faches deutlich werden. Um den Stellenwert der durch das Fach repräsentierten Wissenschaft zu erfahren, muß innerhalb des Fachunterrichts die Bedeutung anderer Wissenschaften klar werden, Vernetzungen müssen mitgesehen und angegeben werden. Es muß also innerhalb eines jeden Faches fachüberschreitend unterrichtet werden."\*\*)

Um beispielhaft die Beziehungen einer "Ökologischen Schulerkundung" zu und Anbindungsmöglichkeiten an bestehende Fächer aufzuzeigen, sind im folgenden einige Lernziele bzw. Themenschwerpunkte aus den derzeit gültigen Rahmenrichtlinien für die Sekundarstufe I in Hessen wiedergegeben:

\* Biologie (1978):

- "Modernes Leben und Gesundheit" (ZE 10.2)
- "Probleme der Umweltplanung" (ZE 10.3)

\* Chemie (1976):

- "Lernen, die Rolle der Chemie in Natur in Technik an Beispielen zu erkennen und die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Zusammenhänge zu sehen:
  - a) Umweltschutz: Wirkung von Chemikalien, z.B. Abgase und Salze, auf Mensch Tier und Pflanze
  - b) Künstliche Minereraldüngung (...)" (Jahrgangsstufe 9, ALZ 2.1)
- "Lernen, daß chemische Kenntnisse dazu beitragen, Probleme der technischen, biologischen und sozialen Umwelt zu durchschauen und dadurch helfen, sich sachgerecht zu verhalten (Probleme der Energieversorgung und Ernährung, Elektrochemie, Kunststoffe und ihre Beseitigung)." (Jahrgangsstufe 10, ALZ 2.3)

---

\*) Hessisches Institut für Bildungsplanung und Schulentwicklung (HIBS) (Hrsg.):  
Didaktische Konzeption für Umwelterziehung in der Sekundarstufe I. Wiesbaden 1986, S.12

\*\*\*) ebenda, S.13

- \* Physik (1976)  
"Technische Realisierung von Energieumwandlungen und ihre Bedeutung für die menschliche Gesellschaft" (LE XXII)
- \* Polytechnik/Arbeitslehre (1978)  
"Unfallsicherer Arbeitsplatz und Schutz vor Berufskrankheiten" (LZB 4)  
"Gute Wohnverhältnisse" (LZB 10)  
"Erhaltung der Gesundheit" (LZB 11)  
"Technischer Komfort und Selbsthilfe in der technischen Umwelt" (LZB 15)  
"Lösung der Umweltprobleme" (LZB 19)
- \* Kunst (1983)  
"Ein Ort wächst zu" (67. Thema; die Anregungen sind sinngemäß auf Schulgebäude und -gelände zu übertragen)
- \* Sozialkunde/Erdkunde (RR Gesellschaftslehre 1982)  
"Planungsprozesse im lokalen, regionalen und staatlichen Rahmen; der Raum als Prozeßfeld der Aktivitäten von Gruppen und Individuen; Möglichkeiten des politisch-gesellschaftlichen Interessenausgleichs" (31.UE)

### 3. Zur Verwendung der Materialien

Wie im Abschnitt 1 ausgeführt sollen die im folgenden wiedergegebenen Materialien lediglich Anregung zu eigenen Recherchen von Schülerarbeitsgruppen in den jeweiligen ökologisch relevanten Bereichen der Schul-Umwelt sein. Die "Allgemeinen Informationen" (H1 bis S1) stellen daher nur einen kurzen Problemaufriß\*) dar, der durch selbständige bzw. vom Betreuer unterstützte Informationsbeschaffung ergänzt bzw. aktualisiert werden muß. Die Ideensammlungen zur Informationsbeschaffung und -darstellung sollte den Arbeitsgruppen nicht ausgehändigt werden, um den SchülerInnen eigene Wege durch ihr gewähltes Problemfeld zu ermöglichen. Gleiches gilt für die "Möglichen Aktivitäten". Statt dessen sind bei einer Durchführung der "Ökologischen Schulerkundung" im (arbeitsteiligen) Projekt regelmäßige aber ggf. kurze Gruppentreffs und Plenumsgespräche einzuplanen, die einen Ideen- und Erfahrungsaustausch zwischen den SchülerInnen ermöglichen. Alle außerschulischen Gänge - zu Ämtern, Experten usw. - müssen natürlich durch den Betreuer entsprechend abgesichert werden. Öffentlichkeitswirksame Aktivitäten können sich sowohl aus der laufenden Projektarbeit selbst ergeben wie auch durch eine Präsentation der Projektergebnisse. Wünschenswert ist, daß dabei die kritische Bestandsaufnahme durch einen Vorschlagskatalog ergänzt wird, der sich wenigstens in Teilen in der betreffenden Schule durchsetzen läßt.

Bezüglich einer Durchführung von Teilprojekten in einem einzelnen Unterrichtsfach vgl. die Ausführungen des Abschnitts 2. Günstig ist hierbei die Kooperation mit einem zweiten Fach (bzw. Fachlehrer). Auch in diesem Fall sollten sich die Projektarbeiten in einem konkreten Maßnahmenkatalog (mit Ernstcharakter) materialisieren.

---

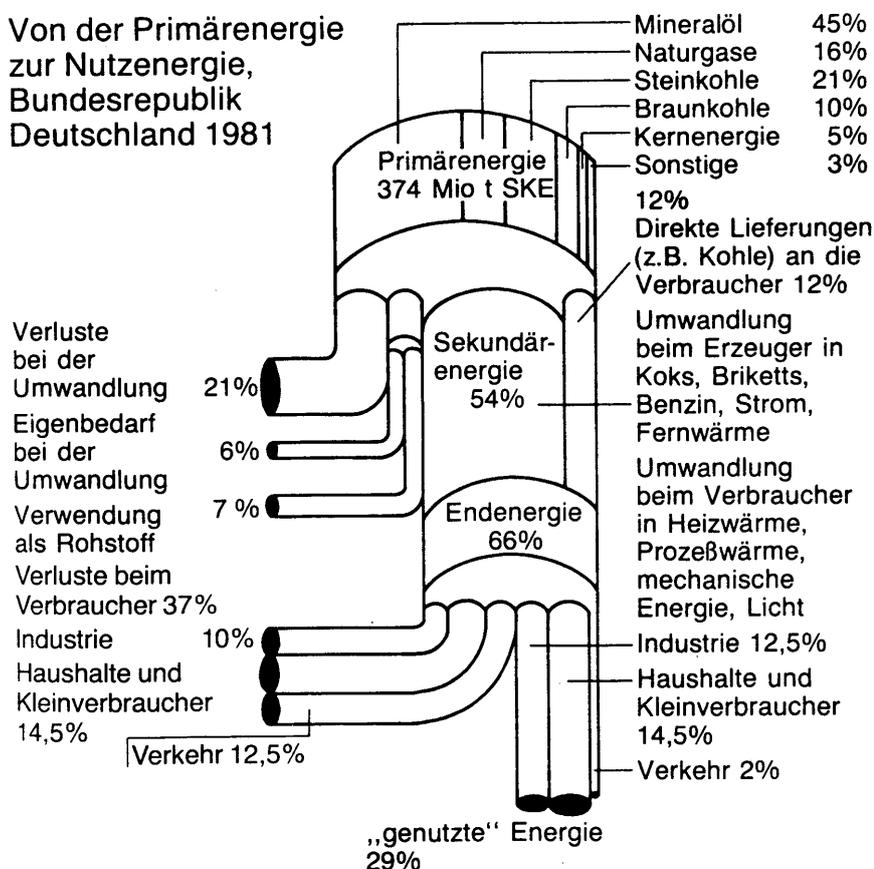
\*) Die Vorschläge in den Fragenkatalogen und Aktionsmöglichkeiten decken nicht alle Aspekte ab, die in den Problemaufrissen genannt werden - und umgekehrt.

## Heizung, Lüftung (und Strom)

### 1. Heizung und Umwelt

Über 50% der Endenergie wird in der BRD für Heizung und Warmwasserversorgung verbraucht. In den privaten Haushalten entfallen auf den Heizungs- und Warmwasserbereich sogar 90% (77% + 13%) des Energieverbrauchs. In Verwaltungsgebäuden und Schulen sieht es ähnlich aus, hier ist der Heizungsanteil eher noch höher, der Energiebedarf für Warmwasser dagegen niedriger.

Die folgende Abbildung zeigt, wie Endenergie und Primärenergie zusammenhängen, insbesondere welche Verluste bei der Umwandlung auftreten und in welchen Bereichen die Endenergie verbraucht wird. Zu der Rubrik "Haushalte und Kleinverbraucher" zählen auch Verwaltungen und Behörden. (Auf die Haushalte allein entfallen etwa 2/3, auf die übrigen Kleinverbraucher 1/3 des angegebenen Energieverbrauchsanteils.)



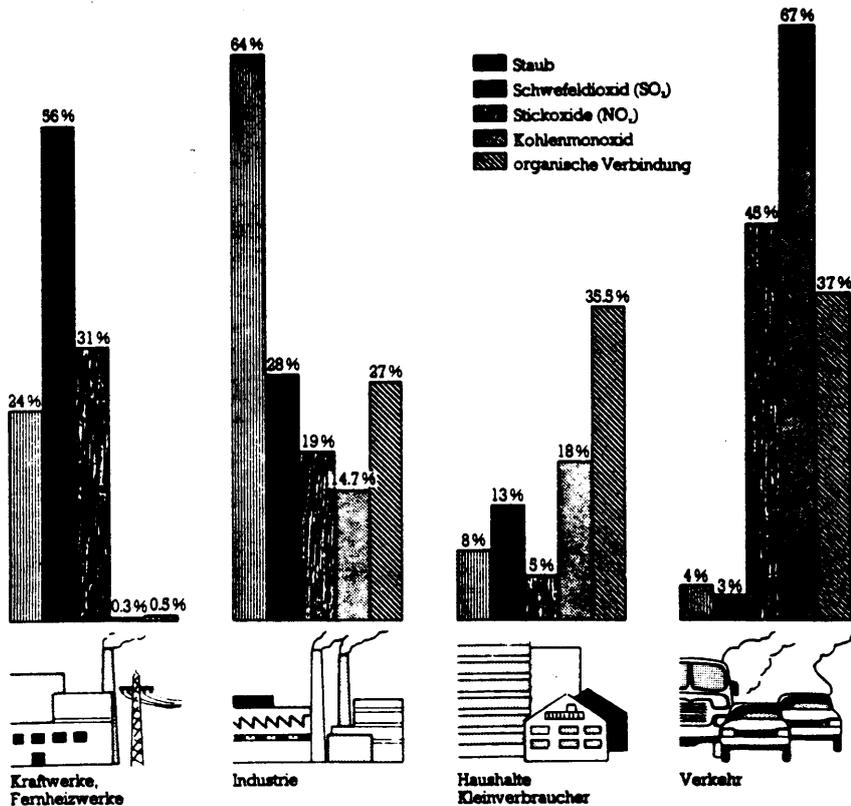
Je nach vorhandenem Heizungssystem werden pro Kilowattstunde (kWh) Nutz- bzw. Endenergie unterschiedliche Mengen Primärenergie verbraucht (z.B. Kohle, Erdöl, Erdgas ...) und unterschiedliche Mengen

Schadstoffe freigesetzt. Die Angaben in der folgenden Tabelle beziehen sich auf den Endenergiebedarf eines Einfamilienhauses (ca. 30.000 kWh pro Jahr). Bei der Elektroheizung sind die Umwandlungsverluste in den Kraftwerken mit einbezogen.

Emissionen und Primärenergieverbrauch von verschiedenen Heizungssystemen  
(bezogen auf den jährlichen Bedarf eines Einfamilienhauses)<sup>1)</sup>

	SO <sub>2</sub> (kg)	NO <sub>x</sub> (kg)	CO (kg)	CO <sub>2</sub> (kg)	Staub (kg)	C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> (kg)	PEV (kWh)
Ölzentralheizung	20	8	15	13400	0,5	2	50000
Gaszentralheizung	0,1	8	11	11000	0	0,2	47500
Steinkohleheizung							
a) zentral	70	15	850	16500	45	40	45000
b) Einzelöfen	65	7	1200	15500	45	40	42000
Elektroheizung	250	150	6	36000	30	1	97000
Wärmepumpe							
a) gasbetrieben	0,1	70	13	5750	0	11	25400
b) dieselbetrieben	11	45	14	7100	2	7	26400

Den Anteil der Luftbelastung durch private Haushalte und andere Kleinverbraucher zeigt die folgende Abbildung.<sup>2)</sup>



Die Hauptverursacher der Luftverschmutzung

1) nach: Katalyse Umweltgruppe (Hrsg.): Umweltlexikon. Köln 1985, S.187

2) aus: Der Hessische Minister für Landesentwicklung, Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.): Waldsterben. Wiesbaden 1983 (2.Aufl.), S.15

## Luftschadstoffe aus Heizungsanlagen - Charakteristik und Gefahren

### **Schwefeldioxid:**

Schwefeldioxid entsteht bei allen Verbrennungsprozessen, bei denen schwefelhaltige Materialien eingesetzt werden: Kohle, Öl, Holz uvm. Schwefeldioxid trägt als Hauptkomponente der Luftbelastung zur Bildung von sauren Niederschlägen bei. In der Luft wird es zum Teil oxidiert und bildet mit Wasser Schwefelsäure. An der Entstehung von Smog ist Schwefeldioxid besonders beteiligt.

Für Kinder, alte und kranke Menschen stellt Schwefeldioxid bereits in geringen Konzentrationen eine erhebliche Belastung der Atemwege und -organe dar und kann Bronchitis, Pseudo-Krupp und Asthmaanfälle auslösen bzw. den Krankheitsverlauf negativ beeinflussen.

Viele Baustoffe werden durch Schwefeldioxid und Sauren Regen angegriffen und verwittern wesentlich schneller, insbesondere Kalk- und Sandstein, Eisen und andere Metalle, aber auch Betonbauteile.

Auf Pflanzen wirkt Schwefeldioxid bereits weit unterhalb der gesetzlichen Höchstwerte schädigend: Bei  $0,4 \text{ mg/m}^3$  kommt es an fast allen Bäumen zu schweren Schäden, häufig zum vorzeitigen Absterben. Aber schon  $0,08 \text{ mg/m}^3$  reichen aus, um Wachstumsverluste zu bewirken.

### **Stickoxide**

Stickoxide sind Mitverursacher des Sauren Regens. Sie bilden in der Atmosphäre z.T. Salpetersäure und sind für das Waldsterben mitverantwortlich. Sie entstehen bei Verbrennungsprozessen, entweder bei hohen Temperaturen oder durch Verbrennung von stickstoffhaltigen Stoffen (dazu gehören fast alle natürlichen Brennstoffe). Hauptemissionsquelle ist gegenwärtig der Verkehrsbereich.

Unter dem Einfluß von Sonnenlicht und in Gegenwart von Kohlenwasserstoffen führt der Stickoxidgehalt der Luft zur Bildung von Photooxidantien. Dazu gehört besonders das Ozon. Ozon schädigt selbst in geringsten Konzentrationen die Zellwände von Pflanzen; als Folge kann es zur Ausschwemmung von lebenswichtigen Nährstoffen kommen, bis hin zum Absterben der Pflanzen.

### **Kohlenmonoxid**

Kohlenmonoxid ist das Produkt der unvollständigen Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Stoffen. Im Heizungsbereich stammt es zum größten Teil aus der wenig kontrollierbaren Einzelofenheizung. Der Hauptanteil insgesamt wird durch den Verkehr verursacht.

Kohlenmonoxid wird von den roten Blutkörperchen besser gebunden als Sauerstoff und ist deshalb ein Atemgift. In geringen Konzentrationen führt es zu Müdigkeit, Kopfschmerzen und Unwohlsein.

### ***Kohlenwasserstoffe***

Kohlenwasserstoffe werden bei unvollständiger Verbrennung (z.B. bei schlecht geregelter Luftzufuhr; Schwelbrand) aus Heizungsanlagen emittiert. Hauptquelle ist jedoch der Verkehrsbereich (ca. 70%).

Kohlenwasserstoffe tragen zur Bildung von Photooxidantien bei (s.o.), viele der unvollständigen Verbrennungsprodukte sind krebserregend (z.B. Benzpyren).

### ***Kohlendioxid***

Kohlendioxid ist zwar ein natürlicher Bestandteil der Luft; durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern wird aber – bezogen auf die bisherige Geschichte der Erde – in kurzer Zeit sehr viel CO<sub>2</sub> freigesetzt und damit die Konzentration in der Atmosphäre erhöht. In den vergangenen 100 Jahren hat die Kohlendioxidkonzentration bereits um 14% zugenommen. Ein weiterer Anstieg kann zu einem globalen Treibhauseffekt und über die zu erwartende Erwärmung an der Erdoberfläche zu drastischen Klimaveränderungen mit katastrophalen Folgen führen.

Beim Vergleich der CO<sub>2</sub>-Bildung durch Verbrennung schneidet Erdgas wegen seines hohen Heizwertes besser ab als Heizöl und dieses wiederum besser als Kohle. Braunkohle besitzt den geringsten Heizwert unter den fossilen Energieträgern und setzt entsprechend fast doppelt soviel CO<sub>2</sub> frei wie Erdgas, wenn man gleiche produzierte Wärmemengen vergleicht. (Für eine kWh Wärmeleistung entstehen bei Erdgas 0,2 kg CO<sub>2</sub>, bei Heizöl knapp 0,3 kg, bei Steinkohle 0,33 kg und bei Braunkohle 0,4 kg).

Für Menschen, Tiere und Pflanzen stellt das Kohlendioxid keine unmittelbare Bedrohung dar (erst bei sehr hohen Konzentrationen kommt es zur Erstickung).

## 2. Fragenkatalog zum Bereich Heizung

### *Informationssammlung*

- Mit welchem Heizungssystem / welchen Brennstoffen wird die Schule beheizt?
- Wie groß ist der Energieverbrauch?
  - \* wieviele Kubikmeter (Erd-)Gas pro Monat / pro Jahr
  - \* wieviele Liter Heizöl ...
  - \* wieviele kWh Fernwärme ...
  - \* u.U. wieviel Strom für die Pumpen ...
- Wie wird die Wärme im Gebäude verteilt?
- Wie wird die Temperatur / der Brenner gesteuert?
- Wie wird die Raumtemperatur geregelt? Raumweise? Zentral? Mit Thermostatventilen? Außenfühler? ...
- Wann und wie wird die Heizung gewartet? ... die Abgase untersucht, von wem? Welche Grenzwerte sind vorgeschrieben?
- Wie steht es mit der Wärmedämmung der Schule?
- Wie groß ist die Schadstoffbelastung der Luft in der Stadt, nahe der Schule?
- ...

### *Informationsauswertung/darstellung*

- Wie groß ist der Energieverbrauch pro Kopf / pro Jahr / im Vergleich mit einem Einfamilienhaus mit 4 Personen / im Vergleich mit den Literaturwerten?
- Wie hoch sind die Kosten im Vergleich ... ?
- Wie groß ist die Umweltbelastung im Vergleich ...?
- Heizung und der Treibhauseffekt: Wieviel Kohlendioxid produziert die Heizungsanlage unserer Schule jährlich?
- Welche Verbesserungsvorschläge können gemacht werden?

### 3. Mögliche Aktivitäten

- Gespräch mit Hausmeister, Schulleitung, Schulverwaltung
- Einsicht in Heizkostenabrechnung der Schule
- Nachfragen beim zuständigen Energieversorgungsunternehmen, beim Lieferanten für Öl (oder Steinkohle)
- Beratung durch örtliche Energieberatungsstelle
- Informationsbeschaffung von der zuständigen Umweltbehörde (z.B. Stadt, Gemeinde, Landesamt für Umwelt, Landes- oder Bundesministerium, von anderen Institutionen z.B. Hochschulen, unabhängigen Forschungseinrichtungen ...)
- Informationssuche bzgl. alternativer Heizsysteme (Sonnenkollektoren, Wärmepumpen o.ä.), Anfragen bei Herstellern, Installationsfirmen ...
- Suche nach neuerer Literatur in Schul-, Stadt-, Hochschulbibliothek
- Suche nach geeigneten Medien (Filmen, Schautafeln, Prospekten ...)

### 4. Literaturhinweise

- Arbeitskreis Schulinformation Energie (Hrsg.): Lernsequenzen zum Thema Energie für die Sekundarstufe I. Frankfurt 1985 (10 @Infomappen mit zahlreichen Abb., OH-Folien und Literatur- und Filmhinweisen  
(Bezug: ASE, Am Hauptbahnhof 12, 6000 Frankfurt 1)
- BUND-Umweltzentrum Stuttgart (Hrsg.): GLOBUS-Begleitmappe zur ARD-Fernsehsendung
  - \* Heft 4/1987: Optimales Heizen. S.97 ff und S.94 ff
  - \* Heft 10/1988: Auswege ... S.298 ff
- Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Auswirkungen der Luftverunreinigungen auf die menschliche Gesundheit. Bonn 1987 (Bezug: BMfUNR, Postfach 120629, 5300 Bonn1)
- Joachim Kahlert: Was uns den Atem verschlägt. Luftverschmutzung und ihre Folgen. Weinheim 1986
- Axel von Maltzahn, Reiner Unkrüer: Energiesparen. Ein aktueller Leitfaden für sparsamen Umgang mit Energie in Wohnung und Haushalt. München 1981
- Gerd Michelsen (Hrsg.): Der Fischer Öko-Almanach. Frankfurt, verschiedene Ausgaben
- Öko-Institut Freiburg (Hrsg.): Gute Argumente: Energie. München 1986
- Pädagogische Arbeitsstelle - Deutscher Volkshochschulverband / Öko-Institut Freiburg (Hrsg.): Grafiken zur Energiewende. Freiburg 1987 (Bezug: Öko-Institut, Hindenburgstraße 20, 7800 Freiburg. 12 DM)
- Schweizerische Energiestiftung (Hrsg.): Wärmepumpen. Technische, wirtschaftliche, ökologische und energiepolitische Aspekte. (SES-Report Nr. 11) Zürich 1981<sup>3</sup>

### 5. Ergebnisse am Beispiel\*) und weitere Materialien

Die Heinrich-Schütz-Schule wird mit einer zentralen Gasheizung versorgt. Die Leistung der Heizung richtet sich nach Jahres- und Tageszeit. Die allgemeinen Räume (z.B. Turnhalle, Wandelhalle usw.) werden ganztägig beheizt, die Klassenräume aber nur von 7.00 Uhr bis 14.00 Uhr. In den Ferien wird nur geheizt, wenn die Temperatur unter 4°C fällt. Für das Jahr 1986 ergaben sich für den Gasverbrauch folgende Werte:

<i>Monat</i>	<i>Gasverbrauch</i> (in m <sup>3</sup> )	<i>Heizkosten (incl.7% MWSt)</i> (in DM)
Januar	43387	17355
Februar	25327	10131
März	30098	12039
April	4850	1943
Mai	5985	2394
Juni	1005	402
Juli	237	95
August	960	384
September	1725	690
Oktober	8627	3451
November	22372	8949
Dezember	38437	15375
<b>Insgesamt</b>	<b>205390</b>	<b>82156</b>

Im ganzen Jahr 1986 wurden also 205390 m<sup>3</sup> Gas verbraucht. Es entstanden Gesamtkosten von 82156 DM.

Bei 1010 Schülerinnen und Schülern kostet die Heizung also 81,50 DM pro Schüler und Jahr.

Als Mittelwert für den monatlichen Gasverbrauch ergeben sich 17116 m<sup>3</sup> und 6846 DM.

\*) Aus der Projektbroschüre "Ökologie der Schule" der Klasse 10 F1 an der Heinrich-Schütz-Schule Kassel (1988)

Da Kassel zu den in Hessen ausgewiesenen Belastungsgebieten gehört, gibt es für das Stadtgebiet sowohl ein Emissionskataster wie auch detaillierte Werte zur Immissionslage. Mit diesen Materialien konnten die SchülerInnen Vergleichsberechnungen durchführen, um den Anteil der Schulheizung an der lokalen Luftbelastung darzustellen.

Nach Angaben der Städtischen Werke Kassel hat das gelieferte Gas einen Heizwert von

$$11,1 \text{ kWh/m}^3$$

Somit ergibt sich:

$$205.000 \text{ m}^3 \text{ Gas} \approx 2.275.000 \text{ kWh}$$

Aus dem Vergleich mit der Tabelle Seite 6 ergibt sich:

$$2.275.000 \text{ kWh} : 47.500 \text{ kWh} \approx \mathbf{48}$$

d.h. die Gasheizung der Schule verbraucht soviel Gas wie 48 Einfamilienhäuser und emittiert entsprechend 48 x die Schadstoffmenge eines Einfamilienhauses. Daraus ergeben sich für

- Stickoxide: 348 kg/Jahr
- Schwefeldioxid: 5 kg/Jahr
- Kohlenmonoxid: 528 kg/Jahr

und

- Kohlendioxid: 528 t/Jahr

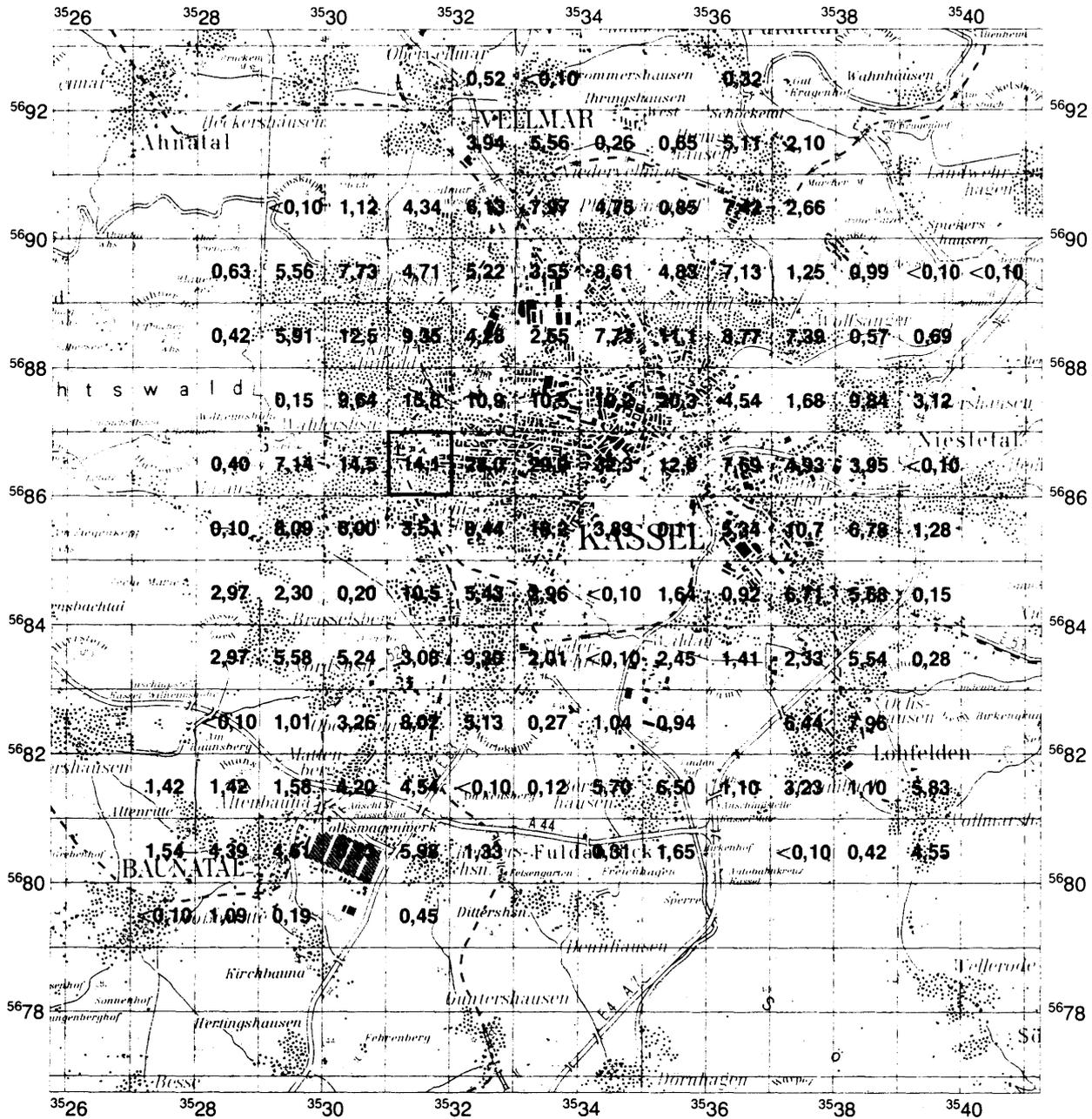
Diese Werte können mit den Emissionswerten für die Stadt bzw. für das betreffende Planquadrat (siehe nächste Seite) verglichen werden:

Schadstoffart	Menge in t/Jahr					
	Kassel	davon Heizung	Schulstandort pro km <sup>2</sup>	davon Heizung pro km <sup>2</sup>	Schule	BRD insgesamt (1986)
<b>Stickoxide</b>	6400	700	57	14	0,4	3000000
<b>Schwefeldioxid</b>	7700	2000	59	40	0,005	2200000
<b>Kohlenmonoxid</b>	41370	15900	780	366	0,53	8900000
<b>Kohlenwasserstoffe</b>	5850	280	67	6	0,01	2400000

Mit dem "Einfamilienhausfaktor" lassen sich auch andere Vergleiche ziehen: Z.B. kann der pro-Kopf-Energieverbrauch verglichen werden mit dem eines Wohnhauses, z.B. unter der Annahme, daß dieses von 3,5 Personen bewohnt wird.

**Beispiel für Emissionskataster \*)**

Für Kassel gibt es entsprechende Pläne u.a. für die Einzelkomponenten Stickoxide, Schwefeldioxid usw., einmal nach Verursachergruppen getrennt, zum anderen als Gesamtbelastung für das jeweilige Flächenelement.



**Jahresemissionen der Quellengruppe  
Gebäudeheizung**

Stickoxide (NO<sub>2</sub>) in t/a

bezogen auf Flächen von 1 km x 1 km

Bezugsjahr: 1978

\*) Aus: Hess. Minister für Landesentwicklung, Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.): Luftreinhalteplan Kassel. Teil 1: Emissionen. Wiesbaden 1984, S. 69

**Verbesserungsvorschläge: \*)*****Aktuelle Situation:***

Der Schulträger plant, für die Heizungsanlage ein Steuerungsgerät einbauen zu lassen, mit dem jede Klasse einzeln angesteuert werden kann. Durch eine Anpassung der Heizzeit an den Stundenplan der entsprechenden Klassen könnte eine gewisse Energieeinsparung erreicht werden.

***Weitere Möglichkeiten:***

Durch eine Modernisierung der Heizung könnte die Emission von Stickoxiden von 180 mg/kWh auf 60 mg/kWh gesenkt werden; das entspricht einer Verringerung auf ein Drittel des jetzigen Schadstoffausstoßes.

Durch zusätzlichen Einbau eines Katalysators könnte der Stickoxidausstoß weiter vermindert werden, daneben aber auch die Emissionen von Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffen.

Durch eine Abgasrückführung könnte der Wirkungsgrad der Heizung verbessert werden: Mit den heißen Rauchgasen könnte z.B. noch Warmwasser vorgewärmt werden.

Durch eine bessere Dämmung des Gebäudes könnten bis zu 20 % Heizkosten eingespart werden.

Als Alternative zur vorhandenen Gaszentralheizung könnte die Schule auch einen Anschluß an das im Ausbau befindliche Fernwärmenetz anstreben.

Der Wärmebedarf der Schule könnte auch dadurch gedeckt werden, daß man das ca. 3000 m<sup>2</sup> große Schuldach als Sonnenkollektorfläche auslegt. Kosten etwa eine halbe Million. Dem stehen Probleme des Denkmalschutzes nicht entgegen.

***Zusammenfassung:***

"Verbesserungen könnten zu einer deutlichen Verringerung der Schadstoffemissionen der HSS führen. Der relativ geringe Anteil der Emissionen der HSS an der Gesamtschadstoffbelastung des Ortsteils macht jedoch deutlich, daß eine wirksame Verringerung der Umweltbelastung nur erreicht werden kann, wenn alle Verursacher von Schadstoffemissionen sich um Verbesserungsmaßnahmen bemühen."

---

\*) Aus der Projektbroschüre "Ökologie der Schule"

## 6. Ein Vorschlag zur Begleitung einer Abgasuntersuchung (Heizung)

Gebäude-Heizungsanlagen müssen regelmäßig durch die zuständige Behörde bzw. von ihr beauftragte Sachverständige kontrolliert werden. In der Regel werden diese Kontrollen von zuständigen Bezirksschornsteinfeger durchgeführt.

Die seit Oktober 1987 gültige *Kleinfeuerungsanlagenverordnung* regelt u.a., welche Brennstoffe zulässig sind und welche Abgasnormen eingehalten werden müssen. Bei Gas- und Ölfeuerungsanlagen (über 11 kW Leistung) müssen jährlich folgende Komponenten kontrolliert werden:

- Ruß
- Kohlenwasserstoffe (also unverbranntes oder verschweltes Öl/Gas)
- und der sogenannte Abgasverlust (durch Messung des CO<sub>2</sub>-Gehalts bzw. des Sauerstoffgehalts des Abgases zusammen mit der Temperatur)

Bei Bedarf wird eine Neueinstellung des Brenners veranlaßt.

*Eigene Messungen von Schadstoffen im Rauchgas sind nicht zu empfehlen, da es notwendig ist, mit einer Sonde eine Probe aus dem Schornstein zu ziehen. Steht jedoch eine Routine-Messung der Heizungsanlage ohnehin an, so kann mit dem Schornsteinfeger in der Regel leicht ein Termin vereinbart werden, an dem auch die betreffende Schülergruppe teilnehmen kann.*

*Der Schornsteinfeger kann darüberhinaus auch Auskunft geben über die verwendeten Meßmethoden und die Verminderung des Schadstoffausstoßes durch moderne Brenner.*

### Versuche im Klassenzimmer

#### *Warum eine Thermostatregelung der Heizung Energie sparen hilft*

Wer friert, kann nicht denken. Darum müssen Klassenzimmer geheizt werden, besonders rechtzeitig vor Unterrichtsbeginn. **Danach** ist die Heizung in vielen Fällen nicht mehr nötig: Die Körperwärme heizt den Raum mit. Die Wärmeleistung einer Person beträgt etwa 40 Watt, bei 25 Schülern sind das 1 kW. Eine funktionstüchtige Thermostatsteuerung nimmt die Wärmeabgabe der Heizkörper entsprechend zurück.

- V 1: Temperatur an verschiedenen Stellen im Raum bei Unterrichtsbeginn und eingeschalteter Heizung kontrollieren.
- a) Heizung eingeschaltet lassen
  - b) Heizung abschalten
- und jeweils wieder die Temperatur in bestimmten Abständen messen.
- V 2: Heizung bei Unterrichtsbeginn ausgeschaltet lassen (nur bei mindestens 10°C Außentemperatur) und Raumtemperatur in Abständen kontrollieren.
- V 3: Wie ändert sich die Temperatur in einem leeren, unbeheizten Klassenzimmer, in das die Sonne scheint?
- V 4: Welche Temperaturunterschiede ergeben sich zwischen Raumluft und Fensteroberfläche (Glasscheibe bzw. Fensterholme)?

## 7. Lüftung und Strom

### ***Belüftung und Entlüftung \*)***

In der HHS gibt es viele Räume ohne Fenster und mit künstlicher Belüftung (z.B. Filmraum, Musikräume etc.). Die Luft wird von der Parkseite her angesaugt, ist wegen der nur wenig entfernten Straßen aber ebenso belastet wie die Außenluft. Eine Reinigung (von Staub?) erfolgt durch Filter, die regelmäßig gewechselt werden. Das Fehlen einer Klimaanlage macht sich besonders in den heißen Sommer- und kalten Wintermonaten bemerkbar.

Eine Belastung der Umwelt durch Be- und Entlüftung besteht nicht. Allerdings werden über die Abzüge in den Chemieräumen gelegentlich aggressive Gase (Chlor, Brom, Schwefeldioxid) in die Umwelt entlassen.

### ***Verbesserungsvorschläge***

In die Chemieabzüge könnten Filter eingebaut werden. Damit könnte der Schadstoffausstoß praktisch völlig verhindert werden.

### ***Strom \*\*)***

Der durchschnittliche Stromverbrauch pro Monat beträgt 16.000 kWh.

\*\*\*\*

### ***Weitere Anregungen***

- Wofür wird der Strom im einzelnen verbraucht?
- Wie könnte der Stromverbrauch reduziert werden?
  - \* Bereich Beleuchtung: Energiesparlampen?
  - \* Ausschaltautomatiken in bestimmten Fluren?
  - \* ...
- Was "kostet" eine Klimaanlage (im Vergleich zur Aufwärmung der Raumluft durch die Heizung)?
- ...

---

\*) Aus der Projektbroschüre "Ökologie der Schule"

\*\*\*) Zum Aspekt "Strom" vgl. die Literaturhinweise unter H4

## Müll und andere Abfälle

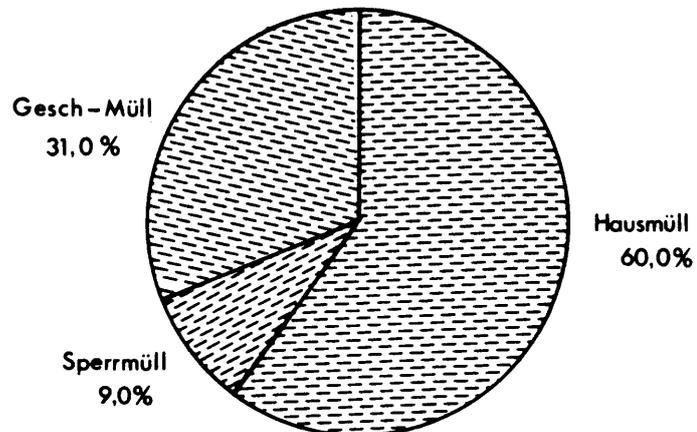
### 1. Allgemeines über Müll \*)

In der BRD fallen jährlich ca. 60 Millionen Tonnen Müll an, davon

- 35 Mio t Industrieabfälle und
- 25 Mio t Hausmüll und hausmüllähnliche Abfälle.

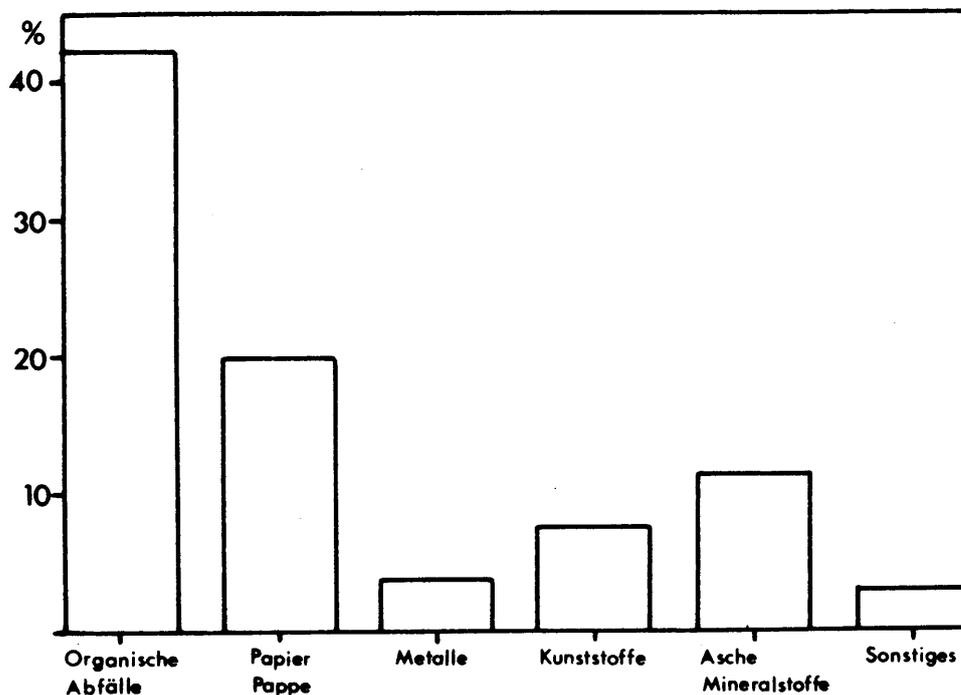
Die insgesamt 25 Mio t Hausmüll und hausmüllähnlichen Abfälle bestehen

- zu 60% aus Hausmüll im engeren Sinn (also aus allem, was in der Mülltonne landet),
- zu 9% aus Sperrmüll (Möbel, Matratzen usw.) und
- zu 31% aus Geschäftsmüll (Kartonagen u.ä.)



Durchschnittlich ist der Hausmüll wie folgt zusammengesetzt:

Müllzusammensetzung



\*) alle Angaben nach: GLOBUS H. 8/1986, S.193 ff (Ersticken wir im Müll?)

### ***Wo der Müll bleibt***

Im Bundesdurchschnitt werden

- 68% des Mülls auf Deponien gebracht
- 30% des Mülls in Verbrennungsanlagen verbrannt und
- 2 bis 3% des Mülls kompostiert.

Außerdem werden gegenwärtig ca. 1 bis 1,5 Millionen Tonnen Müll getrennt gesammelt und einem Recycling zugeführt (hauptsächlich Glas und Papier).

Etwa ein halbes Prozent des Hausmülls gilt als Sondermüll: Chemikalien, Batterien, Farbreste. Diesen 125.000 t aus dem häuslichen Bereich stehen weitere 6 Millionen Tonnen Sondermüll aus der Industrie gegenüber, davon fast 3/4 aus der chemischen Industrie. Ca. 80% dieser Abfälle werden in Sondermülldeponien gelagert, ein Teil auf dem Meer verbrannt oder ins Ausland gebracht. Wiederverwertet werden z.Zt. maximal 10%.

### ***Umweltprobleme durch Müll***

Innerhalb der letzten 80 Jahre hat sich die "Müllproduktion" von 100 kg Müll pro Kopf auf 300 kg pro Person und Jahr erhöht. Ursachen dafür sind deutlich veränderte Produktionsweisen, Konsum- und Wegwerfverhalten. Viele Gebrauchsgegenstände, die früher so lange wie möglich ausgebessert und instandgehalten wurden, werden heute durch neue ersetzt, oft gibt es bei technischen Geräten z.B. schon nach wenigen Jahren keine Ersatzteile mehr. Im Bereich der Kleidung findet ein ständiger Wechsel der Moden statt, Bekleidungstextilien werden oft nur eine Saison getragen. Außerdem wird heute insgesamt mehr konsumiert als jemals vorher. Da die Produktion in vielen Bereichen zentralisiert worden ist und die Hersteller erkannt haben, daß die Verpackung eine wichtige Verkaufshilfe darstellt, hat besonders das Verpackungsaufkommen erheblich zugenommen.

Ein großer Teil aller produzierten Waren hat Einwegcharakter. Daher können technische Maßnahmen allein das Müllproblem nicht lösen, sondern nur eine langfristige Verminderung der Müllproduktion durch Müllvermeidung.

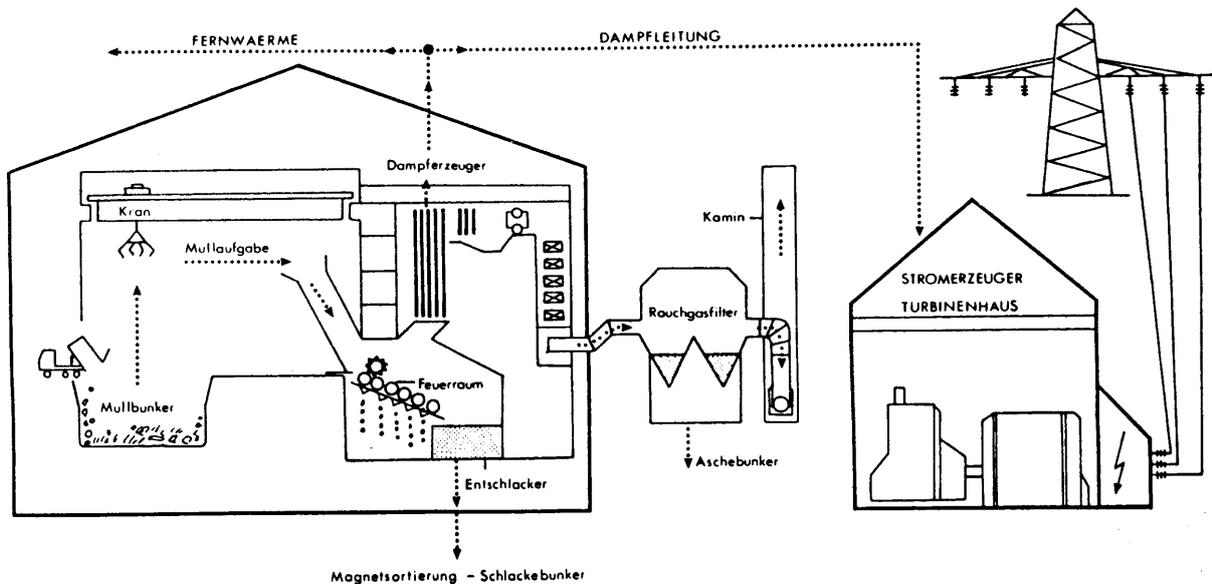
### ***Deponien***

Deponiegelände stehen nicht in beliebigem Umfang zur Verfügung. Im Unterschied zu früheren Jahren werden heute bestimmte Mindestanforderungen an ein Deponiegelände gestellt; insbesondere darf kein Sickerwasser ins Grundwasser eindringen und damit durch Schadstoffeintrag das Trinkwasser gefährden. Da in der Vergangenheit diese Sicherheitsvorkehrungen nicht überall beachtet worden sind, gibt es heute die sog. "Altlasten"-Problematik auch im Bereich der normalen Deponien. Dort wurden oft chemische und hausmüllartige Abfälle zusammen abgekippt und zudem kaum kontrolliert.

Zur Zeit werden zwischen 65 und 75 % des Mülls noch deponiert. Angestrebt sind statt der heute 20 bis 25 Mio Tonnen höchstens 10 Millionen Tonnen pro Jahr.

### Müllverbrennung \*)

30% des Hausmülls werden z.Zt. in über 40 Müllverbrennungsanlagen in der BRD verbrannt. Dadurch wird das Volumen des Mülls deutlich vermindert (das Schlackevolumen beträgt 10 - 20% des eingesetzten Müllvolumens). Magnetische Metallbestandteile, insbesondere Eisenschrott, werden aus der Schlacke durch Magnetabscheider aussortiert und recycelt. Gleichzeitig kann die entstehende Wärme genutzt werden, um Strom zu erzeugen oder über ein Fernwärmenetz Gebäude zu beheizen.



**Hauptprodukte der Verbrennung** sind Kohlendioxid und Wasser. Daneben entstehen Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid und Stickoxide, durch den zunehmenden Anteil künstlicher Stoffe im Müll aber auch andere chemische Verbindungen, insbesondere Chlorwasserstoff (z.B. aus PVC), Fluorwasserstoff, Dioxine (TCDD), polychlorierte Biphenyle (PCBs), dazu große Mengen Staub, die auch Cadmium und Blei enthalten.

- **Chlor- und Fluorwasserstoff** tragen zur Bildung des Sauren Regens bei; auf Pflanzen wirken sie als Zellgifte, beim Menschen können sie - die Atemwege und -organe schädigen.
- **Dioxine** bilden sich bei bestimmten (niedrigen) Verbrennungstemperaturen aus organischen Substanzen in Gegenwart von Salzen (Chlorid) bzw. aus chlorierten organischen Stoffen. Sie gelangen mit dem Staub über die Atmung - oder indirekt über die Nahrung - in den menschlichen Körper. Sie sind verantwortlich für die sog. Chlorakne, schädigen

\*) Abbildung MVA aus: S. Liesering, L. Stüdel: Hausmüll. Stofftrennungen am praktischen Beispiel. Marburg 1987, S. 21

den Embryo im Mutterleib und gelten als krebsauslösend oder zumindest krebsfördernd.

- **Schwermetalle:** Der Cadmiumanteil im Staub hängt u.a. damit zusammen, daß viele Kunststoffartikel mit gelben, roten oder orangenen Cadmium-Farbpigmenten gefärbt sind; bei der Verbrennung werden diese Bestandteile wieder freigesetzt und mit den Verbrennungsgasen in die Atmosphäre entlassen. Schwermetalle reichern sich insbesondere über die Nahrungskette im menschlichen Organismus an. Es kommt zu subchronischen oder chronischen Erkrankungen, bei Cadmiumvergiftungen zu Lungen- und Nierenschäden, bei Bleivergiftungen insbesondere zu Schädigungen des Nervensystems, des Blutes und der Schleimhäute.

Die Verbrennungstäube können weitgehend durch Elektrofilter oder Zyclone aus dem Rauchgas entfernt werden. Allerdings fallen dabei relativ große Mengen Filterstaub an, die wegen des Schwermetall- und Dioxingehaltes in Sondermülldeponien gebracht werden müssen.

Die gasförmigen Schadstoffe werden in einem Teil der Müllverbrennungsanlagen durch Rauchgaswäscher entfernt. Dazu müssen jedoch wiederum Chemikalien eingesetzt werden, um z.B. Schwefeldioxid zu binden (Kalk und ähnliche Verbindungen). Auch vermindert sich dadurch die nutzbare Wärme- bzw. Strommenge.

Zur Zeit werden neben der Müllverbrennung noch andere Verfahren erprobt, z.B. die Pyrolyse: Dabei wird der Abfall (einer bestimmten Zusammensetzung) unter @Luftausschluß verschwelt. Das entstehende Gas kann wiederum in einem Gasmotor verbrannt werden und damit über Generatoren Strom erzeugen. Auch wird versucht, auf diesem Weg aus Kunststoffabfällen Synthesegas zum Recycling zu erzeugen.

### ***Wertstoff-Tonnen***

Viele Gemeinden haben in den letzten Jahren Papier-, Altglas- oder Weißblech-Container aufgestellt. Darüber kann sowohl die Müllmenge reduziert werden, die sonst auf die Deponien oder in die Müllverbrennungsanlagen wandert, wie auch ein großer Teil von Stoffen dem Recycling zugeführt werden. An vielen Stellen ist aber zu fragen, ob dem Recycling nicht die Benutzung anderer Produkte vorzuziehen ist, z.B. indem man Mehrwegflaschen an Stelle von Einwegverpackungen benutzt.

### ***Kompostierung***

Den größten Anteil am Hausmüll haben nach wie vor organische Abfälle. Diese können individuell oder nach Sammlung in "Grünen Tonnen" zentral einer Kompostierung zugeführt werden. Dazu muß jedoch eine strenge Trennung von anderen Abfällen erfolgen, da sonst der anfallende Kompost einen zu hohen Schadstoffgehalt (Schwermetalle) aufweist.

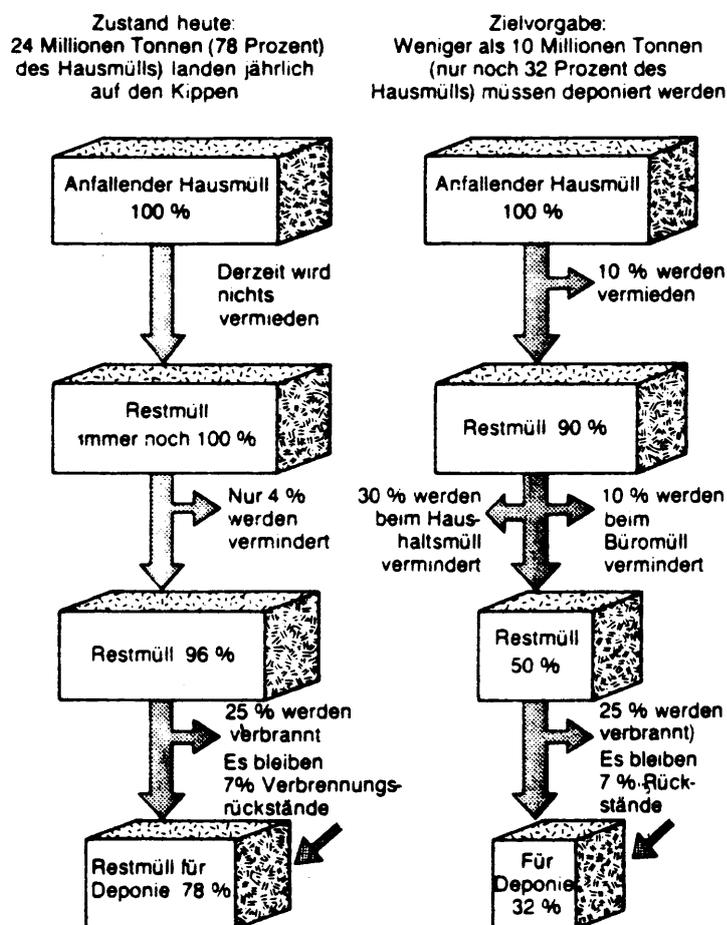
### Müllsortieranlagen

In verschiedenen Ländern gibt es Versuche, den anfallenden Hausmüll zentral zu sortieren und die einzelnen Stoffgruppen getrennt weiterzuverarbeiten. Dazu ist jedoch eine konstante Zusammensetzung des Mülls notwendig. Auch ist es prinzipiell einfacher und meist auch billiger, den Müll getrennt zu sammeln.

### Müllvermeidung \*)

Die langfristig allein erfolgversprechende Methode, die Müllbelastung der Umwelt zu verringern, besteht darin, Müll möglichst zu vermeiden.

### Stufenmodell zur Lösung der Abfallprobleme



\*) Abbildung aus: W. Helm, G. Roeles: Abfall - vermeiden und verwerten. Deutscher Volkshochschul-Verband. Frankfurt 1987, S. 14

## 2. Fragenkatalog zum Bereich Müll

### *Informationssammlung*

- Wieviel Müll fällt jede Woche in der Schule an?
- Welche Kosten entstehen für die Schule, den Schulträger?
- Wie ist der Müll zusammengesetzt?
- Gibt es Behälter für die getrennte Sammlung von Papier / Glas / Batterien / andere Stoffe ... in der Pausenhalle? ... im Sekretariat, im Lehrerzimmer? Falls nein, warum nicht?
- Wieviel Papier wird im Sekretariat pro Jahr gekauft? Wieviele Kopien gemacht?
- Wie sind die verkauften Getränke verpackt?
- Sondermüll in der Schule: Wie werden Chemikalien und Abfälle von chemischen Experimenten entsorgt?
- Wie wird der Müll in unserer Stadt/Gemeinde "beseitigt"?
- Wie groß ist das jährliche Müllaufkommen?
- Für wieviele Jahre reicht die vorhandene Deponie?
- Gibt es eine Rauchgaswäsche in der Müllverbrennungsanlage?

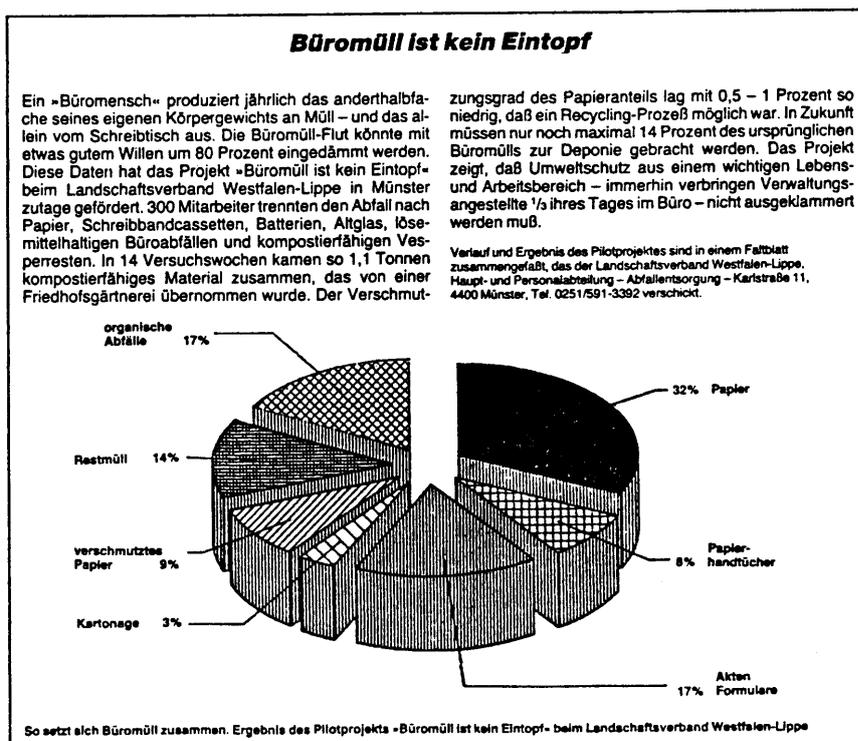
### *Informationsauswertung/darstellung*

- Müll-Collage: Was jede Woche so alles anfällt ...
- Wieviel Müll fällt an im Vergleich mit zuhause, mit der Stadt ... ?
- Umweltbelastung durch Müll ... ?
- Welche Verbesserungsvorschläge können gemacht werden?
- Alternatives Müllkonzept für unsere Schule?

## 3. Mögliche Aktivitäten

- Gespräch mit Hausmeister, Schulleitung, Schulverwaltung
- Nachfragen beim Ordnungsamt, bei der kommunalen Müllbeseitigungsfirma
- Informationsbeschaffung von der zuständigen Umweltbehörde (z.B. Stadt, Gemeinde, Landesamt für Umwelt, Landes- oder Bundesministerium, von anderen Institutionen z.B. Hochschulen, unabhängigen Forschungseinrichtungen ...)
- Informationssuche bzgl. alternativer Müllkonzepte
- Suche nach neuerer Literatur in Schul-, Stadt-, Hochschulbibliothek
- Suche nach geeigneten Medien (Filmen, Schautafeln, Prospekten ...)
- Entwicklung/Durchführung eines Müllspiels

aus:  
 UMWELT  
 kommunal  
 Nr. 54/55  
 Heft 7/88



#### 4. Literaturhinweise

- BUND-Umweltzentrum Stuttgart (Hrsg.): Müll, Sondermüll. In: GLOBUS-Begleitmappe Heft 8/1986, S. 193
- Bundesministerium des Innern (Hrsg.): Abfall und Umwelt. Berlin 1981
- Wolfgang Helm, Gerd Roeles: Abfall – vermeiden und verwerten. Herausgegeben von der Pädagogischen Arbeitsstelle des Deutschen Volkshochschulverbandes, Frankfurt 1987
- Hessisches Institut für Bildungsplanung und Schulentwicklung (HIBS) (Hrsg.): Umwelterziehung 3 – Umweltprojekte. Heft 62, Wiesbaden 1986. (siehe insbesondere: Der Müll in unserer Schule. S. 1 – 13)
- Stephan Liesering, Lutz Stäudel: Hausmüll. Stofftrennungen am praktischen Beispiel. Materialien zu einer Unterrichtsreihe (Soznat Band 23). Marburg 1987
- Gerd Michelsen (Hrsg.): Der Fischer Öko-Almanach. Frankfurt, verschiedene Ausgaben
- Michael Pape: Umweltbelastung durch Kunststoffe. Materialien zu einer Unterrichtsreihe (Soznat Band 8). Marburg 1984<sup>3</sup>
- SHELL AG (Hrsg.): Umweltschutz heute. Folienset III: Recycling/Abfallwirtschaft. (Bezug kostenlos bei: TRU, Überseering 35, 2000 Hamburg 60)
- Umweltbundesamt: Müll kommt uns teuer zu stehen. Berlin 1981 (Bezug: UBA, Bismarckplatz 1, 1000 Berlin 33)
- Verband Deutscher Papierfabriken (Hrsg.): Altpapier ist Rohstoff (Bezug: VDP, Adenauerallee 5, 5300 Bonn 1)
- Verbraucherzentrale NRW e.V. (Hrsg.): Giftdepot Mülleimer. Düsseldorf 1983<sup>2</sup> (Bezug: Mintropstraße 27, 4000 Düsseldorf 1)

## 5. Ergebnisse am Beispiel \*)

### *Ist-Situation*

- \* Die Müllmenge beträgt 5500 Liter pro Woche. Die Zusammensetzung des Mülls an der HSS entspricht nicht der durchschnittlichen Zusammensetzung des Hausmülls: Organische Abfälle kommen nur in geringem Umfang vor, dafür ist der Anteil von Papier sehr viel größer. Der Müll wird in der Müllverbrennungsanlage Kassel verbrannt.
- \* Eine Zeit lang wurde Aluminium gesammelt, das Aussortieren und Wegbringen war Aufgabe der Schülervertretung.
- \* Einmal im Monat steht ein Papiercontainer an der Schule.
- \* *Sondermüll*: Früher wurden die Chemieabfälle weggeworfen, weil es bequemer war und niemand nachfragte.

Heute sollte eigentlich regelmäßig durch die Stadt entsorgt werden. Der Chemielehrer hat zuletzt in Eigeninitiative entsorgt, indem er die betreffenden Chemikalien an einem Sondermüll-Sammeltag des städtischen Reinigungsamtes zu einer Annahmestelle brachte.

Große Mengen Sondermüll fallen nicht an. Zum größten Teil handelt es sich um Chlorkohlenwasserstoffe und Schwermetallsalzlösungen.

### *Verbesserungsvorschläge*

- \* Getrennte Müllsammlung für Papier, Aluminium und Weißblech (Coladosen).
- \* Sondermüll: Regelmäßige Entsorgung durch die Stadt; getrennte Abwassersammlung für Lösungen, die Chemikalien enthalten.

\*\*\*

### **Hinweise zum Abschnitt M6: Weitere Vorschläge für Versuche**

- \* Zum Aspekt Schadstoffe aus der Müllverbrennung/Bodenbelastung:

Eckhard PHILIPP: Experimente zur Untersuchung der Umwelt. München 1977 (insbesondere Abschnitte Müllbelastung, S.83-94, und Bodenbelastung, S.96 ff).

VERSUCHE ZUM UMWELTSCHUTZ. Weinheim 1972. (Abschnitt Vergiftung des Bodens, S.141 ff).

Michael PAPE: Umweltbelastung durch Kunststoffe. Sozmat Materialien für den Unterricht Band 8. Marburg 1984 (Dritte Aufl.)

- \* Zum Aspekt Müllbeseitigung (Sortieren, Trennen):

Stephan LIESERING und Lutz STAUDEL: Hausmüll. Sozmat Materialien für den Unterricht Band 23. Marburg 1987

---

\*) Aus der Projektbroschüre "Ökologie der Schule"

## 6. Versuchsvorschläge zum Müll

### *Zum Beispiel: Papierrecycling*

#### \* *Herstellung des Papierbreis:*

Altpapier (Zeitungen, Hefte usw., kein Hochglanzpapier) wird in kleine Schnipsel zerrissen, zum Weichen in eine Schüssel mit Wasser gegeben und später portionsweise mit einem Mixer oder Handrührgerät weiter zerkleinert. Der Faserbrei wird mit Wasser verdünnt und vor dem Papierschöpfen gut durchgerührt.

#### \* *Herstellung der Schöpfrahmen:*

Gehobelte Dachlatten (mindestens 1,5 · 3 cm) werden entsprechend der gewünschten Größe des Papiers zurechtgeschnitten und aus jeweils 4 Holzleisten ein Rahmen angefertigt. Für DIN-A-4-Format benötigt man bei den oben genannten Holzmaßen pro Rahmen etwa 1,3 laufende Meter Dachlatte; zum Schöpfen braucht man jeweils zwei gleich große Rahmen. Die rechtwinkligen Eckverbindungen können entweder mit Zapfverbindungen versehen und wasserfest verleimt werden (mit Schraubzwingen Klebestellen pressen!) oder - bei dickeren Holzstärken - gedübelt werden.

Nach dem Aushärten der Eckverbindungen wird jeweils einer der beiden zusammengehörigen Rahmen mit Fliegengitter (aus Kunststoff oder aus Kupferdraht) bespannt. Das Gitternetz kann entweder mit kleinen Nägeln (Blauköpfe) oder mit einem Tacker befestigt werden.

#### \* *Das Papier-Schöpfen:*

Der bespannte Rahmen wird mit dem Gitter nach oben und dann der leere Rahmen passend daraufgelegt. Je nach gewünschter Papierdicke (ausprobieren!) werden die Rahmen zusammen in den Faserbrei getaucht und anschließend in waagrechter Lage vorsichtig herausgehoben. Eine zweite Person streicht unter dem Gitter vorsichtig mit einem sauberen Schwamm entlang, bis keine Feuchtigkeit mehr aufgenommen wird.

Der obere Rahmen kann jetzt abgenommen werden. Der bespannte Rahmen wird vorsichtig umgedreht und das noch feuchte Papier auf eine vorbereitete Filzpappe abgelegt. Das Ablösen vom Netz gelingt leichter, wenn man mit dem Schwamm jetzt von oben über das Gitter streicht.

Das abgelöste Papier wird mit einer weiteren Lage Filzpappe bedeckt und mit einer Teigrolle vorsichtig weiteres Wasser herausgedrückt.

Diesen Vorgang wiederholt man mehrmals vorsichtig.

Soll sich das Recyclingpapier beim Trocknen nicht wellen, so legt man es zwischen einige Lagen Zeitungspapier und beschwert oder preßt es stapelweise.

---

Eine ausführliche bebilderte Anleitung findet sich bei Klaus HAHN und Michael LOHMANN: *Papier selbstgemacht*. In: *Öko päd*, Heft 1/1984, S.26-29. Im selben Heft sind zahlreiche weitere Beiträge zum Thema Müll abgedruckt, ebenso im vorausgehenden Heft Nr.3-4/1983.

## Wasser und Abwasser

### 1. Allgemeines zu Wasser und Abwasser

Durch den ständig steigenden Wasserverbrauch sinkt der Grundwasserspiegel deutlich ab. Zudem kann durch die vermehrte Bebauung immer weniger Regenwasser in das Erdreich eindringen und fließt statt dessen schnell oberflächlich ab. Die Folge ist ein Versiegen von Brunnen.

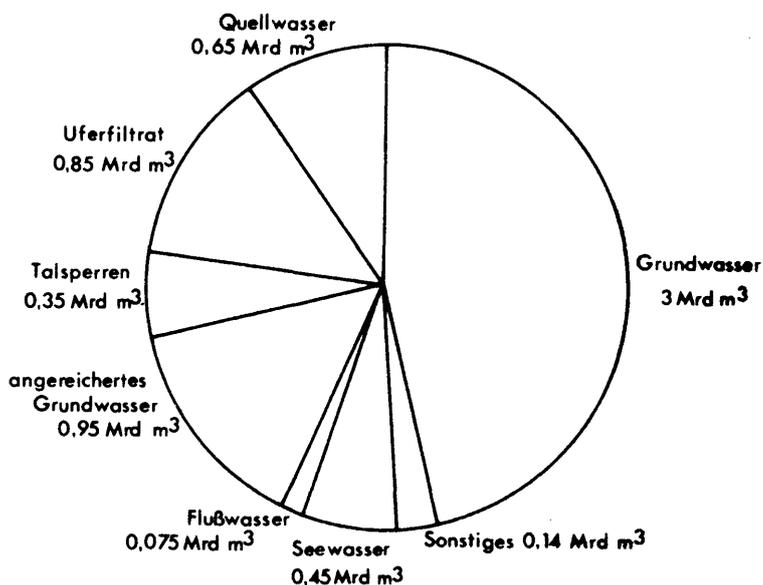
Daher ist es einerseits notwendig, sparsam mit Trinkwasser umzugehen. Andererseits müssen alle Belastungen des Grundwassers möglichst vermieden werden, da viele Schadstoffe nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand wieder herausgefiltert werden können. Wegen der hohen Belastung der Flüsse mit Abwasser ist die Trinkwassergewinnung aus Flußwasser und Uferfiltrat bereits in "Normalzeiten" bedenklich; die von Industrieunternehmen eingeleiteten Chemieabfälle gelangen so mehr und mehr in die Nahrungskette. Katastrophen wie der Sandoz-Unfall haben gezeigt, wie wenig sicher eine solche Trinkwasseraufbereitung aus dem Rhein ist, durch die inzwischen 22 Millionen Menschen versorgt werden.

### **Zahlen zu Trinkwasser, Brauchwasser, Abwasser**

*Die Zahlenangaben zu den täglichen oder jährlichen Wassermengen unterscheiden sich teilweise beträchtlich. Das hängt einerseits damit zusammen, daß gewisse Angaben auf Schätzungen beruhen, andererseits mit der Tatsache, daß oft verschiedene Wasserqualitäten - von Trinkwasser bis Abwasser - betrachtet werden und noch zu unterscheiden ist, ob sich die Mengenangaben auf den Tages- oder Jahresverbrauch beziehen.*

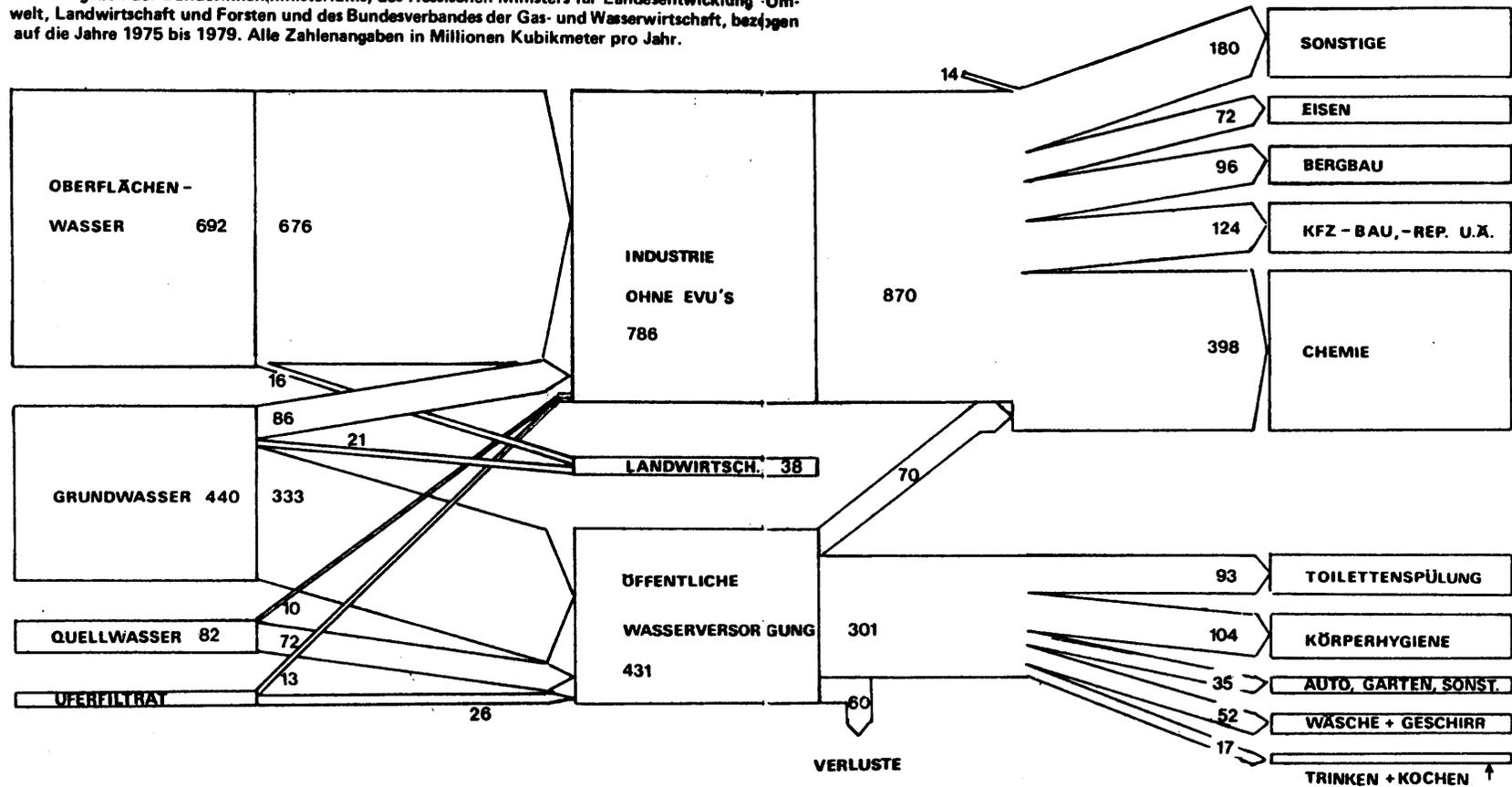
Jährlich werden in der BRD ca. 15 Milliarden Kubikmeter Wasser gefördert, davon etwa 2 Milliarden m<sup>3</sup> für den Gebrauch als Trinkwasser. Die tatsächlich geförderte Menge an *Wasser in Trinkwasserqualität* ist mit ca. 7 Mrd. m<sup>3</sup> etwa 3½ mal so groß. Größter Wasserverbraucher sind die Industrie und die Kraftwerke, die nach anderen Angaben allein 25 Mrd. m<sup>3</sup> jährlich verbrauchen; allerdings sind in diesen Mengen z.B. Kühlwasserentnahmen aus Flüssen eingerechnet.

**Wasser in Trinkwasser-Qualität**



# WASSERFLUSSDIAGRAMM DES LANDES HESSEN TEIL I : GEWINNUNG UND VERTEILUNG

Nach Angaben des Bundesinnenministeriums, des Hessischen Ministers für Landesentwicklung, Umwelt, Landwirtschaft und Forsten und des Bundesverbandes der Gas- und Wasserwirtschaft, bezogen auf die Jahre 1975 bis 1979. Alle Zahlenangaben in Millionen Kubikmeter pro Jahr.



HILDEBRAND 1984

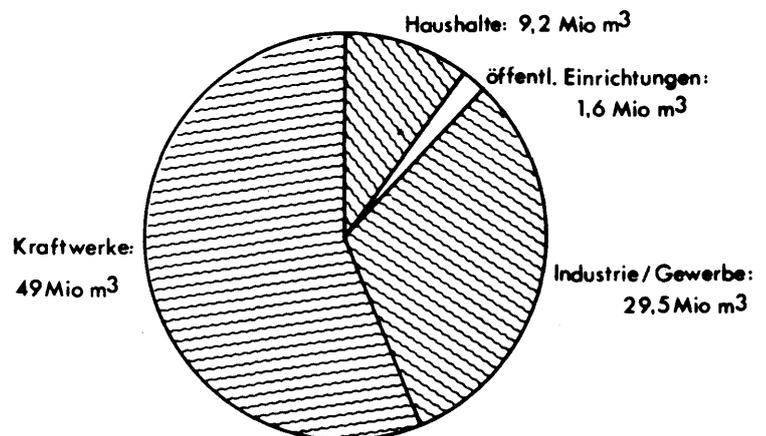
Mit diesen Zahlen kann ein durchschnittlicher Pro-Kopf-Verbrauch ausgerechnet werden, der jedoch kritisch zu betrachten ist. Der reale Trinkwasserverbrauch pro Einwohner und Tag wird auf etwa 140 Liter geschätzt. Davon dienen jedoch nur 3 - 6 Liter zum Trinken und Kochen; der größte Teil wird zum Baden/Duschen, Wäschewaschen und die WC-Spülung verwendet (jeweils 20 bis 30 Liter).

Da "alles irgendwo bleibt", sollte die Abwassermenge etwa ebenso groß sein wie die geförderte Wassermenge. Tatsächlich kommen aber noch größere Mengen Regenwasser hinzu, die über die Kanalisation abgeleitet werden. Täglich werden in der Bundesrepublik rund 90 Millionen Kubikmeter Abwasser "produziert". Davon fallen an

- in Haushalten 9,2 Mio m<sup>3</sup>
- in öffentlichen Einrichtungen 1,6 Mio m<sup>3</sup>
- in Industrie und Gewerbe 29,5 Mio m<sup>3</sup>
- in Kraftwerken der öffentlichen Versorgung 49 Mio m<sup>3</sup>

Daraus ergibt sich eine Jahresmenge von etwa 30 Mrd. m<sup>3</sup> Abwasser. Nicht einbezogen sind dabei Abwässer aus der landwirtschaftlichen Produktion.

**Abwasser in der BRD**  
(in Mio m<sup>3</sup> pro Tag)



### Abwasserreinigung - Kläranlagen

Zur Zeit werden etwa 90% des anfallenden Abwassers in der BRD in Kläranlagen gereinigt. Dabei gibt es jedoch erhebliche Unterschiede im Grad der durchgeführten Reinigung:

Nur 70% der Abwässer gelangen in vollbiologische Kläranlagen (siehe Abbildung), fast 5% werden nur mechanisch gereinigt.

Eine *vollbiologische Kläranlage* besteht aus einer mechanischen und einer biologischen Reinigungsstufe.

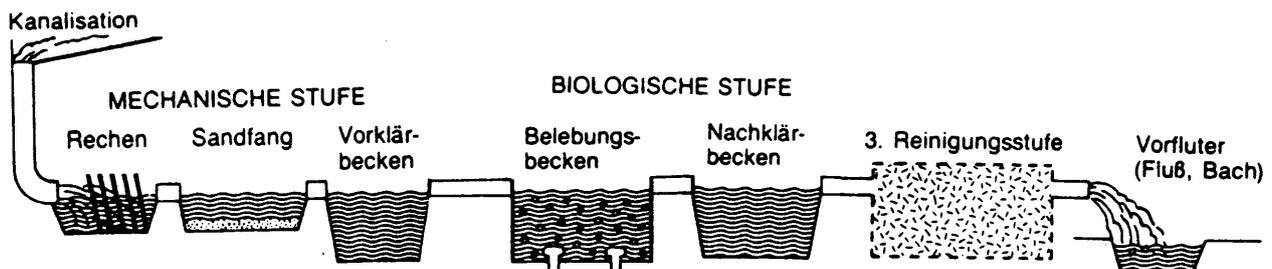
In der *mechanischen Reinigungsstufe* werden zunächst die groben Bestandteile durch Rechen vom Abwasser getrennt. Im anschließenden Sandfang setzen sich schwere Teile ab und werden abgetrennt. Gelegentlich werden hier gleichzeitig obenauf schwimmende Fettbestandteile / Öle abgeschöpft. Danach gelangt das Abwasser in ein Vorklärbecken, an das sich die biologische Reinigungsstufe anschließt. In der mechanischen Stufe wird der Schmutzanteil etwa um ein Drittel verringert.

Die *biologische Reinigungsstufe* beruht auf dem Prinzip, daß die dort vorhandenen Bakterien und andere Kleinstlebewesen vom Abbau der gelösten Schmutzstoffe leben und diese so dem Abwasser entziehen. Im Belebungsbecken wird das Abwasser mit Sauerstoff angereichert, indem

man es rührt, über spezielle Steine laufen und in Rieseltürmen herabtropfen läßt oder von unten mit Luft durchbläst. Dadurch wird für ein genügendes Sauerstoffangebot für die Mikroorganismen gesorgt, ihr Wachstum und damit der Abbau der Schmutzstoffe beschleunigt. Im Nachklärbecken wird schließlich die Biomasse (der Klärschlamm) vom Wasser getrennt und das gereinigte Abwasser in den sogenannten Vorfluter laufen gelassen. Der Vorfluter ist in der Regel ein Bach oder ein Fluß.

Der Reinigungseffekt einer vollbiologischen Kläranlage liegt meist bei 90 bis 95%, wenn Kapazität und Abwasserqualität stimmen. (Der Reinigungseffekt wird bezogen auf den verbleibenden biologischen oder chemischen Sauerstoffbedarf nach der Klärung, d.h. auf die Menge Sauerstoff, die im Abwasser innerhalb eines bestimmten Zeitraums (z.B. 5 Tage) verbraucht wird, wenn die restlichen Stoffe chemisch abgebaut werden oder als Nährstoffe von Bakterien aufgenommen werden.)

Viele Kläranlagen sind jedoch zu klein ausgelegt, so daß wegen der größeren Abwassermengen die Verweildauer und damit der Reinigungseffekt vermindert werden. Manche Schadstoffe im Abwasser lassen sich überhaupt nicht abbauen, andere - besonders solche aus Industrieabwässern - stellen für die Bakterienkulturen Gifte dar, so daß wenige Kubikmeter von belastetem Wasser ausreichen, um eine Kläranlage umkippen zu lassen.



In besonderen Fällen wird der biologischen Reinigungsstufe eine dritte Stufe nachgeschaltet: die *chemische Reinigungsstufe*. Dort können die das Wachstum von Algen und anderen Wasserpflanzen fördernden Phosphate chemisch ausgefällt werden. Man findet dreistufige Kläranlagen daher oft an großen Seen (Bodensee), einmal um die Wasserqualität aufrecht zu erhalten, zum anderen um eine Verlandung des Sees zu verhindern.

## 2. Fragenkatalog zum Bereich Wasser/Abwasser

### *Informationssammlung*

- Wieviel Wasser wird monatlich/jährlich in der Schule verbraucht?
- Welche Kosten entstehen für die Schule, den Schulträger?
- Woher kommt das Trinkwasser?
- Gibt es Spartasten an den Toiletten?
- Wodurch entstehen die größten Abwasserbelastungen an der Schule?
- Welche und wieviel Reinigungsmittel werden verwendet? Welche Inhaltsstoffe kommen dadurch ins Abwasser? Welche spezifischen Belastungen entstehen dadurch?
- Wie wird das Abwasser in unserer Stadt/Gemeinde gereinigt?
- Wie groß ist das jährliche Abwasseraufkommen?
- ...

### *Informationsauswertung/darstellung*

- Erstellung eines Flußdiagramms für Wassereinspeisung und Abfluß für die Schule (Mengen)
- Darstellung der Wassermenge pro Kopf (z.B. mit Kanistern, Eimern)
- Welche Verbesserungsvorschläge können gemacht werden?
- Modelle, Modellversuche
- ...

## 3. Mögliche Aktivitäten

- Gespräch mit Hausmeister, Schulleitung, Schulverwaltung, mit den Reinigungsfrauen/männern
- Nachfragen beim Wasserwerk, bei Behörden (z.B. beim Regierungspräsidenten, der für Abwasserfragen zuständig ist), bei der Kläranlage
- Informationsbeschaffung von der zuständigen Umweltbehörde (z.B. Stadt, Gemeinde, Landesamt für Umwelt, Landes- oder Bundesministerium, von anderen Institutionen)
- Informationssuche bzgl. Wassersparmöglichkeiten
- Suche nach neuerer Literatur in Schul-, Stadt-, Hochschulbibliothek
- Suche nach geeigneten Medien (Filmen, Schautafeln, Prospekten ...)
- Wasser- und Abwasseruntersuchungen
- Umrüstungsaktion: Sparschaltung an WC-Spülungen

#### 4. Literaturhinweise

- BUND-Umweltzentrum Stuttgart (Hrsg.): GLOBUS-Begleitmappen  
Heft 1/1987: Wasservergiftung  
Heft 5/1987: Kläranlagen  
Heft 9/1987: Trinkwasser in Gefahr  
Heft 4/1988: Problemfall Wasser (Trinkwasserbereitung, Abwasser-  
reinigung)
- Die GRÜNEN im Landtag (Hrsg.): Wasser konkret. Wiesbaden 1985
- Hessisches Ministerium für Umwelt und Reaktorsicherheit (Hrsg.):  
Wasser - Gewässergütekarte Hessen 1986. Wiesbaden 1988
- IPN-Einheitenbank Curriculum Biologie: Probleme der Wasserver-  
schmutzung. Köln 1979
- KATALYSE-Umweltgruppe (Hrsg.): Umweltlexikon. Köln 1985 (Stichwörter  
Wasser, Abwasser, Trinkwasser u.a.m.)
- Gerd Michelsen (Hrsg.): Der Fischer Öko-Almanach. Frankfurt, ver-  
schiedene Ausgaben
- SHELL AG (Hrsg.): Umweltschutz heute. Folienset: Abwasserkanal Rhein.  
(Bezug kostenlos bei: TRU, Überseering 35, 2000 Hamburg 60)
- Wassersparen (Toiletten-Umrüstung). In: ÖKO-TEST Heft 5/1986, S.36 ff
- Wirtschaftsrat der CDU e.V. (Hrsg.): Umweltschutzfibel 2: Wasser.  
Frankfurt 1978

#### 5. Ergebnisse am Beispiel \*)

##### *Ist-Situation*

- \* Wasser wird verbraucht in den Toiletten, den Waschbecken in den  
Klassenräumen und Fachräumen, in den Duschen der Turnhalle. Der  
durchschnittliche Wasserverbrauch liegt bei 150 m<sup>3</sup> pro Monat. Daraus  
ergeben sich Kosten von 2815,30 DM pro Monat (2,79 DM pro Schüler).
- \* Wasserverbrauch der HSS (Januar - September 1987)

Monat	Verbrauch (m <sup>3</sup> )
Januar	158
Februar	130
März	180
April	85
Mai	135
Juni	117
Juli	44
August	135
September	143

\*) Aus der Projektbroschüre "Ökologie der Schule"

### \* Reinigungsmittel \*)

Die größte Belastung des Abwassers der HSS stammt von den verwendeten Reinigungs- und Putzmitteln. Bei einem *Interview mit den Putzfrauen der Schule* konnte folgendes ermittelt werden:

Die Räume der Schule werden täglich gesäubert.

Bis 1986 wurden noch starke WC- und Sanitärreiniger mit ätzender Wirkung verwendet.

Heute (1987) werden nur noch Mittel verwendet, die als "umweltfreundlich" gelten. Für die Reinigung der Tische werden noch schärfere Mittel verwendet. Das Putzwasser wird in die Toiletten geschüttet. Im letzten Jahr wurden in der HSS insgesamt **2398 Liter Putzmittel** verbraucht.

Die Putzmittel enthalten alle Stoffe, die für die Umwelt schädlich sind: Tenside / reinigungsaktive Detergentien / Farbstoffe / Parfüme / Salzsäure / Phosphate / alkalische Stoffe

#### Auswirkungen von Tensiden und Detergentien auf die Umwelt

Die verstärkte Anwendung nichtionischer Tenside ist sehr problematisch, da ihre Giftwirkung und die ihrer Abbauprodukte im Ökosystem der Gewässer noch weitgehend ungeklärt ist. Da sie darüber hinaus nur schlecht nachgewiesen werden können, ist eine Abschätzung des Risikos erschwert.

Tenside greifen die den Fisch schützende Schleimhautschicht an, so daß sie nicht mehr widerstandsfähig sind und anfälliger werden für Krankheiten.

#### Auswirkungen der Phosphate auf die Umwelt

Phosphate wirken düngend, in großen Mengen sind sie aber schädlich für die Umwelt: In Gewässern lassen Phosphate die Algen und andere pflanzliche Organismen wachsen. Es entstehen vermehrt organische Abfälle. Dadurch wird eine Vermehrung der Bakterien hervorgerufen. Zu dieser Vermehrung benötigen die Bakterien Sauerstoff. Da dann aber Sauerstoffmangel in den Gewässern herrscht, tritt der Tod des Flusses ein.

#### Auswirkungen der Putzmittel auf die Umwelt

Reiniger greifen Haut, Augen und Schleimhäute an. Bei einem Hypochlorit-Reiniger kann es zu Vergiftungen kommen. Beim Vermischen von saurem WC- und Sanitärreiniger entsteht Chlorgas. Wenn man 5 bis 10 Minuten lang Luft einatmet, die 500 ppm Chlorgas enthält, kann es zum Atemstillstand kommen (bei Kindern 50 ppm).

Jährlich werden 40000 Tonnen WC- und 24000 Tonnen Sanitärreiniger verwendet.

### \* Verbesserungsvorschläge

Wenn möglich sollten auch für die Reinigung der Tische umweltfreundliche Mittel verwendet werden.

---

\*) Aus der Projektbroschüre "Ökologie der Schule"

## 6. Reinigungsmittel und Wasser - Vorschläge für Untersuchungen

### *Nachweis von Tensiden:*

- V1:** Kleine Bechergläser werden jeweils mit 100 ml Wasser gefüllt und 1 ml Öl (Speiseöl oder Mineralöl) hinzugegeben. Die verschiedenen Reinigungsmittel werden jeweils in etwas Wasser gelöst und einzeln zu den Wasser/Öl Mischungen getropft (flüssige Reinigungsmittel werden direkt zugegeben). Zum Vergleich läßt man ein Becherglas ohne Reinigungsmittel.  
Die Lösungen werden mit einem Glasstab umgerührt.  
Die Tenside hüllen die beim Rühren entstehenden kleinen Öltröpfchen ein und halten sie in Schwebelage. Tenside lösen so fetthaltige Verunreinigungen und halten sie im Waschwasser.
- V2:** Wie V1; anstelle von Öl wird jetzt jeweils etwas (eine Spatelspitze) Aktivkohle zugesetzt.
- V3:** Eine Glasschüssel wird zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Auf die Wasseroberfläche wird ein Rundfilterpapier gelegt und darauf eine Stecknadel. Anschließend wird etwas Reinigungsmittel ins Wasser getropft.  
(Herabsetzung der Oberflächenspannung)

### *Nachweis von Phosphaten:*

Phosphate enthärten das Wasser. Sie binden Kalkbestandteile und ähnliche Härtebildner als Komplexe. Im Modellversuch werden Eisen(III)-Ionen, die für die rote Färbung des Eisen-rhodanids verantwortlich sind, komplex gebunden und die Lösung dadurch entfärbt.

- V4:** Im Becherglas werden zu Wasser einige Tropfen Eisen(III)-Chlorid-Lösung und einige Tropfen Ammoniumrhodanid-Lösung ( $\text{NH}_4\text{SCN}$ ) gegeben. Die tief blutrote Färbung verschwindet nach Zutropfen einer phosphathaltigen Waschmittellösung.

### *Bleichwirkung von Domestos*

Der Geruch von Domestos und ähnlichen WC-Reinigern erinnert an den Geruch in einem Schwimmbad. Dieser Geruch ist auf das Gas Chlor zurückzuführen. Chlor besitzt bleichende und desinfizierende Eigenschaften. Chlor ist in Domestos nicht als Gas vorhanden, sondern wird aus der Verbindung Natriumhypochlorit ( $\text{NaOCl}$ ) freigesetzt. (Außerdem sind in Domestos und ähnlichen WC-Reinigern auch Phosphate und Tenside vorhanden (s.o.).

- V5:** Tropfe (mit einer Pipette) 3 Tropfen verdünnten WC-Reiniger auf den Jeansstoff. (Entfärbung)  
In 2 kleine Bechergläser gibt man eine verdünnte WC-Reiniger-Lösung (10%). In das eine tropft man etwas Tinte, in das andere Rotkohlsaft.

### *Gesundheitsgefahren durch Chlor*

Bei dem im folgenden vorgeschlagenen Versuch wird giftiges Chlorgas freigesetzt. Chlor reizt bereits in geringen Konzentrationen die Schleimhäute. Längerfristiges Einatmen von Chlorgas kann zu Lungenödemen führen. **Der Versuch darf daher nur in einem Abzug und unter Kontrolle eines Fachlehrers durchgeführt werden.**

**V6:** Chlorgasentwicklung durch Reaktion von alkalischen chlorhaltigen Reinigern mit sauren WC-Reinigern

Materialien: Domestos im Verhältnis 1:1 mit Wasser verdünnt, fester WC-Reiniger, Erlenmeyerkolben mit Gasableitungsrohr, Standzylinder mit Abdeckglas

Versuchsdurchführung:

Zu einigen Spatelspitzen eines festen WC-Reinigers werden im Erlenmeyerkolben einige ml der Domestos-Lösung gegeben. Das Reaktionsgefäß wird mit dem Stopfen (mit Gasableitungsrohr) verschlossen. Das entstehende Chlorgas wird in den Standzylinder eingeleitet. Die aggressive Wirkung von Chlor kann z.B. gezeigt werden, indem man Rosenblätter in den chlorgefüllten Standzylinder bringt.

Überschüssiges Chlor wird in einem weiteren Standzylinder über Natronlauge absorbiert (das Ableitungsrohr muß oberhalb der Natronlauge enden).

Dieser Versuch zeigt, daß bei gleichzeitiger Anwendung von sauren WC-Reinigern und Domestos giftiges Chlorgas entsteht. Alkalische, chlorhaltige Reinigungsmittel (z.B. Domestos) dürfen deshalb nie zusammen mit anderen sauren Reinigungsmitteln benutzt werden!

### ***Überdüngung durch Phosphate (Langzeitversuch)***

Phosphate stellen Pflanzennährstoffe dar. Waschmittelhaltige Abwässer führen zu einer unkontrollierten Anreicherung der Gewässer und letztlich zur deren Eutrophierung.

*Versuchsvorschlag:*

Es wird die unterschiedliche Entwicklung von zwei Aquarien beobachtet, von denen eines mit phosphathaltiger Waschlauge beschickt wird.

Eine ausführliche Versuchsanleitung mit Beobachtungsprotokollen findet sich in: L. Berthe-Corti, F. Riess: Umweltlabor. Soznat-Materialien für den Unterricht Band 14, Marburg 1986<sup>3</sup>, S.32 ff.

**V7:** Zwei kleine Aquarien werden mit Sand, feinem und grobem Kies, sodann mit Wasser, das Algen enthält, beschickt und mit Wasserpflanzen, Wasserflöhen und Guppies besetzt. Beide Aquarien werden außen mit Alufolie umkleidet, damit nur Licht von oben einfallen kann. Das eine Aquarium wird zu etwa einem Viertel anstelle mit Wasser mit gebrauchter Waschlauge beschickt (Vollwaschmittel mit möglichst wenigen Zusatzstoffen, jedoch phosphathaltig). Die Veränderungen in den Aquarien werden vier Wochen lang alle zwei Tage beobachtet und notiert (Sichttiefe, Entwicklung und Verhalten der Wasserflöhe usw.)

### ***Literaturhinweise zu den Versuchen***

- Ökoinstitut Freiburg (Hrsg.): Chemie im Haushalt, Reinbek 1984
- Verein für Umwelt und Arbeitsschutz, AG Ökologie und Chemie (Hrsg.): Chemie im Haushalt. Bremen 1983
- Keune/Filbry: Chemische Schulexperimente. Band 2. Berlin 1976
- H. Schmidkunz (Hrsg.): Naturwissenschaften im Unterricht Physik/Chemie, Themenheft Alltagschemie. H. 25, Ausgabe 5/1987

## Verkehr / Verkehrsanbindung der Schule

### 1. Allgemeines

In den seltensten Fällen können die Menschen heute am gleichen Ort arbeiten, einkaufen oder lernen an dem sie wohnen. Die Zentralisierung vieler Lebensbereiche hat dazu geführt, daß die meisten täglich zwischen den verschiedenen Orten ihrer Tätigkeit pendeln und auf Transportmöglichkeiten angewiesen sind. Das gilt auch für die Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler. Wegen der außerhalb der städtischen Zentren wenig entwickelten öffentlichen Verkehrsnetze von Bahn, Bus, U-Bahn oder Straßenbahn kommt besonders für Umlandbewohner nur der eigene PKW als Verkehrsmittel in Betracht.

Die in den letzten Jahrzehnten erfolgte Erhöhung und Verdichtung des Straßenverkehrs (PKW-Bestand heute ca. 30 Millionen) hat zu vielfältigen Belastungen der Umwelt und der menschlichen Gesundheit geführt: Aus dem Verkehrsbereich stammt der Großteil der Schadstoffe, die die Luft belasten, insbesondere

- Kohlenmonoxid, das 1 bis 10% der Abgase ausmacht,
- Kohlenwasserstoffe (0,01 - 1%),
- Stickoxide (0,005 - 0,3%)
- Ruß (besonders bei Dieselfahrzeugen)

und als Hauptprodukt der Verbrennung im Motor

- Kohlendioxid.

Dazu kommt bei einer noch sehr großen Zahl der Autos das Blei aus verbleiten Kraftstoffen. Umgekehrt sind erst sehr wenige PKWs mit einem geregelten Dreiwegekatalysator ausgestattet, der den Schadstoffausstoß von Kohlenwasserstoffen, Stickoxiden und Kohlenmonoxid deutlich vermindern würde. Durch das weiter steigende Verkehrsaufkommen sind die Belastungen der Luft trotz aller Umweltschutzmaßnahmen in den letzten Jahren weiter gestiegen. Nur der Bleiausstoß ist zurückgegangen.

Im Jahr 1984 entfielen im Bereich der Personenbeförderung mehr als 80% der Fahrleistung auf den PKW-Verkehr (ohne Berücksichtigung von Fußwegen und des Fahrrades). Mit 1 Million Tonnen (bei insgesamt 3 Millionen Tonnen) Stickoxidausstoß hat der PKW-Verkehr den größten Einzelbeitrag zur Luftverschmutzung überhaupt. Auf dem Weg über die durch Stickoxide angeregte Ozonbildung in den unteren Luftschichten trägt der Individualverkehr damit auch als Hauptverursacher zum Waldsterben bei, ebenso wie er mitverantwortlich ist für die Zunahme von Bronchialerkrankungen, besonders bei älteren Menschen und Kleinkindern.

Wegen der Giftigkeit bzw. Gefährlichkeit der Luftschadstoffe vgl. H1. Das aus dem Verkehrsbereich stammende Blei - Zusatz von organischen Bleiverbindungen zum Superbenzin als Antiklopfmittel - belastet heute noch mit mehr als 5000 t jährlich Böden, Pflanzen, Tiere und Menschen in der BRD. Es wird hauptsächlich mit der Nahrung aufgenommen, reichert sich in verschiedenen inneren Organen an und kann zu allgemeinem Unwohlsein, bei chronischer Bleivergiftung aber auch zur Störung der Blutbildung und zu Nervenschäden führen.

## 2. Fragenkatalog zum Bereich Verkehr / Verkehrsanbindung

### *Informationssammlung*

- In welcher Umgebung liegt die Schule (Wohnviertel/Industrieviertel/ Gewerbegebiet/Innenstadt/Mischnutzungsgebiet)?
- Wie liegt die Schule im Verhältnis zu den Hauptverkehrsadern der Stadt (Ausfallstraßen/Verkehrsachsen/Bahnhöfe/Straßen-, Bus- und U-Bahn-Linien und Haltestellen/Radwegenetz)?
- Woher kommen die MitschülerInnen (Stadt, Stadtrand, Umland)?
- Mit welchen Verkehrsmitteln erreichen sie die Schule?
- Wieviel Zeit benötigen sie für den Weg zur Schule? Wieviel Zeit würden sie bei Benutzung eines anderen Verkehrsmittels brauchen? Welche Mehrkosten oder Einsparungen würden sich dadurch ergeben?
- Wie haben sich Verkehrsanbindungen, Einzugsbereich der Schule, Schülerzahlen usw. in den letzten Jahren verändert? Wie sind diese Veränderungen zu beurteilen?
- Gibt es ein Konzept der Stadt/Gemeinde/des Landes zur Verkehrsentwicklung im Bereich der Schule? ... für die öffentlichen Verkehrsmittel? ... für ein Radwegenetz?
- Wie groß ist die Umweltbelastung des Viertels um die Schule durch den Verkehr? Gibt es Möglichkeiten zur Verbesserung der Situation?
- Sind an den Bäumen im Umkreis der Schule (typische) Schädigungen durch Autoabgase feststellbar?
- Wird im Winter Schnee geräumt und/oder Salz gestreut?
- Suche nach neuerer Literatur in Schul-, Stadt-, Hochschulbibliothek
- Suche nach geeigneten Medien (Filmen, Schautafeln, Prospekten ...)

### *Informationsauswertung/darstellung*

- Fotodokumentation zur Verkehrssituation an der Schule
- Großkarte mit Einzugsbereichen der Schule und Markierung der "Schülerströme"
- Faltblatt/Wandzeitung mit Ergebnissen einer SchülerInnenbefragung
- Initiative für den Radwegebau
- Flugblatt "Umsteigen"
- Graphiken zur Luftbelastung durch den Verkehr
- Darstellung der Ergebnisse von Modellberechnungen
- Aktion: Wir messen (öffentlich) Kohlenmonoxid
- ...

### 3. Mögliche Aktivitäten

- Verkehrszählungen vor der Schule
- Schülerbefragung nach Schulweg (Entfernung, Zeit, Kosten)
- Modellrechnungen:
  - \* Wieviel Liter Treibstoff verbrauchen PKWs bei Besetzung mit zwei Personen (wieviel Kubikmeter Abgase werden dabei produziert) im Vergleich mit einer Beförderung von 20, 30, 40 Personen in einem Bus, in der Straßenbahn (hierbei Umwandlungsverluste Primärenergie/Strom berücksichtigen)?
  - \* Wie verlängern sich die Fahrwege/Fahrtzeiten?
  - \* Wie verändern sich die Kosten?
  - \* Darstellung eines Einzelfalles: Schüler A wohnt in B; Beförderungsmöglichkeiten usw.
- Alternatives Verkehrskonzept für die Anbindung der Schule (notwendige/wünschenswerte Radwege/Bahn-, Busverbindungen, Zeiten)
- Unfallgefahren (Unfälle in Schulumgebung, auf dem Schulweg, Überwege? ...)
- Lärmmessungen an der Straße, in der Schule bei offenem bzw. geschlossenem Fenster (siehe S1/S5)
- Untersuchung der Luftbelastung (siehe V6)

### 4. Literaturhinweise

- BUND-Umweltzentrum Stuttgart (Hrsg.): GLOBUS-Begleitmappe zur ARD-Fernsehsendung.
  - \* Heft 7 und 10 /1985 : Bleifrei fahren / Tempolimit
  - \* Heft 10/1988: Luftschadstoffe in der Stadt Auswege ... S.298 ff
- Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Auswirkungen der Luftverunreinigungen auf die menschliche Gesundheit. Bonn 1987 (Bezug: BMfUNR, Postfach 120629, 5300 Bonn1)
- Wolfgang Engelhardt (Hrsg.): Umweltschutz. München 1977
- Richard George: Erdöl - Technologie, Verkehr, Umwelt. Sozmat Materialien für den Unterricht Band 20. Marburg 1986
- Rainer Grieshammer: Letzte Chance für den Wald? Die abwendbaren Folgen des Sauren Regens. Freiburg 1983
- Hessischer Minister für Landesentwicklung, Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.): Waldsterben. Wiesbaden 1983
- Martin Kompast u.a.: Auto - Sicherheit, Umweltbelastung, Wirtschaftlichkeit. Sozmat Materialien für den Unterricht Band 17. Marburg 1985
- Gerd Michelsen (Hrsg.): Der Fischer Öko-Almanach. Frankfurt, verschiedene Ausgaben
- Wolf Schmidt (Hrsg.): von "Abwasser" bis "Wandern". Ein Wegweiser zur Umweltgeschichte. Körber-Stiftung (Hamburg) 1986. Abschnitt "Schadstoffe", S.47 ff
- Lutz Stäudel: Saurer Regen. Sozmat Materialien für den Unterricht Band 10. Marburg 1984<sup>2</sup>

## 5. Ergebnisse am Beispiel \*)

### **Verkehrsanbindung / Anwohnerbefragung**

Wir erkundigten uns bei den Anwohnern der Schule, ob sie sich durch den Autoverkehr zum einen und die Schüler zum anderen belästigt fühlten. Die meisten Befragten empfinden den Schulbetrieb nicht als Störung. Es kamen Antworten wie:

*"Wir waren alle einmal jung"* oder

*"Die Schule ist uns lieber als ein weiteres Büro- oder Wohngebäude".*

Einige meinten, sie hätten als ältere Menschen gern junge Leute um sich. Allerdings gab es auch negative Antworten. Einzelne Erwachsene fühlen sich an dem Verkaufskiosk gegenüber der Schule und an der Bushaltestelle belästigt. Dort werde man zur Seite gedrängt und manchmal auch beschimpft.

Der Straßenverkehr an der Schule, besonders morgens und mittags, wird als größere Belästigung empfunden als der Lärm der Schüler.

Besonders freundlich äußerte sich die Kioskbesitzerin. Sie empfindet keinerlei Belästigung. Im Gegenteil, ihre besten Umsätze erzielt sie durch die Schüler.

### **PKW-Verkehr**

Obwohl die Heinrich-Schütz-Schule gute Verkehrsverbindungen mit Straßenbahn und Bussen besitzt, kommt es jeden Morgen zu erheblichen Umweltbelastungen durch Autos, mit denen Eltern ihre Kinder zur Schule bringen. Unsere Beobachtungen ergaben, daß in der Zeit von 7.35 Uhr bis 7.55 Uhr morgens durchschnittlich 40 PKWs vorfahren und fast alle die Motoren laufen lassen. Der Mittelwert der Haltezeit betrug 12.2 Sekunden (kürzeste Haltezeit 3 Sekunden, längste Haltezeit 47 Sekunden). Das gleiche wiederholt sich mittags nach Schulschluß. Wir haben festgestellt, daß sich die Situation an Samstagen, wenn die Eltern nicht arbeiten noch verschlimmert.

Auf unsere Frage, weshalb gerade am Sonnabend die Verkehrslawine vor der Schule anwächst, erhielten wir die unterschiedlichsten Antworten.

- Ein Vater sagte uns, er wolle seiner Tochter eine Freude machen. Ob er in der Kneipe sitze oder sein Kind abhole, spiele keine Rolle.
- Ein anderer Vater erklärte, er finde den Schulunterricht an Samstagen ohnehin nicht gut. Um mehr Zeit für gemeinsame Vorhaben der Familie zu gewinnen, komme er mit dem Auto. Bei einer Fahrt mit Bus oder Straßenbahn gehe zu viel Zeit verloren.
- Weitere Argumente liefen darauf hinaus, daß die Familie möglichst frühzeitig am Samstag gemeinsam Mittagessen wolle; andere starten direkt von der Schule zu Kurzausflügen oder Besuchen bei Verwandten und Bekannten über das Wochenende.

---

\*) Aus der Projektbroschüre "Ökologie der Schule"

### **Umweltbelastungen durch den PKW-Verkehr**

Welche Umweltbelastungen sich durch den Autoverkehr ergeben, zeigt sich in den folgenden Feststellungen, die wir der Fachliteratur entnahmen:

- Autofahrer verbrauchen etwa 28% des Mineralöls
- Es verbrennt zu 420 Milliarden Kubikmetern Abgasen.
- Annähernd 50% der Stickoxidemissionen in der Bundesrepublik werden durch die Auspuffrohre der Kraftfahrzeuge geblasen.

Ebenfalls auf den Straßenverkehr zurückzuführen sind

- 70% des Gesamtausstoßes an Kohlenmonoxid und
- 40% der Emissionen an Kohlenwasserstoffen.

Durch wiederholte Berechnungen wurde festgestellt, daß bei Verbrennung von einem Liter Benzin ca. 8000 Liter Abgase entstehen.

Für die Luftbelastung durch den Verkehr in der Umgebung unserer Schule haben wir folgende Daten gefunden:

#### **Luftbelastung durch KFZ-Verkehr pro Jahr (für 1978)**

Schadstoffart	Kassel insgesamt	Gebiet um die Schule (Fläche 1 km * 1 km)
Kohlenmonoxid (CO)	19145 t/a	412 t/a
Kohlenwasserstoffe	1824 t/a	39,1 t/a
Schwefeldioxid	109 t/a	2,2 t/a
Stickoxide	1492 t/a	31,6 t/a
Blei (nur PKWs)	8,1 t/a	
Ruß (nur LKWs)	23,9 t/a	

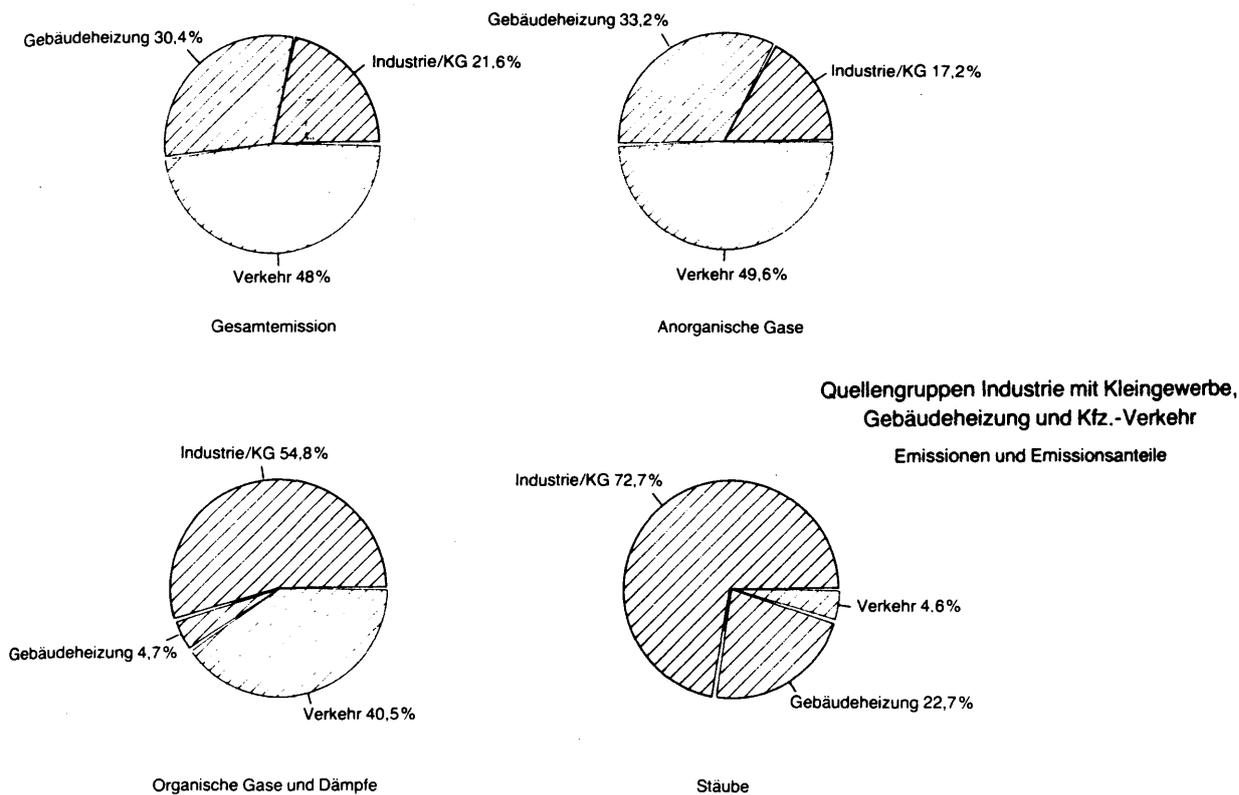
nach: Hessischer Minister für Landesentwicklung, Umwelt, Landwirtschaft und Forsten  
(Hrsg.): Luftreinhalteplan Kassel. Teil 1, Emissionen. Wiesbaden 1984, S.67 ff

### **Unsere Verbesserungsvorschläge für den täglichen Schulverkehr**

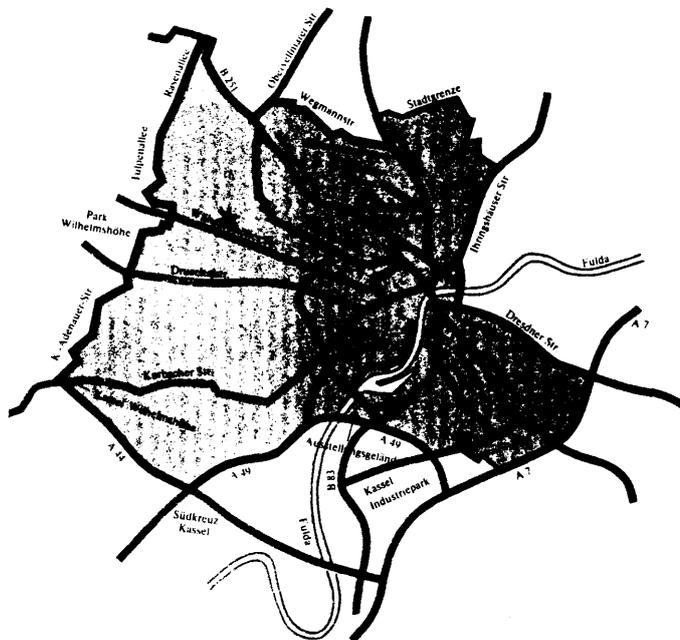
Auf Autos verzichten und dafür öffentliche Verkehrsmittel benutzen (Busse und Straßenbahnen fahren ohnehin). Autofahrer sollten grundsätzlich nur noch bleifreies Benzin benutzen und auch ältere Fahrzeuge mit Katalysatoren ausrüsten. Ein gutes Beispiel gibt auch unser Schulleiter, der jeden Tag mit dem Fahrrad zur Schule kommt. Voraussetzung für Umsteigen auf das Fahrrad wären allerdings mehr und sichere Fahrradwege in der Umgebung der Schule.

Weitere örtlich verfügbare Materialien:

Z.B.: Emissionen und Emissionsanteile \*)



Z.B. Lage der Schule im Smog-Sperrgebiet \*\*)



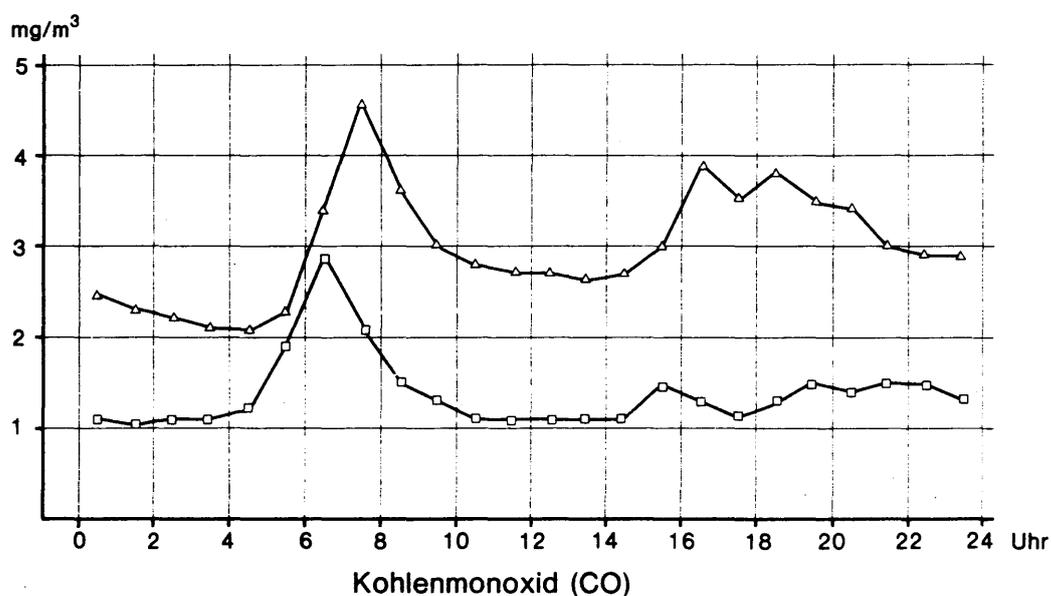
\*) Aus: Hess. Minister für Landesentwicklung, Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.): Luftreinhalteplan Kassel. Teil 1: Emissionen. Wiesbaden 1984, S.89

\*\*) Aus: Hess. Minister für Umwelt und Reaktorsicherheit (Hrsg.): SMOG. Wiesbaden 1987, S.27

## 6. Zur Untersuchung von Luftschadstoffen aus dem Verkehrsbereich

Prinzipiell sind alle Luftschadstoffe aus dem Verkehrsbereich einer Messung zugänglich, mit schulischen Mitteln ist dies jedoch z.T. äußerst schwierig und langwierig.

Als Alternative zu der unten beschriebenen CO-Messung empfiehlt es sich, mit den zuständigen Umweltbehörden Kontakt aufzunehmen (in Hessen z.B. mit der Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden). Diese betreiben praktisch flächendeckende Meßnetze zur Luftüberwachung; besonders in Belastungsgebieten (Großstädten, Industriezentren) gibt es eine oder mehrere Meßstationen, die in der Regel nach Absprache und Terminvereinbarung auch besichtigt werden können. Das meist kostenlos zur Verfügung gestellte Informationsmaterial über Aufbau, Funktion und Zielsetzung dieser Meßstationen enthält häufig auch Angaben über örtliche Schwerpunkte der Belastung und deren zeitlichen Verlauf.



Mittlerer Tagesgang in den Jahren 1980/82  
an der Meßstation Kassel-Nord

—○— Sommer      —△— Winter

aus: Hessischer Minister für Landesentwicklung, Umwelt, Landwirtschaft und Forsten  
(Hrsg.): Immissionsbericht Hessen 1982. Wiesbaden 1983, S.56

*Der Tagesgang der CO-Konzentration wird durch die verkehrsbedingten CO-Emissionen geprägt (Maxima gegen 6.30 Uhr und am späten Nachmittag). Die Umstellung auf Sommerzeit führt zu einer Verschiebung der Maxima im Sommer um eine Stunde. Im Winter sind die Maxima der Konzentrationskurven deutlicher ausgeprägt, was mit der unterschiedlichen Stabilität der bodennahen Luftschichten in den verschiedenen Jahreszeiten zusammenhängt.*

### **Messung der CO-Konzentration mit dem Dräger-Gasspürgerät**

Zur ortsunabhängigen Untersuchung der CO-Immissionen ist das in vielen Schulen vorhandene *Dräger-Gasspürgerät* geeignet. Für Kohlenmonoxid gibt es eine Reihe von Teströhrchen mit verschiedener Empfindlichkeit. Als günstig hat sich die Verwendung des Typs 5/c erwiesen (Erfassungsbereich: 5 - 700 ppm CO). Der Farbänderung in Anzeigefeld liegt eine Reaktion des CO mit Jodpentoxid, Selendioxid und Schwefelsäure zugrunde. Wegen der Giftigkeit und Reaktivität dieser Chemikalien sind verbrauchte Röhrchen daher sachgerecht zu entsorgen (nicht in den Hausmüll!).

Die Kohlenmonoxid-Konzentrationen unterliegen aber - wie oben erkennbar - deutlichen zeitlichen und örtlichen Schwankungen. Normalerweise liegt die CO-Konzentration auch in Belastungsgebieten zwischen 1 und 3 ppm und kann mit dem angegebenen Gerät nicht erfaßt werden. Nur in Zeiten der Spitzenbelastung werden 10 ppm, bei Inversionswetterlagen (Smog) werden 20 bis 50 ppm CO - und mehr - erreicht. Messungen sind daher nur dann sinnvoll, wenn eine dieser Bedingungen erfüllt ist. Eine Luftuntersuchung vor der Schule an einer Stelle, an der viele PKWs anhalten und wieder anfahren, kann durchaus zu auswertbaren Ergebnissen führen.

Die erhaltenen Meßwerte sollten mit den gesetzlich festgesetzten Grenzwerten verglichen werden. Der derzeit gültigen *Grenzwerte der Technischen Anleitung Luft* geben an:

- als Jahresmittelwert (IW 1) maximal 10 mg CO/m<sup>3</sup> (8,6 ppm)
- als 98%-Wert (IW 2) maximal 30 mg CO/m<sup>3</sup> (25,8 ppm)

Weiterhin gibt es von Land zu Land verschiedene *Schwellenwerte für Smogalarm*. Für Hessen gelten folgende Schwellenwerte:

- 30 mg CO/m<sup>3</sup>: Vorwarnstufe
- 45 mg CO/m<sup>3</sup>: 1. Alarmstufe
- 60 mg CO/m<sup>3</sup>: 2. Alarmstufe

Bei der Durchführung der Messungen sind die Herstellerangaben zu beachten.

#### **Achtung:**

*Messungen direkt am Auspuff sind wegen der Temperaturempfindlichkeit der Teströhrchen nicht möglich. Behelfsweise kann das Abgas über eine leere Waschflasche angesaugt werden, damit es sich vor Eintritt in das Teströhrchen abkühlt.*

## Ernährungs- und Konsumverhalten in der Schule

### 1. Allgemeines

Ernährung und Ökologie stehen in mehrfacher Weise miteinander in Beziehung:

- \* Durch die landwirtschaftliche Produktion und ihre Technisierung und Industrialisierung\*) (Maschinen, chemischer Dünger, "Pflanzenschutzmittel", Zentralisierung) sind Natur und Umwelt in vielen Bereichen verändert, beeinträchtigt und zerstört worden. Die Auswirkungen betreffen Tier- und Pflanzenwelt, aber auch den Menschen: Rückstände von Pestiziden im (Trink-)Wasser und in Nahrungsmitteln sind heute die Regel.
- \* In der Dritten Welt sind die Folgen der bei uns erzeugten Konsum- und Ernährungsbedürfnisse noch krasser: so fallen die Regenwälder der Hamburger-Sucht zum Opfer, damit der Nachschub von billigem Rindfleisch floriert. Die dadurch drohende Klimakatastrophe wird aber auch uns Europäer erreichen.
- \* Immer weniger Nahrungsmittel kommen im ursprünglichen Zustand auf den Tisch, immer mehr gehen einen immer längeren (Um-)Weg über die Fließbänder der Nahrungsmittelhersteller und die Regale der Supermärkte. Dadurch werden der Nahrung wichtige Inhaltsstoffe entzogen bzw. zerstört, gleichzeitig werden durch die benötigte bzw. zur Produktwerbung eingesetzte Verpackung ungeheuere Müllberge produziert.
- \* Schließlich leidet auch die individuelle Gesundheit, direkt und indirekt (z.B. an den vielfältigen Auswirkungen einer geschädigten Umwelt).

Die Sorge um "gesunde Ernährung" stellt demnach nur *einen Aspekt* des Stoffwechsels zwischen Mensch und Umwelt dar. Deutlich wird, daß bei der Nahrungsmittelproduktion ökologische Kriterien berücksichtigt werden müssen; denn eine gesunde Ernährung läßt sich auf Dauer nur erreichen, wenn sie in einer *gesunden Umwelt* stattfindet. Die Kritik des Angebots und der (eigenen) Konsumgewohnheiten darf daher nicht beim moralischen Gesundheits-Appell stehenbleiben, sondern muß wenigstens punktuell die Bedingungen einbeziehen, unter denen Produktion und Konsum so geworden sind, wie sie sich heute darstellen.

### **Zur Ernährungssituation in der BRD**

Das Nahrungsangebot ist derzeit so reichhaltig wie nie vorher. An die Stelle früher - z.B. nach dem 2. Weltkrieg - existierender Mangelernährung sind heute verschiedene Arten der Fehlernährung getreten, die über ihre gesundheitlichen Folgen die Krankenkassen und die Versicherten mit hohen Kosten belasten (40 Mrd.DM jährlich allein für ernährungsbedingte Schäden). Es wird zu viel gegessen, zu fett und zu viel

---

\*) An dieser Stelle kann nicht auf die Wechselwirkung von verändertem Nahrungsangebot und Verbraucherverhalten eingegangen werden, ebensowenig auf die (EG-)politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen der landwirtschaftlichen Produktion.

Süßes; die Nahrung enthält durchschnittlich zu wenig Ballaststoffe; außerdem wird in der BRD zu viel tierisches Eiweiß konsumiert.

Zur Aufrechterhaltung eines störungsfreien Stoffwechsels - als Voraussetzung für eine optimale körperliche und geistige Entwicklung und Leistungsfähigkeit und für die Ausbildung von Abwehrkräften gegen Krankheiten - ist eine bewußte und reflektierte Ernährung unverzichtbar. Es hat sich gezeigt, daß insbesondere das Konzept der *Vollwerternährung* \*) geeignet ist, die oben genannten Ernährungsfehler vermeiden zu helfen. Als Teil einer gesunden Lebensführung wirkt Vollwertkost darüberhinaus vorbeugend gegen Zahnschäden, Verdauungsstörungen und Herz- und Kreislauferkrankungen.

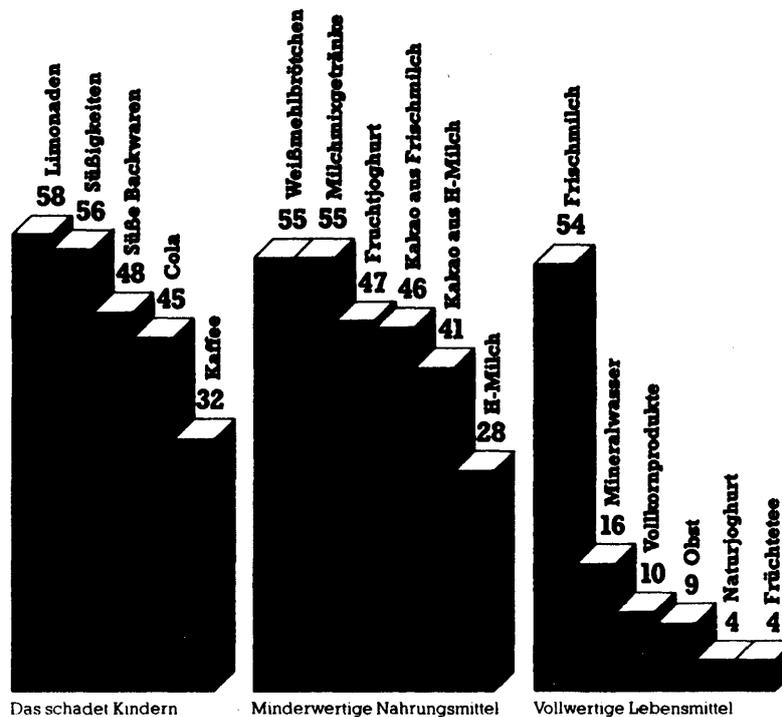
### ***Falsche (Pausen-)Ernährung und ihre Hintergründe***

Die Werbung der Süßwarenindustrie preist "gesunde" und praktisch verpackte Pausenverpflegung an, die "an jeder Ecke" gekauft werden kann. Viele lassen sich verführen, und viele Jugendliche erhalten Geld an Stelle eines Pausenbrotts für die Schule.

Eine Untersuchung der Zeitschrift ÖKO-TEST\*\*) im Sommer 1987 zeigt, wie schlecht es insbesondere um das Pausenangebot deutscher Schulen bestellt ist. Zuckerhaltige Limonaden, Cola, Süßigkeiten und süße Backwaren gab es praktisch in jeder zweiten Schule, *vollwertige Lebensmittel* (die Frischmilch ausgenommen) nur an jeder zehnten.

### **Das ungesunde Pausenangebot**

Angaben in Prozent der Schulen



\*) vgl. dazu den Abschnitt "Essen nach Tabelle?", S.47

\*\*) ÖKO-TEST Heft 9/87, S.34-40; Abbildung: S.40

Daß "Kinder Süßes brauchen" oder "Zucker Nervennahrung ist und die Konzentration fördert" ist schlichtweg falsch. Kinder, Schüler wie auch Erwachsene brauchen keinen Zucker, sie können ihren Kohlenhydratbedarf mit anderen Nahrungsmitteln decken, z.B. Brot, Kartoffeln aber auch mit Früchten; im Unterschied zu Süßigkeiten enthalten letztere auch Vitamine und Mineralstoffe.

Erhöhter Zuckergenuß kann zu verschiedenen Störungen der Gesundheit führen; so steigt mit zunehmendem Zuckerkonsum der Vitamin-B1-Bedarf, da dieses Vitamin für die Verstoffwechslung des Zuckers notwendig ist. Mangel an Vitamin B1 wiederum wird für das Auftreten von Konzentrationsschwierigkeiten verantwortlich gemacht.

Die Problematik von entsprechenden industriellen Pausen-Stärkungen soll an drei Beispielen näher erläutert werden:

#### a) Die Milchschnitte

Diese Zwischendurch-Stärkung enthält keine Frischmilch, wie der Name nahelegt, sondern nur gezuckerte Kondensmilch (32%). Der Anteil an Kohlenhydraten beträgt 43%, davon entfällt der Großteil auf Zucker. Verglichen mit anderen Lebensmitteln wird auch der verhältnismäßig geringe Eiweißgehalt (2 g) deutlich, der für den Aufbau des Körpers wichtig ist.

#### b) Fruchtsaftgetränke contra Milch

Fruchtsäfte werden vom Lebensmittelrecht in drei Gruppen eingeteilt, die sich in ihrem Fruchtsaftgehalt unterscheiden: Während Fruchtsäfte zu 100% und -nectare bis zu 50% Fruchtsaft enthalten, bestehen die am häufigsten angebotenen Fruchtsaftgetränke nur zu einem sehr geringen Teil aus reinem Fruchtsaft (der Rest ist Wasser):

- Zitrus-säfte zu 6%
- Kernobst-säfte zu 30%
- alle anderen Säfte zu etwa 10%.

Entsprechend gering ist die Menge der aus den Früchten stammenden Vitamine. Statt dessen weisen die meisten Fruchtsaftgetränke einen hohen Zuckergehalt auf:

- In einem Glas (0,2 l) stecken bis zu 8 Stücke Würfelzucker.
- Limonaden und Colagetränke enthalten meist 10% Zucker (also 100 Gramm pro Liter!)

Auch Milchmixgetränke können nicht unbedenklich empfohlen werden, da auch diese 4 - 6% Zucker enthalten und zusätzlich oft Lebensmittel-zusatzstoffe wie Lebensmittelfarben, synthetische (naturidentische) Aromastoffe, Bindemittel oder Stabilisatoren.

Dagegen enthält der für Kinder und Jugendliche empfohlene halbe Liter Frischmilch pro Tag Aufbaustoffe wie Eiweiß, Calcium und B-Vitamine, die besonders in der Wachstumsphase wichtig sind. Mit einem halben Liter Milch können bei einem Schüler / einer Schülerin u.a. 75% des Calciumbedarfs, 70% des Vitamin B2-, 20% des Vitamin B1- und 10% des Vitamin A-Bedarfs gedeckt werden.

### c) Lebensmittelzusatzstoffe / Kennzeichnungspflicht

Wie oben erwähnt enthalten sehr viele fabrikmäßig zubereitete Nahrungsmittel Zusatzstoffe. In der Vergangenheit wurden die gesundheitlichen Risiken des Verbrauchers durch den Genuß solcher Zusatzstoffe als sehr gering eingeschätzt. Erst in letzter Zeit haben sich die Warnungen vor ernstesten Gesundheitsgefahren gehäuft. Besonders bei Kindern und Jugendlichen sind vermehrt allergische Reaktionen auf verschiedene Zusatzstoffe bekannt geworden, an der Spitze der Allergieauslöser stehen Farbstoffe wie Tartrazin (gelb), welches zudem im Verdacht steht, Krebs mit zu verursachen.

Färben von Lebensmitteln ist überflüssig, allenfalls im Bereich der Nahrungsmittelkonservierung haben Zusatzstoffe eine gewisse Berechtigung. Jedoch können in vielen Fällen haltbar gemachte Nahrungsmittel durch frisch zubereitete ersetzt werden.

Seit 1977 gibt es eine Zusatzstoff-Zulassungsverordnung, die 1981 novelliert wurde. Danach müssen die Zusatzstoffe gesundheitlich unbedenklich sein (für Tartrazin wird in Kürze ein Verbot erwartet), und der Verbraucher muß über die jeweils verwendeten Stoffe informiert werden. Außerdem müssen angegeben werden

- die Mindesthaltbarkeit
- die Zutatenliste
- eine Mengenangabe und
- Name und Anschrift von Hersteller, Verpacker oder Verkäufer.

Verwirrung stiften aber immer noch irreführende Produktnamen. Z.B. darf ein industriell hergestelltes Brot durchaus als "Bauernbrot nach Holzofenart" vertrieben werden (vgl. auch das Beispiel "Milchschnitte").

#### Kennzeichnung von Lebensmitteln

Farbstoffe	
E 100	Kurkumin
E 101	Lactoflavin (Riboflavin)
E 102	Tartrazin
E 104	Chinolingelb
E 110	Gelborange S
E 120	Echtes Karmin, Karminsäure, Cochenille
E 122	Azofarbstoff
E 123	Amaranth
E 124	Cochinillerot A
E 127	Erythrosin
E 131	Patentblau V
E 132	Indigotin (Indigo-Karmin)
E 140	Chlorophylle a+b
E 141	Kupferhaltige Komplexe der Chlorophylle und Chlorophylline
E 142	Brillantsäuregrün
E 150	Zuckerulor
E 151	Brillantschwarz BN
E 153	Carbo medicinalis vegetabilis
E 160a-f	Carotine und Carotinoide
E 161a-g	Xanthophylle
E 162	Beetenrot, Betanin
E 163	Anthocyane
E 170	Calciumcarbonat
E 171	Titandioxid
E 172	Eisenoxide und -hydroxide
E 173	Aluminium
E 174	Silber
E 175	Gold
E 180	Rubinpigment BK (Erythrorubin)
Konservierungsstoffe	
E 200-E 203	Sorbinsäure und Sorbate
E 210-E 213	Benzoesäure und Benzate
E 214-E 219	p-Hydroxybenzoesäureester (PHP-Ester)
E 220-E 227	Schwefeldioxid und Sulfite
E 230	Bisphenol (Diphenyl)
E 231-E 232	Orthophenylphenol und Natrium-Salz
E 233	Hydrobenzoyl
E 236-E 238	Ameisensäure und Formiate
E 280-E 283	Propionsäure und Propionate

■ = Gesundheitlich bedenklich

#### Kennzeichnung von Lebensmitteln

Antioxidationsmittel	
E 300-E 304	L-Ascorbinsäure und Ascorbate
E 306-E 309	Tocopherole
E 310-E 312	Gallate
E 320	Buthydroxytoluol (BHT)
E 321	Buthydroxytoluol (BHT) + BHA
Verdickungsmittel, Geliermittel	
E 400-E 405	Alginsäure mit Alginaten
E 406	Agar-Agar
E 407	Carraheen
E 410	Johannisbrotkernmehl
E 412	Guarkernmehl
E 413	Traganth
E 414	Gummi arabicum
E 415	Xanthan
E 440a+b	Pektine
E 461	Methylcellulose
E 466	Carboxymethylcellulose
Emulgatoren, Stabilisatoren	
E 322	Lecithine
E 470-E 475	Salze, Glyceride und Ester von Speisefettsäuren
Säuerungsmittel, Säureregulatoren	
E 260-E 263	Essigsäure und Acetate
E 270	Milchsäure
E 290	Kohlendioxid
E 325-E 327	Lactate (Salze der Milchsäure)
E 330-E 333	Citronensäure und Citrate
E 334-E 337	L(+)-Weinsäure und Tartrate
E 338-E 341	Orthophosphorsäure und Phosphate
E 450a-c	Di-, Tri- und Polyphosphate
Sonstige	
E 251-E 252	Nitrate (Salpeter)
E 420	Sorbit
E 421	Mannit
E 422	Glycerin
E 460	Mikrokristalline oder gemahlene Zellulose
E 620-E 625	Glutaminsäure und Glutamate

■ = Gesundheitlich bedenklich

Institut  
für  
Umweltkrankheiten



Runow GmbH  
Liebenzeller Straße 25, D-3501 Emstal  
☎ 0 56 24 80 61  
Arzt: Ltg. K. D. Runow

## Essen nach Tabelle?

In der Vergangenheit bildete die ernährungsphysiologische Analyse des menschlichen Bedarfs an bestimmten Grundstoffen wie Kohlenhydraten, Eiweiß, Fetten, Mineralstoffen, Vitaminen und Ballaststoffen praktisch die einzige Grundlage für eine "gesunde Ernährung". Weitgehend unberücksichtigt blieben dabei Zustand und Herkunft der Nahrung bzw. ihr Verarbeitungsgrad. Inzwischen hat sich eine tiefgreifende Veränderung in der Bewertung von Nahrungsmitteln angebahnt. Im Unterschied zum oben dargestellten Modell, das den Menschen als eine Art (komplizierte) Maschine betrachtet, die täglich bestimmte Mengen bestimmter (Einzel-) Substanzen für den ungestörten Dauerbetrieb benötigt, setzt das Konzept der **Vollwert-Ernährung** seinen Schwerpunkt auf einen möglichst geringen Verarbeitungsgrad möglichst vielfältiger naturnaher Nahrung; an die Stelle der Betrachtung von einzelnen Nährstoffen zur Sicherung der Versorgung des Organismus mit essentiellen Nahrungsinhaltsstoffen tritt die Bewertung (und Empfehlung) von Nahrungsmitteln bzw. von Nahrungsmittelgruppen. Damit erübrigt sich die von Laien kaum (nach-) vollziehbare, weil äußerst komplizierte Zusammenstellung einer Kost nach Inhaltsstoff-Bilanzen; man ißt ja Lebensmittel und nicht einzelne Nährstoffe.

Auch können so Mangelkrankungen vermieden werden, die dadurch entstehen, daß man die Bedeutung eines bestimmten Wirkstoffes für die Ernährung noch nicht erkannt hat (wie z.B. kürzlich die Bedeutung von Selen für das Immunsystem). Eine künstliche Zufuhr fehlender Wirkstoffe (z.B. Vitamine in Bonbons, Vitaminierung von Lebensmitteln) kann allenfalls den Eindruck hervorrufen, man ernähre sich gesund, tatsächlich treten viel eher Überdosierungen auf, die wiederum gesundheitsschädigend sein können.

Nach dem Vollwert-Konzept soll die Nahrung so naturbelassen wie möglich sein, d.h.

- möglichst frei von Pestiziden, Konservierungsrückständen, Düngemittelresten und sonstigen Schadstoffen,
- so wenig wie möglich behandelt (geringer Verarbeitungsgrad der Nahrung); isolierte und raffinierte Produkte sind zu meiden (z.B. Zucker, Auszugsmehle).
- Aus ökologischen und physiologischen Gründen soll die Nahrung vorwiegend aus ovo-lacto-vegetabiler Kost bestehen (ovo: Ei; lacto: Milch; veget.: pflanzlich). Bevorzugt werden Getreide und Getreideprodukte aus Vollkorn.

**Gesünder leben mit Vollwerternährung \*)**

<b>Mehr</b>	<b>Weniger</b>
pflanzliche Lebensmittel - Vollkornprodukte - Gemüse - Obst	tierische Lebensmittel - Fleisch - Eier - Wurst
Milch - Milchprodukte - milchsaure Produkte	isolierte Zucker Alkohol Kochsalz
körperliche Bewegung	Genuß- und Suchtgifte

**2. Fragenkatalog zum Ernährungs- und Konsumverhalten in der Schule****Informationssammlung**

- Was und wieviel essen und trinken die MitschülerInnen in den Pausen?
- In welchen Umfang bringen sie Pausenbrote von zuhause mit (und werden diese auch gegessen)?
- Welche Lebensmittel/Süßigkeiten/Getränke werden vom Hausmeister verkauft?
- Wo kaufen die MitschülerInnen außerdem in den Pausen?
- Wie sollte die Pausenernährung zusammengestellt sein?
- Wie groß ist der Kalorienbedarf eines Jugendlichen? Was braucht der Körper außer "Kalorien"?
- Was essen/trinken die LehrerInnen in der Pause?

**Im Fall von Schulspeisung/Schulküche:**

- Nach welchen Kriterien wird der Speiseplan zusammengestellt?
- Wie beurteilen die MitschülerInnen das Schulessen? Welche Wünsche haben sie zum Speiseplan?
- Wie sind die Mahlzeiten unter dem Aspekt gesunder Ernährung zu beurteilen?
- Wie hoch ist der Anteil an Fertigprodukten/frischen Lebensmitteln? Welche Rolle spielen die Kosten?
- Welche Lebensmittelzusatzstoffe sind in den Fertigprodukten / in den Pausensüßigkeiten enthalten?

---

\*) nach Prof. Leitzmann, Gießen

### **Informationsauswertung/darstellung**

- Flugblatt/Wandzeitung/Broschüre zum Thema Pausenernährung
- Ausstellung: Das ist in unseren Pausen-Snacks enthalten
- Berechnungen: Soviel Zucker ist im Cola
- Entwurf eines alternativen Speiseplans
- Versuchspräsentation: Farbstoffe in Smarties
- ...

### **3. Mögliche Aktivitäten**

- Umfrage zu den Eß- und Trinkgewohnheiten der MitschülerInnen in den Pausen
- Gespräch mit Hausmeister, mit dem Lebensmittelhändler "an der Ecke"
- Gespräch mit den MitarbeiterInnen der Schulküche
- Anfragen bei Schulleitung, Schulverwaltung, Kultusministerium, Gesundheitsamt wegen gesunder Pausenernährung
- Informationsbeschaffung von Verbraucherverbänden, Krankenkassen usw.
- Sichtung von alternativen Kochbüchern
- Durchführung einer Aktion "Gesundes Frühstück"
- Einrichtung einer Schüler-Teeküche
- Suche nach geeigneten Medien (Filmen, Schautafeln, Prospekten ...)
- Entwurf und Durchführung eines Rollenspiels "Pausenbrot"
- *zusammen mit der Projektgruppe Müll:*  
Verpackungen von Lebensmitteln im Schulmüll
- *zusammen mit der Projektgruppe Lernen/Leben:*  
Lärmmessungen im Speisesaal

#### 4. Literaturhinweise

- AID-Verbraucherdienst Heft 9/1988: H. Zentgraf: Pausenfrühstück - Die Mahlzeit in der Schule (S. 179 - 184).  
(Anschrift: AID, 5300 Bonn 2, Postfach 200153)
- Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (Hrsg.): verschiedene jeweils aktualisierte Veröffentlichungen; z.B.:
  - \* Eßgeschichten. Köln 1981
  - \* Medienpaket "Gesundes Schulfrühstück"  
(Anschrift: 5000 Köln, Postfach 930103)
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (DEG): verschiedene Broschüren und Materialien  
(Anschrift: 6000 Frankfurt 1, Feldbergstraße 28)
- Hessischer Kultusminister (Hrsg.):
  - \* Ernährung 1/2/3. Schulfernsehen Hessen. Wiesbaden 1981/82
  - \* Guten Appetit. Schulfernsehen Hessen. Wiesbaden 1988
- Eva Kapfelsberger, Udo Pollmer: Iß und stirb. Chemie in unserer Nahrung. Köln 1982
- Katalyse-Umweltgruppe Köln (Hrsg.): Chemie in Lebensmitteln. Köln 1981
- Eleonore Koschwitz: Lehrerhandbuch Ernährung/Nahrungszubereitung (Bezug: E.K., Schwellerhaldestraße 22, 7410 Reutlingen 11)
- Kuratorium Schulverpflegung e.V.: verschiedene Broschüren  
(Anschrift: 8012 Ottobrunn-Riemerling, Waldparkstraße 11 b)
- Pädagogisches Zentrum Berlin (Hrsg.): Brot - Zwei Unterrichtsplanungen, Experimente, Sachinformationen. Berlin 1988  
(Bezug: Päd. Zentrum Berlin, Uhlandstraße 97, 1000 Berlin 31)
- Vereinigung Getreide-, Markt- und Ernährungsforschung: Aktionsmappe Gesundes Schulfrühstück; Das Klassenfrühstück (u.a. Materialien)  
(Bezug: GMF, 5300 Bonn 2, Kronprinzenstraße 51)
- Verband unabhängiger Gesundheitsberater Deutschland e.V.: diverse Informationen zur Vollwert-Ernährung
- Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Hauptsache es schmeckt? Mülheim 1986

Die seit einigen Jahren in vielfacher Zahl erhältlichen Bücher zu gesunder Ernährung und entsprechende alternative Kochbücher können hier nicht aufgeführt werden. In der Regel läßt sich leicht eine kleine Bibliothek dazu zusammenstellen, wenn man die SchülerInnen auffordert, entsprechende Literatur von zuhause mitzubringen.

## 5. Ergebnisse am Beispiel \*)

### a) Wieviele Schüler bringen ein Pausenbrot mit?

*Ergebnisse einer Umfrage*

Klasse	5	6	7	8	9	10
Schüler mit Pausenbrot in Prozent	93	80	94	83	81	84

Trotz der von zuhause mitgebrachten Pausenbrote kaufen sich die meisten Schüler in den Pause etwas zu essen.

Ein Interview mit dem Hausmeister, der Besitzerin des Kiosks gegenüber der Schule und mit einer Anzahl von Mitschülern hat ergeben, daß die meistgekauften Waren Süßigkeiten sind wie:

- Raider
- Hanuta
- Snickers und
- Fruchtschnuller.

Daneben werden auch Einback und Waffeln gekauft.

Die bevorzugten Getränke in der Pause sind

- Cola
- Fruchtsaftgetränke  
und im Winter
- heißer Tee.

Auf unsere Frage "Warum kaufst Du Dir in der Schule etwas zu essen?" kamen Antworten wie: "Aus Langeweile" und "Weil ich Hunger habe". Es kam jedoch auch vor, daß ein Schüler keine Lust auf sein Pausenbrot hatte und es entweder wegwarf oder wieder mit nach Hause nahm.

### b) Die Entwicklung des Konsumverhaltens von der 5. bis zur 10. Klasse

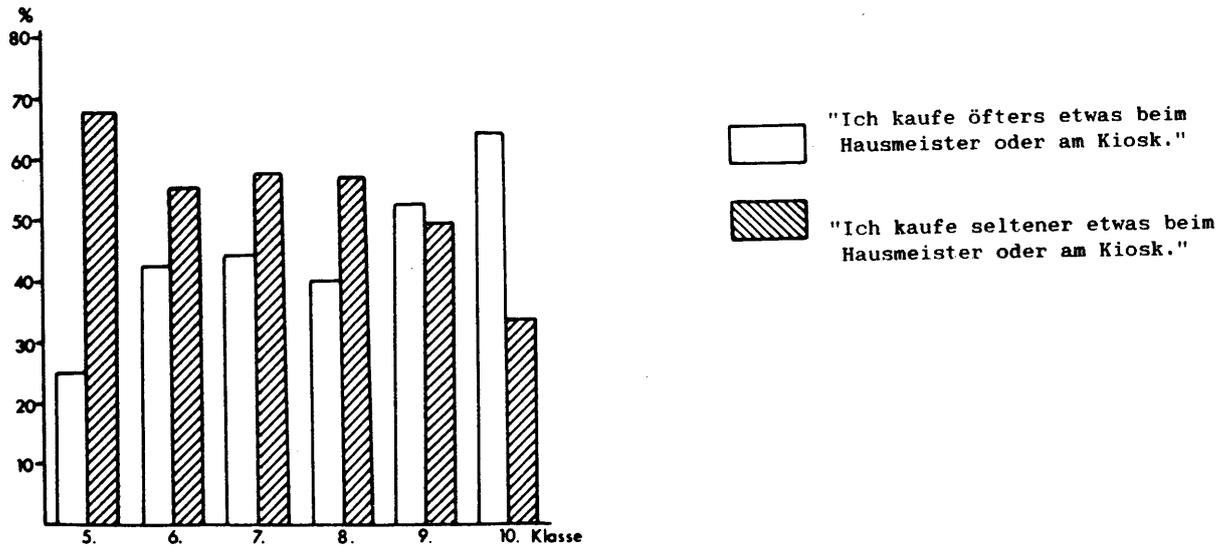
Um die Entwicklung des Konsumverhaltens zu ermitteln, haben wir eine Umfrage in jeweils zwei Klassen der einzelnen Jahrgangsstufen durchgeführt. Wir fragten jeweils:

- 1) *Kaufst Du Dir mehr als zweimal in der Woche (oft) etwas beim Hausmeister oder am Kiosk?*
- 2) *Kaufst Du Dir seltener als zweimal in der Woche (manchmal) etwas beim Hausmeister oder am Kiosk?*

---

\*) Aus der Projektbroschüre "Ökologie der Schule"

### Ergebnisse der Schülerbefragung \*)



### c) "Das Innenleben eines Fruchtschnullers"

Da in der Pause am häufigsten Süßwaren beim Hausmeister und am Kiosk (gegenüber der Schule) gekauft und verzehrt werden, haben wir einige Informationen über die Lebensmittelfarbstoffe zusammengestellt, die in vielen dieser Süßwaren enthalten sind.

Farbstoff	Herkunft	ADI (mg/kg)	Wirkung
E 102 Tartrazin (zitronengelb)	synthetisch	7,5	Farbstoff, der am häufigsten Allergien hervorruft
E 120 echtes Karmin (rot)	Scharlach-Schildlaus	5,0	Allergien
E 127 Erythrosin (rosa)	synthetisch	2,5	Allergien, bedenklich bei Schilddrüsenerkrankung
E 151 Brilliant-schwarz (schwarz)	synthetisch	1,0	Allergien
E 162 Betamin	Rote Beete	-	harmlos

Der ADI-Wert (Acceptable Daily Intake) bezeichnet die Höchstmenge, die ein Mensch pro Tag und kg Körpergewicht ein Leben lang einnehmen kann, ohne gesundheitliche Schäden zu erleiden. Ein Schüler, der 40 kg wiegt, könnte demnach täglich 300 mg Tartrazin vertragen.

\*) Aus der Projektbroschüre "Ökologie der Schule"

**d) Frühstücksvorschläge für Schüler \*)**

1 Vollkornbrötchen	1 Scheibe Vollkornbrot
1 Tl. Butter oder Margarine	1 Tl Butter oder Margarine
1 Tl. Kresse	1 Scheibe gekochter Schinken
1 Möhre	1 Tomate

Darin sind durchschnittlich enthalten:

180 kcal (bzw. 750 kJoule)

5 g Eiweiß

7 g Fett

25 g Kohlehydrate

**e) Tips für ein gesundes Pausenbrot**

- Öfter die Brotsorte und den Belag wechseln (dunkles Brot hält sich länger frisch)
- Salatblätter, Apfel- oder Gurkenscheiben zwischen die Brotscheiben legen
- rohe Möhren, Radieschen oder Obst mitnehmen

Um dem Süßigkeitsbedarf etwas entgegenzukommen und um zu vermeiden, daß doch Süßes gekauft wird, hier einige Vorschläge:

- Als Brotbelag ab und zu eine Schokoladenschnitte
- gelegentlich
  - Vollkornkekse
  - Vollkornbrötchen mit Rosinen oder Nüssen
  - Trockenfrüchte
  - Studentenfutter oder
  - Müsli

und zum Trinken

- Milch
- Tee oder
- Fruchtsäfte (ohne Zusatz von Zucker oder anderen Stoffen)

**f) Verbesserungsvorschläge**

- Schüler sollten mit ihren Eltern besprechen, WAS und WIEVIEL als Pausenbrot mitgenommen wird.
- Das Pausenbrot sollte vielseitig sein.
- Der Hausmeister sollte auch gesündere Lebensmittel wie Joghurt, Müsliriegel und reine Milch verkaufen.

---

\*) Aus der Projektbroschüre "Ökologie der Schule"

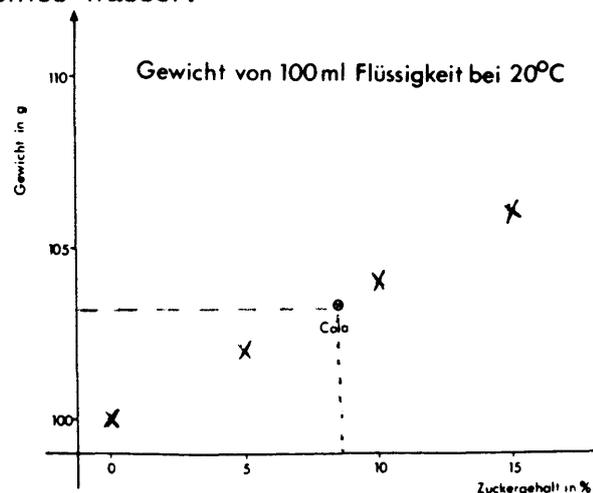
## 6. Vorschläge für einfache Untersuchungen

### a) Zuckergehalt von Limonaden und Cola

Eine genaue Bestimmung des Zuckergehalts von Getränken ist relativ schwierig und aufwendig. Viele Limonaden und Colagetränke enthalten jedoch bis zu 10% Zucker (oder bis zu 100 g/l). Bei diesen Zuckerkonzentrationen ändert sich bereits das spezifische Gewicht merklich: Wiegen 100 ml Wasser bei 20°C 100 g, so wiegt eine 10%ige Zuckerlösung bereits etwa 104 g. Damit ist eine grobe Abschätzung des Zuckergehalts möglich.

Man stellt Vergleichslösungen her, indem man 5 g Zucker, 10g Zucker und 15g Zucker jeweils in wenig Wasser (50 ml) kalt auflöst und dann mit Wasser genau auf 100 ml auffüllt (Meßzylinder oder -kolben aus der Chemiesammlung). Ein trockenes Becherglas wird einmal leer gewogen und anschließend mit den umgefüllten 100 ml der Vergleichslösung. Zur Sicherheit wiegt man auch 100 ml reines Wasser.

Die zu untersuchende Limonade/Cola wird zunächst geschüttelt, damit die Kohlensäure entweicht; man kann sie auch vorsichtig unter Rühren auf ca. 80°C erwärmen. Gewogen werden auch hier 100 ml der zimmerwarmen Flüssigkeit. Die Abbildung zeigt typische Ergebnisse. Für Cola ergibt sich z.B. ein Wert von 103,5 g, das entspricht einem Zuckergehalt von knapp 9%.\*)



### b) Farbstoffe sichtbar machen

Zwar sieht man auch ohne zusätzliche Untersuchungen, daß Bonbons, Dragees und andere Süßigkeiten mit Lebensmittelfarbstoffen gefärbt sind - mit dem folgenden Versuch kann aber gezeigt werden, daß es sich um Farbstoffe handelt, die durchaus ähnliche Eigenschaften besitzen wie andere (synthetische) Textilfarbstoffe.

Unbehandelte Wolle wird mit Testbenzin, Spiritus o.ä. entfettet. Die zu untersuchenden Dragees (z.B. Smarties) oder andere gefärbte Süßigkeiten (nur solche gleicher Farbe) werden mit wenig Wasser in ein Glas gegeben, der Farbstoff durch Umschwenken und Schütteln gelöst und die gefärbte Flüssigkeit schnell in ein zweites Glas abgegossen. Zu der Farbstofflösung gibt man etwas Essigsäure (5%ig) bzw. einen Eßlöffel Haushaltssessig und legt den Wollfaden (5 - 10 cm lang) ein. Nach kurzer Zeit und mehrmaligem Schwenken ist der Farbstoff auf den Faden aufgezo-gen. Der Faden kann mit Wasser gewaschen und dann getrocknet werden.\*\*)

Zum Vergleich wird der Versuch mit gekauften Lebensmittelfarbstoffen (aus der Drogerie) wiederholt.

\*) Der Fehler durch die Anwesenheit von anderen Inhaltsstoffen wie Farbstoffe, Säuerungsmittel usw. ist relativ gering und fällt für diese grobe Schätzung nicht ins Gewicht. Die Methode eignet sich nicht für Fruchtsäfte mit einem Fruchtanteil über 10%.

\*\*\*) Hinweis für den Chemielehrer/die Chemielehrerin: Ausführliche Anleitungen zur anschließenden Trennung und Identifizierung von synthetischen Lebensmittelfarbstoffen sind zu finden bei:

- Joachim BLUM: Chromatographische Analysen von synthetischen Lebensmittelfarbstoffen. In: Naturwissenschaften im Unterricht - Physik/Chemie (1987) Nr.23, S. 16-25
- Margarete RIEKERT und Achim LEHMANN-RIEKERT: Die Farbstoffuntersuchung gefärbter Lebensmittel. In: NiU-Ph/Ch (1983) Nr.5 (Themenheft 13: Lebensmittelchemie), S.33-38

## Die Schule als Arbeits- und Lebensraum

Jugendliche zwischen 6 und 16 bzw. 19 Jahren verbringen etwa ein Drittel ihrer aktiven Lebenszeit in der Schule. Gleiches gilt für ihre Lehrerinnen und Lehrer. Wie seit langem bekannt haben Gebäude, Raumgestaltung und Organisation der Tätigkeiten einen erheblichen Einfluß auf das individuelle Wohlbefinden ebenso wie auf Konzentrations- und Lernfähigkeit, nicht zuletzt auch auf die Gesundheit. Dazu kommen die zahlreichen und keineswegs gänzlich bekannten Einflüsse aus der stofflichen Umgebung in Gebäude und Räumen, angefangen von den Lichtquellen bis hin zu Schreibmaterialien. Erst seit kurzen gibt es Untersuchungen über die Belastungen der Innenraumluft mit Formaldehyd, Asbeststäuben, Lösungsmitteln und anderen Substanzen. Daher kann im folgenden kein auch nur annähernd vollständiger Überblick über die ökologischen und/oder gesundheitlichen Aspekte der Schule als Arbeits- und Lebensraum gegeben werden. Der Asbestskandal der Jahre 1986/88 in vielen Schulen der BRD wie auch die Probleme mit Formaldehyd - vgl. den Anhang "Formaldehyd in der Schule" - machen deutlich, daß womöglich schon morgen ein neuer aktueller Anlaß für ökologische Nachforschungen gegeben ist, der die Lärmproblematik durch eine unangemessene Bauweise und Organisation von Schulen in den Schatten stellt.

### 1. Allgemeine Informationen zu Lärm / Arbeitsplätzen / Bauweise

#### **Lärm**

*"Lärm ist Schall (Geräusch), der Nachbarn oder Dritte stören (gefährden, benachteiligen oder belästigen) kann oder stören würde."*

aus: Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm)

"Lärm" stellt somit eine subjektive Bewertung von Geräuschen dar und ist - als Lärm - nicht meßbar. Meßbar sind jedoch Geräusche bzw. deren Intensität, der Schalldruck. Als Meßgröße wird inzwischen einheitlich das Dezibel - dB(A) - verwendet. Dabei handelt es sich um einen logarithmischen Maßstab, bei dem außerdem noch die Tonhöhe eines Geräusches berücksichtigt wird. Doppelter Schalldruck bedeutet daher nicht eine Verdopplung des dB(A)-wertes. Vielmehr bewirken zwei gleich laute Geräuschquellen eine Erhöhung des dB(A)-wertes um 3 Einheiten:

z.B.:            1 PKW ... 70 dB(A)  
                   2 PKWs ... 73 dB(A)  
                   10 PKWs ... 80 dB(A)

Die TA-Lärm legt folgende z.Zt. (1989) gültige Grenzwerte fest:

<b>Bebauungsart</b>	<b>tagsüber</b>	<b>nachts</b>
reine Industriegebiete	70	70
überwiegend Gewerbe	65	50
Mischnutzung	60	45
überwiegend Wohnungen	55	40
reine Wohngebiete	50	35
Kurgebiete, Krankenhäuser	45	35

Die angegebenen Werte stellen Pegelwerte dar und beziehen sich auf einen bestimmten Zeitraum, über den die Einzelwerte gemittelt werden.

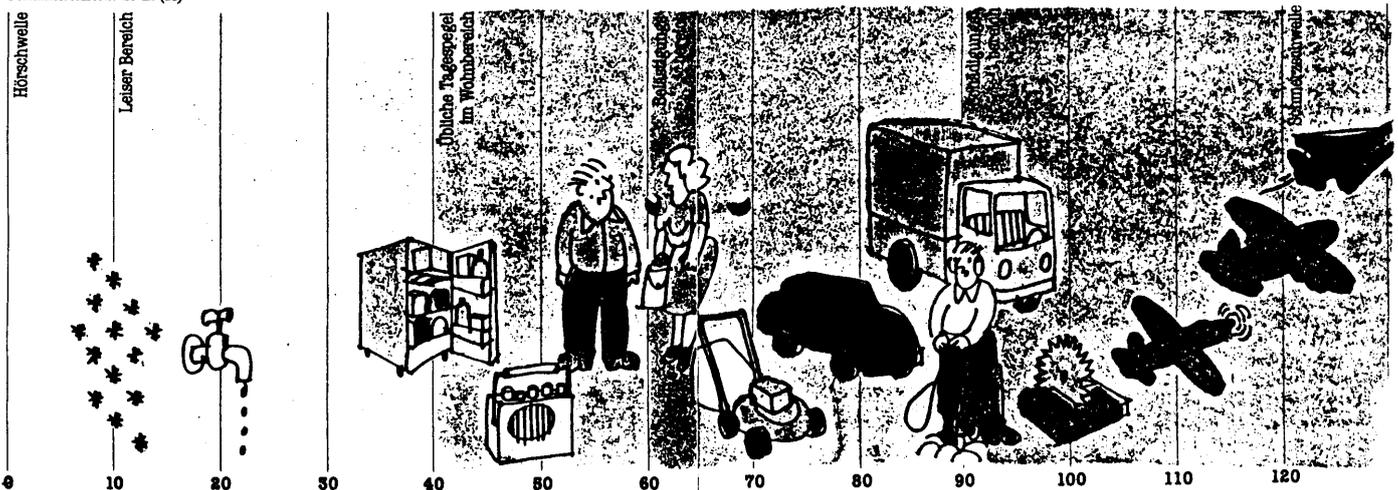
Diese Richtwerte haben jedoch nur für Genehmigung von Fabrikanlagen Bedeutung; für den Verkehrsbereich, der den meisten Lärm produziert, gibt es noch keine gültigen Grenzwerte. Zum Vergleich: An einer stark befahrenen Straße werden, 25 m von der Straßenmitte entfernt, etwa 70 dB(A) gemessen.

Gesetzliche Grenzwerte in dB(A) (Höchstwerte):

Mofa	70	Motorrad (80ccm)	78
PKW	80	Motorrad (500ccm)	86
LKW (3,5 t)	81	Busse (200 PS)	85
LKW (12 t)	88		
Betonmischer	81	Bagger	87
Kompressor	84	Preßlufthammer	90

Lärm schädigt die Gesundheit: Eine mehrstündige tägliche Belastung von 80–90 dB(A) reicht bereits aus, um Hörschäden hervorzurufen. Die Zerstörung der Hörsinneszellen im Innenohr vollzieht sich dabei zunächst unbemerkt. Geringere Lärmbelastungen führen zu vorübergehenden negativen Körperreaktionen wie z.B. Erhöhung des Blutdrucks, Beschleunigung des Herzschlags usw. Außerdem kann die Speichelabsonderung und die Magenbewegung gehemmt werden, der Hautwiderstand verändert sich, die Haut wird wegen der Gefäßkontraktion weniger durchblutet und der Blutzuckerspiegel kann ansteigen. In jedem Fall wird die Konzentrationsfähigkeit durch Lärm herabgesetzt.

Schallintensität in dB(A)



In Gebäuden und Räumen ist die Lärmbelastung von verschiedenen Faktoren abhängig, z.B. von der Bauweise und inneren Gliederung (lange Flure wirken wie Schalltrichter), von den Baumaterialien, von der Innenausstattung usw., aber auch von der Organisation der Tätigkeiten (Pausen für alle Schüler gleichzeitig). Allgemein gilt: Je weniger Personen gleichartige Tätigkeiten verrichten und je stärker strukturiert die Räume sind, desto geringer ist die Lärmbelastung.

### *Innenraumbelastung durch Chemikalien - Allgemeines \*)*

Der Innenraumlufte kommt hauptsächlich aus zwei Gründen eine besondere Bedeutung zu:

- Die Einführung neuartiger Baustoffe, Renovierungsmaterialien und Verarbeitungspraktiken hat in Verbindung mit dem übermäßigen Abdichten von Fenstern und Türen zur Einsparung von Heizungsenergie dazu geführt, daß in der Innenraumlufte speziell für organisch-chemische Verbindungen Konzentrationen beobachtet werden, die weit über denen der Außenluft liegen.
- In den hochindustrialisierten Ländern unserer Klimazonen hält sich der Bürger durchschnittlich bis zu 90 % des Tages in geschlossenen Räumen aller Arten (einschließlich der Transportmittel) auf. Mindestens die Hälfte dieser Zeit wiederum dürfte auf den eigentlichen Wohnbereich entfallen. Gerade Angehörige der Risikogruppen wie Kleinkinder, kranke und alte Menschen halten sich teilweise ausschließlich in Innenräumen auf.

Da in Schulen - außer im Chemieübungsraum durch die Benutzung von Bunsenbrennern und in den Küchen durch Gasherde - keine offenen Feuerungen vorhanden sind, spielen die im Haushalt bedeutsamen Belastungen der Luft durch Stickoxide und Kohlenmonoxid praktisch keine Rolle. Auch das Rauchen ist in den Räumen der meisten Schulen untersagt, und es fehlen viele typische "Haushalts- und Hobbyprodukte, mit denen zahlreiche organische Verbindungen in die Innenraumlufte gelangen. Die in der Werbung meist als besonders 'verbraucherfreundlich' herausgestellte Zubereitung solcher Produkte in Sprayform kann (im Haushalt) das Gefahrenpotential drastisch erhöhen, wie unlängst am Beispiel von gewissen Ledersprays deutlich wurde."

"Als weitere wichtige Typen von Quellen, die dem Bereich 'Raumausstattung' zuzuordnen sind und überwiegend zur Emission organisch chemischer Verbindungen führen, seien die beiden großen Gruppen der Bau- und Renovierungsmaterialien und der Einrichtungsgegenstände genannt. Neuartige Materialien und veränderte Verarbeitungspraktiken haben hier in den letzten Jahren das Spektrum der auftretenden Verbindungen erheblich erweitert."

Die Belastungen der Innenraumlufte durch organische Verbindungen wie Formaldehyd, Benzol, Halogenkohlenwasserstoffe u.ä. ist durchschnittlich doppelt bis 20 mal so groß wie in der Außenluft, Spitzenkonzentrationen können bis zu hundert mal höher sein als draußen. Gesundheitlich besonders problematisch sind dabei kontinuierliche Emissionen auch bei geringeren Konzentrationen (z.B. aus Baumaterialien oder Einrichtungsgegenständen), da sie den Körper über Jahre hinweg belasten und schädigen und, je nach Stoff, auch im Körper angesammelt werden.

---

\*) Aus: Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Auswirkungen der Luftverunreinigungen auf die menschliche Gesundheit. Bonn 1987. S.12 f

### ***Belastungen an büroähnlichen Arbeitsplätzen***

Organisch-chemische *Lösungsmittel* sind in vielen Filzstiften enthalten, ebenso auch in Klebern wie Uhu, Pattex o.ä. Am häufigsten findet man Alkohole wie Ethanol und Methanol, weiter Benzol, Toluol und Xylol, Aceton, Ester, aber auch Chlorkohlenwasserstoffe (in Klebern und in Korrekturflüssigkeiten). Organische Lösungsmittel wirken sämtlich in höheren Konzentrationen narkotisierend, manche werden von Jugendlichen als relativ billige Ersatzdrogen benutzt.\*<sup>1)</sup> In geringen Konzentrationen schädigen sie Leber, Niere, Nerven, wirken schwindelerregend oder konzentrationshemmend.

*Kunststoffe* sind im Büro (und in der Schule) allgegenwärtig: Tischoberflächen, Kugelschreibergehäuse, Lineale u.v.a.m. bestehen aus Kunststoffen unterschiedlichster Zusammensetzung. Während die meisten Menschen keine Probleme im Umgang mit Kunststoffen haben, reagieren andere allergisch auf einzelne Syntheseprodukte, insbesondere auf PVC und Polyurethane. Der hohe Schwermetallgehalt in farbigen Kunststoffen kann dann gefährlich werden, wenn man auf einem Plastikstift herumkaut, die Farbpigmente enthalten hauptsächlich Cadmiumverbindungen. Eine zusätzliche Belastung der Umwelt entsteht dadurch, daß die Mehrzahl der Kulis und fast alle Filzstifte nach Erschöpfung der Minen weggeworfen werden. PVC z.B. trägt in den Müllverbrennungsanlagen zur Bildung von Chlorwasserstoff (Salzsäure) bei.

Zur Herstellung von *Fotokopien* werden teilweise noch Toner verwendet, die als krebserregend gelten; dies gilt besonders für Nicht-Markenfabrikate aus Südostasien. Es muß darauf geachtet werden, daß die Schrift auf der Kopie nicht verwischt und Tonerbestandteile eventuell in den Körper gelangen.

Beim Kopieren selbst entsteht bei fast allen Geräten Ozon in merklichen Mengen. Fotokopierer sollten daher nur in gut lüftbaren Räumen aufgestellt werden. Der Grenzwert für das äußerst gesundheitsschädliche Ozon beträgt 1 ppm.

Vervielfältigungen, die mit Umdruckern auf Spirit-Carbon-Basis hergestellt worden sind, geben je nach Papiersorte noch längere Zeit das verwendete Lösungsmittel an die Raumluft ab.

Wegen weiterer möglicher Belastungen vgl. z.B.:

- \* C. & R. Fischer: Chemie im Büro. Reinbek 1988
- \* die laufenden Ausgaben der Zeitschriften ÖKO-TEST und NATUR
- \* die "weiteren Materialien" unter S5

---

<sup>1)</sup> Zur narkotisierenden Wirkung vgl. Oskar Meder: Drogen. Soznat Materialien für den Unterricht Band 15, Marburg 1985, S.29-31

## ***Belastungen durch Baumaterialien und Werkstoffe***

### ***Asbest \*)***

Als Baustoff wird Asbest seit Anfang dieses Jahrhunderts genutzt und zwar als

- \* Asbestzement, bekannt unter dem Namen Eternit, welches aus Asbest und Zement im Verhältnis 1:8 besteht, oder als
- \* Spritzasbest (Asbest/Zement im Verhältnis 6:4), der zu Dämmungs- und Isolationszwecken vor allem an schwer zugänglichen Stellen aufgespritzt wird.

Asbest ist ein faseriges Mineral aus Magnesiumsilikat, eigentlich ungiftig und insbesondere nicht brennbar. Er isoliert gegen Kälte/Hitze, Feuchtigkeit und Schall und dient als Brandschutzmittel. Vom bergmännischen Abbau und von der industriellen Verarbeitung her ist jedoch seit langem bekannt, daß die winzigen Asbestfasern in der Lage sind, nach Einatmen Lungenerkrankungen hervorzurufen. Asbestose, eine Berufserkrankung der Asbestarbeiter, ist tödlich; zudem erregen Asbestfasern Lungenkrebs. Im Unterschied zu vielen anderen, auch faserigen Stäuben sind die Asbestfasern so klein, daß sie von den Flimmerhärchen der Bronchien nicht transportiert und ausgeschieden werden können. Als chemisch inerte Substanz können sie von den körpereigenen Freßzellen weder aufgelöst noch - wegen ihrer Größe - aufgenommen werden. Da sie somit nach der Inhalation in der Lunge verbleiben, kann für Asbestfasern in der Luft kein "unschädlicher" oder tolerierbarer Grenzwert angegeben werden. Prinzipiell reicht einmaliger Kontakt zur Auslösung von Krebs, wenn dieser sich auch erst nach Jahren oder Jahrzehnten bemerkbar macht.

Schulen und andere öffentliche Gebäude, die in den 60er und 70er Jahren gebaut wurden sind besonders stark von Asbeststaub gefährdet. Wegen seiner Preisgünstigkeit wurde Asbest damals in großen Mengen verbaut und gelangt inzwischen, durch Alterung brüchig geworden, über Klimaanlage und andere Luftbewegungen in die Raumluft. In Frankfurt wurden zur Sanierung der betroffenen Schulen inzwischen mehr als 10 Millionen DM verwendet. Ein Ende der Asbest-Bedrohung ist noch nicht abzusehen.

### ***PCB's an Leuchtstoffröhren \*\*)***

Polychlorierte Biphenyle (PCB's) sind ölige synthetische Substanzen, die in der Natur nicht oder nur sehr langsam abgebaut werden. Wegen ihrer hervorragenden elektrischen Isolationseigenschaften wurden sie seit Jahrzehnten bei Transformatoren, Kondensatoren aber auch in Kühlanlagen eingesetzt (z.B. auch in großem Umfang und in großen Mengen in Traföhäuschen). In Innenräumen stellt insbesondere die PCB-Verwendung in Kondensatoren an Leuchtstofflampen eine ernste Gesundheitsgefahr dar, da diese mit der Zeit leck werden und die Chemikalie ungeschützt in den Raum gelangt.

\*) nach: Leise rieselt Asbest. In: ÖKO-TEST Heft 1/1988, S.10-12

\*\*\*) nach: Das Gift, das aus der Lampe tropft. In: ÖKO-TEST Heft 6/1988, S.8-13

PCB's sind krebserregend und reichern sich wegen ihrer lipophilen (fettliebenden) Eigenschaften in der Nahrungskette und schließlich auch in den menschlichen Organen an. Im Brandfall können sich PCB's in noch giftigere Stoffe wie Dioxine und Furane umwandeln.

Bis 1983 wurden die allermeisten Leuchtstoffröhren mit PCB-haltigen Kondensatoren ausgerüstet. Diese gelten heute als gefährlicher Sondermüll und sollten in jedem Fall gegen neue PCB-freie ausgetauscht und zu einer Sondermüll-Annahmestelle gebracht werden.

## 2. Fragenkatalog zum Arbeits- und Lebensbereich Schule

### *Informationssammlung*

- Wie beeinflussen Räume, Bauweise, Einrichtung und Arbeitsmaterialien in der Schule die Gesundheit?
  - \* Schäden durch Lärm?
  - \* "Chemikalien" im Klassenzimmer?
  - \* Baustoffe?
  - \* ...
- Welche Schäden können durch Lärm entstehen?
- Welche Vorschriften existieren für den Schulbetrieb bzgl. Gesundheit?
  - \* von Seiten des Gesundheitsamtes?
  - \* von Seiten des Bauamtes/des Schulträgers?
  - \* Gibt es anwendbare Vorschriften des Arbeitsschutzes?
- Welche Gesundheitsbeeinträchtigungen sind an anderen Schulen in der letzten Zeit bekannt geworden?
- Welche Alternativen sind denkbar/machbar? ... mit welchen Kosten?
- Wie können die Gesundheitsbeeinträchtigungen festgestellt werden? Wer ist dafür zuständig?

### *Informationsauswertung/darstellung*

- Dokumentation von Untersuchungsergebnissen
- Videofilm: Was dem Schüler R. an seinem "Arbeitsplatz" alles zustößt

## 3. Mögliche Aktivitäten

- Lärm: Messungen von Lärmpegel/Blutdruck/Konzentrationsfähigkeit; Wirksamkeit von Lärmschutzmaßnahmen (baulich/organisatorisch) ...
- "Chemikalien am Arbeitsplatz": Untersuchung von / Aufklärung über gesundheitsschädigende Stoffe in Stiften und anderen Arbeitsmaterialien; Alternativen
- Chemie am Bau: Recherchen beim Bau- bzw. Schulträger über verwendete Baustoffe; Aktion "PCB-freie Schule" usw.
- Klassenzimmer: Pflanzen / Licht / Raumaufteilung

#### 4. Literaturhinweise

##### **A Lärm**

- Hartmut Bölts: Lärm. Soznat Materialien für den Unterricht Band 19. Marburg 1985
- Wolfgang Bündler u.a.: Jugendlexikon Technik. Reinbek 1987 (Insbesondere Stichwort Lärmschutz, S. 210 - 217)
- Wolfgang Engelhardt: Umweltschutz. München 1977<sup>3</sup> (Abschnitt 4.8 Die Bekämpfung des Lärms, S. 138 - 143)
- Eckhard Philipp: Experimente zur Untersuchung der Umwelt. München 1977 (Abschnitt 1.3, S. 28 - 29)
- Unterricht Biologie: Lärm. Heft 6/1982
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Höllenlärm oder himmlische Ruhe. Berlin o.J. (Bezug: UBA, Bismarckplatz 1, 1000 Berlin 33)

##### **B Gefahren durch Arbeitsstoffe / Innenraumbelastung**

- Fritz Arndt: Das Gift, das aus der Lampe tropft (PCB in Kondensatoren von Leuchtstofflampen). In: ÖKO-TEST, Heft 6/88, S. 8 - 13
- Fritz Arndt: Der ganze Mist fliegt durch den Raum (Gesundheitsgefahren durch Klimaanlage). In: ÖKO-TEST, Heft 8/87, S. 14 - 20
- Claudia u. Reinhold Fischer: Chemie im Büro. Reinbek 1988
- Filzstifte - Minen voller Chemie. In: ÖKO-TEST, Heft 12/1988, S. 70 - 72
- Peter Meroth: Bunte Stinker (Filzstifte-Test). In: Natur, Heft 12/88, S. 81 - 92
- Verbraucher Initiative e.V.: Wohngifte (Infopaket). Bonn o.J. (Anschrift: Postfach 1746, 5300 Bonn 1; Bezug gegen DM 3.00 in Briefmarken)

##### **C Gebäude und Baustoffe**

- BUND-Umweltzentrum Stuttgart (Hrsg.): GLOBUS-Begleitmaterialien zur Fernsehsendung; insbesondere
  - \* Heft 6/1987: Ökologischer Stadtumbau u.a.
  - \* Heft 3/1984: Umweltchemikalien im Haushalt (u.a. Holzschutzmittel)
- Bernhard Rosenkranz: Der Umwelttester. Reinbek 1986
- M. Trykowski: Grundlagen für biologisches Bauen. Karlsruhe 1984
- siehe auch die laufenden Ausgaben der Zeitschriften ÖKO-TEST, Natur u.a.

## 5. Ergebnisse am Beispiel\*)

### a) Lärm in der Heinrich-Schütz-Schule

Lärm wirkt von 80 - 90 dB an gehörschädigend.

Um festzustellen, welche Belastungen für uns Schüler in der Schule entstehen, haben wir Messungen an verschiedenen Stellen der Schule durchgeführt und zwar mit einem Geräuschpegelmesser aus der Physiksammlung.

Ort	leer	"voll"
Wandelhalle	70 dB	95 dB
Zwischentrakt	55 dB	80 dB
Klasse	40 dB	70 dB
vor Klassenzimmer	60 dB	80 dB
2. Stock	50 dB	80 dB
vor Bioraum	50 dB	80 dB
Toilette	55 dB	70 dB
am Kiosk	50 dB	65 dB

leer: während des Unterrichts / voll: während der großen Pause

### b) Auswirkungen des Lärms auf den Blutdruck

Um selbst zu überprüfen, ob das wissenschaftlich erwiesene Steigen des Blutdrucks auch bei uns in der Schule seine Gültigkeit hat, haben wir an verschiedenen Stellen unserer Schule bei MitschülerInnen Blutdruckmessungen durchgeführt.

Ruheort bedeutet, daß nicht mehr als 10 Personen in der Umgebung waren, Ballung des Lärms heißt, daß mehr als 100 Personen in der Umgebung waren.

	Ruheort	Ballung des Lärms
Schülerin, 5.Kl.	130/100	135/ 90
Schülerin, 6.Kl.	100/ 70	130/ 90
Schüler, 7.Kl.	105/ 80	120/ 90
Schülerin, 8.Kl.	110/ 70	140/120
Schülerin, 9.Kl.	110/ 70	125/ 90
Schüler, 10.Kl.	135/ 70	180/ 90
Schüler, 10.Kl.	120/ 80	140/ 90
Schülerin, 10.Kl.	120/ 70	135/ 80

Verwendet wurde ein handelsübliches Blutdruckmeßgerät nach Anleitung einer in erster Hilfe ausgebildeten Schülerin. Etwaige Fehler beim Ablesen treten als systematische Fehler auf und beeinträchtigen die Tendenz der gemessenen Werte nicht. Bei sehr hoch erscheinenden Blutdruckwerten ist, besonders bei jüngeren SchülerInnen zu berücksichtigen, daß die ungewohnte Situation oft zu zusätzlichen Steigerungen des Blutdrucks führt.

\*) Aus der Projektbroschüre "Ökologie der Schule"

### c) Schulmobiliar und Gesundheit \*)

Wir wollten herausfinden, welche Schäden durch falsches Schulmobiliar verursacht werden können. Darum nahmen wir einen der unbequemen Holzstühle mit zum Gesundheitsamt. Dort unterhielten wir uns mit Frau Dr. Ö., einer Ärztin:

#### **Frage: Inwieweit ist ein Schulstuhl für Schüler und Lehrer gesundheitsgefährdend?**

Ein Schulstuhl ist nicht direkt Verursacher von gesundheitlichen Schäden, sondern kann nur schon vorhandene Schäden verstärken.

#### **Frage: Welche Körperteile werden am meisten belastet?**

Am meisten leidet die Wirbelsäule unter den Stühlen. Falsche Sitzhaltungen können auch zu Verspannungen der Nackenmuskulatur, Durchblutungsstörungen in den Beinen und zum Zusammendrücken des Magen-Darm-Bereiches führen.

#### **Frage: Welche Auswirkungen kann das haben?**

Eine ständig wiederholte, lang andauernde schlechte Sitzhaltung kann bei der Entstehung eines Haltungsschadens mitwirken. Die Folgen der Haltungsfehler machen sich erst im Berufsleben bemerkbar, wenn es aufgrund der geschwächten und überdehnten Muskulatur zu starken Beschwerden mit erheblicher Leistungseinbuße kommt.

#### **Frage: Ist es nicht ein normales Bedürfnis, die Beine mal hochzulegen?**

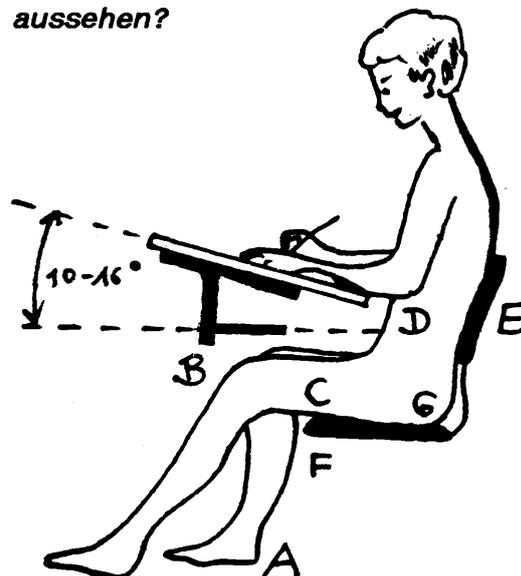
Ja, aber es ist nicht notwendig, das in der Schule zu tun.

#### **Frage: Kann man durch Stühle müde oder aggressiv werden?**

Ja, wenn man nicht weiß, wie man sich hinsetzen soll; das Zusammendrücken des Magen-Darm-Bereichs führt zu Unwohlsein. Außerdem wird durch die Sitzhaltung die Atemtiefe beeinflusst; die geringere Sauerstoffzufuhr führt auch zur Ermüdung und zu Konzentrationsschwächen.

#### **Frage: Wie sollte ein "Ideal-Schulstuhl" aussehen?**

Die Stühle müßten an die verschiedenen Größen der SchülerInnen anpaßbar sein. Der Stuhl sollte feststehen und eine bewegliche Rückenlehne haben. Zudem sollte der Tisch zu verstellen sein. Das Schreiben an ebenen Tischen zwingt vor allem kleinere SchülerInnen zu Fehlhaltungen. Die Tische dürfen in der Schulklasse nicht ständig in Hufeisenform stehen, da sich hierdurch beim Abschreiben von der Tafel Zwangshaltungen ergeben.



\*) Aus der Projektbroschüre "Ökologie der Schule"

#### **d) Ratschläge für einen gesunden Schulalltag \*)**

##### 1. Schultasche

Gewicht: höchstens ein Neuntel des eigenen Körpergewichts

##### 2. Arbeitsorganisation

Der Unterricht sollte auf die Leistungsbereitschaft der SchülerInnen abgestimmt sein. Größte Bereitschaft zwischen 8 und 11 Uhr; kleinste Bereitschaft zwischen 13 und 16 Uhr.

##### 3. Schulweg

Das Fahren in Bus/Bahn stellt eine höhere Belastung dar als das Gehen; daher sollten möglichst wenig Verkehrsmittel genutzt werden.

##### 4. Luft in den Klassenräumen

Mangelnde Frischluftzufuhr beeinträchtigt Konzentrationsfähigkeit und Mitarbeit. Temperatur nicht über 21°C.

##### 5. Beleuchtung

Ungünstige Beleuchtung verursacht Ermüdung - vor allem der Augen. Lichteinfall sollte seitlich (links) zur Blickrichtung erfolgen. Künstliche Beleuchtung: 250 - 500 Lux.

#### **e) Schulklima - Ergebnisse einer Lehrerbefragung**

Wir stellten 10 LehrerInnen folgende Frage:

***"Sind Sie der Meinung, daß der schlechte Zustand des Schulgebäudes und der Schule überhaupt die Schüler aggressiv werden läßt und ihren Lernwillen beeinträchtigt?"***

Die Antworten:

*"Das Schulgebäude allgemein ruft sicher keine Aggressionen hervor und beeinträchtigt den Lernwillen auch nicht. Erst durch Lehrer oder anderes werden Aggressionen hervorgerufen."*

*"Der Lernwille einiger Schüler wird durch den Zustand des Gebäudes beeinträchtigt, den Lernwille anderer aber nicht. Es werden ganz sicher Aggressionen hervorgerufen."*

*"Der Zustand des Schulgebäudes und der Schule rufen Aggressionen hervor und der Lernwille wird beeinträchtigt. Das geht im allgemeinen jedem Menschen so."*

*"Die große Anzahl der Schüler ruft Aggressionen hervor, da die Schüler zu stark zusammengedrängt werden. Die Lernwillensbeeinträchtigung ist in modernen Schulen (die nur kleine Fenster haben) größer. Durch eine schönere Einrichtung der Räume würde die Lernatmosphäre verbessert."*

---

\*) Aus der Projektbroschüre "Ökologie der Schule"

Insgesamt war die Mehrheit der befragten LehrerInnen der Meinung, daß die SchülerInnen durch eine bessere Schulumgebung positiv beeinflusst würden und auch besser lernen könnten.

**f) Verbesserungsmöglichkeiten, das Schulleben angenehmer zu gestalten \*)**

<b>Idealschule</b>	<b>in unserer Schule realisierbar</b>
<p>Jede Klasse darf sich ihren Raum nach den Wünschen der Schüler einrichten, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regale, in denen jeder Schüler ein Fach besitzt</li> <li>- Teppichboden</li> <li>- Pflanzen im Raum</li> <li>- auf den Schüler abgestimmtes Mobiliar</li> <li>- Bilder und Poster an den Wänden</li> <li>- Vorhänge</li> </ul> <p>Durch diese Maßnahmen soll erreicht werden, daß sich die Schüler in ihrem Klassenraum wohler fühlen und sich besser konzentrieren können.</p>	<p>Ja, durch Eigeninitiative des Einzelnen bei Genehmigung durch die Schulleitung</p>
<p>Jeder Raum sollte Fenster haben. Unsere Umfrage hat ergeben, daß sich die meisten Schüler bei Tageslicht wohler fühlen</p>	<p>Nein - wichtig für Neu- und Umbauten</p>
<p>Cafeteria**) und Aufenthaltsräume mit Spielen und Freizeitangeboten für alle Klassen</p>	<p>Ja, durch Schüler- und Elterninitiative</p>
<p>Keine schmalen Gänge, da diese Schülerstauungen verursachen und leicht Raufereien entstehen</p>	<p>Leider nur bei Neubauten zu realisieren</p>
<p>Bepflanzung des Schulhofs</p>	<p>Ja, wenn die ausgearbeiteten Pläne der SV mehr Unterstützung finden würden</p>

\*) Aus der Projektbroschüre "Ökologie der Schule"

\*\*) Die Befragung von MitschülerInnen durch die Arbeitsgruppe "Konsum- und Ernährungsverhalten" hat u.a. ergeben, daß viele auch deshalb am Kiosk etwas kaufen, weil man sich dabei ungestört und etwas abseits des Pausenbetriebs unterhalten kann.

weitere Materialien:

# Schreibmaterial

## Besser streichen als killern

Den Bleistift in seiner jetzigen Form gibt es seit etwa 200 Jahren. Vor dieser Zeit verwendete man den sogenannten Silbergriffel, der aus einer Legierung aus Blei und Zinn bestand, die dem Bleistift seinen Namen gab. Heute enthält ein Holzstab eine Mine, die im wesentlichen aus Graphit und Ton besteht. Der Tongehalt schwankt zwischen ca. 25% bei den weichsten und ca. 70% bei den härtesten Bleistiften. Nach dem Brennen der Graphitminen bei über 1000° C werden Fett- oder Wachsgemische in etwa 20 Gewichtsprozenten zugesetzt, um die Gleit- und Haftfähigkeit auf dem Papier zu erhöhen. Der Stiftverbrauch liegt in Deutschland bei etwa 2, in den USA bei etwa 8-9 Stück je Nase und Jahr.

**Buntstifte** enthalten im Gegensatz zu Bleistiften keinen Ton, da beim Brennen der Minen die Farbstoffe zerstört würden. Man verwendet deshalb als Bindemittel für den Graphit entweder Zellulose, die in organischen Lösemitteln gelöst wird oder Kunststoff-Monomere, die durch Beschleuniger oder Wärme auspolymerisieren, z.B. Styrol oder Methacrylsäureester. Auch fertige Kunststoffe wie Polystyrol oder PVC finden Anwendung.

Als Farbstoffe kommen verschiedene anorganische und organische Pigmente vor. Bei Untersuchungen von Buntstiften fand man unterschiedliche Blei-, Chrom- und Cadmiumgehalte, je nach Herkunftsland. Deutsche Marken schnitten dabei am besten ab, während Produkte aus Fernost z.T. sehr hohe Schwermetallgehalte aufwiesen, die besonders Kindern gefährlich werden können.

**Wachsmalstifte** bestehen aus einer Grundlage aus Paraffin, Stearin und Kunstwachsen, die verschiedene Farbstoffe enthalten. Rote und orangefarbene können Anilinfarben enthalten und für Kleinkinder gefährlich werden.

Die Gehäuse von **Füllhaltern, Tintenku-  
lis und Faserschreibern** bestehen in der Regel aus eingefärbten Kunststoffen. Das unbewußte Kauen auf diesen Gehäusen kann ein Gesundheitsrisiko bedeuten, denn von vier untersuchten

Kugelschreibergehäusen enthielten drei Artikel sehr viel Cadmium. Vor zwei Produkten wurde gewarnt (Schwan Stabulo, Schneider Artikel 111).

Die Schreibflüssigkeiten für Füllhalter, Tintenku-  
lis und Faserschreiber sind wäßrige Lösungen von Farbstoffen, denen Feuchthaltemittel, Tenside und Konservierungsmittel (Formaldehyd) zugesetzt werden. Kugelschreiberpasten enthalten zusätzlich noch Verdickungsmittel, die zusammen mit anderen Bestandteilen der Rezeptur in hochsiedenden organischen Lösemitteln wie z.B. Benzylalkohol gelöst werden.

Als Farbstoffe werden meistens Triarylmethanderivate verwendet, die als nicht giftig gelten. Lediglich die Farbstoffe Methylviolett und Kristallviolett sind bedenklich, denn sie haben sich als mutagen erwiesen. Außer in Kopierstiften kommen diese Farbstoffe in Stempelfarben und Tinten für Vervielfältigungsgeräte vor.

Zu Vergiftungen durch schwarze oder blaue Füllhaltertinten ist es bislang nicht gekommen, auch in den Fällen nicht, in denen Kinder eine Tintenpatrone aufgebissen hatten. Rote Tinte kann Eosin enthalten und in größeren Mengen für Kleinstkinder gefährlich sein.

Die Mittel zum Entfernen von Tinte in **Tinten-  
fressern, Tintenkillern, Tinten-  
tod** enthalten neben Seifen, Soda und Natriumdithionit auch Formaldehyd. Die Berührung mit Schleimhäuten muß vermieden werden, eingetrocknete Stifte dürfen also nicht mit dem Mund angefeuchtet werden.

**Tipp-Ex** enthält als Lösemittel 1,1,1 Trichlorethan, das unter dem Verdacht steht, erbgutverändernd oder sogar krebserregend zu sein. Die Anwendung des inzwischen angebotenen Tipp Ex auf Wasserbasis ist keine Alternative, denn die Vorlagen verschmieren bei Auftragen der Korrekturflüssigkeit.

(ub)

## 6. Praktische Untersuchungen

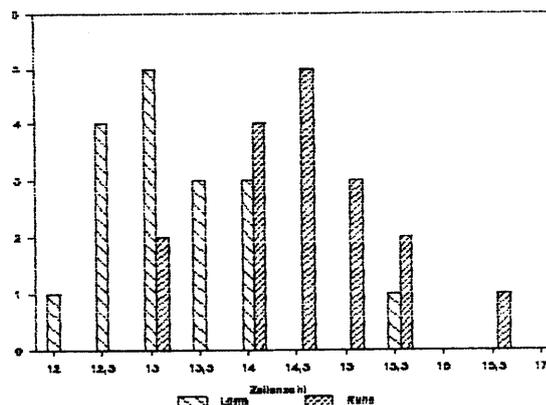
### a) Lärm vermindert die Konzentrationsfähigkeit

Als Ergänzung zu Blutdruck- und Pulsfrequenzmessungen in Ruhe und unter Lärmbelastung schlägt E. Philipp\*) die Durchführung eines Versuchs vor, der in der Psychologie als Konzentrations-Leistungs-Test\*\*) bekannt ist. Bei diesem Test müssen während einer bestimmten Zeit aus einer großen Anzahl ähnlicher Symbole möglichst viele gleichartige herausgesucht und angestrichen werden. Meist verwendet man dazu Buchstaben mit Strichen oder Punkten darüber und darunter oder solche, die leicht verwechselt werden können. Beispiel:

d d p b p b d p d p b b d p p d b d b d p d p b b p d d p p b d b d b d p b p b d b d b d  
 p d d b b d b p b d d p b p b d p d p b b d p p d b d b d p d p b b p d d p p b d b d b d  
 p b p b d b d b d p d d b b d b p b d d p b p b d p d p b b d p p d b d b d p d p b b p d  
 d p p b d b d b d p b p b d b d b d p d d b b b p b d d p b p b d p d p b d b d p p d b d  
 b d p d p b b p d d p p b d b d b d p b p b d b b d p d d b d b b p b d d p b p b d p d p  
 b b d p p d b d b d p d p b b p d d p p b d b d d d p b p b d p d p b d b d p p d b b d p  
 d p b d b p d d p p b d b d b d p b p b d b d b d p d d b d d p b p b d p d p b b d p p d  
 b d b d p d p b b p d d p p b d b d b d p b p b d b b d p d d b d b b p b d d p b p b d p  
 d p b d b d p p d b b d p d p b d b p d d p p b d b d b d p b p b d b b d p d d b b b p b  
 d d p b p b d p d p b d b d p p d b d b d p d p b d b p d d p p b d b d b d p b p b d b d  
 b d p d d b b d b p b d d p b p b d p d p b d b d p p d b d b d p d p b b p d d p p b d b  
 d b d p b p b d b d b d p d d b d b b p b d d p b p b d p d p b d b d p p d b b d p d p b  
 b p d d p p b d b d b d p b p b d b d b d p d d b b d b p b d d p b p b d p d p b d b d p  
 p d b d b d p d p b d b p d d p p b d b d d d p b p b d p d p b b d p p d b b d p d p b d  
 b p d d p p b d b d b d p b p b d b b d p d d b d d p b p b d p d p b d b d p p d b d b d  
 p d p b b p d d p p b d b d b d p b p b d b d b d p d d b b b p b d b b p b b d p b p b d  
 b d b d p d d b d b b p b d d p b p b d p d p b b d p p d b d b d p d p b b p d d p p b d  
 b d b d p b p b d b d b d p d d b b b p b d d p b p b d p d p b d b d p p d b d d p b p b  
 d p d p b b d p p d b b d p d p b d b p d d p p b d b d b d p b p b d b b d p d d b d b b  
 p b b d p d p b b p d d p p b d b d b d p b p b d b d b d p d d b b d b p b d d p b p b d  
 p d p b b d p p d b d b d p d p b d b p d d p d d p b p b d p d p b b d p p d b d b d p d  
 p b b p d d p p b d b d b d p b p b d b d b d p d d b b b p b p b d b d b d p b p b d b d  
 b d p d d b b d b p b d d p b p b d p d p b b d p p d b d b d p d p b b p d d p p b d b d

Bei obigem Beispiel müssen etwa innerhalb von drei Minuten möglichst viele "b" angestrichen werden. Bei einem zweiten Durchgang - diesmal nach bzw. bei anhaltendem Lärm - können "d" angestrichen werden. Als lärmbelastete Situation kann z.B. ein Ort in der Pausenhalle gewählt werden; alternativ kann die Testperson mit lauter Musik über Kopfhörer beschallt werden.

Sind sehr viele MitschülerInnen in Ruhe bzw. unter Lärm getestet worden, so können die Ergebnisse mittels einer Graphik ausgewertet und dargestellt werden. Dazu kann die Anzahl der Schüler, die eine bestimmte Zeilenzahl (z.B. 14,0-14,5) erreicht hat, über dem entsprechenden Abschnitt der X-Achse aufgetragen werden.



\*) Eckhard Philipp: Experimente zur Untersuchung der Umwelt. München 1977, S.29

\*\*) Original-Tests können z.B. beim zuständigen Schulpsychologen eingesehen bzw. kopiert werden.

### **b) Untersuchung von Kunststoffen auf Chlorbestandteile**

PVC und verwandte Kunststoffe setzen beim Verbrennen Chlor frei. Dieses gebundene Chlor kann auf einfache Weise nachgewiesen werden:

*Mit einer Tiegelzange wird eine Kupfermünze in die heiße Flamme eines Bunsenbrenners gehalten.*

*Auf die noch heiße Münze wird mit der Pinzette ein kleines Stück des zu untersuchenden Kunststoffs gelegt und wieder in die Flamme gehalten. Eine Grünfärbung der Flamme zeigt die Gegenwart von Chlor (oder von anderen Halogenen) an.*

Diese vereinfachte "Beilstein-Probe" beruht darauf, daß Chlorverbindungen mit Kupfer in der Hitze leicht flüchtige Kupferchloride bilden, die wiederum (durch Absorption eines Teils des Lichts der Flamme und Wiederabgabe von Licht einer bestimmten Wellenlänge) die grüne Flammenfärbung verursachen.

*Auf gleiche Weise können Korrekturflüssigkeiten, Minen von Buntstiften und lösungsmittelhaltige Kleber auf gebundenes Chlor untersucht werden (ebenso Plastiktüten, Fußbodenbeläge usw.).*

Durchführungshinweise:

- \* Münze nach jeder Probe so lange in der Flamme belassen, bis sich keine Färbung der Flamme mehr zeigt.
- \* Vorsicht bei lösungsmittelhaltigen Klebern, Brandgefahr!
- \* Münze nicht in heißem Zustand berühren, Topf mit kaltem Wasser in Reichweite stellen - bei Gefahr Münze hineinfallen lassen.
- \* Für Abzug der Verbrennungsgase sorgen, ggf. Abzug im Chemieraum benutzen.

### **c) Formaldehyd in der Raumluft**

Untersuchungen der Raumluft sind nur dann angebracht, wenn entsprechende Verdachtsmomente gegeben sind, z.B. Tränen der Augen, das häufig in einem bestimmten Raum auftritt (vgl. Anhang II).

Für schulische Zwecke kommt der Einsatz des Dräger-Gasspürgeräts in Frage (vgl. V6: CO-Messung). Dazu gibt es passende Prüfröhrchen, die bis zu 0,04 ppm Formaldehyd erfassen (der Richtwert liegt bei 0,1 ppm). Allerdings ist diese Methode ziemlich ungenau, so daß man nur einen Hinweis erhält, ob die Raumluft mit Formaldehyd belastet ist oder nicht. Wie auch bei den Problembereichen Verkehr und Heizung bietet sich hier die Kontaktaufnahme zu einer öffentlichen Untersuchungsstelle an, z.B. zum Gewerbeaufsichtsamt, zum Gesundheitsamt oder zu einem Chemischen Untersuchungsamt.

Ausführliche Informationen zur Formaldehyd-Untersuchung (und zur Messung verschiedener anderer Schadstoffe im Bereich der Alltags-Umwelt) finden sich z.B. in:

- Bernhard Rosenkranz: Der Umwelt-Tester. Schadstoffe im Alltag aufspüren - messen - vermindern. Reinbek 1986.

## 5. Literaturhinweise auf Projektberichte und -vorschläge

Projekte besitzen im Vergleich zum Regelunterricht eine besondere Struktur und eine eigene Dynamik. Die hier wiedergegebene Auswahl von Projektberichten zu verschiedenen Themen, die sich keineswegs alle direkt auf das Thema "Ökologische Schulerkundung" beziehen, soll Anregung und Unterstützung sein für den manchmal überraschenden Weg - inhaltlich und methodisch, der sich bei der Verfolgung bestimmter Projektziele ergibt.

- Johannes Bastian, Herbert Gudjons (Hrsg.): Das Projektbuch. Hamburg 1986
- Jörg Calließ, Reinhold Lob (Hrsg.): Handbuch Praxis der Umwelt- und Friedenserziehung. Band 2: Umwelterziehung. Düsseldorf 1987
- K. Frey: Die Projektmethode. Weinheim 1984
- Herbert Gudjons (Hrsg.): Natur zum Anfassen. Ökologisch unterrichten. Hamburg 1988
- Hessisches Institut für Bildungsplanung und Schulentwicklung (HIBS) (Hrsg.): Materialien zum Unterricht - Sekundarstufe I. Heft 62: Umwelterziehung 3 - Umwelterziehung in Projekten. Wiesbaden 1986
- Armin Kremer, Lutz Stäudel (Hrsg.): Praktisches Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Marburg 1987
- Armin Kremer, Lutz Stäudel (Hrsg.): Ökologie und naturwissenschaftlicher Unterricht. Marburg 1989
- Wolfgang Münzinger, Karl Frey (Hrsg.): Chemie in Projekten. IPN Kiel 1986
- Wolfgang Münzinger, Eckard Liebau (Hrsg.): Proben aufs Exempel. Praktisches Lernen in Mathematik und Naturwissenschaften. Weinheim 1987
- Zeitschrift *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik/Chemie*: Themenheft "Projekte im Chemie- und Physikunterricht". Heft Nr.2/1983 (siehe dort auch: Literatur zum Projektunterricht, S. 77/78)
- Zeitschrift *Unterricht Biologie*:
  - \* Heft 36/37 1979: Einrichtung von Biotopen auf dem Schulgelände
  - \* Heft 106 1985: Gesunde Schule
  - \* Heft 134 1988: Mofa und Umwelt
- Zeitschrift *Öko-päd* (1981 - 1987): verschiedene Ausgaben

## 6. Erfahrungsbericht \*)

Die *Projektidee* zur Untersuchung des normalen Schulbetriebs und seiner Auswirkungen auf die Umwelt und die betroffenen Menschen kam von der Lehrerin. Die SchülerInnen fanden das Thema und die möglichen Erkundungen und Untersuchungen auf Anhieb interessant, übernahmen die vorgeschlagenen Arbeits- und Problembereiche jedoch nur teilweise und formulierten statt dessen zusätzlich andere Schwerpunkte, die ihren Erfahrungen und Interessen näher lagen.

Das Projekt war *zeitlich* in den normalen Stundenplan integriert: Während zweier Unterrichtswochen wurden die Biologie- und Mathematikstunden genutzt; die Zusammenstellung und Formulierung der Arbeitsergebnisse erfolgte zum größten Teil in häuslicher Arbeit.

In der *Planungsphase* wurden gemeinsam mögliche Untersuchungsmethoden zusammengestellt und erläutert und Ansprechpartner genannt. Die SchülerInnen teilten sich in thematisch orientierte Gruppen auf. Jede Gruppe sollte ihren schul-ökologischen Teilbereich unter folgenden Aspekten bearbeiten:

1. Darstellung der Ist-Situation
2. Folgen für die Umwelt mit Begründung
3. Verbesserungsvorschläge

Zusätzlich zu der von der Lehrerin bereitgestellten Literatur brachten die SchülerInnen eigene Materialien mit bzw. beschafften sich weitere während des Projektverlaufs. Die Nutzung dieser Quellen war bei allen Gruppen sehr intensiv.

Während der *Untersuchungsphasen* arbeiteten die SchülerInnen weitgehend selbständig sowohl bei der Planung wie bei der Durchführung und Auswertung ihrer Untersuchungen und Recherchen. Die Betreuerin wies lediglich in die Bedienung einiger Geräte ein und gab in einigen Fällen Hinweise auf Darstellungsmöglichkeiten.

Als Arbeitsmethoden wurden eingesetzt:

- Interviews mit "Experten" in der Schule: Hausmeister, Putzfrauen, Direktor
- Umfragen bei Lehrern und Mitschülern
- Anfragen bei Behörden und Gespräche mit Experten außerhalb der Schule
- Literaturlauswertung
- eigene systematische Untersuchungen und Beobachtungen, z.B. Lärmpegelmessungen, Blutdruckmessungen usw.

Im Laufe der Untersuchungsphasen fanden zwei *Plenumssitzungen* statt, bei denen die bisherigen Ergebnisse vorgetragen und Anregungen aus der Klasse für ergänzende Untersuchungen und für die Präsentation entgegengenommen wurden.

---

\*) Eine ausführliche Projektbeschreibung findet sich in: HIBS (Hrsg.): Umwelterziehung 6. Umwelterziehung vor Ort - Spurensuche. Wiesbaden 1989

In der ersten Sitzung einigten sich alle darauf, als Projektergebnis eine Broschüre zu erstellen, da "das, was wir herausgefunden haben, für alle Schüler und ihre Eltern interessant ist und man die Untersuchungen in einem Heft besser und ausführlicher darstellen kann als etwa in einer Wandzeitung".

Jede Gruppe beschrieb ihre *Ergebnisse* zu den Aufgaben, die anfangs formuliert worden waren. Dabei wurde Wert auf eine Übersicht (Inhaltsverzeichnis), Literaturangaben und Darstellung der Untersuchungsmethoden gelegt. Die Untersuchungsergebnisse wurden in Beziehung gesetzt zur entsprechenden Situation in der Stadt, in Hessen bzw. in der Bundesrepublik, damit die Broschüre über lokale Informationen hinaus auch allgemeine Zusammenhänge erklärte.

Ein *Redaktionsrat* aus zehn SchülerInnen und der Lehrerin sichtete die Manuskripte, gab sie mit Verbesserungsvorschlägen an die Gruppen zurück und stellte die endgültige Vorlage zusammen, die ein Schüler auf Diskette tippte.

Mehrere Schüler erkundigten sich nach Druckmöglichkeiten und erreichten schließlich, daß die Stadtparkasse 200 Exemplare drucken ließ und aus ihrem Werbeetat finanzierte. Das Heft wurde an Mitschüler, Eltern und Lehrer verkauft, der Erlös einer Umweltorganisation gespendet.

*Im nachhinein* waren die SchülerInnen zurecht stolz auf das Ergebnis ihrer Arbeit und das Echo, das sie damit in der Schulöffentlichkeit gefunden hatten. Viele bedauerten jedoch, daß sie sich fast ausschließlich für die Arbeit ihrer eigenen Gruppe interessiert hatten und zu wenig für die Ergebnisse der anderen. Aus Betreuersicht hätte es jedoch den zeitlichen Rahmen des Projektes gesprengt und auch die Motivation der SchülerInnen überfordert, die Ergebnisse aller Gruppen mit der ganzen Klasse eingehend durchzuarbeiten und zu begründen. Sinnvoll und lohnend hätte es allerdings sein können, die Arbeitsergebnisse in den Unterricht verschiedener anderer Fächer einzubeziehen und fortzuführen. Dies blieb nur auf den Biologieunterricht beschränkt, wo anschließend das Thema Lärm am Beispiel "Walkman" experimentell und theoretisch vertieft wurde.

Kurz hingewiesen sei noch auf eine andere *Einstiegsmöglichkeit* für ein solches Projekt: Einige Schülerinnen aus der Projektklasse waren zu einer Tagung eingeladen, wo sie über ihre Erfahrungen berichteten. Dort schickten sie die Teilnehmer ihrer Arbeitsgruppe auf eine Ökorallye durch das Tagungshaus. Die Erkundungsaufträge waren auf die örtliche Situation und die Zielgruppe (Lehrer) zugeschnitten und reichten von der Aufnahme der Außenbepflanzung über die Untersuchung der verwendeten Putzmittel bis hinein in den Küchenbereich; dort sollten etwa Lebensmittelzusatzstoffe der gelagerten Vorräte festgestellt und der Küchenchef nach seinen Kriterien für die Zusammenstellung des Speiseplans befragt werden. Deutlich wurden bei dieser Erkundung einerseits die hohen Anforderungen, die entsprechende Arbeitsaufträge beinhalten, fachlich-inhaltlicher Art wie hinsichtlich der notwendigen kommunikativen

Kompetenz. Zum anderen zeigte sich, wie sich die Fähigkeiten einzelner im Zusammenhang mit solchen komplexen Erkundungsaufgaben addieren und gegenseitig verstärken, etwa wenn eine "Pflanzenexpertin" die Vegetationsaufnahme im Außenbereich anleitet und ein anderer die chemischen Namen der Zusatzstoffe in Lebensmitteln entziffern hilft. \*)

Aus der Diskussion über eine ähnliche Ökorallye durch Schulgebäude und -gelände könnten Fragen und Aufgaben für ein Projekt "Ökologische Schulerkundung" erwachsen.

## 7. Zur Leistungsbewertung in Projekten

Projekte, so sehr sie sich vom Regelunterricht abheben, sind Bestandteil von Schule; jede ausdrückliche Sonderstellung, wie es z.B. der generelle Verzicht auf Bewertung der Arbeit von Schülern durch Noten/Punkte darstellen würde, vermindern die Chancen für ihre Durchführung.

Andererseits scheiden die sonst üblichen Tests zur Überprüfung kognitiver Lernziele aus leicht nachvollziehbaren Gründen aus: Was an Kenntnissen in den einzelnen Gruppen erworben wird, unterscheidet sich sowohl hinsichtlich der Inhalte wie auch im Umfang. Ein schriftliches Abfragen etwa eines Minimalkatalogs von Inhalten aus allen Gruppen würde in psychologischer Hinsicht fatal sein; dadurch käme es zu einer Abwertung der konkreten Projektarbeit im Bewußtsein der SchülerInnen - was Spaß macht und ernsthaft bearbeitet wird, zählt nicht, womit eine Erfahrung aus dem Regelunterricht auch im Projekt fortgeführt würde.

Wird eine Broschüre erstellt wie im hier beschriebenen Fall oder kommt ein anderes Projektergebnis zustande, so gibt es zahlreiche Ansatzpunkte für eine Einbeziehung von dessen Bewertung in die Notengebung des zugeordneten Faches. Damit kommen auch die sonst nicht berücksichtigten nicht-kognitiven Leistungen der SchülerInnen in Reichweite (z.B. handwerkliche, experimentelle, organisatorische Tätigkeiten und kommunikative Fähigkeiten), die sich gewöhnlich einer Bewertung entziehen und von den Schülern als wenig relevant betrachtet und - für den Unterricht - vernachlässigt werden. Die soziale Dimension von Projekten kann hier nicht ausführlich gewürdigt werden; wichtiger als die Frage, ob "Leistungen" in diesem Bereich auch einer Bewertung zugänglich wären, ist die Erfahrung, daß kaum eine andere schulische Arbeitsform so deutlich positive Auswirkungen auf das Sozialverhalten von SchülerInnen hat wie das Projekt.

---

\*) vgl. Lutz Stäudel: Schule als Um- und Lebenswelt. In: A. Kremer, L. Stäudel (Hrsg.): Ökologie und naturwissenschaftlicher Unterricht. Marburg 1989, S.44-47

## **ANHANG**

	<b>Seite</b>
<b>I. Eva-Maria Hartmann: Schulgrün</b>	<b>75</b>
<b>II. Oskar Meder: Formaldehyd in der Schule</b>	<b>86</b>

Eva-Maria HARTMANN: SCHULGRÜN \*)

### 1. Grün in der Stadt?

Die Hälfte der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland lebt auf 7,3% der Gesamtfläche. Täglich verschwinden in der Bundesrepublik 1,45 Mio Quadratmeter Landschaft unter Beton und Asphalt. Im Jahr entspricht dies fast der Fläche des Bodensees.

In der Bundesrepublik sind 55% der Säugetiere, 44% der Vögel, 33% der Schmetterlinge vom Aussterben bedroht.

Unsere Städte wurden zunehmend naturfremd und unwirtlich gestaltet. Sie sind gekennzeichnet durch Lärm, Hitze und Gestank, durch Betonbauten und Straßentrassen. Natürliche oder naturnahe Lebensräume wie Wälder, Magerwiesen, Hecken, Wälder, Weiher sind in Siedlungen sehr selten geworden. An ihre Stelle sind städtische Lebensräume wie Gebäude, Gärten, Parks, Böschungen, Straßenränder, Mauern und Bauplätze mit speziellen und spezialisierten Pflanzen und Tieren getreten. Aber auch solche Arten sind in ihrem Bestand gefährdet. Straßenränder werden mit Herbiziden behandelt, Gärten mit englischem Rasen gelten als besonders ästhetisch. Auf Betonmauern gibt es kaum Pflanzenbewuchs. So füttert man Vögel im Winter, im Sommer nimmt man ihnen die Nahrung, indem man z.B. den Lebensraum von Insekten vernichtet.

Durch dieses Verhalten sind nicht nur Pflanzen und Tiere bedroht, sondern auch unsere körperliche und psychische Gesundheit hängt eng mit der Gestaltung von Wohn- und Arbeitswelt zusammen.

In den letzten Jahren hat ein gewisses Umdenken eingesetzt. Sicher, es ist nicht möglich, die Stadt in ein Naturparadies zu verwandeln. Aber es gibt viele Möglichkeiten, der Natur in der Stadt mehr Raum zu geben. Dies hilft nicht nur Pflanzen und Tieren, sondern dient auch dazu, daß uns unsere Städte mehr Lebensqualität bieten.

### 2. Erfahrungen aus dem Projekt *Grün in der Stadt*

Das Projekt "Grün in der Stadt" wurde mit SchülerInnen einer elften Klasse im Biologieunterricht durchgeführt. Ausgangspunkt war für mich, ein dem Lehrplan entsprechendes ökologisches Thema zu finden, zu dem SchülerInnen einen möglichst praktischen und persönlichen Zugang haben. Die für schulische Zwecke gut aufgearbeiteten Biotope *Wald* und *Wasser* kamen dafür nicht in Frage, weil diese durch den Standort von Schule und Gemeinde nur unter großem zeitlichen Aufwand erreichbar gewesen wären. So bot sich ein Thema aus dem Bereich der Stadtökologie an. Bei der geplanten Bestandsaufnahme in Sachen Stadtgrün sollten sich

---

\*) Die hier unter dem Titel "Schulgrün" wiedergegebenen Arbeitsanleitungen stellen eine überarbeitete Fassung eines längeren Projektberichtes "Stadtgrün" von Eva-Maria Hartmann dar. Der zugrunde liegende Aufsatz ist als Buchbeitrag erschienen in: A. Kremer, L. Stäudel (Hrsg.): Ökologie und naturwissenschaftlicher Unterricht. Marburg 1989, S.48-76

die SchülerInnen intensiv mit ihrer Lebenswelt beschäftigen und sich dabei auch mit ihren Vorstellungen von wünschenswerter Wohn- und Lebenssituation auseinandersetzen.

Mit der Kamera erkundeten die SchülerInnen den Zustand der Natur in der Stadt (und damit auch den Bereich rund um die Schule). Dabei galt es aufzuspüren, in welcher Form Natur vorkommt, welche positiven und negativen Erscheinungen es gibt und welche Bedeutung die vorgefundene Natur für das Leben in der Stadt hat.

Über die Diskussion der Frage hinaus, welche Möglichkeiten der Einflußnahme der Bürger auf Stadtplanung und -gestaltung hat, könnten in einem Projekt *Schulgrün* erste praktische Ansätze für eine Umgestaltung der direkten Schulumgebung entwickelt und längerfristig auch realisiert werden.

Wegen des erheblichen Umfangs wurden die Arbeiten im Projekt Stadtgrün arbeitsteilig - in Gruppen - durchgeführt:

1. Gruppe: Allgemeine Bedeutung von Stadtgrün
2. Gruppe: Lebensraum Garten
3. Gruppe: Lebensraum Park
4. Gruppe: Lebensraum Mauer
5. Gruppe: Bäume in der Stadt
6. Gruppe: Lebensraum Straßen- und Wegrand

(In einem Projekt *Schulgrün* müßten die Arbeitsbereiche der Gruppe(n) entsprechend thematisch reduziert bzw. modifiziert werden.)

Nach einer kurzen Einführung in Thema und Methode erhielt jede Gruppe - als Problemaufriß - eine Arbeitsanleitung und eine Basisinformation zum jeweiligen Thema. Ebenso erhielten sie je eine Kamera mit Diafilm und eine Liste mit weiterführender Literatur; außerdem standen ihnen Bestimmungsbücher, Kassettenrekorder mit Aufnahmemikrofon, Leerkassetten und Diarähmchen zur Verfügung.

Nach einer ein- bzw. zweitägigen Erkundung draußen wurden die dann fertig entwickelten Diapositive gesichtet, und es begannen die theoretischen Arbeiten zur Erstellung eines Begleittextes. Als Endprodukt entstand so eine Ton-Dia-Schau Stadtgrün.

### **Basisinfo 1: *Bedeutung des Stadtgrüns***

In der Bundesrepublik werden täglich ca. 100 ha freie Fläche für Häuser, Fabriken, Straßen, Flugplätze, Eisenbahnstrecken, Parkplätze, Freizeiteinrichtungen geopfert. Bereits jetzt sind damit beinahe 10% der Fläche der Bundesrepublik betoniert.

Der Boden der Innenstädte wurde aufgrund seiner Lage zum Spekulationsobjekt für Verwaltungen, Banken, Kaufhäuser. Die Folge davon war, daß viele Menschen preiswertere Wohnungen am Stadtrand suchen mußten und zu Pendlern mit langen Arbeitswegen wurden. Viele benützen dazu ihr eigenes Auto. Entsprechend nahm der PKW-Bestand von 1975 bis 1985 kontinuierlich von etwa 21 Mio auf über 30 Mio zu. Dadurch wurde und wird der Ausbau von Straßen, das Anlegen von Parkplätzen notwendig. Diese Entwicklungen haben Folgen:

#### *1. Luftverschmutzung*

Der Staub- und Schadstoffgehalt der Luft, vor allem SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> und Schwermetalle ist durch Verkehr, Industrie und Privathaushalte in den Städten rund zehn Mal höher als außerhalb. Gleichzeitig ist der Kohlendioxidgehalt der Luft hoch, der Sauerstoffanteil relativ gering. Pflanzen werden durch schmutzige Luft geschädigt. Besonders empfindlich reagieren Flechten.

Auch die Menschen leiden unter verunreinigter Luft. Wichtige Erkrankungen, die durch Luftverunreinigung hervorgerufen werden, sind:

- Reizerscheinungen der Augen und Luftwege durch Schwefeldioxid und Stickoxide
- entzündliche Veränderungen der Lunge durch Schwefeldioxid und Staubteilchen,
- Störung des Sauerstoffaustauschs durch Kohlenmonoxid,
- Leistungs- und Konzentrationsschwäche, Schlafstörungen.

Pflanzen wirken dem wenigstens teilweise entgegen: bei der Photosynthese verbrauchen sie Kohlendioxid und geben Sauerstoff ab.

#### *2. Klimaveränderungen*

Wenn es in den Städten regnet, fließt das Wasser über Asphalt und Beton hinweg direkt in die Kanalisation. Wenn die Sonne wieder scheint, ist die Oberfläche längst trocken, die Luft kann keine Feuchtigkeit aufnehmen; sie wird zu trocken. Dies begünstigt Erkrankungen der Atemwege.

Andererseits schlägt sich Wasserdampf auf den Staubteilchen der Stadtluft nieder. Es bilden sich Dunstschichten. Sie halten 10-50% des Sonnenlichts und fast 100% der ultravioletten Strahlen zurück. Die Dunstschichten hemmen auch die Ein- und Ausstrahlung von Wärme. Dadurch wird die Kälte im Winter gemildert, die Sommerhitze dagegen gesteigert. Zusätzlich wird die Stadt aufgeheizt durch Verbrennungswärme von Autos, Maschinen, Kraftwerken usw..

Hinzukommt, daß große Häuser dem Wind im Weg stehen. Wind aber wäre wichtig, um die schlechte warme Luft aus der Stadt zu blasen und frische kühle Luft hineinzulassen.

Großräumige Grünanlagen, die vom Siedlungsrand bis weit ins Stadtinnere reichen, wirken wie Frischluftschneisen. Pflanzen verdunsten außerdem sehr viel Wasser: ein mittelgroßer Laubbaum z.B. an einem Sommertag rund 70 l, während einer Vegetationsperiode 8.000 bis 10.000 Liter Wasser. Dadurch wird die Umgebungstemperatur gesenkt und der Feuchtigkeitsgehalt der Luft erhöht.

Pflanzen filtern Staub aus der Luft. 1 ha Buchenbestand fängt jährlich etwa 70 t Staub aus der Luft. Pflanzen brauchen offenen Boden, denn dieser nimmt Wasser auf, läßt es langsam versickern und reinigt es dabei.

### 3. Lärm

Es ist in dichtbesiedelten Gebieten kaum möglich, sich dem Lärm zu entziehen, auch nicht in der Freizeit oder während des Schlafs. An Lärm gewöhnt sich unser vegetatives Nervensystem nicht, auch wenn wir glauben, den Lärm nicht mehr wahrzunehmen. Die Folgen sind Gereiztheit, mangelnde Konzentrationsfähigkeit, Nervosität.

Hohe, dicht stehende Pflanzen können den Lärm etwas abmildern; dies kann aber nur eine Notlösung sein.

### 4. Erlebnisarmut

Das Leben des Stadtmenschen ist häufig durch Monotonie gekennzeichnet. Öde, langweilige Flächen aus Asphalt, Beton, Metall oder Kunststoff, fensterlose und klimatisierte Arbeitsräume sind die alltägliche Umgebung, zu der oft noch hektische, eintönige Arbeit kommt.

In der Freizeit entfliehen die Menschen der Stadt, um sich oft genug im Stau oder in überlasteten Erholungsregionen wiederzufinden. Die Freizeit wird zum Geschäft und damit ein persönliches Erleben mit der Natur verhindert. *Die Entfremdung von der Natur nimmt trotz des Bedürfnisses nach Natur zu!*

#### *Bessere Lebensqualität in der Stadt*

Damit die Menschen sich in der Stadt wieder wohlfühlen, muß die Stadt verändert werden. Ein erster Schritt dazu wäre, zu erkennen, daß Lebensräume für Tiere und Pflanzen erhalten werden müssen, daß der Mensch Grün braucht, um sich wohlfühlen.

Natürlich bedeutet mehr Grün in der Stadt nicht automatisch bessere Lebensqualität.

Zur Lebensqualität gehört u.a.,

- daß Wohnen und Arbeiten menschenwürdig und nicht völlig voneinander isoliert sind,
- daß Siedlung und naturnahe Lebensräume sich nicht ausschließen,
- daß in der Freizeit auch in der Nähe des Wohnorts Entdecken und Erfahrungen mit der Natur möglich sind.

## Basisinfo 2: Gärten

In der Bundesrepublik gibt es ca. 7000 km Gärten und öffentliche Grünflächen.

Alte Obstbäume können Brutstätte für 35 Vogelarten, und Hecken Lebensraum für 1.500 Tier- und Pflanzenarten sein.

Bei uns wachsen ca. 1.300 Farn- und Blütenpflanzenarten.

Wildpflanzen bieten Schmetterlingsraupen Nahrung (Brennnessel 25 Arten, Löwenzahn 41 Arten, Wegerich 48 Arten).

So sehen herkömmliche Gärten häufig aus:

Sie machen einen ordentlichen, aufgeräumten und übersichtlichen Eindruck.

- o Den größten Teil des Gartens nimmt ein grüner kurz geschnittener Rasen ein, aus dem alle "Unkräuter" beseitigt sind. Der Rasen hat ebenso wie die Beete deutliche Grenzen, häufig bepflanzt mit immergrünen Gewächsen. Blumen wachsen nur auf geharkten Beeten. Man findet viele exotische Pflanzen.
- o Der Boden von Gemüsebeeten liegt ohne Bedeckung da. Es wird regelmäßig Torfmoos eingearbeitet und Mineraldünger angewendet.
- o Gegen "Schädlinge" werden schnell Pestizide eingesetzt, aus mangelnder Sachkenntnis auch in hohen Dosierungen. Im Obstbau wird auch vorbeugend nach festen Spritzplänen gearbeitet.
- o Gewässer kommen selten vor. Oft sind es sterile "Planschbecken".

Die Folgen:

- o Der Garten erfordert einen hohen Arbeitsaufwand.
- o Der Hobbygärtner schädigt sich selbst und viele Tierarten durch den großen Pestizideinsatz.
- o Intensiver Mineraldüngereinsatz erhöht zwar den Ertrag, schädigt aber die Böden.
- o Die exotischen Pflanzen bieten einheimischen Tieren keinen Lebensraum.

Viele Hobbygärtner ignorieren die natürlichen Kreisläufe und tragen zum Aussterben bedrohter Tier- und Pflanzenarten bei!

In der Mehrzahl sind die Gärten immer von Menschen nach ihren Wünschen - als Gegenstück zur Naturlandschaft - eingerichtet. Ohne gärtnerische Eingriffe wäre in unseren Breiten fast überall Wald. Trotzdem ist es möglich, im Garten natürliche Kreisläufe besser zu beachten, indem man Gärten naturnah gestaltet.

### Naturnahe Gärten

Naturnahe Gärten sind nach folgenden Grundsätzen angelegt:

- o Verzicht auf Gifte jeder Art. Stattdessen werden natürliche Gleichgewichte angestrebt, die nicht in nützliche oder schädliche Arten unterscheiden.
- o Verzicht auf Mineraldünger. Stattdessen Kompostwirtschaft, Rückführung organischer Abfälle in den Naturkreislauf.
- o Berücksichtigung natürlicher Lebensgemeinschaften bei der Gartenpflege. Daher Liegenlassen von Laub, Aufschichten von Reisighäufen, Stehenlassen abgestorbener Pflanzenstengel. Mehr Toleranz gegen Unordnung.

- o Schaffung von Lebensräumen und Lebensgrundlagen für einheimische Flora und Fauna. Daher keine exotischen Hölzer, sondern standortgerechte Gehölze, Blumenwiesen, Teiche, Hecken, Bäume, Wildkrautfluren, Steinhäufen. Aber: keine freilebenden Tiere einsetzen. Diese nehmen den angebotenen Lebensraum von selbst an.
- o Auch im Nutzgarten kann auf Mineraldünger und chemische Schädlingsbekämpfung weitgehend verzichtet werden, wenn man sich Wissen aneignet, wie sich bestimmte Pflanzenarten gegenseitig vor Schädlingen schützen oder im Wachstum fördern.

#### *Literaturhinweise*

- Bedeutung, Schutz und Pflege von Hecken, 1979. Zu beziehen: DBV, Blücherstraße 28/1, 7100 Heilbronn
- Begrünte Dächer. Reihe: Besser leben mit der Natur, Folge 1, Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt. Baden-Württemberg 1984
- Natur in unseren Gärten, 1985. Zu beziehen: DBV, Blücherstr. 28/1, 7100 Heilbronn
- Tiere im Naturgarten und Wildpflanzen in der Stadt. Infos des BUND Baden-Württemberg o.J.
- Unterricht Biologie 79/1983. Themenheft: Naturnaher Garten
- E. Werner: Dorfgärten haben ihr Gesicht verändert. In: Unterricht Biologie 124/87

\*\*\*

#### **Basisinfo 3: Parkanlagen**

In der Bundesrepublik gibt es 1,5 Mio ha Nutzfläche für den Verkehrs- und Erholungsbereich. Im Vergleich dazu beträgt die landwirtschaftliche Nutzfläche 12,5 Mio ha.

#### *Traditionelle Grünflächen*

Grünanlagen sind selten nach ökologischen Gesichtspunkten gestaltet. Als Argumente für das Anlegen nach traditionellem Muster werden folgende Gründe angeführt:

- o Viele Parknutzer wären enttäuscht, wenn die Rasenplätze zu ökologischen Reservaten würden. Dadurch ginge die Strapazierfähigkeit der Grasnarbe verloren und der Rasen könnte nicht mehr betreten werden.
- o Exotische Pflanzen sind für das Auge schöner als Wildpflanzen, die man nur als "Unkraut" kennt. Damit es im Park das ganze Jahr über üppig blüht, werden die Flächen mehrmals im Jahr mit bereits vorgezogenen blühenden Blumen bepflanzt und nach der Blüte wieder entfernt.
- o Mit Ökoflächen könnten Bürger nichts Richtiges anfangen. Die Gefahr, daß sie als Schuttplätze und zum Parken verwendet würden, sei groß.
- o Da die Standorte der Grünanlagen nicht nach gärtnerischen Gesichtspunkten ausgesucht werden können, hat man meist keine optimalen Wachstumsvoraussetzungen für Pflanzen. Ohne menschliche Hilfe gäbe es nur ein spärlich wachsendes, kümmerndes, gegen Krankheiten und Schädlinge anfälliges, dürres Grün. Deshalb muß der Boden bearbeitet, gedüngt und mit Pestiziden behandelt werden.

- o Zum öffentlichen Grün gehören auch unfallsichere Wege und Plätze. Pflanzenwuchs würde ohne menschliches Zutun Wegbefestigungen und Pflaster lösen, es bestünde Rutschgefahr, und damit ginge die Sicherheit verloren. Mähen und Hacken sind mühsam, teuer und nur von kurzer Dauer. Deshalb werden Herbizide eingesetzt. Alte, hohe Bäume fällt man zum Schutz der Passanten.

Die Folgen:

- o Die Park- und Grünanlagen erfordern einen hohen Arbeitsaufwand.
- o Exotische Pflanzen bieten einheimischen Tieren keine Nahrung und Lebensraum. Deshalb findet man in Parkanlagen nur wenige typische Wirbeltierarten wie Tauben, Elstern und Eichhörnchen.
- o Der Einsatz von Insektiziden und Herbiziden tötet viele einheimischen Tiere und Pflanzen. Damit wird zum Aussterben bereits bedrohter Tier- und Pflanzenarten beigetragen.
- o Was man als schön empfindet, ist dem Wandel unterworfen. Menschen, die gelernt haben, nur exotische Pflanzen zu schätzen, verlieren die kleinen, wenig auffälligen Pflanzen aus dem Bewußtsein oder erklären sie zu unerwünschtem Unkraut. So kann die Entfremdung von der Natur trotz viel städtischem Grün zunehmen.

#### *Naturnahe Parkanlagen*

Naturnahe Parkanlagen erfordern ein Umdenken von Gärtnern, Behörden und der Bevölkerung: Es muß nicht alles perfekt grün und ordentlich sein, damit man sich erholen und etwas erleben kann!

- o Wildkräuter sollen mehr Lebensmöglichkeiten bekommen. Anzustreben sind strapazierfähige begehbare Wiesen, aus denen Wildpflanzen nicht entfernt werden.
- o In weniger begangenen Bereichen kann man Blumenwiesen anlegen, die nur 1 - 2 Mal im Jahr gemäht werden.
- o Bei Neuanspflanzungen wählt man einheimische Bäume und Sträucher. Baumscheiben läßt man sich bewachsen.
- o Unter Sträuchern Falllaub liegen lassen, Wildkräuter nicht entfernen.
- o Wo es nicht möglich ist, abgestorbene Bäume mit Höhlen stehen zu lassen, soll man der "Wohnungsnot" von baumbewohnenden Tieren durch Anbringen von Nistkästen abhelfen.
- o Alte Pflaster und deren Bewuchs möglichst erhalten.
- o Auch in öffentlichen Grünanlagen kann, wo Dünger nötig ist, mit Kompost gearbeitet werden.
- o Keine Herbizide.

#### *Literaturhinweise*

Natur in Dorf und Stadt, Schweizer Naturschutzbund, Sondernummer II 1982. Zu beziehen: SBN, Postfach 73, CH-4020 Basel  
 Öffentliches Grün - warum man es pflegt und schützt. ips Forum 6/84.  
 Zu beziehen: Industrieverband Pflanzenschutz e.V., Karlstraße 21, 6000 Frankfurt 1  
 Unterricht Biologie, 79/1983. Themenheft: Naturnaher Garten  
 Wildpflanzen in der Stadt. Info des BUND Baden-Württemberg o.J.

**Basisinfo 4: Mauern**

- o Stadt- und Gartenmauern grenzen Bereiche ab.
- o Stützmauern beugen dem Abrutschen von Boden vor oder verhindern das Einstürzen von Steilhängen und Böschungen. Hierzu gehören z.B. Weinbergmauern. Im Stuttgarter Raum kommen auf 1 ha Rebfläche 5.000 m<sup>2</sup> Mauern.
- o Mauern sind Teile von Gebäuden.

Je nach Verwendungszweck sind Mauern unterschiedlich ausgeführt und bestehen aus verschiedenem Material:

- o Natursteinmauern bestehen aus behauenen oder unbearbeiteten Steinen, als Trockenmauer ohne Mörtel aufgeschichtet,
- o verputzte Natursteinmauern,
- o Ziegelsteinmauern,
- o Betonmauern,
- o Mauern aus fugenlos zementierten Steinen,
- o Mauern aus Gittersteinen.

Alte Mauern sind spezielle Lebensräume!

Zwischen den Steinen, in jeder durch Verwitterung neu entstandenen Ritze und in jeder Vertiefung mit etwas angesammeltem Humus oder Staub können genügsame Pflanzen- und Tierarten leben. Je loser eine Mauer aufgeschichtet ist, desto üppiger und vielfältiger ist der Pflanzenwuchs.

Typische Mauerpflanzen sind: Flechten, Moose, verschiedene Farne (z.B. Streifenfarn, Mauerraute), Zimbelkraut und Schöllkraut. Man kann in Mauern Schnecken, Spinnen und Asseln, Eidechsen und Mäuse finden. Welche Lebewesen die Mauern besiedeln, hängt von der Ausrichtung der Mauer, vom verwendeten Gestein und der Gestaltung der Fugen ab. Die Besiedlung einer Mauer nimmt einen typischen Verlauf und hängt stark vom Mauertyp ab.

Glatte gegossene Betonmauern und fugenlos aufgesetzte Steinmauern sind besiedelungsfeindlich. Deshalb muß dafür gesorgt werden, daß

- o alte Trockenmauern erhalten bleiben und
- o bei neuanzulegenden Mauern keine glatten Betonmauern geschaffen werden, sondern
- o wo immer möglich, Natursteinmauern.

Aber auch Betonmauern können mit Kletterpflanzen begrünt werden. Dies hat viele Vorteile, wenn man damit auch keine natürlichen Biotope schafft:

- o Häßliche Wände werden wieder ansehnlich.
- o Im Sommer beschatten und kühlen Kletterpflanzen die Hauswände.
- o Sie verbessern durch Verdunstung die Luft.
- o Sie schützen gegen Regen.
- o Sie wirken durch ihre Blätter wie eine Wärmedämmung und
- o binden Staub.

**Literaturhinweise**

Bewachsene Fassaden: Reihe: Besser leben mit der Natur, Folge 3. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten, Baden-Württemberg 1984

D. Kalusche: Mauern - differenzierte Lebensräume. In: Praxis der Naturwissenschaften - Biologie Heft 1, 37. Jg. 1988

Wildpflanzen in der Stadt, Deutscher Naturschutzring. Zu beziehen: Kalkuhlstraße 24, 5300 Bonn-Oberkassel

### Basisinfo 5: *Bäume*

#### *Funktionen der Bäume in der Stadt:*

- o Sauerstofflieferant. Ein Baum liefert Sauerstoff für 3 Menschen (1.300 l/Tag). Aber: um 10 l Benzin zu verbrennen, braucht man 20.000 l Sauerstoff.
- o Luftreinigung durch Staubfilterfunktion
- o Lärmschutz. Aber: Der Lärm einer verkehrsreichen Straße (80 Phon) wird erst durch einen 100 m breiten Gürtel um die Hälfte verringert.
- o Kühlung durch Transpiration.
- o Lebensraum für viele Tierarten.

Stadtbäume schätzt man nicht nur aus ökologischen, sondern vor allem aus emotionalen Gründen, da sie wesentlich zur Gestaltung von Wohngebieten beitragen. Straßenzüge ohne Bäume wirken trostlos. Bäume verändern sich während des Jahres ständig und helfen uns, die Jahreszeiten sinnlich zu erfahren. Sie gelten als Lebenssymbole und werden seit Alters her in zahllosen Mythen und Gedichten besungen.

Was heute den Bäumen widerfährt, geschieht morgen dem Menschen!

Stadtbäume sind vielfältig bedroht:

- o Straßenbaumaßnahmen schädigen die Wurzeln.
- o Auf Baumscheiben parkende Autos verdichten den Boden und vergiften ihn mit Öl und Benzin, giftig sind auch Hundekot und -urin.
- o Grundwasserabsenkungen lassen Bäume verdursten. Dies ist im Stadtklima besonders gefährlich, da die Temperaturen höher, die Luftfeuchte geringer und dadurch die Transpiration der Bäume höher ist.
- o Immer mehr Flächen werden asphaltiert oder betoniert. Dadurch wird der Boden versiegelt, und die Wurzeln der Bäume können nicht mehr belüftet und mit Wasser und Nährstoffen versorgt werden.
- o Streusalz schädigt Bäume. Man schätzt, daß jährlich 20.000 Bäume an den Folgen des Salzstreuens der letzten 25 Jahre zugrunde gehen.
- o Aus Sichtgründen werden Bäume zu stark und/oder oft falsch geschnitten; an den Schnittstellen beginnen sie dann zu faulen.

Die Folgen:

- o Die Bäume werden nicht mehr richtig versorgt, der Stoffwechsel ist beeinträchtigt.
- o Dies äußert sich z.B. am verspäteten Blattaustrieb oder verfrühtem Laubfall, und das Wachstum ist verlangsamt. Dies sind aber nur äußerliche Zeichen. Es werden aber auch die ausdauernden Organe geschädigt wie z.B. die Rinde und die Wurzeln. Der Baum stirbt.

#### *Literaturhinweise*

Bäume, Bedeutung, Schutz und Pflege, Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein. Zu beziehen: Hansaring 1, 2300 Kiel 14

B. Blume: Projekt: Bäume in der Stadt. In: Praxis der Naturwissenschaften - Biologie, Heft 3/1983

H. G. Ruhland: Straßenbäume: pro und contra. In: Unterricht Biologie Heft 77/1983

Unterricht Biologie Heft 1/76, S. 31

Unterricht Biologie Heft 126/1987. Themenheft: Bäume

Wildpflanzen in der Stadt, Deutscher Naturschutzring. Zu beziehen: Kalkuhlstraße 24, 5300 Bonn-Oberkassel

**Basisinfo 6: Straßenränder und Wege**

Straßenränder haben gepflegt auszusehen, vor allem in Wohngebieten, aber auch außerhalb der Städte. Wo man früher eine Vielfalt bunter Blüten fand, ist es heute oft artenarm und eintönig.

Gründe für die Artenarmut:

- o Die Rasen der Bankette wurden häufig gemäht oder mit Wuchshemmern und Herbiziden behandelt. Es bleiben nur noch resistente Pflanzen übrig. Diese Art des Chemikalieneinsatzes ist aber heute weitgehend verboten.
- o Stickstoffdünger aus Äckern und Wiesen, Abgase, Staub, Reifenabrieb und Streusalz reichern die Böden mit Nährstoffen an. Dies begünstigt wenige nährstoffliebende Pflanzen und verhindert das Wachsen der Vegetation magerer Standorte, zu der viele der bunten Wiesenpflanzen gehören.
- o Alte, gut eingewachsene Ränder fielen der Verbreiterung von Straßen und Wegen zum Opfer.

Bedeutung der Straßenränder:

- o Sie sind wichtige Nahrungsquellen für Insekten.
- o Sie sind Brut- und Überwinterungsplätze für Tiere.
- o Sie sind Reservate und Refugien für bedrohte Tiere und Pflanzen.
- o Sie sind eine Bereicherung für die Landschaft.

Artenvielfalt durch richtige Pflege:

- o Keine Chemikalienanwendung, auch nicht düngen.
- o Verzicht auf Streusalz im Winter.
- o Nur ca. 1 m am Straßenrand 2 Mal im Jahr mähen, sonst in mehrjährigem Abstand.
- o Wo möglich Neuanlage von Hecken mit standortgerechten Pflanzen.
- o Aufklärung der Bevölkerung über die ökologische Bedeutung wildwachsender Pflanzen an Straßenrändern.
- o Keine Asphaltdecken auf Fuß- und Wirtschaftswegen. Statt dessen Kies- oder Lehm Kies/Feinkieswege bzw. Pflasterbeläge aus Naturstein, Klinker, Holz oder auch Rindenschrot. So können Pflanzen in den Furchen und Rillen wachsen.

*Literaturhinweise*

U. Kleine: Straßen- und Wegränder: Wertvolle Saumbiotope. In: Unterricht Biologie Heft 77/1983

Lebendige Wege. Reihe: Besser leben mit der Natur, Folge 2. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten, Baden-Württemberg 1984

G. Scharf: Pflanzen in Hofeinfahrten. In: Unterricht Biologie Heft 124/1987

Schützt die Straßen- und Wegränder! Der Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen 1982. Zu beziehen: Roßstr. 135, 4000 Düsseldorf 30.

Wildpflanzen in der Stadt, Deutscher Naturschutzring. Zu beziehen: Kalkuhlstraße 24, 5300 Bonn-Oberkassel

**Literaturliste - Grün in der Stadt**

- Aichele/Schwegler: Die Natur in unserer Stadt. Stuttgart 1975
- M. Andritzky, K. Spitzer: Grün in der Stadt. Reinbek 1981
- Biologie in der Großstadt. In: Der Biologie-Unterricht, 1. Jg., Heft 5, 1965
- D. Brandes: Stadtvegetation als Unterrichtsgegenstand. In: Praxis der Naturwissenschaften - Biologie, Heft 2/1983
- J. B. Cornell: Mit Kindern die Natur erleben. Oberbrunn 1984
- F. Deckert, B. Dulitz: Natur in der Stadt. In: Unterricht Biologie Heft 125/1987
- Deutscher Naturschutzring(Hrsg.): Wildpflanzen in der Stadt. Zu beziehen: DNR, Kalkuhlstr. 24, 53 Bonn-Oberkassel
- W. Engelhardt: Umweltschutz. München 1977
- W. Kienert: Eine Parkanlage im Verlauf der Jahreszeiten. In: Unterricht Biologie Heft 67/1982
- H. Klemp: Mehr Natur in Dorf und Stadt. 1984. Zu beziehen: BUND Schleswig-Holstein, Lerchenstraße 22, 2300 Kiel 1
- K. Kuhn, W. Probst, K. Schilke: Biologie im Freien. Stuttgart 1986
- Le Roy: Natur ausschalten, Natur einschalten. Stuttgart 1973
- G. Michelsen, F. Kalberlah (Hg.): Fischer Öko-Almanach. Frankfurt 1980
- R. Nowak, A. Schupp: Flechten als Bioindikatoren. In: Bio Heft 55/1988. Zu beziehen: Landesinstitut für Erziehung und Unterricht, Wiederholdstraße 13, 7000 Stuttgart 1
- G. Richter (Hg.): Handbuch Stadtgrün. München 1981
- G. Schadewaldt: Pilzökologische Studie an Straßenbäumen einer Großstadt. In: Praxis der Naturwissenschaften - Biologie 35. Jg., Heft 3/ 1986
- Schweizer Naturschutzbund (Hrsg.): Natur in Dorf und Stadt. Sondernummer II, 1982. Zu beziehen: SBN, Postfach 73, CH-4020 Basel
- U. Schwarz: Der Naturgarten. Frankfurt 1980
- Südwest Zement (Hrsg.): Neue Chancen für mehr Grün im städtischen Bereich. Zu beziehen: Gesellschaft für Absatzförderung und Marktforschung mbH, Leonberger Str. 45, 7250 Leonberg 1
- Unterricht Biologie, verschiedene Themenhefte:
- Großstadtbiologie Heft 1/1976
  - Vegetationskunde Heft 55/1981
  - Straßen Heft 77/1983
  - Naturnaher Garten Heft 79/1983
  - Kulturlandschaft Heft 124/1987
  - Bäume Heft 126/1987
- D. Wieland, P. M. Bode, R. Disko: Grün kaputt, Landschaft und Gärten der Deutschen. München 1983

## Oskar MEDER: FORMALDEHYD IN DER SCHULE

### 1. Geschichte eines "Störfalles" und seine szenische Bearbeitung

Die Decke des naturwissenschaftlichen Gebäudes der Jacob-Grimm-Schule Kassel wurde mit einer sogenannten "verlorenen Verschalung" betoniert. Bei diesem Verfahren wird die Verschalung, die die flüssige Betondecke zunächst stützen soll, mit eingegossen. Der flüssige Beton dringt in die Platten ein, und es kommt beim Abbinden zu einer nahezu unlöslichen Verbindung zwischen Spanfaserplatten und Beton. Unter diese Betondecke mit den eingegossenen Spanplatten wird später die dekorative Raumdecke gehängt.

Zum Bauzeitpunkt Ende der 70er Jahre wurden dabei - wie damals üblich - Spanplatten verwendet, die hohe Mengen an Formaldehyd enthielten. Dieser tritt während der Heizperiode und im Sommer bei hohen Außentemperaturen aus (wobei die bei dem betreffenden Gebäude gewählte Flachbauweise zu einem besonderen Aufheizeffekt führt) und diffundiert in die Innenräume. Bei LehrerInnen wie SchülerInnen kam es dadurch zu lästigen Augenreizungen, Unwohlsein und anderen Störungen.

Diese Mängel wurden zwar schon zum Bezugstermin 1978 festgestellt und moniert. Aber erst 1985 wurde halbherzige Abhilfe geschaffen, nachdem Mitte 1984 eine intensive Auseinandersetzung zwischen den Angehörigen der Schule und dem Schulträger begonnen hatte.

Die Hauptlast dieser Auseinandersetzung trug zunächst ein Lehrer, der besonders empfindlich auf Formaldehyd reagiert und dem die Arbeit in diesen Räumen zur Qual wurde. Nach anfangs nur verbaler Zustimmung zu den Beschwerden dieses Kollegen trat schließlich ein gewisser Solidarisierungseffekt bei den übrigen LehrerInnen und auch bei den SchülerInnen auf, zeitlich begleitet von der beginnenden öffentlichen Diskussion um die Bedenklichkeit der Verwendung von Formaldehyd in Alltagsprodukten.

Der Konflikt ist inzwischen ausgestanden, wenn auch mit zweifelhaftem Ergebnis: Anstatt die Spanplatten mit einem Sandstahlgebläse entfernen zu lassen, wählte der Schulträger eine billigere Lösung und ließ sie mit einem Kunzharzlack versiegeln. Die Folge: Es stinkt nicht mehr nach Formaldehyd sondern nach dem im Lack verwendeten Lösungsmittel.

Als Lehrer stellte sich mir für meinen weiteren Unterricht die Frage, wie diese für unsere Schule so wichtige Auseinandersetzung für die nachfolgenden Schülergenerationen nachvollziehbar, erfahrbar, fruchtbar gemacht werden kann. Denn: Mit der Versiegelung der Decke kann ja nicht die gesamte Formaldehyd-Frage abgehakt werden, sie stellt sich vielmehr mit anderen chemischen Alltagsprodukten immer wieder neu. Auch der Konflikt selbst ist nicht nur als einer vor Ort - um Decken mit üblen Ausdünstungen - zu betrachten; er kann auch als Angelpunkt zur Thematisierung der Frage nach den lebensgeschichtlichen Kosten einer chemisierten Zivilisation begriffen werden - und danach, wie man mit ähnlichen Problemen umgeht.

## 2. Umsetzungen: Szenische Dokumentation und Rollenspiele

Zur Darstellung bzw. Aufarbeitung / Aneignung dieses Konflikts wählte ich einerseits die Form einer szenischen Dokumentation, die - ähnlich einem Theaterstück - gespielt werden kann, mit und ohne Zuschauer, in der Hoffnung, den prozeßhaften Charakter einer solchen Auseinandersetzung nachvollziehbar zu machen und vor allem, um die Verdichtung von individuellem Leiden (des Kollegen M.; Name wie auch die weiterer angeführter Betroffener geändert) zu kollektivem Leiden zu verdeutlichen, **und**: daß nur in solidarisch geführter Auseinandersetzung Veränderungen möglich sind.

Alternativ bzw. ergänzend habe ich Vorschläge für eine Rollenspielsequenz entwickelt, die am Ende kurz skizziert werden.

## 3. Erfahrungen

Besonders angerührt werden die SchülerInnen immer wieder durch die frei gespielten Szenen. Diese beziehen sich zwar auch auf einen fest umrissenen argumentativen Kontext, jedoch bricht dieser in der Regel zusammen: Die Sachlogik der gesundheitlichen Schädigung wird verleugnet bzw. muß von den Rollenträgern verleugnet werden, um irrationale Interessen zu retten. Das Spektrum der irrationalen Interessen reicht von platten machtpolitischen Ansprüchen bis hin zu persönlichen Animositäten. Insofern spiegelt sich die sozialpsychologische Dynamik der Gruppe an der gesellschaftlichen Realität und umgekehrt. Vehikel dafür sind allemal - oder wenigstens fast immer - naturwissenschaftliche Erkenntnisse (bzw. deren interessenabhängige Interpretation).

## 4. Szenische Dokumentation - Spielverlauf

### *Spielszene: Im Lehrerzimmer*

Kollegin A diskutiert mit Kollege B über den stechenden Geruch im neu errichteten Naturwissenschaftstrakt, in dem sie beide unterrichten.

*Kollegin A* ist gewöhnlich eher zurückhaltend und still. Über den stechenden Geruch ist sie jedoch sehr verärgert, ihr brennen die Augen. Kollege B, jünger und erst seit kurzem an der Schule, freut sich über die neuen Räume, schimpft aber auch über diesen Geruch.

### *Erster Sprecher:*

Vor einiger Zeit ist eine weitere Chemikalie ins Gerüche gekommen: der Formaldehyd. Tagelang war sie Thema Nr. 1 in der Umweltdiskussion. Die einen sprachen von Hysterie, die anderen von den wirtschaftlichen Interessen der Formaldehyd-Lobby. Die Diskussion ist inzwischen ver-  
ebbt, geblieben ist eine gewisse Unsicherheit. Inzwischen liegt eine Studie des Bundesgesundheitsamtes, der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und des Umweltbundesamtes vor.

***Spielszene: Beim Augenarzt***

*Oberstudienrat M.* schildert dem Augenarzt seine Beschwerden und den zeitlichen Zusammenhang ihres Auftretens mit seinem Aufenthalt in bestimmten Räumen der Schule.

*Der Augenarzt Dr. H.* stellt bei *M.* starke Reizungen der Augenschleimhäute fest. Bei der Beurteilung der Ursache ist er zurückhaltend und verschreibt Herrn *M.* ein reizlinderndes Mittel.

***Zweiter Sprecher:***

Aus dem Krankenblatt des OStR. *M.*: Behandlungen und Diagnosen seit 1981:

- \* Okt/1981: Bindehautentzündung und Hornhautentzündung
- \* Nov/1981: Chronische Innendrüsenentzündung des Unterlides rechts
- \* " " Nachschau
- \* " " Nachschau
- \* " " Öffnung der Innendrüse des Unterlids
- \* " " Nachschau
- \* " " Nachschau
- \* Mai /1982: Öffnung der Innendrüse des Unterlides links
- \* Feb/1984: Schuppige Ober- und Unterlidentzündung
- \* Mai/1984: Scheuernde Wimper entfernt
- \* Mai /1984: Nachschau

***Spielszene: Bei der Schulleitung***

*OStR. M.* trägt dem Schulleiter seine Beschwerden vor und fordert ihn zum Handeln auf, da er sicher ist, daß ein Zusammenhang mit seiner Arbeitsplatzsituation besteht.

*Der Schulleiter* nimmt die Beschwerden des OStR. *M.* etwas unwillig entgegen, verspricht ihm allerdings, seine Beschwerden "höheren Orts" vorzubringen.

***Erster Sprecher:***

Formaldehyd ist ein farbloses, stechend riechendes Gas. Ein Molekül besteht aus einem Kohlenstoffatom, einem Sauerstoff- und zwei Wasserstoffatomen ( $\text{CH}_2\text{O}$ ). Formaldehyd ist in Wasser und anderen polaren Lösungsmitteln gut löslich, ist brennbar, ziemlich reaktionsfreudig und leicht zersetzlich.

Formaldehyd entsteht bei der unvollständigen Verbrennung und bei photochemischen Abbauprozessen. Im Stoffwechsel von Säugern kommt es im Zusammenhang mit der Synthese von Aminosäuren und anderer Zellbausteine vor.

Exogener Formaldehyd (d.h. außerhalb des Körpers vorkommender) wird über die Haut, die Atemwege und den Magen-Darm-Trakt aufgenommen und im Organismus entweder zu Ameisensäure oxidiert und über die

Nieren ausgeschieden oder in anderen Abbauprozessen vollständig zu Wasser und Kohlendioxid umgewandelt.

Formaldehyd kann - wegen seiner hohen Reaktivität - mit freien Amino-  
gruppen von Eiweißen, Nukleinsäuren u.a. in einer schnellen Reaktion  
(instabile) Methylolverbindungen bilden oder in langsamer Reaktion zur  
Bildung von stabilen Methylenbrücken führen.

**Zweiter Sprecher:**

Rundschreiben des Schulverwaltungsamtes, November 1984

Betr.: Auftreten von Belästigungen durch Formaldehyd in städtischen  
Gebäuden und Räumen

Mit sofortiger Wirkung ist bei Verdacht von Belästigungen durch Formal-  
dehyd in städtischen Gebäuden und Räumen wie folgt zu verfahren:

1. Die Ämter melden den Verdacht von Belästigungen durch Formaldehyd  
direkt an den Arbeitssicherheitsdienst.
2. Der Arbeitssicherheitsdienst veranlaßt umgehend das Erforderliche. Er  
entscheidet insbesondere, in welcher Form und von wem erforderliche  
Messungen durchgeführt werden.

**Erster Sprecher:**

Formaldehyd - Gefahren für den Menschen

Am Arbeitsplatz wie in der Freizeit kann der Mensch mit Formaldehyd in  
Berührung kommen. Für eine kurzfristige Exposition gelten die folgenden  
Erfahrungswerte (dabei bedeutet 1 ppm 1 Teil Formaldehyd auf 1 Million  
Teile Luft):

0,05 - 1,00 ppm	Geruchsschwelle
0,01 - 1,6 ppm	Schwelle für Reizung der Augen
0,08 - 1,6 ppm	Reizung von Nase und Augen
0,5 ppm	Schwelle für Reizung der Kehle
2 - 3 ppm	Stechen in Nase, Augen und hinterem Pharynx
10 - 20 ppm	Nach wenigen Minuten starker Tränenfluß bis eine Stunde nach Exposition anhaltend; sofort Husten, Brennen in Nase und Kehle
30 ppm	Lebensgefahr, toxisches Lungenödem, Pneumonie

Wie aus dieser Aufstellung hervorgeht, löst Formaldehyd zahlreiche  
Reaktionen aus, die sogar bis zum Tode führen können. Bereits geringe  
Konzentrationen führen zu Unbehagen, Reizung der Augen, der Nase und  
der Schleimhäute. In höheren Dosen sind Speichelfluß über Erbrechen,  
dyspnoeische Atmung, Krämpfe bis zum Tode die Folge.

Die akuten Vergiftungssymptome sind um so ausgeprägter, je schneller  
die Konzentration ansteigt. Besonders auffällig ist das Auftreten der  
Gewöhnung an dieses stechende Gas, mit dem Effekt, daß der Geruch,  
besonders bei langsam steigenden Konzentrationen, nicht mehr wahrge-  
nommen wird. Bei oraler Aufnahme treten Schleimhautschädigungen im  
Bereich des Magen-Darm-Traktes auf, die zum Tode führen können.

Nach Hautkontakt mit Formaldehyd in wässriger Lösung wurden Koagulationsnekrosen beobachtet. Juckreiz und Kontaktekzeme traten nach dermalen Exposition (Hautkontakt) auf. Des Weiteren sind viele Fälle einer allergischen Kontaktdermatitis bekannt. Da Formaldehyd in zahlreichen Produkten vorkommt, ist eine Therapie häufig recht schwierig, weil Isolierung von diesen nicht immer gelingt.

**Dritter Sprecher:**

Mitteilung der Schulleitung an die Lehrkräfte des Fachbereichs III

Liebe Kolleginnen und Kollegen!

Mai 1985

Kürzlich fand bei der zuständigen Stadträtin eine Besprechung wegen der Formaldehydbelastung in unseren naturwissenschaftlichen Fachräumen statt, an der Vertreter verschiedener Ämter, Schulleitung, Elternbeirat und SV teilnahmen. Dabei ergab sich:

Eine genaue (und recht teure) Messung in Raum 124 durch den TÜV Hessen erbrachte einen Wert von 0,132 ppm (der Richtwert, der nicht überschritten werden sollte, liegt bei 0,1 ppm). Der TÜV lieferte aber auch ein Gutachten das besagt, daß bei regelmäßiger Lüftung im Abstand von 2 Stunden während der Unterrichtszeit der Formaldehydgehalt sicher unter 0,1 ppm gehalten werden kann.

Die Überprüfungen der anderen Räume mittels eines billigeren, aber mit 30% Fehler behafteten Meßverfahrens durch die Stadt ergaben überall etwa gleich hohe Werte um 0,1 ppm bei 19° C.

Bei empfindlichen Menschen sind auch bei Einhaltung des Richtwertes subjektive Beschwerden möglich (Kopfschmerzen, Müdigkeit, Augentränen). ... Es ist auch nicht sicher, ob die bei uns beobachteten subjektiven Beschwerden vom Formaldehyd oder von einer anderen noch unbekanntem Substanz herrühre. Als Quellen der Formaldehydemissionen sind denkbar:

- a) die Spanplatten in der Deckenkonstruktion;
- b) die feuerhemmenden Deckenplatten;
- c) die aus Spanplatten gebauten Möbel;
- d) der Kleber für die Fußbodenplatten.

Ob aus der Lüftungsanlage Dämpfe austreten können, ist ungewiß.

Gegen die Benutzung der Räume bestehen seitens der Stadt keine Bedenken. Die an mich neulich gerichtete Frage einer städtischen Angestellten ("Unterrichten Sie etwa noch da drin?") wird dem Übereifer dieser Dame zugeschrieben. Mein Vorschlag, in einem Raum die Deckenplatten auszuhängen und dann neu zu prüfen, wurde wegen zu hoher Kosten verworfen. Versprochen wurden weitere Überprüfungen der Baumaterialien sowie weitere Prüfungen in den angrenzenden Räumen.

Ich meine, wir haben ein Anrecht darauf, daß wir in Räumen arbeiten, die nicht nur heute geltende und morgen vielleicht überholte Richtwerte einhalten, sondern in denen keine subjektiven Beschwerden auftreten. Deshalb halte ich die neulich angestellten Vergleiche über die Formaldehydbelastungen von Menschen, die Leichen sezieren, für makaber und unpassend.

**Erster Sprecher:**

Formaldehyd im Alltag

Formaldehyd entsteht u.a. bei unvollständigen Verbrennungen, z.B. in Feuerungsanlagen. Neben industriellen Anlage sind hier vor allem die kleinen privaten Feuerungsanlagen zu nennen, in denen beim Verbrennen von Holz ein beträchtlicher Teil anfällt. Der Löwenanteil der Formaldehydemission fällt auf den KFZ-Verkehr. Hier kann aber durch Einführung eines Abgaskatalysators eine Reduktion von über 90% erreicht werden.

Weitere Emittenten sind die formaldehydherstellende und -verarbeitende Industrie. In vielen Produkten des täglichen Lebens ist Formaldehyd enthalten. Die Palette ist extrem vielfältig; hier nur einige Beispiele, um die Verwendungsbreite aufzuzeigen: Textilien, Medikamente, Nahrungsmittel, Kosmetika, Konservierungsmittel, Desinfektionsmittel, Haushaltsreiniger, Baustoffe, Spanplatten und Kleber.

In einigen Fällen ist es sicherlich möglich, Ersatzstoffe heranzuziehen; auch existieren bereits Produkte, in denen das Formaldehyd durch andere Stoffe ersetzt wurde, doch ist auch der Gesetzgeber gefragt.

**Vierter Sprecher:****Schüler betreten Räume nicht**

(HNA vom 22.5.1985)

**Kassel (hei).** Das naturwissenschaftliche Gebäude der Kasseler Jacob-Grimm-Schule stand gestern leer. Grund: Die Schüler hatten den Unterricht in den Räumen boykottiert. „Wir haben immer noch keine Klarheit über das Formaldehyd in unseren Unterrichtsräumen“, begründet die Schülervertretung diese Aktion in einem Flugblatt. Die Aktion war gut organisiert und mit der Personalvertretung der Lehrer abgesprochen. Unterrichtsstunden fielen nicht aus – Schüler und Lehrer hatten einen Alternativ-Unterrichtsplan aufgestellt.

Bereits bei der Einweihung des naturwissenschaftlichen Traktes 1978 sei ein stechender Geruch festgestellt worden, berichtet Schulleiterin Erna-Gisela Kölbel. Heute stehe fest, daß er auf Formaldehyd zurückzuführen ist. Der Stadt Kassel sei frühzeitig über Geruchsbelästigungen und Beschwerden der Lehrer und Schüler berichtet worden.

**Offenbar nicht ohne Folgen**

Von gesundheitlichen Beschwerden betroffen sieht sich auch Heinz Tätzsche, Lehrer der Naturwissenschaften an der Grimm-Schule. Er unterrichtet rund 24 Stunden in der Woche in dem Gebäude. Offensichtlich nicht ohne Folgen: Er leidet an einer chronischen Entzündung der Augen und mußte operiert werden. Heinz Tätzsche führt sein Leiden auf Formaldehydkonzentrationen in den Unterrichtsräumen zurück; jedoch lasse sich nur eine Formaldehyd-Allergie nachweisen, die bei ihm nicht festzustellen sei.

Auch Schüler berichten: „Wenn ich lange in einem Raum sitze, wird mir schlecht“. Anderen Schülern tränen beispielsweise die Augen.

**Über Grenzwert**

Bei Messungen des Technischen Überwachungsdienstes Hessen wurden in einem Klassenraum eine Formaldehydkonzentration festgestellt, die über dem geltenden Grenzwert von 0,1 ppm liegt. Der Raum wurde geschlossen. Mit Meßröhrchen wurde in weitem Räumen geforscht – ohne Ergebnis. „Die Meßverfahren sind zu ungenau“, kritisieren Schüler und Lehrer. Der TÜH jedenfalls empfiehlt: Alle zwei Stunden lüften und die Raumtemperatur unter 19 Grad halten. Bei einer vollbesetzten Klasse ist das nicht nur im Winter schwierig.

Die Schüler fordern jetzt von Stadt, Land und Bund genaue Messungen in formaldehydverdächtigen Räumen auch bei höheren Temperaturen, wenn der Formaldehyd-Gehalt erheblich

steige. Außerdem sollte die Konzentration der Chemikalie unter den jüngst von Oberbürgermeister Eichel festgesetzten und vom Bundesgesundheitsamt empfohlenen Grenzwert von 0,1 ppm gebracht werden. Selbst dieser Wert sei noch viel zu hoch.

Schuldezernentin Christine Schmarsow weist die Kritik als unberechtigt zurück: Bei Beschwerden habe die Stadt sofort überall nachgemessen. Die Werte hätten in der Jacob-Grimm-Schule nur geringfügig über 0,1 ppm gelegen. Mit gelegentlicher Lüftung lasse sich der Wert reduzieren. Außerdem wolle die Stadt weiter den Formaldehyd-Gehalt kontrollieren und in ihre Untersuchungen auch das Heizungs- und Lüftungssystem einbeziehen. – Das übrigens laut Schülern und Lehrern im Moment nicht funktioniert.

Das Hochbauamt habe bei ersten Prüfungen der Materialien bisher keine Formaldehyd-Quellen gefunden, erklärt die Schuldezernentin. Aus diesem Grund vermute sie, daß es sich bei der Belästigung in der Grimm-Schule nicht um Formaldehyd handelt. Weitere Untersuchungen sollten darüber Aufschluß geben. Lehrer und Schüler jedenfalls wollen auch heute noch nicht in ihre Unterrichtsräume zurück.

**Erster Sprecher:**

Krebsverdächtig

Der Streit begann, als im Jahre 1980 zwei verschiedene Tieruntersuchungen bekannt wurden, denen zufolge bei Ratten Nasentumore aufgetreten waren. Die Ratten waren in einem Langzeitversuch von zwei Jahren einer Dauerkonzentration von über 14 ppm Formaldehyd ausgesetzt gewesen. Auch bei anderen Nagetieren konnte bzgl. der Tumorbildung im Bereich der Nasenschleimhaut eine konzentrationsabhängige Dosis-Wirkungs-Beziehung festgestellt werden. Kritiker wenden ein, daß die starke Dauerreizung die regenerationsfähige Nasenschleimhaut zu kontinuierlicher Erneuerung angeregt habe; erst dadurch wäre es zu Gewebszerstörung und Tumorbildung gekommen. Für eine solche Degeneration unterhalb des Reizlevels gibt es keine Hinweise.

Problematisch ist immer auch die Übertragung von Tierversuchen auf den Menschen, besonders wenn mit Überdosierungen gearbeitet wird. Die zur Einstufung als "krebserregend" vom Gesetzgeber geforderten epidemiologischen Befunde - eine positive Korrelation von Krebsfällen bei Personen, die beruflich Umgang mit Formaldehyd hatten - lagen nicht vor. Da allerdings irreversible Schäden nicht ganz auszuschließen sind, wie auch die Versuche ergaben, wurde die Einstufung als "krebverdächtig" vorgenommen.

**Vierter Sprecher:**

Entschließung der naturwissenschaftlichen Fachbereichskonferenz:

- Seit 7 Jahren sind Schüler und Lehrer überhöhten, anfangs mit Sicherheit stark überhöhten Konzentrationen einer Chemikalie ausgesetzt, die schwere gesundheitliche Beeinträchtigungen hervorruft und im Verdacht steht, Krebs zu erregen.
- Seit 7 Jahren sind wir Lehrer ständig und geduldig den Klagen und Protesten von Schülern begegnet in der Erwartung, daß höheren Orts baldmöglichst Abhilfe geschaffen wird.
- Seit 7 Jahren leiden auch einige unserer Kollegen an zum Teil empfindlichen Beschwerden an Augen und Atemwegen.
- Nach 7 Jahren will man uns weiter vertrösten und uns einreden, daß das Problem durch Öffnen von Fenstern zu lösen sei.

Wir protestieren energisch gegen die unverantwortliche Haltung der Schulverwaltung. Wir können uns nicht länger zumuten lassen, daß Grenzwerte, die nach naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten festgelegt und dann durch Messung überprüft wurden, auf diese Weise interpretiert werden.

Im amtlichen Bericht des Bundesgesundheitsamtes über Formaldehyd heißt es auf Seite 128: "Da nicht alle Verdachtsmomente ausgeschlossen werden können, bleibt ein Verdacht auf ein krebserregendes Potential bestehen." Darum muß alles getan werden, um die Exposition des Menschen "so niedrig wie möglich zu halten".

Wir fordern die Stadt auf, schnellstens zu handeln.

### **Spielszene: Gespräch auf Einladung des Elternbeirates in den naturwissenschaftlichen Räumen der Schule**

Der Vorsitzende des Elternbeirates trägt die Bedenken der Eltern vor, verweist auf die Fürsorgepflicht der Stadt und leitet das Gespräch.

Der Leiter des Schulverwaltungsamtes vertritt die Hypothese, daß Schüler und Lehrer ja auch rauchten und daß erwiesen sei, daß im Rauch mehr Formaldehyd enthalten sei als in den Räumen des naturwissenschaftlichen Baues nachgewiesen worden wäre. Außerdem entstünde Formaldehyd auch durch Autoabgase und Photooxidantien.

Der Vertreter des Hochbauamtes der Stadt erklärt, daß das Formaldehyd aus der "verlorenen Schalung" der Decke stamme. Diese Schalung können nur unter erheblichen Kosten (200.000 DM) per Sandstrahlgebläse entfernt werden. Eine billigere Lösung wäre die Versiegelung der Platten mittels eines Kunstharz-Spezialanstrichs. Jedoch können er für die Dichtigkeit dieser Versiegelung keine Garantien geben. Trotzdem hält er einen solchen Anstrich für eine sinnvolle Lösung.

Der Vertreter der Ärztekammer ist nicht sehr informiert über die Formaldehyd-Diskussion und vertritt sehr allgemeine gesundheitspolitische Positionen.

Die drei SchülerInnen als Vertreter der SV sind gut informiert, verfügen über Fakten und Theorien zum Formaldehyd-Problem und argumentieren sehr aggressiv.

**Dritter Sprecher:**

(HNA vom 8.6.1985)

### Ausschuß für Gesundheit und Soziales / Beschluß-Empfehlung

## **Dem Formaldehyd auf der Spur**

**Kassel (hei).** Eine einstimmig verabschiedete Beschluß-Empfehlung an die Stadtverordnetenversammlung formulierte gestern der Ausschuß für Gesundheit und Soziales zum Thema „Belastungen durch Formaldehyd in öffentlichen Gebäuden“.

Dazu hatten die Fraktionen der SPD und der Grünen verschiedene Anträge gestellt, die zusammengefaßt wurden. Danach soll der Magistrat die sachlichen und personellen Voraussetzungen schaffen, um Schadstoffbelastungen in öffentlichen Gebäuden zweifelsfrei festzustellen.

**„Zu teuer“**

SPD-Stadtverordneter Holzhauser dazu: Diese Messungen an andere Institutionen wie beispielsweise die Technische Überwachung Hessen (TÜH) zu überweisen, sei zu teuer und zu zeitaufwendig. Bauliche Maßnahmen sind laut Empfehlung

bei Werten, die bei 0,1 ppm liegen, von den Städtischen Bauämtern zu veranlassen.

Der Magistrat wird aufgefordert, festzustellen, in welchen Gebäuden Belastungen vorliegen und wie sie beseitigt wurden. Außerdem soll er allen Beschwerden nachgehen.

Zusatz der Grünen: Das Gesundheitsamt soll bei Messungen und Untersuchungen gesundheitlicher Beeinträchtigungen mit einbezogen werden. Innerhalb von drei Monaten soll im Ausschuß erneut berichtet werden.

Stadtrat Heilwagen meinte zu den Anträgen der Fraktionen, sie lägen auf der Linie des Magistrats. Bauliche Maßnahmen lösten jedoch die Frage nach den Haushaltsmitteln aus. Bei Messungen sei der Arbeitstechnische Dienst zuständig.

Schuldezernentin Schmarsow berichtete, daß sich bisher vier

Schulen über Belästigungen durch Formaldehyd beschwert hätten. Der schwerste Fall sei bislang die Jacob-Grimm-Schule gewesen.

Nach erneuten Messungen im Naturwissenschaftlichen Trakt bei höheren Temperaturen habe man festgestellt, daß die Konzentration des Schadstoffs erheblich höher sei. Das Hochbauamt vermute, die Deckenschalung sei die Formaldehyd-Quelle. Die Decke solle jetzt erneuert werden.

**Gesundheitsamt**

Uli Trostowitsch beantragte für die Grünen, gesundheitliche Schäden bei Betroffenen sollten vom Gesundheitsamt untersucht und registriert werden. Dr. Letz, Leiter des Amtes, dazu: Schäden könnten zwar registriert werden, es sei jedoch nicht möglich zu untersuchen, ob Formaldehyd der Auslöser sei.

**Zweiter Sprecher:**

Ende Juli 1985 erhält OStR. M. eine Aufforderung des Regierungspräsidenten, sich zur Überprüfung seiner Augenerkrankung und zur Feststellung, ob diese auf den Kontakt mit Formaldehyd zurückzuführen sei, beim Gesundheitsamt vorzustellen.

Zitat: "Um zu überprüfen, ob Kontakt mit Formaldehyd Ursache für Ihre Augenerkrankung ist, ordne ich Ihre amtsärztliche Untersuchung an. ... Ich bitte, den Ihnen mitgeteilten Termin einzuhalten. Die Kosten der Untersuchung werden von mir getragen."

**Vierter Sprecher:**

Während der Sommerferien 1985 werden die Räume des naturwissenschaftlichen Traktes saniert: Die Spanplatten werden mit einem Spezial-Kunstharzlack versiegelt. Der zu Schuljahresbeginn vorhandene penetrante Geruch nach Lösungsmitteln werde sich bald verflüchtigt haben, so die ausführende Firma.

**Dritter Sprecher:**

Schreiben des Schulverwaltungsamtes an die Schulleitung, Sept. 1985

Betr.: Sanierung der naturwissenschaftlichen Räume  
hier: Vorgenommene Messungen nach der Sanierung

Der Arbeitssicherheitsdienst der Stadt hat uns mitgeteilt, daß 4 Wochen nach Abschluß der Sanierung der naturwissenschaftlichen Räume Messungen der Formaldehyd-Werte vorgenommen worden sind.

Folgendes Ergebnis wurde erzielt:

Raum 124: 0,055 ppm

Raum 127: 0,074 ppm

Raum 23: 0,039 ppm bzw. 0,067 ppm bei geschlossenem Rollo.

Damit kann festgestellt werden, daß in diesen Räumen keine gesundheitsgefährdende Schadstoffkonzentration mehr vorhanden ist.

Gez. Schulverwaltungsamt

**Zweiter Sprecher:**

Im November 1985 erhält OStR M. einen Brief vom Regierungspräsidenten:

Betr.: Augenerkrankung / Ihr Schreiben vom Juli 1985

Sehr geehrter Herr M.!

Nachdem mir jetzt das amtsärztliche Gutachten des Gesundheitsamtes vorliegt, stellen sich Ihre Augen-Probleme im Zusammenhang mit Formaldehyd in Räumen Ihrer Schule wie folgt dar:

Als zulässiger Höchstwert für Formaldehyd in Arbeitsräumen ist 1 ppm festgesetzt, soll aber in Schulen, Kindergärten usw. mit Rücksicht auf die Kinder 0,1 ppm nicht übersteigen.

Nach Messungen des TÜH im Februar dieses Jahres in Ihrer Schule ergab sich eine Konzentration von 0,132 ppm. Eine Kontrolluntersuchung nach Beseitigung beanstandeter Vertäfelung ergab je nach Klassenzimmer Werte zwischen 0,039 und 0,074 ppm.

In der neuesten Informationsschrift des Bundesgesundheitsamtes zum Umgang mit Formaldehyd wird die Schwelle für die Reizung der Augen mit 0,01 - 1,6 ppm angegeben. Eine dauernde Allergie durch Einatmen von Formaldehyd ist bisher nicht bekannt. Die Reizungen der Atemwege oder der Augen klingen ab, sobald man dem Formaldehyd nicht mehr ausgesetzt ist.

Die in Ihrer Schule zunächst festgestellte Formaldehyd-Konzentration überschritt den für Schulen besonders niedrig festgesetzten Höchstwert. Nach den baulichen Korrekturen bleibt sie deutlich darunter.

Konkret hat das Gesundheitsamt mitgeteilt, daß allgemein medizinisch anerkannt sei, daß es bei Personen, die zu Überempfindlichkeitsreaktionen der Bindehäute neigen, zu verstärkten Beschwerden kommt. So sei davon auszugehen, daß die bei Ihnen aufgetretenen Augenbeschwerden zeitweise durch die Formaldehydkonzentrationen in den Unterrichtsräumen bedingt waren. Eine bleibende Schädigung müsse nach den bisherigen Erfahrungen jedoch ausgeschlossen werden.

Aufgrund dieser Informationen muß ich davon ausgehen, daß Sie - besonders angesichts der von der Stadt inzwischen getroffenen Maßnahmen - an Ihrer Schule ungefährdet tätig sein können. Deshalb besteht derzeit kein Anlaß, Weiteres zu veranlassen.

Hochachtungsvoll - Gezeichnet ...

\*\*\*

## 5. Vorschläge für eine Rollenspielsequenz

- Gespräch am Familientisch über die Anschaffung neuer Bücherregale: aus Naturholz oder Spanfaser?
- Sohn/Tochter erkundigt sich wegen Formaldehyd beim Chemielehrer
- Mutter befragt Augenarzt
- Tochter/Sohn erkundigt sich beim Hals-Nasen-Ohren-Arzt
- Betriebsratssitzung (Gesundheit/Sicherheit/Absatz/Arbeitsplätze)
- Fernsehdiskussion (Experten, Journalisten, Interessenvetreter)
- Im Ministerium (Gesundheitsexperten, Handlungsbedarf?)

Wegen der Durchführung und Auswertung von Rollenspielen vgl.:

- Sebastian HELLWEGER: Chemieunterricht 5 - 10. München 1981
- Oskar MEDER: Rollenspiel und schulisches Lernen in der Gruppe. In: A.KREMER, L.STAUDEL (Hrsg.): Praktisches Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Marburg 1987, S.135ff
- Sebastian HELLWEGER, Oskar MEDER: Rollenspiel - Wirklichkeit im Spiegel? ebenda, S.123ff
- H.-J. BEZLER u.a.: Biozide - Chemische Waffen und Pflanzenschutzmittel. Soznat-Materialien für den Unterricht Band 25. Marburg 1988