



Landesinstitut
für Schule und Weiterbildung

Referat I/4

Fächerübergreifender Unterricht Naturwissenschaft (FUN)

"Umwelt erkunden - Umwelt verstehen"

Baustein "Wasser"



Kontaktadresse:

Landesinstitut für Schule und Weiterbildung

Referat I/4

Paradieser Weg 64

4770 Soest

Tel.: 02921/683-257

Autoren:

Armin Kremer, Soest/Marburg

Lutz Stäudel, Kassel

Gestaltung:

Annette Romberg

Grafik:

Angela Bender

Titelbild:

Christine Marwedel

2. Auflage

Soest, Oktober 1992

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Stellung des Materialbausteins im Curriculum "Umwelt erkunden - Umwelt verstehen"	2
2. Sach-/Problemstrukturskizze	4
3. Was SchülerInnen zum Thema "Wasser" eingefallen ist,	6
4. Erfahrungsberichte	7
5. Anregungen für den Unterricht	16
5.1 Bastelanleitungen - Spiele	16
5.2 Vorschläge für Aktivitäten	16
5.3 Projektideen	17
5.4 Literatur	17
Anhang	51

1. Stellung des Materialbausteins im Curriculum "Umwelt erkunden - Umwelt verstehen"

Das Entwicklungskonzept "Umwelt erkunden - Umwelt verstehen" versteht sich als Fortführung und Erweiterung von Ansätzen zum fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht. Bewußt wird in dieser Konzeption die Tradition des "Koordinierten Naturwissenschaftlichen Unterrichtes" (KoNaWi) aufgenommen mit der Perspektive neue Wege zu finden, naturwissenschaftlichen Unterricht so zu verändern, daß durch mehr Lebensbezug eine höhere Akzeptanz und Lern-effektivität erreicht wird.

"Umwelt erkunden - Umwelt verstehen" bezieht sich vorläufig nur auf die Jahrgangsstufen 5 - 7 an Gesamtschulen in Nordrhein-Westfalen. In diesen Jahrgängen bestehen relativ große Freiräume, die eine Erprobung von "Umwelt erkunden - Umwelt verstehen" wesentlich erleichtern. Erst auf der Basis der gesammelten Erfahrungen aus der Schulpraxis kann eine Weiterentwicklung bzw. Ausdehnung der Konzeption auf weitere Jahrgänge erfolgen.

1989 begann am Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Soest) eine Arbeitsgruppe, die Konzeption eines offenen und fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts zu entwerfen. Begleitend entwickelt die Arbeitsgruppe erste Materialbausteine zu den Themenbereichen "Wasser", "Sinne", "Umgang mit Tieren", "Feuer", "Umgang mit Pflanzen" und "Wetterbeobachtung - Klima - Klimangefahren".

Die didaktische Konzeption für den Unterricht und die Entwicklung der Materialbausteine orientieren sich an fünf Strukturelementen (vgl. "Arbeitskonzept zur Entwicklung eines Curriculums für die Jahrgänge 5 - 7"):

- * Lebenswelt
- * Natur / Technik / Umwelt
- * Offenheit
- * Entgegenwirken ungünstiger Sozialisationseffekte und Förderung der Bedürfnisse und Interessen von Mädchen
- * Pädagogisches Profil der Gesamtschule

Das Element Offenheit bestimmt zudem wesentlich die Materialstruktur der Materialbausteine, d. h. die angebotenen Materialien (Experimente, Texte, Spiele, Bastelanleitungen ...) stellen weder Beschreibungen von Unterrichtsstunden dar, noch handelt es sich um die Vorstellung linearer Unterrichtseinheiten. Sie sind vielmehr als Vorschläge, Ideen und Anregungen zu verstehen, Unterricht zu planen. Die offene Form der Materialstruktur ergibt sich notwendig aus der Absicht, SchülerInneninteressen, regionale und aktuelle Bezüge als zentrale Entscheidungskriterien bei der individuellen Themenfindung und Unterrichtsgestaltung in den Vordergrund zu stellen.

Die Sach-/Problemstrukturskizze, die jeweils den Materialien vorangestellt ist, versteht sich als einer von mehreren möglichen Orientierungsrahmen für methodisch-didaktische Entscheidungen bei der Themenauswahl und konkreten Unterrichtsplanung.

"Umwelt erkunden - Umwelt verstehen" soll kein Curriculum werden, das irgendwann detailliert naturwissenschaftlichen Unterricht beschreibt. Vielmehr wird ein offenes Curriculum angestrebt, das auf der Basis von Unterrichtspraxis Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten für Unterricht

aufzeigt. Nur unter der Beteiligung von Kolleginnen und Kollegen an den Schulen kann diese Zielsetzung verwirklicht werden. Wir hoffen daher, über die bereits vorgelegten Bausteine Kontakte zu interessierten LehrerInnen zu knüpfen, und so einen diskursiven Prozeß des Austausches und der Kooperation zwischen UnterrichtspraktikerInnen und der Arbeitsgruppe in Gang zu setzen. In diesem Sinne sind die von der Arbeitsgruppe bereits entwickelten Materialbausteine als Angebot zu verstehen, das durch ihre Erfahrungen und Ideen verändert und ergänzt werden soll und muß.

Wir möchten daher alle Lehrerinnen und Lehrer, die im Lernbereich Naturwissenschaften unterrichten, zur engagierten Mitarbeit einladen.

Ihre Erfahrungen und Ihre Themengestaltungen sind ein wichtiges Element der Materialstruktur. Sie werden als Umsetzungsbeispiele in die überarbeiteten Curriculumbausteine aufgenommen. Solche Beschreibungen in Form von Projektskizzen oder kurzen Berichten bündeln nicht nur Unterrichtserfahrungen, sondern relativieren, akzentuieren und verändern die Konzeption eines neuen naturwissenschaftlichen Unterrichts. Die Überarbeitung der Bausteine im Verlauf des diskursiven Prozesses sichert nicht nur schulische Erfahrungen, sondern macht diese wiederum anderen LehrerInnen zugänglich.

Wir, die Arbeitsgruppe, würden uns freuen, wenn wir in Kooperation mit Ihnen einen dynamischen und offenen Prozeß der Curriculum- und Materialentwicklung für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Gang setzen können.

Wir sind daher gespannt auf jede Rückmeldung von Ihnen in Form von

- * Erfahrungsberichten
- * Kritik
- * Meinungen
- * Materialien
- * Vorschlägen
- * Projektskizzen
- * Wünschen
- * Lob
- * Ideen
- * ...

Nehmen Sie Kontakt mit uns auf!

Landesinstitut für Schule und Weiterbildung
Referat I/4
Paradieser Weg 64
4770 Soest
Tel.: 02921 / 683-257

Ansprechpartnerin: Christine Marwedel
Ansprechpartner: Dr. Armin Kremer

2. Sach-/Problemstrukturskizze

Die Sach-/Problemstrukturskizze zum Wasser entwickelt sich aus dem Stoffkreislauf des Wassers auf der Erde. Dazu gehören Verdunsten, Transport, Niederschläge, Ablauf/Versickerung, ober- und unterirdischer Transport, antropogene Wassernutzung, Wasser als Lebenselement, Belastung, Ablauf in die Meere. Es ist erkennbar, daß sich bei einer Verfeinerung dieser Skizze die jeweiligen Stationen unter zahlreichen verschiedenen Aspekten weiter differenzieren lassen. Die Zuordnungen von bestimmten (Fach-)Inhalten ist dabei keineswegs zwingend, die fachübergreifenden Bezüge durchaus verschieden.

Um deutlich zu machen, wie eine solche Akzentuierung praktisch aussehen könnte, ist innerhalb der Sach-/Problemstrukturskizze zum Wasser der Bereich "Haushalt" mittels einer Lupe besonders hervorgehoben. Je nachdem, welchen Bereich oder welche Wechselbeziehungen diese Lupe deutlicher sichtbar macht, kommen andere Aspekte des Themas "Wasser" zum tragen.

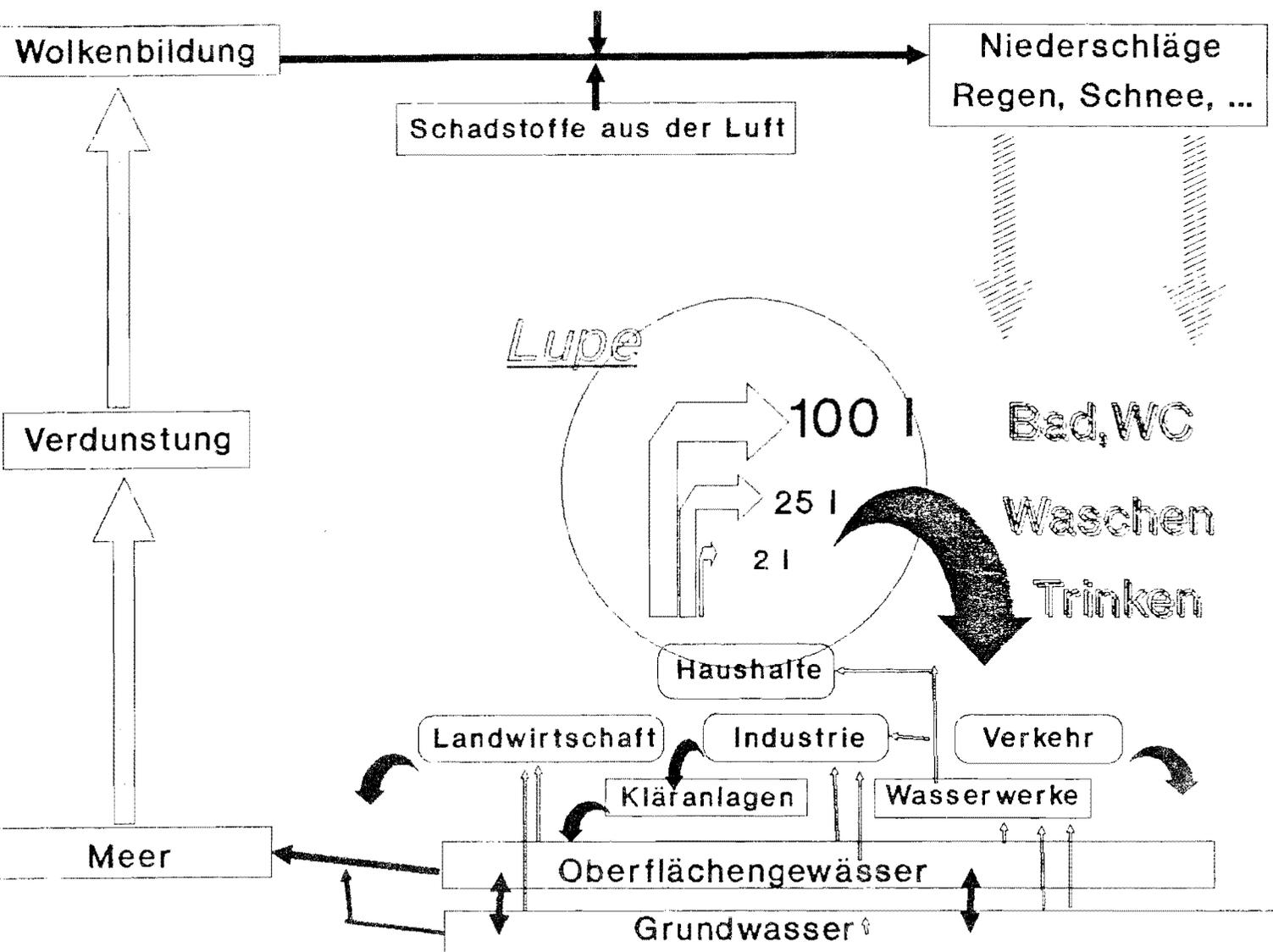
Wie bei den Ausführungen zur Materialstruktur (s. Arbeitskonzept S. 14 f.) bereits erwähnt, stellt die Sach-/Problemstrukturskizze keineswegs den Rahmen für das unterrichtliche Vorgehen dar, vielmehr soll sie dem Unterrichtenden als Hilfestellung für Planung, Auswahl, Veränderung und Verknüpfung seiner Arbeit dienen.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß eine Orientierung der Sach-/ Problemstrukturskizze an einem makroskopischen Stoffkreislauf keineswegs zwingend ist. Vorstellbar wäre hier etwa eine Bezugnahme auf physiologische und/oder technische "Kreisläufe", die als solche in den makroskopischen Wasserkreislauf eingebettet sind (z. B. Wasseraufnahme, -verwendung, -ausscheidung bei Lebewesen mit Aspekten wie (Nähr-) Stofftransport, wirkende Kräfte usw.; oder: Regenwasser, Grundwasser, Wasserwerk, -verteilung und -verbrauch, Abwasser mit Aspekten wie Beschaffenheit des Wassers am Ort, Einflußfaktoren, Anforderungen, Hydraulik usw.).

Lebensweltliche Aspekte

- * Dünge- und Pflanzenschutzmittel /Landwirtschaft
- * Saurer Regen
- * Trink- und Grundwasser
- * Umweltschutz / lokal - global
- * Fischfang / Belastung
- * Tiere / Belastung
- * Forstwirtschaft
- * Ernährung und Gesundheit
- * Luftbelastung

Sach-/Problemstrukturskizze "Wasser"



3. Was SchülerInnen zum Thema "Wasser" eingefallen ist, Umfrage unter SchülerInnen verschiedener Gesamtschulen der Jahrgänge 5 - 8

- * Wasserdampf - Kochen: Kartoffeln - Knödel - Nudeln - Reis - Eier - Blumenkohl - Suppe
- * Waschen - Hände - Zähne
- * Waschmaschine - Badewanne - Wasserhahn - Duschen - Toilette
- * Trinken: Tee - Kaffee - Kakao - Milch - Cola - Fanta - Mineralwasser - Durst
- * Baumaterial Wasser: Mörtel - Beton
- * Motorkühlung
- * Hausputz - Autowaschen - Abflußfrei
- * Löschwasser der Feuerwehr
- * Blumengießen
- * Regentropfen - Nebel - Wolken - Hagel - Schnee - Flutwelle
- * Wasserversorgung - Grundwasser - Chlor - Brunnen - Wasserleitung
- * Stausee und Wasserkraft - Heizung - Springbrunnen - Staudamm
- * Seen - Flüsse - Meer - Teich - Pfütze
- * Leim - Kleister: Wasser
- * Wasser als Kühlmittel und Staubschlucker: Zersägen von Betonsteinen
- * Wasserdichte Kleidung
- * Schweiß
- * Fische - Algen - Korallen: Leben im Wasser
- * Wasserhaltige Früchte - Obst: Weintrauben, Apfel, Apfelsine, Kiwi, Pflaumen, Birnen, Bananen, Beeren - Wassermelone
- * Wasser beim Brot- und Kuchenbacken
- * Einkochen
- * verschmutztes Wasser - Ölpest - Trinkwasserverschmutzung - Abwasser - Kläranlage
- * Schwimmen - Ertrinken - Tauchen - Schiffe
- * Zusammensetzung des Wassers - Sauerstoff
- * Salzwasser - Süßwasser
- * Hallenbad / Freibad
- * Wasserschutzgebiet
- * Wasserverschwendung - Dürre
- * der Mensch
- * destilliertes Wasser - Wassertropfen

4. Erfahrungsberichte

Aus der seit dem Herbst 1990 laufenden Erprobungsphase liegen erste Unterrichtserfahrungen zum Themenbaustein "Wasser" vor.

Wir danken den Kollegen und Kolleginnen, die uns bereits Rückmeldungen zum Themenbaustein "Wasser" gegeben haben. Diese Erfahrungsberichte sind hier (z. T. gekürzt) zusammengestellt und sollen Anregungen für eigenen Unterricht liefern.¹

Wir hoffen, daß es uns dadurch gelingt, weitere KollegInnen für die Erprobung zu gewinnen, denn nur auf der Basis sehr breiter Erfahrungen kann der Baustein "Wasser" konzeptionell überarbeitet werden.

4.1 Erfahrungsbericht von Hildegard Schwarzburger (Städtische Gesamtschule III, Brinkmannstraße 16, 4000 Düsseldorf 1)

A. Struktur der im 1. Halbjahr 1990/91 durchgeführten Unterrichtsreihe "Wasser" im WP-I-Unterricht, Jahrgang 7, Mädchengruppe
Dauer: etwa 3 Monate

- * Gemeinsame Sammlung von Fragen zum Thema
- * Eigenschaften des Wassers
- * Versuche zur Dichte-Anomalie
- * Übungen zur Dichte-Berechnung
- * Wasser als Lösungsmittel: Kristallisation und Diffusion
- * Oberflächen-Spannung
- * Kreislauf des Wassers; Wasser in der Biosphäre
- * Grundwasser
- * Gewinnung von Trinkwasser
- * Gefährdung des Grundwassers
- * Öl-Alarm auf dem Rhein: Auswertung aktueller Zeitungsberichte
- * Exkursion in Papierfabrik: Wasserverbrauch und Papier-Recycling
- * Herstellung von Recycling-Papier
- * Ein gesundes Fließgewässer und seine Bewohner
- * Folgen der Bachbegradigung / Renaturierung am Beispiel der Düssel im Bereich des Südparks
- * Gewässergüte: Leitorganismen
- * Untersuchung der Schulteiche: Leitorganismen und Gewässergüte
- * Untersuchung der Düssel: Leitorganismen und Gewässergüte
- * Kartierung und Vergleich der untersuchten Gewässer
- * Nahrungskette im See
- * Selbstreinigung der Gewässer
- * Faktoren der Gewässerbelastung
- * Abwasser-Klärung: mechanische und biologische Stufe

¹ vgl. hierzu die Ausführungen zur Materialstruktur, S. 16 im "Arbeitskonzept zur Entwicklung eines Curriculums für die Jahrgänge 5-7"

- * Bau eines Modells zur Abwasser-Klärung
- * Abhängigkeit der Löslichkeit von O_2 im Wasser von der Temperatur
- * Planung und Durchführung einer Exkursion zur Kläranlage Süd
- * Film: Belastetes Gewässer

B. Aus dem Baustein "Wasser" (Fassung April 1990) entnommene Anregungen zu der o. g. Unterrichtsreihe

- S. 6 Betriebsbesichtigungen: Klärwerk, Papierfabrik
Ergänzung: Zur Planung der Klärwerks-Besichtigung bin ich nach dem Vorschlag der IPN-Einheitenbank "Probleme der Wasserverschmutzung" vorgegangen; diese Hefte geben viele Anregungen für SchülerInnen-Aktivitäten! Auch in den Stunden zur Gewässergüte habe ich mich hieran orientiert.
- S. 15 Versuch zur Abwasser-Reinigung (Phosphat-Fällung) erweitert nach der Anleitung im Schroedel-Heft, Reihe "Wahlpflicht-Unterricht Biologie / Mensch und Umwelt", S. 40; hier werden mechanische und chemische Reinigungsstufe in einem Modell kombiniert; kam bei den SchülerInnen sehr gut an, weil es sich auch zum Vorführen auf Jahrgangversammlungen o. ä. eignet.
- S. 19 Dichte-Anomalie ermöglicht Leben
Anmerkung: die Versuchsgefäße müssen ziemlich groß sein. Im Einmachglas klappt's nicht.
- S. 20 Wasser löst + transportiert Nährstoffe
Warum hier die Einschränkung auf Nährstoffe? Die Versuch passen m. E. nicht ganz dazu.
- S. 22 Kapillarkräfte
eingesetzt im Zusammenhang mit der Bachbegradigung: die Wurzeln der Bäume erreichen durch Absenken des Grundwasserspiegels das Kapillarwasser nicht mehr.
- S. 25 Oberflächenspannung + Tenside
Im Anschluß an diesen Versuch haben einige Schülerinnen aus dem Schulteich Wasserläufer gefangen. Sie werden mit der Lupe untersucht oder im Glasgefäß kurze Zeit auf einen OHP gestellt (Achtung: Erhitzung!); so ist die - hier lebensnotwendige - Oberflächenspannung gut zu beobachten; wir haben auch diskutiert, warum wir den Versuch mit der Seifenlauge nicht mit den Wasserläufern durchführen (-> Vorteil von Modellversuchen)

Anmerkung zu nicht durchgeführten Versuchen:

- S. 10 (mit Backblechen): zu aufwendig in Beschaffung und Durchführung
- S. 21 Versuch zum Dipol-Charakter als Eigenschaft eines idealen Lösungsmittels: die Voraussetzungen für das Verständnis der Dipol-Eigenschaften des Wassers sind nicht gegeben (Atom-Modell, Ionen, polare Moleküle wie Zucker ...)

4.2 Erfahrungsbericht von Ulrike Pelikan (Erich-Kästner-Gesamtschule, Städtische Gesamtschule - Sekundarstufe I und II, Prinxterweg 6 - 8, 4300 Essen 14)

Wasser = Leben

Unterrichtskonzept für den Wahlpflichtbereich 7. Jahrgang an Gesamtschulen

I. Vorbemerkungen

Bei dem im folgenden beschriebenen Konzept handelt es sich um einen Versuch, den naturwissenschaftlichen Wahlpflichtunterricht sehr stark an den Interessen und auch Leistungsfähigkeiten der Schülerinnen und Schüler zu orientieren. Voraussetzung hierfür ist es, möglichst verschiedenartige und nach Schwierigkeitsgrad unterschiedliche Materialien zur Verfügung zu stellen und den Schülerinnen und Schülern selbst die Entscheidung darüber zu lassen, **woran, wie lange, wie** und **mit wem** sie arbeiten wollen. So kann jeder Schüler/jede Schülerin sich dem Thema nähern, ohne daß man Gefahr läuft, daß einzelne Schülerinnen und Schüler über- bzw. unterfordert werden. Allerdings muß oder kann auch das "freie" Arbeiten - falls notwendig - gelenkt werden.

II. Konzept

Das Thema **Wasser** eignet sich meines Erachtens sehr gut für den naturwissenschaftlichen Wahlpflichtunterricht des 7. Jahrgangs.

Das Thema ist sehr vielseitig und bietet daher genügend Ansatzpunkte für eine fachübergreifende Behandlung. Dies gilt zum einen für die inhaltlichen Aspekte, das geht auch aus der Inhaltsübersicht hervor, zum anderen können die Schülerinnen und Schüler in das experimentelle Arbeiten eingeführt werden, denn es gibt zum Thema Wasser eine Reihe mehr oder weniger einfache qualitative und auch quantitative Versuche. Schülerinnen und Schüler und auch Lehrerinnen und Lehrer können daher eigene Schwerpunkte finden. Dies wirkt sich nicht nur positiv auf die Motivation und somit auf die Leistungsbereitschaft der Schülerinnen und Schüler aus, sondern wird auch dem Stellenwert des Wahlpflichtbereichs innerhalb des traditionellen Fächerkanons gerechter, da jeder einzelne Schüler/jede einzelne Schülerin ganz individuell seine/ihre Schwerpunkte **wählen** kann. Eine Individualisierung des Lernprozesses ist darüber hinaus nicht nur auf der inhaltlichen Ebene möglich. Schülerinnen und Schüler können sich auch auf einem sehr unterschiedlichen Leistungsniveau mit dem Thema auseinandersetzen. So gibt es beispielsweise eine Fülle von Kinder- und Jugendbüchern, die das Thema "Wasser" auf sehr unterschiedlichem Niveau darbieten.

Um die oben genannten Vorteile des Themas auch tatsächlich zu nutzen, muß den Schülerinnen und Schülern möglichst viel Freiraum gelassen werden, d. h. sie müssen die Möglichkeit erhalten, sich selbständig mit den Inhalten auseinanderzusetzen, sonst ist eine Individualisierung des Lernprozesses im gewünschten Sinn nicht möglich. Eine wesentliche Voraussetzung für die selbständige Arbeit ist ein umfangreiches und vielseitiges Materialangebot. Das bedeutet auch, daß gleiche Inhalte auf sehr unterschiedlichem Niveau angeboten werden, so daß über ausgedehnte Unterrichtsphasen eine Erarbeitung der verschiedenen Inhalte auch ohne Anleitung möglich ist. Das Informationsmaterial muß ansprechend sein und den Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler

gerecht werden, d. h. neben Büchern, Broschüren und Arbeitsblättern sollten auch andere Medien (z. B. Film, Cassette, Fotografie) zur Informationsvermittlung angeboten werden.

Mit Hilfe des vorliegenden Informationsmaterials, das von den Schülerinnen und Schülern ergänzt werden sollte (z. B. Durchführung einer Bibliotheksstunde), werden Themenbereiche herausgearbeitet. Diese sollten so umfassend sein, daß jeder Schüler/jede Schülerin innerhalb des so gesteckten Rahmens genügend Freiräume zur eigenen Schwerpunktsetzung hat. Ich einigte mich mit den Schülerinnen und Schülern auf die folgenden vier Themenbereiche:

- I. Wasser - das Lösungsmittel Nr. 1**
- II. Wasser - ein wichtiger Lebensraum auf unserer Erde**
- III. Regen, Meer, Wolken - der größte Wasserkreislauf auf unserer Erde und seine Beeinflussung durch die Menschen**
- IV. Der Mensch macht sich die Eigenschaften des Wassers zunutze.**

Zur Sicherstellung der Grundanforderungen muß jeder Schüler/jede Schülerin jeden dieser vier Themenbereiche bearbeiten. Dies wird gewährleistet durch einen Katalog von Pflichtaufgaben. Darüber hinaus sollen die Schülerinnen und Schüler je nach Leistungsfähigkeit Wahlpflichtaufgaben lösen. Wichtig ist, daß der zeitliche Rahmen, der von dem Lehrer/der Lehrerin vorgegeben wird und der auch für alle Schülerinnen und Schüler gleich ist, eine völlig freie Bearbeitung des Themenbereiches zuläßt. Innerhalb dieses vorgegebenen Rahmens teilen die Schülerinnen und Schüler ihre Zeit selbst ein.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in einer Mappe, deren Gliederung vorgegeben wird:

Titelblatt

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Stundentagebuch

Hauptteil

Literaturverzeichnis

Rückblick

Der Rückblick dient der eigenen Besinnung. Die Schülerinnen und Schüler sollen mit Hilfe von Leitfragen herausfinden, inwieweit sie mit ihrer eigenen Arbeit zufrieden sind. Die Leitfragen sollen sich dabei nicht nur auf die eigene Arbeitsweise beziehen, sondern auch die Arbeit in der Gruppe berücksichtigen. Ein solcher Rückblick kann bei späteren Arbeiten weggelassen werden.

Wie bereits aus dem Vorangegangenen deutlich wurde, arbeiten die Schülerinnen und Schüler in Kleingruppen. Da die Einzelthemen dieser Gruppen in der Regel verschieden sind, muß das Gesamtergebnis der Gruppenarbeit in irgendeiner Form präsentiert werden. Die Schülerinnen und Schüler können Plakate gestalten, Zusammenfassungen vervielfältigen, Ausstellungen machen, Medien z. B. Folien, Kassetten oder auch Videofilme selbst erstellen, Referate halten oder eine Broschüre gestalten.

Der Lehrer/die Lehrerin kann darüber hinaus an dieser Stelle die Möglichkeit nutzen, selbst einige Stunden zu halten und so mit Hilfe des Präsentationsmaterials wichtige Grundlagen für alle zugänglich machen.

Zur Beurteilung der Leistung habe ich zum einen die Ergebnismappe herangezogen. Wesentliche Kriterien waren dabei *Inhalt, Ausdrucksfähigkeit, Darstellungsvermögen, Schwierigkeitsgrad* und *Gliederung*. Zum anderen habe ich bei der Gesamtbewertung auch den *Grad der selbständigen Arbeit* sowie das *Verhalten der Schülerinnen und Schüler in der Gruppe* berücksichtigt. In einem etwas umfangreicheren Beurteilungstext bin ich darüber hinaus auch auf die *individuelle Leistung* eingegangen, die sich auch in der Gesamtnote ausdrückte.

III. Erfahrungsbericht

Sicherlich teile ich mit vielen anderen Kolleginnen und Kollegen meine leidlichen Erfahrungen im Umgang mit heterogenen Lerngruppen. Mit der Binnendifferenzierung wollte es nicht so recht klappen! Da ich allerdings in unserer heutigen Gesellschaft **soziale Kompetenz** von jedem Menschen und auf allen Ebenen erwarte und der Meinung bin, daß diese sich in einer heterogenen Schülerschaft viel besser herausbilden kann, als in einer Schülerschaft, die bereits einer Selektion zum Opfer gefallen ist, suchte ich nach Lösungsansätzen. Bei der Suche half mir eine Fortbildungsveranstaltung zum Thema **Freiarbeit**, bei der ich selbst erfuhr, wie viel Spaß die selbständige Auseinandersetzung mit einem Thema machen kann, wenn ein entsprechendes Materialangebot vorhanden ist. Mit dem Entschluß, meine eigene Erfahrungen für den Unterricht zu nutzen sprudelten dann die Ideen, aus denen dann schließlich ein Konzept wurde, welches sicherlich in einigen Punkten der Überarbeitung und Verbesserung bedarf.

Mit meinem Entschluß, diesen für mich ganz neuen Ansatz zu wagen, kamen aber auch die Probleme. Welches Material benötige ich? Wie beschaffe ich dieses Material? Was sollen die Schülerinnen und Schüler lernen? Welche Aufgaben muß jeder Schüler/jede Schülerin bewältigen? Ich sah einen nicht zu bewältigenden Berg von Arbeit vor mir!

Im Nachhinein war allerdings alles halb so schlimm und doppelt so gut. Denn nach einer relativ kurzen "Sturm und Drang" Zeit, in der ich gemeinsam mit anderen Kolleginnen und Kollegen Material zusammensuchte, welches ich im Laufe des Schuljahres immer weiter ergänzte, konnte ich die Früchte meiner Arbeit ernten und ganz in Ruhe genießen. Während sich nämlich die Schülerinnen und Schüler mit dem Material beschäftigten - Bücher lasen, Texte verfaßten, zeichnete, Versuche durchführten, Arbeitsblätter bearbeiteten, Kassetten hörten, Filme bzw. Dias ansahen oder aber auch einmal nur faul in der Ecke saßen oder anderen bei der Arbeit zusahen - konnte ich mich ganz in Ruhe mit einzelnen Schülerinnen und Schüler oder auch mit der Kleingruppen beschäftigen. Dabei kam es auch vor, daß ich mir von dem/der einen oder anderen Schüler/Schülerin etwas erklären ließ oder selber mit Schülerinnen und Schüler Texte las und Dinge erfuhr, die ich selber nicht wußte. Ich ließ den Schülerinnen und Schülern ungefähr 3 Monate für einen Themenbereich Zeit und brauchte mich während dieser Zeit auf den Unterricht nicht vorzubereiten. Ich schob nur noch den Wagen mit dem Material in den Klassenraum, koordinierte zu Beginn der Stunde die verschiedenen von den Schülerinnen und Schülern geplanten Aktivitäten und stand für den Rest der Unterrichtszeit den Schülerinnen und Schülern zur Verfügung.

Da sich die Schülerinnen und Schüler - genau wie ich selbst auch- in der neuen Lernsituation erst zurecht finden mußten, kam es zu Beginn des Schuljahres vor, daß einige die Freiheit falsch verstanden und sie mit Nichtstun gleichsetzten oder sogar andere störten. Nachdem sie allerdings erfahren hatten, daß jeder Schüler/jede Schülerin zu guten Ergebnissen kommen konnte, nahm

die Leistungsbereitschaft rapide zu und die Ergebnisse am Ende des Schuljahres waren sehr gut! Die Schülerinnen und Schüler entwickelten einen enormen Ehrgeiz und hatten viel Spaß bei der Arbeit.

IV. Materialangebot

Im Rahmen des Gesamthemas "Wasser einigte ich mich mit den Schülerinnen und Schülern auf vier übergeordnete Themenbereiche. Die Schülerinnen und Schüler konnten innerhalb dieser Themenbereiche eigene Schwerpunkte wählen. Im folgenden nun eine Übersicht über die von den Schülerinnen und Schüler gewählten Schwerpunkte:

Wasser - ein wichtiger Lebensraum auf unserer Erde

- Säugetiere des Meeres (Wale, Delphine, Robben)
- Giftige Meerestiere
- Haifische
- Leben in einem Wassertropfen
- Wir richten ein Aquarium ein (Fische und Frösche)

Regen, Meer, Wolken - der größte Wasserkreislauf auf unserer Erde und seine Beeinflussung durch die Menschen

- Wir prüfen die Wasserqualität (Gewässergüte und Schnelltestverfahren)
- Wasserkreislauf
- Auswirkungen der Düngemittel auf unsere Gewässer
- Schadstoffe und ihre Wirkung
- Trinkwasseraufbereitung
- Kläranlagen

Der Mensch macht sich die Eigenschaften des Wasser zunutze

- Duftstoffe (Gewinnung von Parfümölen)
- Wir züchten Kristalle
- Wasserkraftwerke
- Marmorieren - eine alte Kunst

Anmerkung: Der erste Themenbereich (Wasser - das Lösungsmittel Nr. 1) wurde von mir stark gelenkt und überwiegend frontal unterrichtet. Ich nutze an dieser Stelle die Gelegenheit, einerseits in das experimentelle Arbeiten einzuführen, andererseits mußte ich zunächst den Kurs kennenlernen und in wichtige Arbeitsmethoden einführen, die für die selbständige Erarbeitung unbedingt notwendig sind.

Allgemeine Hinweise für die Schülerinnen und Schüler

Allgemeines

- Jede Gruppe erhält Pflichtaufgaben, die gelöst werden müssen!
Zusätzlich gebe ich euch Anregungen zum Thema. Diese Anregungen könnt ihr aufgreifen, **müßt** es aber **nicht**, d. h. ihr könnt selbst Schwerpunkte wählen, die euch interessieren!
- Jeder führt ein **Studentagebuch** (extra Blatt). Hier tragt ihr ein, was ihr in der Stunde gemacht oder überlegt habt.
- Eure Lösungen von Pflicht- und Zusatzaufgaben werden in einer Mappe dargestellt. Ihr könnt hierfür Kopien einkleben, Zeichnungen machen, Texte schreiben, Fotos machen und/oder einkleben und vieles mehr, was euch einfällt.
- Wenn ihr notwendige Informationen oder Materialien nur außerhalb des Unterrichtes beschaffen könnt (z. B. in der Bibliothek oder in der Zoohandlung), meldet euch bei mir ab.
- Wenn ihr Materialien benötigt, die gekauft werden müssen, schreibt diese auf und erkundigt euch nach dem Preis, so daß wir diese Materialien besorgen können.
- Jede Gruppe berichtet dem Kurs wöchentlich (montags), was sie gemacht hat.

Hinweise zur Mappe

- Alle von euch im Unterricht angefertigte Blätter (Zeichnungen, Texte, Kopien u. a.) werden in einer Mappe (Schnellhefter) gesammelt.
- die Gliederung der Mappe sollte folgendermaßen aussehen:
 1. Titelblatt
 2. Inhaltsverzeichnis
 3. Vorwort (Warum habe ich mich für das von mir gewählte Thema entschieden?)
 4. Studentagebuch
 5. Hauptteil (Alles zum Thema in logischer Reihenfolge!)
 6. Literaturverzeichnis
 7. Rückblick (Was hat mir gefallen, was hat mir nicht gefallen)
- Die von euch zum Thema angefertigte Mappe wird von mir als Klassenarbeit bewertet.

Vorstellung des eigenen Themas

Da sich jede Gruppe mit einem anderen Thema beschäftigt, muß das eigene Thema dem ganzen Kurs vorgestellt werden.

-
1. Jede Gruppe schreibt eine Zusammenfassung des Themas auf eine Matrize, so daß jede/r von euch einen Abzug bekommt.
 2. Jede Gruppe erstellt ein Plakat, welches im Biologieraum aufgehängt wird.
 3. Jede Gruppe schreibt ein Referat zum Thema und hält dies auch.



**Und ich ???
Mich könnt ihr fragen,
wenn's gar nicht mehr weitergeht!**

Platz für weitere Verlaufsskizzen/eigene Notizen*

* Kurzschreibungen eigener Projekte und Erfahrungen an das LSW, Soest.

5. Anregungen für den Unterricht

5.1 Bastelanleitungen - Spiele

- * Wasserrad
- * Dampfturbine (Modell)
- * Wasserzirkulation (Warmwasserheizung, Schichtung in stehenden Gewässern)
- * Kristalle züchten (Reversibilität von Lösungsvorgängen)
- * Einrichten eines Aquariums mit Filteranlage
- * Wasseruhren
- * Springbrunnen
- * Boote, Schiffe, U-Boot, Taucher
- * Das Dampfboot

5.2 Vorschläge für Aktivitäten

- * Exkursion zum Wasserwerk:
 Vorbereitung: Woher kommt das Wasser? Wer ist dafür verantwortlich? Was können wir sehen? Fragen an den Mann / die Frau im Wasserwerk. Terminabsprache
 Durchführung: Rundgang ... Notizen, Skizzen. Antwort auf vorbereitete Fragen (Wasserverbrauch, Tendenz, Geschichte, Herkunft, Probleme mit Belastung, Reinigungsmöglichkeiten, Güte, Härte, Verteilung, Netz ...)
 Auswertung: je nach Schwerpunkt (z. B. Bau eines Hochbehältermodells, Bau einer Reinigungsstufe, Vergleich verschiedener Trinkwassersorten aus verschiedenen Ortsteilen ...)
- * Besuch einer ländlichen Bewässerungsanlage: Kosten und Nutzen, Technik, Wasserqualität, Pflanzensorten und Wasserbedarf, Wetter und Wachstum ...
- * Betriebsbesichtigung: Wasser zum Kühlen (z. B. Stahl- oder Kunststoffverarbeiter), Belastung
- * Betriebsbesichtigung: Wasser als Grundstoff (z. B. Brauerei), Bedarf, Anforderungen, Belastung
- * Betriebsbesichtigung: Wasser als Lösungsmittel (z. B. Zuckerfabrik) ...
- * Betriebsbesichtigung: Wasser als Energieträger (Pumpspeicherkraftwerk, Flußkraftwerk)
- * Exkursion zum Wärmekraftwerk: Dampf als Energieträger und als Kühlmittel
- * Besuch im historisch-technischen Museum: Dampf zum Maschinenantrieb; Dampflokomotiven
- * Exkursion zum Hafen: Wasser als Transportelement
- * Waldbegehung: Saurer Regen, Baumsterben
- * Aktion: Wassersparen in der Schule
- * Untersuchung des häuslichen Wasserverbrauchs
- * Besuch bei der örtlichen Kläranlage
- * Wasser früher: Suche nach heimatkundlichen Texten zur Wasserversorgung (Brunnenstandorte, Wasserrechte, der Tiefbrunnen in der Burg, Frauen beim Washtag, Verbote ...), Vergleich alter und aktueller Karten bzgl. der Oberflächengewässer, ...

5.3 Projektideen

- * Projekt Wasser früher und heute
Teiche, Bäche, Brunnen, Wasserversorgung, oral history, Karten, Berichte, heimatkundliche Quellen
Vorbereitung und Durchführung einer (Schul-)Ausstellung
- * Projekt Trinkwasser in unserer Gemeinde
- * Projekt Industrie (am Ort) (ver)braucht Wasser
- * Projekt Wasser in der Dritten Welt
- * Pflanzen brauchen Wasser

5.4 Literatur

- * AG Naturwissenschaften sozial: Unser täglich Wasser. Soznat Materialien für den Unterricht Bd. 28, Marburg 1989 (Bezug: Buchhandel oder direkt von: RG Soznat, 3550 Marburg, Postfach 2150)
- * Aktion Saubere Landschaft e. V.: Umweltschutz macht Schule. Vorschläge zur Umwelterziehung (Abfall, Wald, Umweltplanung, Luft, Umweltbewußtsein, Wasser). Bonn o. J. (Bezug: Georg Fellmer, Friedrich-Ebert-Straße 17, 4000 Düsseldorf)
- * Sandra Beriger: Wasser Werkstatt. Bern 1992
- * Körber-Stiftung (Hrsg.): Von "Abwasser" bis "Wandern". Ein Wegweiser zur Umweltgeschichte. Hamburg 1986 (Bezug: Körber-Stiftung, Kampchaussee 10, 2050 Hamburg 80)
- * Umweltpürnasen. Aktivbuch Wasser. Wien 1989.

6. Materialien und Informationen für den Unterricht

"Versuche - Experimente - Untersuchungen"

- | | |
|--|----------|
| I. Wasserbilanz | Seite 19 |
| * Regenwasser | |
| * Verbrauch | |
| * Verdunstung | |
| II. Grundwassernachbildung aus Niederschlägen und Wasseraufbereitung | Seite 19 |
| * Speicherfähigkeit der Böden | |
| * Problem der Bodenversiegelung | |
| * Sicherwasserreinigung durch Bodenpassage | |
| * Grenzen der Filterwirkung: Salz | |
| * Grenzen der Filterwirkung: Öl | |
| * Abwasserreinigung | |
| * Phosphatfällung | |
| * Verschmutzen ist leicht, Reinigen teuer | |
| * Quantitative Energiemessungen | |
| * Meerwasserentsalzung durch Sonnenenergie | |
| * Sauerstoff / Luft im Wasser | |
| * Dichte - Anomalie ermöglicht Leben | |
| * Wasser löst und transportiert Stoffe | |
| * Wasser - als Lösungsmittel gut geeignet | |
| III. Transportkräfte | Seite 32 |
| * Kapillarkräfte | |
| * Osmotische Kräfte | |
| * Der chemische Garten | |
| * Oberflächenspannung und Tenside | |
| * Tenside fördern die Waschkraft des Wassers | |
| * Technischer Wassertransport | |
| * Schlauchwaage - eine praktische Anwendung | |
| * Sinne lassen sich täuschen | |
| IV. Untersuchungen zur Wasserbelastung | Seite 39 |
| * Belastungen im Regenwasser (Staub, SO ₂) | |
| * Halbquantitative Untersuchung | |
| * Nitrate im Regen-, Grund- und Trinkwasser und in der Luft | |
| * Tri, Per und andere | |
| * Haifische im Bodensee | |

I. Wasserbilanz

Der globale Wasserkreislauf entzieht sich der direkten Beobachtung. Beobachtbar ist dagegen der örtliche Wasserzufluß und der Wasserverbrauch:

Regenwasser

Ein Einmachglas o. ä. wird auf einen erhöhten Platz im Freien (z. B. auf einem dicken Pfahl²) in einiger Entfernung von Gebäuden und Bäumen aufgestellt.

Die Niederschlagsmenge wird täglich entnommen und im Meßzylinder gemessen oder gewogen (wegen 1 kg Wasser = 1 Liter sehr einfach).

Durch Umrechnung von der Querschnittsfläche des Glases auf einen Quadratmeter erhält man die Niederschlagsmenge in Litern bzw. im "mm Niederschlag".

Sind die mathematischen Vorkenntnisse noch nicht verfügbar, so läßt man am Ende des Beobachtungszeitraums die Gesamtmenge Wasser wieder in das Auffanggefäß einfüllen und erhält sofort - durch Höhenmessung - die Niederschlagsmenge in "mm". Die Umrechnung auf einen Quadratmeter gestaltet sich dann ziemlich einfach.

Die gesammelten Daten werden mit den Angaben des Wetteramtes zur durchschnittlichen Regenmenge an Ort oder in der Region verglichen.

Verbrauch

Man läßt den täglichen bzw. stündlichen Wasserverbrauch anhand der Wasseruhr kontrollieren - zu Hause, in der Schule - und Beziehungen herstellen zu bestimmten Tätigkeiten bzw. Verbrauchsarten

- z. B. Toilettennutzung in den Pausen
- Baden und Duschen versus Kochen/Spülen zu Hause

Verdunstung

Man stellt einen 10-Liter-Eimer einmal mit Wasser gefüllt draußen auf (vor Regen geschützt), einmal drinnen und beobachtet die Abnahme des Wassers durch Verdunsten.

Alternativ kontrolliert man den Wasserverbrauch z. B. eines großen Zyperngrases.

2 Zur Halterung des Glases nagelt man obenauf eine große aufgeschnittene Konservendose.

II. Grundwassernachbildung aus Niederschlägen³ und Wasseraufbereitung

Speicherfähigkeit der Böden

Versuchsanordnung: Ein Backblech wird so aufgestellt, daß es nach der offenen Seite und in Richtung auf eine Kante leicht geneigt ist. Damit die Bodenproben nicht weggeschwemmt werden, wird das Blech mit einem Weichplastikgitter ausgelegt (Antigleitgitter - unter Teppiche zu legen - im Sortiment des Fachhandels). Auf dieses Gitter werden unterschiedliche Bodenproben aufgebracht und mit jeweils einer gleichen Menge Wasser aus einer Gießkanne begossen. Unter das tiefste Ende des Blechs wird ein hinreichend großes Gefäß gestellt (z. B. 10-Liter-Wassereimer). Zu beobachten ist

- das Verhältnis von ablaufendem und zurückgehaltenem Wasser
- der zeitliche Verlauf der Wasserabgabe
- die Mitnahme von Bodenbestandteilen

Experimentiert werden kann mit

- Sand und Sand/Kies
- Waldboden mit und ohne Moos
- Ackerboden mit verschiedener Struktur und Bewuchs
- Grassoden
- Gartenerde
- usw.

Kommentar

Für den Grundwasserhaushalt spielt die Oberflächenbeschaffenheit und die Struktur von Böden eine entscheidende Rolle. Je länger und je mehr Wasser die oberen Schichten des Bodens speichern können, desto mehr Wasser kann versickern und zur Grundwasserbildung beitragen. Alle Einwirkungen, die zu einer Homogenisierung von Oberflächen und Struktur führen, haben somit negative Wirkungen auf die Grundwasserbilanz.

- Saure Niederschläge schädigen den Bewuchs und die Lebensräume der Mikroorganismen
- Moderne Landmaschinen tragen zur Bodenverdichtung bei, gleichzeitiges (bzw. dadurch notwendiges) tiefes Pflügen zerstört die Mikroflora des Bodens
- gleiches gilt für einen Einsatz harter Pestizide
- Versteppte Böden - nach Waldschäden - und sterilisierte Landbauflächen neigen zur Erosion durch Wind und Regen
- geringe Wasserrückhaltefähigkeit begünstigt Sturzbäche und Hochwasser mit entsprechender Erosion

(siehe Aufgabenblatt I "Freies Arbeiten Naturwissenschaften", S. ...)

3 vgl. AG Naturwissenschaften sozial: Unser täglich Wasser. Marburg 1989

Problem der Bodenversiegelung:

Das o. g. Blech mit Bodenauftrag wird parallel zur Fließrichtung zur Hälfte mit einer Kunststoffplatte oder -plane abgedeckt. Beobachtungen wie oben.

Kommentar

Erhebliche Störungen der Grundwasserbilanz ergeben sich aus der zunehmenden und fortschreitenden Versiegelung von Flächen durch menschliche Aktivitäten: Straßen- und Trassenbau, Flughäfen, Häuser, Parkplätze usw.⁴ Neben einer Verminderung des Sickerwassereintrags kommt es zu einer Reihe von weiteren Problemen des Wasserhaushalts:

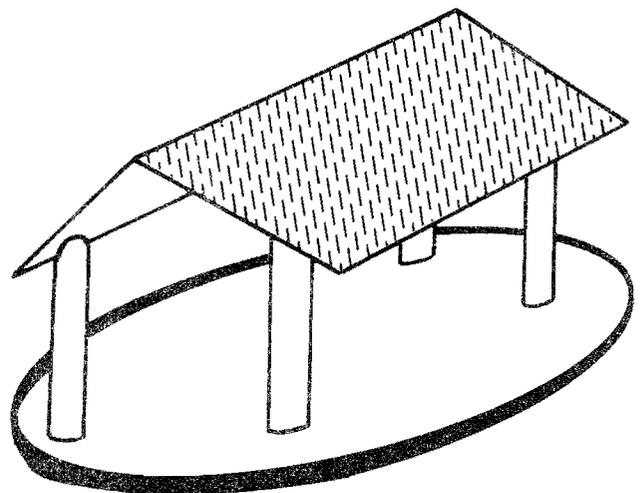
- Der Ablauf von Verkehrsflächen ist spezifisch hoch belastet, z. B. durch Motoröl, Reifenabrieb, Salze u. a. m. Bei Mischkanalisation führt dies zu Problemen mit der Wasserreinigung und Aufbereitung durch Kläranlagen.
- Es kommt zu einer generellen Erhöhung der anfallenden Regenwassermenge (wegen verminderter Versickerung), dadurch werden Maßnahmen nötig wie Regensammlerbau und -rückhaltebecken. Zunehmend werden Fälle bekannt, wo bei Platzregen mit dem Regenwasser ungeklärte Abwässer in die Vorfluter gespült werden, weil die Rückhaltebecken der wachsenden Flut nicht standhalten können.

Da eine getrennte Kanalisation von Regenwasser und kommunalen Abwässern weder sinnvoll noch ökonomisch realisierbar ist, werden zur Zeit verschiedene Maßnahmen zur Flächenentsiegelung diskutiert und ansatzweise realisiert:

- Dachbepflanzungen (Grasdächer)
- Entsiegelung von Flächen wie Großparkplätzen durch Verwendung locker gesetzter Pflastersteine oder von Spezialsteinen
- usw.

Vorschlag zur Demonstration:

Ein Modellhaus mit einer Dachfläche von ca. 30 * 40 cm wird einmal mit und einmal ohne Grassodenbelag mit einer definierten Menge Wasser begossen. Der Ablauf wird mittels einer untergestellten Auffangwanne gemessen.



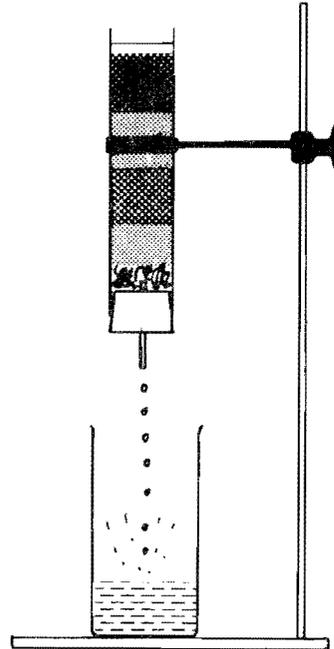
4 vgl. AG Naturwissenschaften sozial: Unser täglich Wasser. Marburg 1989

Sickerwasserreinigung durch Bodenpassage⁵

Aufbau einer Bodensäule:

Benötigtes Material:

- Stativfuß, Stativstange, Muffe, Klemme
- Glasrohr (oder Kunststoffrohr) mit 4 bis 5 cm Durchmesser (ca. 25 cm lang)
- passender Gummistopfen mit Bohrung
- Glasröhrchen, das in die Bohrung des Stopfens paßt
- Trichter, Becherglas
- sauberer, feiner Sand (kein Bausand; darf Wasser nicht trüben)
- etwas feiner Kies
- verschiedene Bodensorten
- Glaswolle oder Watte



Das Glasröhrchen wird in den Gummistopfen eingeführt (Vorsicht! Verletzungsgefahr! Glasende nicht gegen die Handfläche halten. Leichter geht es mit einem Tropfen Glycerin).

Das große Glasrohr wird an einem Ende mit dem Gummistopfen und dem Glasröhrchen verschlossen. Über den Gummistopfen wird eine Schicht Glaswolle oder Watte gelegt.

In das senkrecht eingespannte Glasrohr werden abwechselnd Kies- und Sandschichten eingefüllt (bzw. Erde verschiedener Art und Herkunft).

Versuchsdurchführung:

Untersucht wird die Reinigungswirkung der Bodensäule für Wasser, das mit folgenden Stoffen belastet ist:

- Farbstoff (z. B. Tinte, Methylenblau oder Kaliumpermanganat)
- Spülmittel
- Motorenöl
- Petroleum
- Salz (Streu- oder Kochsalz)

(siehe Grenzen der Filterwirkung A (Salz) und B (Öl))

⁵ vgl. L. Berthe-Corti u. a.: Umweltlabor. Marburg 1986(3).

Zur Bedeutung der Filterwirkung durch Bodenpassage vgl. auch AG Naturwissenschaften sozial: Unser täglich Wasser. Marburg 1989

Nach den Versuchen mit Öl bzw. Petroleum muß die Bodensäule erneuert werden. Boden- bzw. Sandschichten, die mit Öl oder Petroleum verunreinigt sind, müssen dem Sondermüll zugeführt werden.

(siehe Aufgabenblatt II "Freies Arbeiten Naturwissenschaften", S. 47 f.)

Grenzen der Filterwirkung: Salz

Man läßt Salzwasser (z. B. Streusalz in Wasser gelöst) durch den Bodenfilter laufen. Da eine Geschmacksprobe wegen der Infektionsgefahr ausscheidet, insbesondere bei Einsatz von realen Bodensegmenten, muß der Durchgang der Salzlösung durch den Filter chemisch nachgewiesen werden. Dazu kommt - neben der Eindampfprobe - eine Fällungsreaktion mit Silbernitrat in Frage oder die Kontrolle der Leitfähigkeit.

- Sobald die Lösung die Sand- und Kiesschichten durchlaufen hat, wird ein wenig Filtrat in eine Porzellanschale gegeben und das Wasser über einem Bunsenbrenner verdampft.

- Fällungsmethode: Zunächst führt man eine Blindprobe und eine Fällung durch: Etwas Kochsalz (oder Streusalz) wird in Wasser gelöst und nach Zugabe von wenig Salpetersäure mit einigen Tropfen Silbernitratlösung versetzt. Es bildet sich der charakteristisch käsige-weiße Niederschlag von Silberchlorid. In gleicher Weise wird eine Probe destilliertes Wasser untersucht, der Niederschlag bleibt aus.

Mit dieser Methode wird Salzwasser vor und nach Passage des Bodenfilters untersucht: Die Niederschläge sind praktisch unverändert.

Variante: Parallel dazu kann die Reinigungswirkung der Bodenpassage auf eine angefärbte Wasserprobe gezeigt werden:

* angefärbte Lösung mit Salz

* angefärbte Lösung ohne Salz

und Nachweis des Chlorids wie oben.

Setzt man zusätzlich Aktivkohle in den Bodenfilter ein, kann man auch die begrenzte Wirkung solcher Filtersysteme in Wasseraufbereitungsanlagen zeigen.

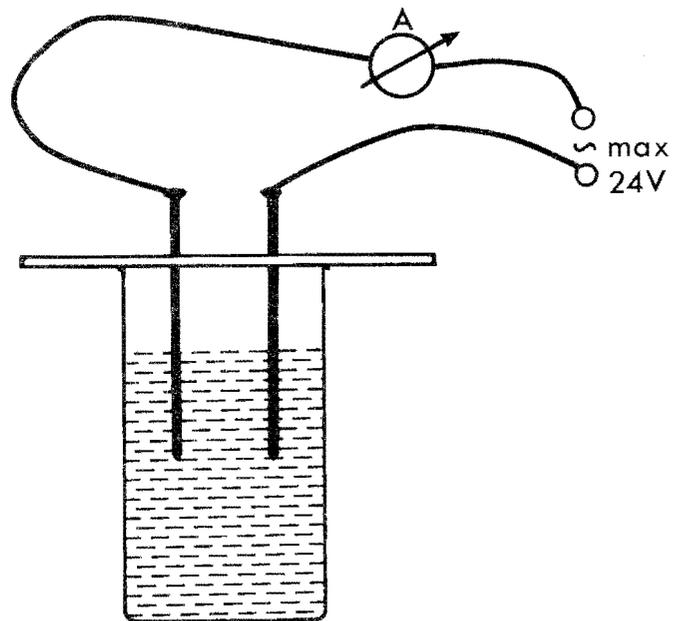
Mit der Fällungsmethode kann auch der Salzgehalt von Schmelzwasser bei Streusalzeinsatz auf Straßen nachgewiesen werden, ebenso der Chloridgehalt im Trinkwasser.

- Leitfähigkeitsmethode: Mittels einer (Wechsel-)Spannungsquelle, einem Amperemeter und zweier Elektroden (im einfachsten Fall: Nägel) wird die Leitfähigkeit verschiedener Lösungen geprüft, danach die einer Salzlösung vor und nach Passage des Bodenfilters.

Anstelle eines Amperemeters kann auch eine kleine Glühbirne mit Fuß in den Stromkreis geschaltet werden. Je nach Leitfähigkeit (und Salzgehalt) der Lösung brennt sie nicht, etwas oder hell. Dazu bedarf es jedoch des Ausprobierens von Konzentrationen und Elektrodengröße und -abstand.

(siehe Aufgabenblatt II "Freies Arbeiten Naturwissenschaften", S. 47 f.)

Als Spannungsquellen dürfen nur Niederspannungstrafo verwendet werden, u.U. etwa ein Eisenbahntrafo. Bei den Messungen ist darauf zu achten, daß der Elektrodenabstand und die Eintauchtiefe stets gleich bleiben. Das kann z. B. dadurch erreicht werden, daß man zwei lange Nägel durch ein Brett schlägt und diese Meßanordnung in gleich hoch gefüllte Gefäße eintauchen läßt. Die Köpfe der Nägel werden nach Skizze mit der Spannungsquelle und dem Anzeiger verbunden.



Als (teurere) Alternative kommen schulübliche Leitfähigkeitsmesser in Frage oder das sog. Chemophon der Fa. Urhammer, Kiel, welches unterschiedliche Leitfähigkeiten in unterschiedliche Töne (Taktfrequenz und Tonhöhe) umsetzt.

Grenzen der Filterwirkung: Öl

Versuchsdurchführung s.o.

Kommentar

Man verwende Mineralöl, z. B. Heizöl oder Motorenöl. Neben der Geruchsprobe am Filtrat sollte auch der Ölrückstand auf der Filteroberfläche betrachtet werden.

Gezeigt werden kann auch, daß Aktivkohle die Passage von ölverschmutztem Wasser nur wenig behindert.

(siehe Aufgabenblatt II "Freies Arbeiten Naturwissenschaften", S. 47 f.)

Abwasserreinigung

Ein Versuch zum Abbau von natürlichen organischen Verunreinigungen im Abwasser ist ausführlich beschrieben in: L. Berthe-Corti u. a.: Umweltlabor. Marburg 1986³. Dort wird der Abbau von Kondensmilch als Modells substanz mittels Teichwasser im Experiment dargestellt.

Phosphatfällung

Wasserproben mit einem Phosphatgehalt zwischen 3 und 10 mg/l (Herstellung durch Auflösen von Trinatriumphosphat in Wasser) werden mit einer Fällungslösung versetzt:

- mit Eisen(III)salzen, z. B. FeCl_3 oder $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2$
- mit Aluminiumsalzen, z. B. AlCl_3 oder, weil ungefährlicher, mit Alaun $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$
- mit einer Calciumchloridlösung.

Es bilden sich unterschiedliche weiße oder gelbliche Niederschläge. Im Filtrat läßt sich Phosphat nur noch in sehr geringen Mengen nachweisen.

Alternativen:

- Fehlt ein Phosphorsalz, kann man ebenso Backpulver verwenden, da fast alle käuflichen Päckchen Hydrogenphosphat enthalten.
- Ebenso kann das Abwasser des Hauptwaschgangs einer Waschmaschine aufgefangen und die Fällung demonstriert werden (vorausgesetzt, man hat ein phosphathaltiges Waschmittel verwendet).
- Untersucht werden kann auch phosphathaltiger Dünger.

Kommentar

Die Phosphatfällung gehört zur dritten - chemischen - Reinigungsstufe von modernen Kläranlagen. Zur Verbesserung des Absetzens der Phosphatniederschläge müssen dort je nach Art der Abwässer jedoch noch chemische Flockungsmittel zugesetzt werden.

Phosphatvermeidung ist daher in jedem Fall besser als die Reparaturmaßnahme Phosphatfällung. Dies ist durch den Ersatz in Waschmitteln teilweise erreicht worden, wobei die ökologischen Gefahren, die von den Ersatzstoffen ausgehen, noch äußerst kontrovers diskutiert werden.

Eine weitere Quelle für Phosphate stellt die Landwirtschaft dar. Gülle z. B. enthält große Mengen Phosphate, dazu kommen wiederum (wie beim Nitrat) Auswaschungen aus gedüngten Böden (Nitrophoska).

Phosphate führen zu einer Überdüngung von Gewässern mit der Gefahr der Eutrophierung und des folgenden Gewässertods durch Sauerstoffzehrung und Fäulnis.

Verschmutzung ist leicht, Reinigen teuer

Um die Bedeutung des o. g. Satzes zu zeigen, läßt man einen Teelöffel Salz in einem Liter Wasser lösen. Geschmacksprobe: Das Wasser ist nicht mehr als Trinkwasser geeignet.

Fragestellung: Wie kann dieses Wasser gereinigt werden?⁶

- Das Salzwasser wird in ein offenes Gefäß geschüttet und dieses erhitzt. Kocht man solange, bis kein Wasser mehr vorhanden ist, bleibt das Salz als Bodenbelag im Gefäß zurück. (Vorsicht: Zum Ende neigen solche Lösungen zum Spritzen - wegen Wasser, das in den gebildeten Kristallen eingeschlossen wird)

- Variante *Auffangen*

Der Wasserdampf wird an einer kalten Glasplatte über dem Gefäß abgekühlt. Tropfen bilden sich und können aufgefangen werden. Diese Variante kann zu einer Destillation mit einer entsprechenden Glasapparatur aus der Chemiesammlung erweitert werden.⁷ Geschmacksprobe mit dem Destillat bei Salzwasserreinigung möglich. (Grenzen der Destillation: Verschmutzung durch Lösungsmittel, z. B. Benzin - Geruch auch im Destillat bemerkbar).

- Überlegungen / Messungen:

Zeit: Wie lange dauert es, bis ein Liter Wasser verdampft ist?

Energie - einfach: Wie lange brennt der Bunsenbrenner, heizt die Heizplatte?

Ab Klasse 7:

Quantitative Energiemessungen/-betrachtungen:

Es wird eine Gasmeßuhr oder ein Stromzähler zwischengeschaltet (nur vom Lehrer o. ä. ausführen lassen, Explosions- bzw. Kurzschlußgefahr). Wieviel Strom, Gas wird verbraucht?

Energie - theoretisch: Aus der Verdunstungswärme des Wassers kann der theoretische Energiebedarf berechnet werden

$$41 \text{ kJ/Mol} - 41 \text{ kWsec/18 g} - 2,27 \text{ kWsec/g} - 2270 \text{ kWsec/kg} - 0,63 \text{ kWh/kg}$$

Energie anschaulich: Umrechnung des berechneten (oder gemessenen) Energiebedarfs in Steinkohle (Brennwert Steinkohle 8400 Kcal/kg; 1 Kcal entspricht 1,163 Wh, somit 1 kg Kohle entspricht 9,77 kWh):

0,63 kWh - 81 g Kohle;

berücksichtigt man die Umwandlungsverluste von Kohle in Strom (60%):

0,63 kWh - 163 g Kohle

Korrekturen sind anzubringen, wenn man eine Destillation mit Wärmerückführung (technisch) durchführt (Wärmetauscher).

Man wiege entsprechende Mengen Kohlen ab (Ausstellung: Salz, Wasser, Kohle).

⁶ Vgl. hierzu auch die Versuche mit dem Bodenfilter

⁷ Vgl. S. Liesering u. a.: Hausmüll. Marburg 1987 (Nachdruck und Bezug: fesch, Huckarderstr. 12, 4600 Dortmund 1)

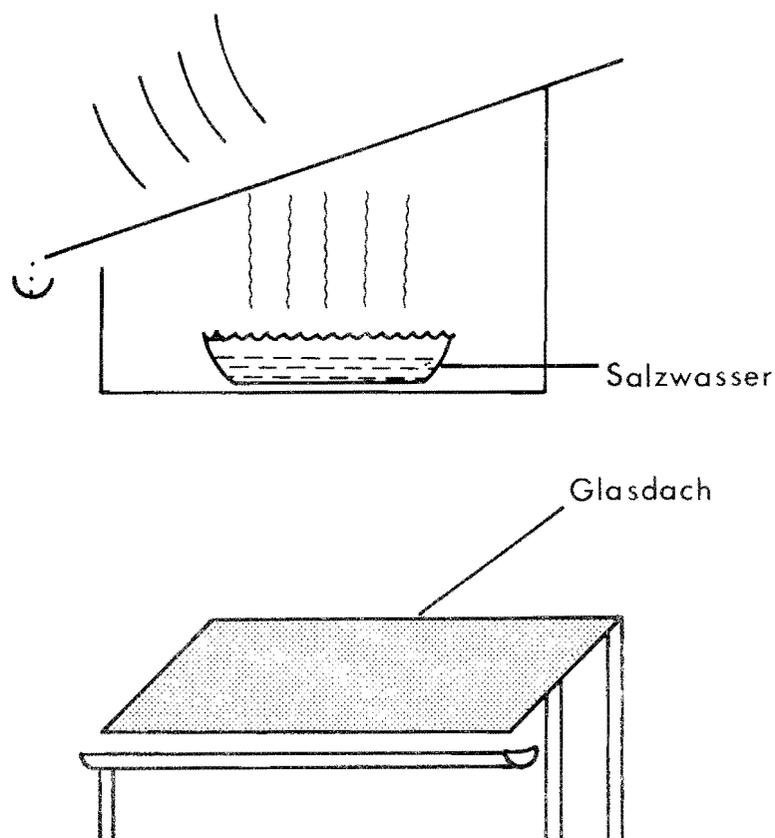
Meerwasserentsalzung durch Sonnenenergie

Viele Länder der Erde leiden unter Trinkwassermangel, darunter auch solche, die direkt an Meere angrenzen.

Wegen des hohen Energieaufwands und der daraus resultierenden Umweltbelastung kann aus dem vorhandenen Salzwasser nur begrenzt Trinkwasser bereitet werden. Eine Möglichkeit - noch dazu umweltfreundlich, stellt die Trinkwasserentsalzung durch Sonnenenergie dar. Das Prinzip einer solchen Anlage läßt sich auch in unseren Breiten am Modell zeigen.

Versuch:

Man stellt ein Gestell mit geneigter Glasfläche als Dach her (ähnlich einem Frühbeet (siehe Skizze), füllt in die Wanne darunter Salzwasser ein und fängt das unter der Glasfläche bei Sonneneinstrahlung kondensierende Wasser in einer Rinne auf.



Mit dieser Anordnung läßt sich das Salzwasser in der Regel nicht völlig verdunsten, zur Beurteilung der Wirksamkeit empfiehlt sich eine Geschmacksprobe von Salzwasser und Destillat.

Möglich ist auch der chemische Nachweis des unterschiedlichen Chloridgehalts der Wasserproben: Dazu werden je gleiche Mengen im Reagenzglas mit einigen Tropfen verdünnter Salpetersäure versetzt und anschließend einige Tropfen Silbernitratlösung zugegeben. Je nach Chloridgehalt bildet sich ein mehr oder weniger dichter Niederschlag von Silberchlorid.

Leben im Wasser / Leben mit Wasser

Leben im Wasser ist möglich, weil Wasser viele lebensnotwendigen Nährstoffe lösen kann, ebenso Sauerstoff.

Sauerstoff / Luft im Wasser

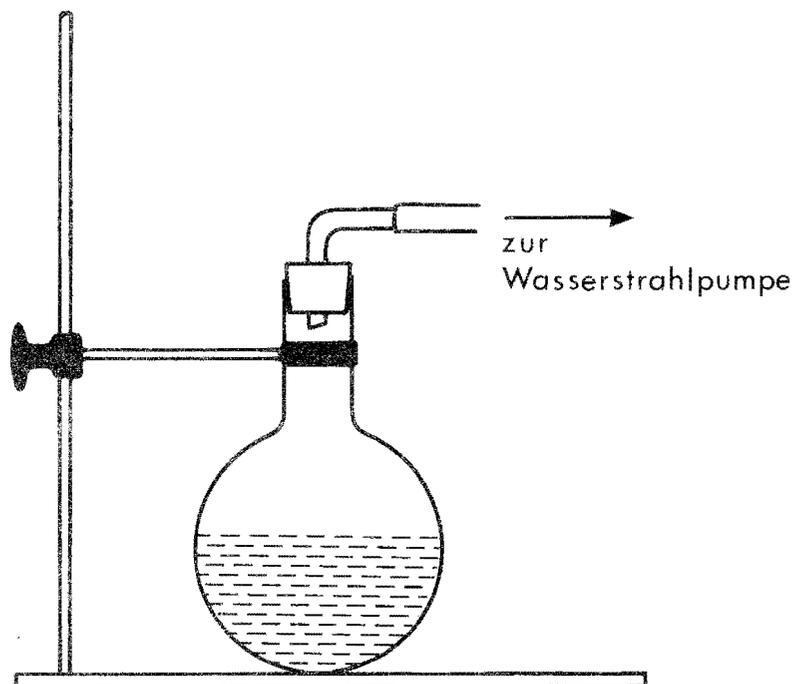
Man füllt einen Glaskolben⁸ halbvoll mit Wasser, verschließt ihn und schüttelt. (Damit wird Luft bzw. Sauerstoff im Wasser angereichert). Man wartet ab, bis sich die Flüssigkeit beruhigt hat. Dann wird der Kolben an eine Wasserstrahlpumpe angeschlossen und ein Unterdruck über der Flüssigkeit erzeugt: Ohne Erwärmen steigen Gasblasen auf, Luft bzw. Sauerstoff entweicht.

(Das Vakuum einer Wasserstrahlpumpe ist relativ schwach, daher ist hier nicht ein Sieden des Wassers unter vermindertem Druck zu beobachten, sondern eine Entgasung).

Verwendet man Wasser, das kurz vorher aufgeköcht worden ist und das man hat in Ruhe abkühlen lassen, so ist die Gasentwicklung unter Vakuum vergleichsweise wesentlich geringer!⁹

Zum Vergleich kann eine Flasche mit Selterswasser beobachtet werden (Kohlendioxid löst sich in Wasser wesentlich besser als Sauerstoff, es bildet zum Teil chemisch "Kohlensäure", die aber reversibel als Kohlendioxid wieder entweichen kann).

Durch langsames Erwärmen kann gezeigt werden, daß das Lösungsvermögen von Wasser für Gase mit steigender Temperatur abnimmt (vgl. Gefahren durch Erwärmung von Flüssen durch Kühlwasser aus Kraftwerken: Abnahme des Sauerstoffgehaltes).



8 Keine Haushaltsglasgeräte verwenden, Implosionsgefahr. Statt dessen: Glas-(Schliff-)Kolben aus der Chemiensammlung.

9 Ähnliches kann mit Wasser versucht werden, das mit einem Lösungsmittel belastet ist.

Dichte-Anomalie ermöglicht Leben

Wasser erreicht bei 4 Grad Celsius seine größte Dichte (im Unterschied zu nahezu allen anderen Flüssigkeiten, die entweder direkt beim Schmelzpunkt bzw. Erstarrungspunkt ihr Dichtemaximum haben oder im festen Zustand).¹⁰

Wegen der Beziehung "Dichte = Gewicht pro Volumen" ist Wasser mit 4 Grad sowohl schwerer als Wasser von anderer Temperatur als auch schwerer als Eis. Daher befindet sich auf dem Grund eines Gewässers - solange es nicht bis zum Boden hin durchgefroren ist - im Winter wie im Sommer - solange nicht alles Wasser stärker erwärmt ist - eine Wasserschicht mit einer Temperatur von vier Grad Celsius. Damit ist auch im Winter ein Lebensraum für Tiere im Wasser gegeben.

Versuch 1

In ein Glas, das zu zwei Dritteln mit Wasser gefüllt ist, wird ein Drittel festes Eis (aus dem Gefrierfach des Kühlschranks) gegeben. Man kontrolliert die Temperatur mit zwei Thermometern einmal direkt unterhalb des schwimmenden Eises (!) und einmal über dem Boden des Glases. Verzichtet man auf Rühren, so kann man erkennen, wie abgekühltes Wasser in Schlieren zum Boden sinkt (Ausgangstemperatur ca. 10 Grad).

Versuch 2

Man stellt ein zu zwei Dritteln gefülltes Glas mit Wasser in ein größeres Gefäß, in dem sich eine Eis-Kochsalz-Mischung befindet (damit erreicht man Temperaturen unter Null) und kontrolliert wiederum die Temperatur oben und unten im Glas. Es ist zu beobachten, daß sich nach einer Weile oben eine Eisschicht bildet bzw. alles Eis nach oben steigt. Die Temperatur am Boden bleibt bis zuletzt (nachdem man die Kältemischung gegebenenfalls erneuert hat) bei vier Grad.

¹⁰ Daß Eis, also festes Wasser mehr Volumen einnimmt als Wasser, kann man anschaulich demonstrieren, indem man eine Flasche bis zum Rand mit Wasser füllt, verschließt und das Wasser gefrieren läßt. Wegen der Splittergefahr sollte dies möglichst im Freien - d.h. im Winter ausprobiert werden. Für einen Versuch im Gefrierschrank sollte man die Flasche in einen Plastiksack stecken und alle möglicherweise gefährdeten Gegenstände daraus entfernen.

Die Aussage bzgl. des Dichtemaximums gilt auch für fast alle Stoffe, die bei Zimmertemperatur fest sind.

Wasser löst und transportiert Nährstoffe

Vorversuch 1

Eine Reihe von Gläsern wird zu 2/3 mit Wasser gefüllt. In die Gläser wird vorsichtig je ein kompaktes Stück

- Kandiszucker
- Salz (z. B. grobes Siedesalz)
- Kupfersulfat
- o. ä.

gegeben. Man beobachte den langsamen Lösungsvorgang.

Vorversuch 2

Der bekannte Versuch "Kristalle züchten" wird umfunktioniert: Es wird eine gesättigte Lösung von Alaun (Kalium-Aluminium-Sulfat) in Wasser hergestellt und ein Faden zur Kristallbildung hineingehängt. Das Glas wird an einem warmen ruhigen Ort aufgestellt und täglich beobachtet.

Man sieht, daß sich der feinkristalline Bodensatz allmählich auflöst und gleichzeitig ein oder mehrere große Kristalle am Faden wachsen:

Wasser transportiert Stoffe im gelösten Zustand.

Vorversuch 3

In eine Petrischale (oder ein anderes flaches Gefäß) wird 1 cm hoch Wasser eingefüllt. An den gegenüberliegenden Rändern der Flüssigkeit werden Chemikalien in fester Form vorsichtig ins Wasser gegeben und beobachtet (10 Minuten).

Als Chemikalien, die in der Mitte der Flüssigkeit miteinander reagieren, kommen z. B. in Frage:

- Kochsalz und (festes) Silbernitrat (ergibt Silberchlorid)
- ein Eisen (III)-Salz, z. B. $KFe(SO_4)_2$, und Ammoniumthiocyanat (ergibt einen roten Eisen-Thiocyanat-Komplex)
- rotes Blutlaugensalz und Eisen(II)-Salz oder
- gelbes Blutlaugensalz und Eisen(III)-Salz (ergibt in beiden Fällen "Berliner Blau")
- Mangan(II)-, Blei- oder Nickel-Salz und Natriumsulfid (ergibt die jeweiligen Sulfide: braun, schwarz, rosa)
- o. ä.

Benutzt man eine Petrischale, so können diese Versuche auch auf einem Overheadprojektor durchgeführt werden; die Reaktionszonen bilden sich langsam aus, es entstehen hübsche Figuren.

Auszuwerten in Richtung "Lösung und Diffusion" - Wasser ist das allgegenwärtige Transportmittel in allen Lebensformen (Blut, Pflanzensäfte).

Wasser - als Lösungsmittel gut geeignet**- ab Klasse 7**

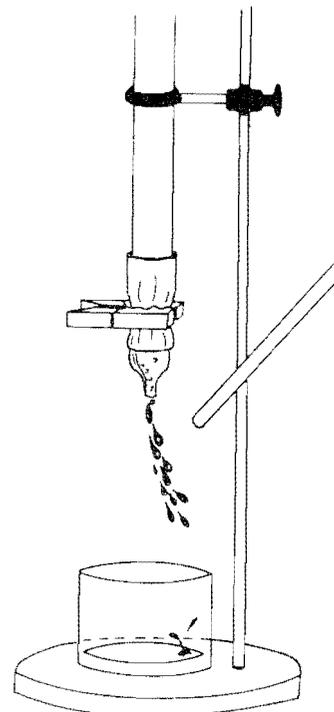
Das gute Lösungsvermögen von Wasser hängt mit seinen Dipol-Eigenschaften zusammen. Diese können z. B. in folgendem Versuch gezeigt werden:

Man füllt ein Gefäß, das unten einen engen Auslauf besitzt, mit Wasser.¹¹ Man läßt das Wasser in dünnem Strahl auslaufen (Auffanggefäß unterstellen). In die Nähe des Wasserstrahls bringt man einen Hartgummistab (aus der Physiksammlung), den man mit einem Katzenfell oder einem Wolltuch gerieben hat:

Beobachtung: Der Strahl wird aus dem senkrechten Fall abgelenkt.

Erklärung: Der Stab wird durch das Reiben elektrostatisch aufgeladen, das elektrische Feld tritt in Wechselwirkung mit den Dipolen des Wasser und richtet sie teilweise aus.

Es werden elektrische Anziehungskräfte wirksam, die die Ablenkung verursachen.



Wegen dieser Dipoleigenschaften ist Wasser ein hervorragendes Lösungsmittel für alle Stoffe, die entweder selbst Dipoleigenschaften besitzen oder sich im Wasser als Ionen lösen (z. B. Salz) oder auch für Stoffe, die polare Molekülstrukturen besitzen (z. B. Zucker).

Die Lösung von Salzen (z. B. Kochsalz) in Wasser bei gleichzeitiger Ionenbildung kann gut gezeigt werden, indem man die elektrische Leitfähigkeit einer Salzlösung demonstriert.

Daß andere Flüssigkeiten schwächere Dipoleigenschaften besitzen, zeigt der Vergleichsversuch mit höheren Alkoholen (z. B. Butanol) oder dünnflüssigen Paraffinen.



¹¹ Dazu eignen sich z. B. Büretten aus der Chemiesammlung, die man sonst zum Titrieren bei quantitativen Analysen benutzt. Die abgebildete Apparatur zum Selbstbau besteht aus einem Glasrohr, einem Stück Gummischlauch mit Quetschhahn und einem engeren Glasrohr mit ausgezogener Spitze. Der Quetschhahn kann leicht ersetzt werden durch eine kräftige Wäscheklammer. Das lange Glasrohr wird an einem Stativ mit Klemme und Muffe befestigt oder mit Rohrschellen (vorsichtig) an einem senkrechten Brett festgeschraubt.

III. Transportkräfte

Kapillarkräfte

Eine wichtige Kraft für den Transport von Wasser (incl. gelösten Substanzen) sind die Kapillarkräfte.

Vorbetrachtung: Man beobachte die Oberfläche von Wasser in einem engen Gefäß (z. B. Reagenzglas oder Flaschenhals). Man sieht, daß das Wasser am Gefäßrand einer Wölbung nach oben folgt.

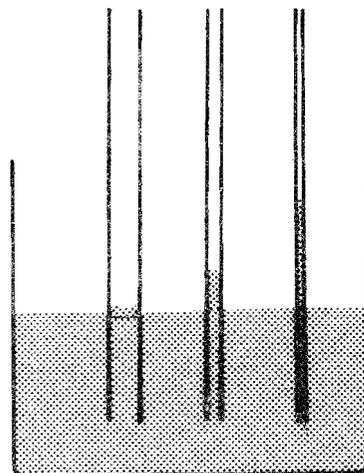
Dies ist Folge der Adhäsion¹², einer Art Anziehungskraft zwischen den Wasserteilchen und der Oberfläche des Glases. Diese Kräfte treten immer dann auf, wenn die Oberflächen der "Gefäße" ebenfalls Dipol- oder polare Eigenschaften besitzen. Die Kraft gewinnt gegenüber der Erdanziehungskraft umso mehr Gewicht, je enger die Gefäße sind.

Versuch: In ein Glas mit Wasser, das durch einen Farbstoff leicht angefärbt ist (zur besseren Beobachtbarkeit) stellt man Glasrohre mit unterschiedlichem Durchmesser. Man beobachtet, daß die (gefärbte) Wassersäule um so höher steigt, je enger das Rohr ist.

Zum Anfärben eignet sich jeder lösliche Farbstoff, aber auch flüssige Indikatoren aus der Chemiesammlung, weiter auch Kaliumpermanganat.

Sind keine unterschiedlichen Glasrohre zur Hand, kann man mit ein wenig Geschick selbst welche ziehen, indem man ein stärkeres Glasrohr in der Flamme des Bunsenbrenners (oder Campinggasbrenners) erweicht und vorsichtig auszieht. Vorsicht: Brandblasen!

Diese Kapillarkräfte wirken in gleicher Weise in Pflanzen, z. B. in den feinen "Steigleitungen" der äußeren Schichten von Baumstämmen. Da oben in den Blättern stets Wasser verdunstet, wird Wasser aus dem Grund immer wieder "nachgepumpt".



12 Auch andere Flüssigkeiten "ziehen an der Glaswand hoch". Daß man bei Alkohol die bei Wasser beobachtbare Wölbung weniger gut beobachten kann, hängt mit einer der Adhäsion entgegengerichteten Kraft zusammen, der Kohäsion. Diese ist ein Ausdruck dafür, wie stark die Wechselwirkung zwischen den Flüssigkeitsteilchen ist. Bei Wasser ist die Kohäsion sehr groß (hohe Oberflächenspannung; siehe dort), daher die Wölbung, bei Alkohol ist die Kohäsion kleiner, daher ein kaum sichtbarer, dünner Flüssigkeitsfilm.

Osmotische Kräfte

In den Zellen von Lebewesen spielen osmotische Kräfte die wichtigste Rolle für den Wasserhaushalt (und für vieles andere, z. B. für die Steuerung der Impulsübertragung bei Nervenleitern).

Zur Demonstration des Osmose gibt es nahezu beliebig viele Versuche. So kann man ein rohes Ei in verdünnter Salzsäure von seiner Schale befreien und anschließend entweder in destilliertes Wasser oder Salzwasser einlegen; im Salzwasser schrumpft es, weil die Lösung außen konzentrierter (an Salz) ist als im Innern des Eis; im destillierten Wasser bläht es sich auf - bis zum Zerplatzen -, weil die Innenkonzentration an Salzen höher ist als außen.¹³

In jedem Fall beruhen die osmotischen Kräfte auf einer Tendenz zum Ausgleich der Konzentrationen.

Weil oben bereits häufig Versuche mit Salzen vorgeschlagen worden sind, soll auch im folgenden ein Experiment mit "toten" anorganischen Stoffen beschrieben werden:

Der Chemische Garten

Ein Einmachglas oder ein anderes hohes Gefäß wird mit verdünntem Wasserglas gefüllt. Wenn die Flüssigkeit zur Ruhe gekommen ist, werden vorsichtig Kristalle verschiedener Metallsalze hineingefallen gelassen.

Nach kurzer Zeit beginnt eine Art von Wachstum: An den Kristallen bilden sich kleine Blasen, die bald aufplatzen und durch erneute Blasenbildung weiter nach oben "wachsen". Nach einiger Zeit ist ein bunter Wald entstanden, der sich einige Tage - ohne Erschütterung - hält.

Erläuterung:

Die Verhältnisse sind im Detail etwas kompliziert. Unter dem Gesichtspunkt von Osmose gilt folgende Beschreibung der Vorgänge:

Zwischen den vom Wasser im Wasserglas etwas aufgelösten Metallsalzen und den Silikatbestandteilen bilden sich sofort unlösliche Verbindungen, die den Kristall wie eine Hülle oder Häutchen umgeben. Diese Hülle ist zwar unlöslich, aber durchlässig für Wasser.

Da nun zwischen Kristall und Häutchen weiter Salze gelöst werden, ist die Konzentration in diesem Zwischenraum sehr groß. Daher diffundiert Wasser von außen hinein - die Hülle wird gesprengt, schließt sich an der Öffnung wegen der sofortigen Reaktion Metallion/Silikat augenblicklich wieder usw. usw.

Gelegentlich haften den Kristallen kleine Luftbläschen an, was zu einem beschleunigten Wachstum der Kristall-Bäume führt (die Hülle muß nicht jedesmal wieder gesprengt werden); die Luftbläschen bilden dann den Abschluß der entstehenden Röhre gegen die umgebende Wasserglaslösung.

¹³ Aus dem gleichen Grund platzen Kirschen oder Pflaumen bei anhaltendem Regenwetter auf; das Einlegen von Lebensmitteln in Salzlösungen bewirkt demgegenüber eine Art Konservierung, an der auch der Wasserentzug durch Osmose beteiligt ist.

Praktisches zum Chemischen Garten:

Als Metallsalze haben sich bewährt:

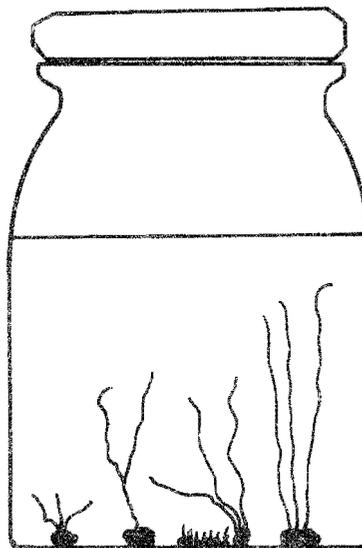
- Kupfer(II)sulfat
- Nickel(II)nitrat
- Kobalt(II)nitrat
- Eisen(II)sulfat und -chlorid
- Mangan(II)chlorid
- Calciumnitrat
- Magnesiumchlorid
- Aluminiumsulfat u. a.

Das in der Drogerie käufliche Wasserglas verdünnt man mit der gleichen bis doppelten Menge destilliertem Wasser (Ausprobieren, da die Konzentrationen der käuflichen Wasserglaschargen nicht konstant sind).

Hinweis:

Mit dem Verständnis der osmotischen Kräfte, die in der Natur zu einem großen Teil über die Konzentration an Kochsalz (NaCl) oder Kaliumchlorid geregelt werden, lernen die Schüler/innen auch einen Teil der schädigenden Effekte der Salzstreuung im Winter kennen: Wenn die Bodenlösung viel Salz enthält, wird das Konzentrationsgefälle zwischen Pflanzensäften und Bodenlösung kleiner, damit wird auch der osmotische Druck geringer - im Grenzfall "verdursten" die Pflanzen.

Gleiches gilt auch für die Gefährlichkeit von Salz-(Meer-)Wasser für den menschlichen Organismus: Blut bzw. die als Ersatz infundierte "physiologische Kochsalzlösung" enthalten etwa 0,8 % Salz, Meerwasser je nach Herkunft 2 bis 5 %. Aufgenommenes Salzwasser entzieht daher den Zellen qua Osmose Wasser, es kommt zum innerlichen Austrocknen bis zum Tod.



Einmachglas
mit Deckel

Oberflächenspannung und Tenside

Wasser besitzt eine hohe Oberflächenspannung.¹⁴ Diese kann man mit dem bekannten Versuch "Rasierklinge auf dem Wasser" zeigen:

Dazu wird eine Schüssel mit Wasser gefüllt und eine Rasierklinge (manchen Leuten gelingt dies auch mit einer Nähnadel) vorsichtig auf die Wasseroberfläche gelegt. Die Klinge geht nicht unter; am Rand lassen sich Wölbungen der Wasseroberfläche beobachten.

Gibt man zu dieser labilen Anordnung einige Tropfen Spülmittel oder Seifenlauge ins Wasser, so sinkt die Klinge nach einiger Zeit unter: Die Tenside (Seifenteilchen oder andere synthetische) lagern sich bevorzugt längs der Oberfläche an, vermindern dadurch die Oberflächenspannung. Ein ähnlicher Versuch gelingt mit Schwefelpulver oder Ruß.

Tenside fördern die Waschkraft des Wassers

Daß dies tatsächlich mit der Oberflächenspannung zu tun hat, zeigt ein Benetzungsversuch im Vergleich:

- Auf einen Objektträger (oder eine andere Glasplatte) wird ein Wassertropfen gebracht.
- Auf einen anderen Objektträger wird flüssiges Paraffin (auch: Kerzenwachs) glatt verteilt. Man läßt es erstarren, dann wird ebenfalls ein Tropfen Wasser aufgebracht.

Man beobachtet die unterschiedlichen Formen der Tropfen.

- Danach werden auf beide Oberflächen je ein Tropfen Wasser aufgebracht, der mit etwas Spülmittel versetzt ist.

Man beobachtet eine wesentlich verbesserte Benetzung.

In ähnlicher Weise kann Wasser mit Tensidzusatz ölige, fettige Schmutzteilchen benetzen, umhüllen und schließlich wegspülen.

Ökologische Konsequenzen:

In der Natur spielen Oberflächenkräfte im Zusammenhang mit Wasser eine wichtige Rolle. Wasserläufer bewegen sich dank der Oberflächenspannung auf dem Wasser, Wasservögel umschließen mit ihren gefetteten Federn ein bedeutsames Luftvolumen, das sie schwimmen läßt, alle Wasserpflanzen und auch die Wassertiere besitzen Regelungsmechanismen, die auf der Basis Wasser/Oberflächenspannung/fette Oberfläche funktionieren. So hilfreich nun Tenside für das Waschen beim Menschen sind, so schädlich sind sie für die Umwelt (auch ohne Phosphatzusätze): Eine frische Entenfeder wird auf eine Wasseroberfläche gelegt, sie schwimmt. Wäscht man die Feder mit Spülmittellösung, so geht sie beim erneuten Versuch unter.

14 Siehe auch die Versuche zu Transportkräften/Kapillarwirkung.

Technischer Wassertransport

Für die Wasserversorgung mit Trinkwasser spielt das Prinzip der kommunizierenden Röhren eine wichtige Rolle. Dies wird - z. B. bei Besichtigungen - daran deutlich, daß sich Wasserreservoirs möglichst an einem hohen Geländepunkt - über der Gemeinde - in Hochbehältern oder, besonders im Flachland, in Wassertürmen befinden (vgl. die Wassertürme in Bahnhöfen zur Wasserversorgung von Dampflokomotiven oder im "Wilden Westen").

Versuch:

Ein Kanister¹⁵, möglichst mit Auslauf am unteren Ende, wird mit Wasser gefüllt und an einem erhöhten Ort aufgestellt. Der Auslauf wird mit einem längeren Schlauch verbunden. Eine Auffangwanne wird bereitgestellt.

Ein Schüler nimmt das Ende des Schlauches und hält ihn zunächst über Gefäßhöhe, dann wird der Hahn geöffnet, worauf sich der Schlauch weitgehend mit Wasser füllt. Ein zweiter Schüler hält jeweils die Auffangwanne unter.

Ändert man dann die Höhe des Schlauchendes, so fließt Wasser aus, sobald das Niveau des Wasserspiegels im Kanister unterschritten wird. Bei langem Schlauch kann gezeigt werden, daß der Abstand vom Kanister dabei keine Rolle spielt.

Hält man das Schlauchende mit einem Finger zu, so spürt man den (hydrostatischen) Druck des Wassers umso mehr, je größer die Höhendifferenz ist.

Sehr lustig im Freien durchzuführen, wobei sich bei waagrechter Haltung des Schlauchendes auch unterschiedliche Weiten mit dem Wasserstrahl erzielen lassen, wiederum abhängig von den Höhendifferenzen.

Erläuterung:

Wasser steht in verbundenen offenen Gefäßen immer gleich hoch¹⁶, da der Luftdruck überall in gleicher Weise auf die Wasseroberfläche wirkt. Den Einfluß des Luftdrucks kann man leicht demonstrieren, indem man das offene Ende mit einem Finger fest verschließt und "über Niveau" hebt: die Wassersäule läuft nicht zurück, erst dann, wenn man das Ende wieder öffnet.

Der (hydrostatische) Druck in den Leitungen hängt, wie gesehen, von der Höhendifferenz ab. Will man einen Druck bei höchstgelegenen Endverbraucher von 1 bar, so muß das Wasserreservoir 10 m darüber liegen (ohne Berücksichtigung der Strömungswiderstände).

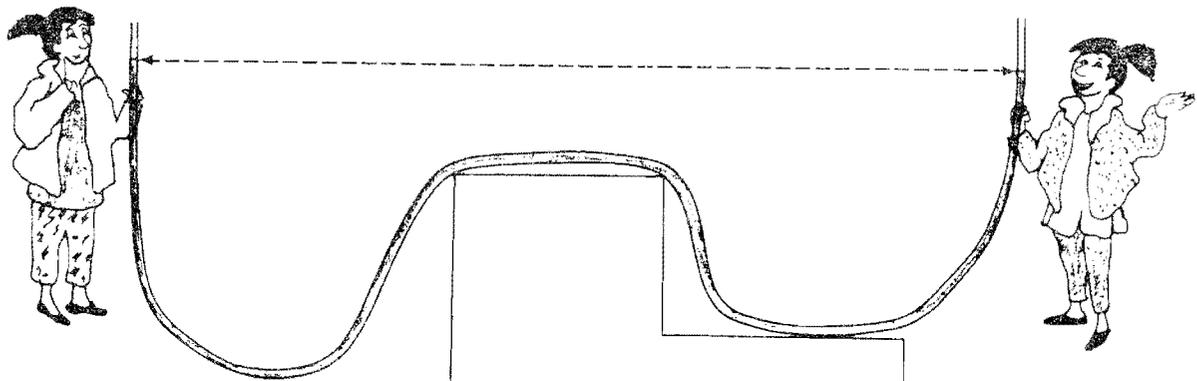
15 Z. B. ein Camping-Wasserkanister.

16 Solange Kapillarkräfte keine Rolle spielen, siehe oben.

Schlauchwaage - eine praktische Anwendung

des Prinzips der kommunizierenden Röhren ist die Schlauchwaage (Wasserwaage) der Bauarbeiter und Architekten:

Sie verwenden einen langen (möglichst durchsichtigen PE-) Schlauch, der blasenfrei mit Wasser gefüllt wird, an den Enden sollten jeweils 20 cm wasserfrei bleiben. Damit kann man an weit voneinander entfernten Stellen Höhenmarkierungen herstellen, die alle auf gleichem Niveau liegen. Dazu wird ein Schlauchende (A) an einer frei gewählten Stelle auf eine bestimmte Höhe gebracht, das andere (B) an einen anderen gewünschten Platz und dort solange auf- oder abbewegt, bis der Wasserstand bei (A) an der gewählten Höhenmarkierung zur Ruhe kommt. Anwendungen bei: Nivellierung von Fundamenten, Messung einer nachträglichen Senkung, Planierung von Flächen usw.



Schlauchwaage

Sinne lassen sich täuschen

Geschmack spielt beim Grundlebensmittel Wasser eine wichtige Rolle. Besonders in Ballungszentren, die ihr Wasser aus Uferfiltraten oder oberflächennahen Brunnen erhalten, gibt es oft Klagen über einen unangenehmen Beigeschmack oder fehlenden Geschmack.

Zur Veranschaulichung von unterschiedlichem Geschmack läßt man die SchülerInnen verschiedene Wasserproben schmecken. Um die Hygiene zu gewährleisten, sollten die Testgläser jedesmal neu gefüllt werden. Dazu müssen im Falle des Temperatur-Effektes die Vorratsflaschen entsprechend temperiert werden.

Es bieten sich folgende Vergleiche an:

- Leitungswasser verschiedener Herkunft (mitbringen lassen)
- Leitungswasser und destilliertes Wasser
- Mineralwasser mit viel und wenig Kohlensäure, einmal kühl, einmal lauwarm, einmal nach offenem Stehenlassen und Entgasen
- gleiche Wasserproben in verschiedenen Gefäßen Plastikbecher, Trinkglas, Tasse (dünnwandig/Porzellan, dickwandig, Keramik), Schale
- gleiche Wasserproben mit unterschiedlicher Temperatur

Kommentar

Es zeigt sich, daß bestimmte Qualitäten gut erkannt werden können. Allerdings wird das lauwarmer Wasser in der Regel als "schlecht", das gekühlte als "gut" bewertet.

Dies kann problematisiert werden in dem Sinn, daß insbesondere bestimmte chemische Belastungen ebensowenig geschmeckt werden können, wie ein sicheres Urteil beim Temperatureffekt gefällt werden kann.

Die geschmacklich bessere Bewertung von normalem Trinkwasser gegenüber destilliertem Wasser eröffnet den Aspekt auf die Wassergüte:

Es kann sich bei den Qualitätsanforderungen nicht um ein chemisch reines Wasser handeln, sondern um ein natürliches, unbelastetes, wohlschmeckendes (gleichwohl zusatzfreies), wie es auch im Trinkwassergesetz gefordert wird. Aufbereitetes Wasser aus Uferfiltrat o. ä. kann diesen Anforderungen beispielsweise nicht gerecht werden.

IV. Untersuchungen zur Wasserbelastung

Die folgenden Versuche, Untersuchungen und Überlegungen sind nur in der jeweils einfachsten Version für die Klasse 5 geeignet. Sie sollten - wie alle anderen experimentellen Vorschläge - in einem geeigneten (lokalen) Problemkontext eingebettet werden.

Belastungen im Regenwasser

Staub:

Regenwasser wird in einer sauberen (möglichst weißen) Plastikwanne aufgefangen. Die Wanne wird in einen ruhigen Raum gestellt und das Wasser verdunsten lassen. Am Boden bleibt ein mehr oder weniger gut sichtbarer Belag von dunklen Staubteilchen zurück.

Kommentar

Zwar stellt Staub keine Gefahr für das (Grund-)Wasser dar, er kann aber als ein Indikator für die Belastung der Luft mit Schadstoffen dienen, die entweder mit dem Regen ausgewaschen werden oder trocken zur Erde kommen.

Mit dem Staub kommen auch feinverteilte Schwermetallverbindungen zum Boden, z. B. Blei aus Autoabgasen, Cadmium aus Verbrennungsanlagen und auch Dioxine (aus Müllverbrennungsanlagen). Schwermetalle und Dioxine belasten zunächst die Bodenoberfläche und damit Pflanzen, Tiere und Menschen, die sich darauf bewegen; mit der Zeit - und mit dem Regenwasser/Sickerwasser - dringen sie in tiefere Erdschichten ein und gelangen ins Grundwasser.

Schwefeldioxid:

Regenwasser wird in einer großen Plastikwanne aufgefangen (oder Schnee wird eingesammelt und geschmolzen). Etwa ein Liter Regenwasser wird in ein sauberes Becherglas oder anderes Gefäß gegeben, es werden 10 Milliliter Wasserstoffperoxid zugefügt, und das Wasser so lange erhitzt, bis nur noch ein Zehntel der Ausgangsmenge vorhanden ist. (Zeitdauer etwa eine Stunde).

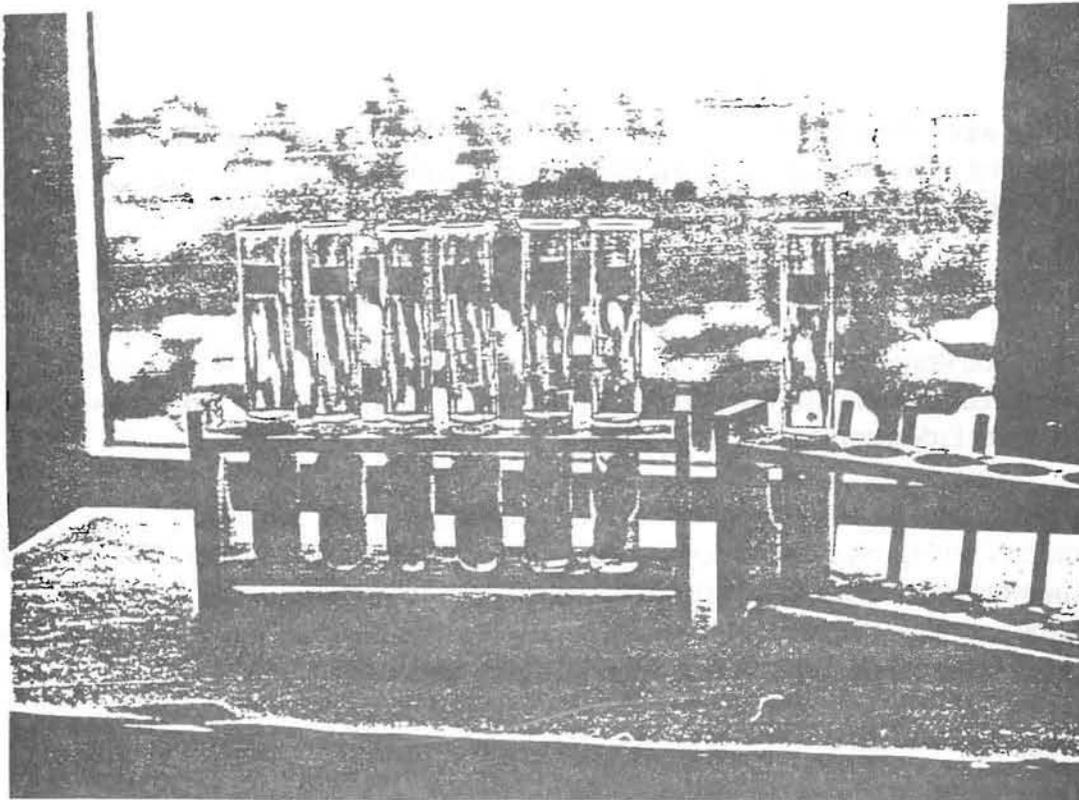
Von dem Konzentrat wird soviel in ein Reagenzglas gefüllt, daß es zu einem Drittel gefüllt ist.

Es wird mit einigen Tropfen Salzsäure angesäuert und dann 1 Milliliter Bariumchlorid-Lösung zugegeben. Ein Niederschlag (von Bariumsulfat) zeigt an, daß in der Probe Sulfat enthalten ist - und daß in der Luft Schwefeldioxid bzw. dessen Folgeprodukte vorhanden waren.

In Belastungsgebieten bzw. bei Inversionswetterlagen kann der Niederschlag auch ohne vorherige Aufkonzentration mit Bariumchlorid/Salzsäure geprüft werden.

Erweiterung: Halbquantitative Untersuchung

Mit Hilfe einer Reihe von Vergleichslösungen mit einem bestimmten Sulfatgehalt (z. B. Natriumsulfat: 1000/500/250/100/75/50/25/20/10 mg/l Sulfat) kann durch Vergleich der Niederschlagsbildung bzw. Trübung der Gehalt des Regenwassers ziemlich genau bestimmt werden. Bei hoher Belastung gelingt dies ohne Konzentration der Regenwasserprobe, bei geringeren Belastungen nach einer Konzentration von 10 : 1 (s. o.).



Kommentar

Schwefeldioxid aus Kraftwerken, Industrie und Hausheizung wird durch Regen oder Schnee aus der Luft ausgewaschen. Dabei bildet sich im Endeffekt Schwefelsäure. Nicht umgesetztes Schwefeldioxid wird durch Wasserstoffperoxid oxidiert und in Säure umgewandelt.

Schwefelsäure bzw. Sulfate als solche stellen keine direkte Gefahr für Grund- und Trinkwasser dar. Durch die Schädigung der Vegetation - Waldsterben - und der Bodenzusammensetzung - Verbrauch des Kalkpuffers, Freisetzung von Aluminium und Schwermetallen - ergeben sich jedoch langfristig erhebliche Probleme: Mangels Vegetation vermindert sich die Speicherkapazität der Böden, es kommt zur Auswaschung von Huminsäuren durch saure Niederschläge, Aluminiumionen und Schwermetalle gelangen ins Trinkwasser.

Nitrate im Regen-, Grund- und Trinkwasser und in der Luft

Zur Untersuchung auf Nitrate eignen sich die käuflichen Testsets, entweder Teststäbchen oder Sets, die den Nitratgehalt durch Färbung einer flüssigen Probe anzeigen.

Zur Untersuchung einer Wasserprobe wird das Teststäbchen kurz in die Flüssigkeit eingetaucht und die Farbänderung der Farbfelder mit einer Vergleichsskala verglichen. Aufschlußreich sind insbesondere Vergleich von Wasserproben unterschiedlicher Herkunft. Die inzwischen umgesetzte EG-Trinkwasserrichtlinie legt die Obergrenze bei 50 mg Nitrat pro Liter fest, für die Säuglingsernährung darf die Belastung jedoch 10 mg nicht überschreiten.

Die Teststäbchen eignen sich auch für die Stickoxiduntersuchung in der Luft - allerdings nur bei deutlicher Belastung z. B. durch Autoverkehr in Städten; dazu wird ein Stäbchen mit destilliertem Wasser angefeuchtet und nach Vorschrift des Hersteller: einige Minuten der Luft ausgesetzt.

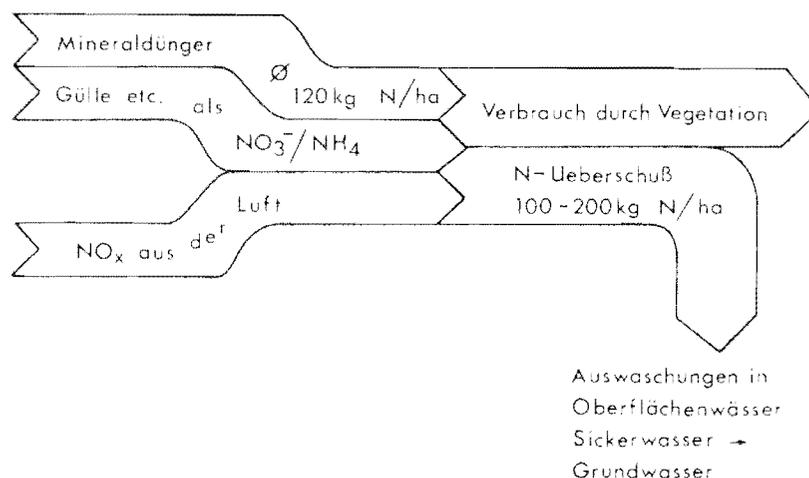
Kommentar

Die Belastung des Grund- und Trinkwassers hat besorgniserregende Ausmaße angenommen: viele kleinere Brunnen und Wasserwerke besonders in ländlichen Bereichen mußten inzwischen geschlossen werden. Die Quellen der Belastung sind vielfältig: Zu der Emission von Stickoxiden aus dem Verkehrsbereich und aus Feuerungsanlagen kommen Nitrat Auswaschungen aus der Landwirtschaft. Zu hohe Düngergaben dringen ins Grundwasser bzw. werden in die Oberflächen-gewässer gespült; immense Mengen Gülle aus der Massentierhaltung können längst nicht mehr folgenlos "entsorgt" werden. Die Spezialisierung der Landwirtschaft - hier Monokultur mit hohem Dünger- und Pestizidaufwand, dort industrielle Tiermast mit einem nicht mehr als Dünger zu verwertenden Gülleausstoß - ist eine der Hauptursachen der Nitratkatastrophe.

Die Gefährlichkeit der Nitratbelastung ergibt sich für den Menschen aus der Nitrosaminbildung im Körper (Reaktion mit Nahrungsbestandteilen), für Kleinstkinder durch die sog. Blausucht, eine innere Erstickung durch Verdrängung des Sauerstoffs aus dem roten Blutfarbstoff.

Stickstoffbilanz BRD¹⁷

(bezogen auf landwirtschaftliche Nutzfläche; Angaben in kg N/ha)



17 Nach: Umweltbundesamt (Hrsg.): Daten zur Umwelt 89/90. Berlin 1989

Tri, Per und andere

Organische Lösungsmittel, chlorfrei wie chlorierte oder fluorierte, lassen sich zwar nicht mit Wasser mischen, sie lösen sich jedoch in merklichen Mengen im Wasser. Daher können Lösungsmittel (aus illegalen Deponien, Fabrikationsanlagen, Reinigungen ...) nachhaltig das Grundwasser verseuchen.

Eine Glasflasche wird zu zwei Dritteln mit Wasser gefüllt, dann werden etwa 10 Milliliter eines Lösungsmittels dazugegeben, die Glasflasche verschlossen und einmal geschüttelt. Danach wird kurz durch Öffnen des Verschlusses gelüftet (leichter Überdruck) und nach dem erneuten Verschließen noch mehrfach geschüttelt.

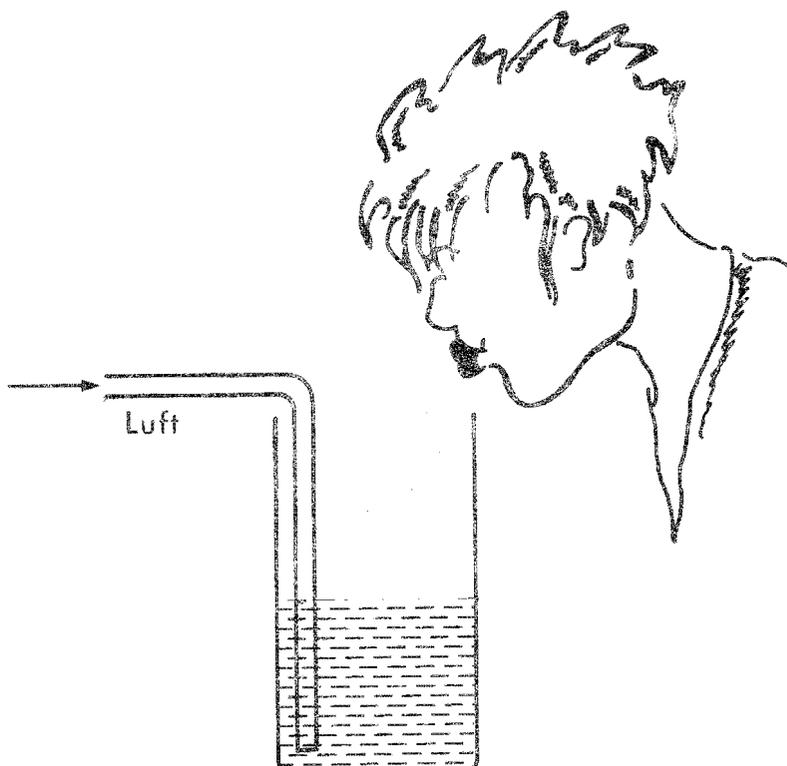
Läßt man die Flasche einige Minuten stehen, so sammelt sich die Hauptmenge des Lösungsmittels als sichtbare Schicht über dem Wasser.

Um das Lösungsmittel vom Wasser abzutrennen benutzt man entweder einen Scheidetrichter oder - einfacher - füllt die Flasche bis zum Rand mit zusätzlichem Wasser, das man über einen Schlauch und mittels eines Glasrohres (oder eines Strohhalmes) unten in das Gefäß einleitet. Das Lösungsmittel läuft dann über den Rand und kann mit dem ersten nachfließenden Wasser in einer Wanne, einem Eimer o. ä. aufgefangen werden.

Danach gießt man etwas Wasser aus, schüttelt kräftig und gießt in ein offenes Gefäß um. Den Gehalt an Lösungsmittel erkennt man am Geruch.

Um zu zeigen, daß es sich um eine relativ deutliche Verschmutzung handelt, kann man weiter Luft durch die Flüssigkeit blasen (z. B. mittels Blasebalg, Schlauch und Glasrohr): Der Geruch in der austretenden Luft nach Passage der Flüssigkeit verschwindet erst nach sehr langer Zeit.

Vorschlag zur Reinigung: Der Flüssigkeit wird Aktivkohle zugesetzt und alles geschüttelt. Je nach Substanz und Konzentration wird ein Teil des Lösungsmittels durch die Aktivkohle gebunden.



Haifische im Bodensee

Von verschiedenen Seiten wird das Problem der Gewässer-, Grund- und Trinkwasserverschmutzung vor dem Hintergrund bestimmter politischer und/oder ökonomischer Interessen heruntergespielt. Dazu gehören Vergleiche wie

"0,1 Mikrogramm Pestizide ist soviel wie ein Stück Würfelzucker im Bodensee"

Diese Aussage ist in zweifacher Weise falsch bzw. irreführend.

Rechnung I:

Der Bodensee hat einen Wasserinhalt von

50 Milliarden Kubikmetern

Wegen 1 Kubikmeter = 1000 Liter (läßt sich leicht an einem Würfelmodell darstellen), sind dies

50.000 Milliarden Liter bzw.

$50 \cdot 10^{12}$ Liter.

Ein (maximal zulässiger aber oft überschrittener) Gehalt von 0,1 Mikrogramm pro Liter bedeutet folgendes:

$0,1 \mu\text{g} = 1 \cdot 10^{-4}$ mg (Milligramm) oder

$0,1 \mu\text{g} = 1 \cdot 10^{-7}$ g (Gramm)

Daher enthält der Bodensee bei der Grenzkonzentration von 0,1 $\mu\text{g/l}$ auf die Gesamtwassermenge gerechnet:

$50 \cdot 10^{12} \cdot 1 \cdot 10^{-7}$ g Pestizid oder

$50 \cdot 10^{(12-7)}$ g = $50 \cdot 10^5$ g oder

$50 \cdot 10^2$ kg oder

5 t

in Worten: fünf Tonnen Pestizid

Im Vergleich dazu wiegt ein Zuckerstückchen etwa drei Gramm. Soll damit Wasser entsprechend hoch belastet werden, so darf man dazu zum Auflösen keineswegs die Wassermenge des Bodensees benutzen, sondern nur

$3 \cdot 10^7$ Liter bzw. 30.000 Kubikmeter.

Das ist etwa der Wassergehalt von 10 großen Schwimmbecken mit den Abmessungen 20 x 50 Meter und drei Metern Tiefe!

Rechnung II

Das Zuckerstückmodell arbeitet - ob zahlenmäßig korrekt oder völlig falsch, wie im Beispielsatz - mit der unzulässigen Vorstellung bzw. Annahme, das bei hinreichender Verdünnung alle Gifteigenschaften eines Stoffes verschwinden. Wie man inzwischen weiß, gilt dies zwar für Stoffe, die in geringen Mengen lebensnotwendig sind (z. B. Kochsalz oder viele Spurenelemente), nicht aber für die meisten Stoffe, die synthetisch erzeugt sind und in der Natur weder vorkommen noch ge

braucht werden (dazu gehören praktisch alle Substanzen aus der Gruppe der chlorierten oder anders halogenierten Kohlenwasserstoffe und künstliche radioaktive Isotope). Für letztere Gruppe gilt:

- Es gibt keine Schwellenwerte für mögliche Schädigungen.
- Je geringer die Konzentration, desto geringer wird nur das statistische Gefährdungspotential.

Meist kommen dazu noch Effekte wie die Anreicherung in Nahrungsketten, wie vom DDT und seinen Verwandten bekannt, die wiederum zur Erhöhung des statistischen Gefährdungspotentials beitragen (vgl. die Befunde zur Belastung der Muttermilch und die Tatsache, daß Säuglinge deswegen so hoch belastet werden, weil für die Milchproduktion im Körper der Mutter auf die vorhandenen Fettreserven zurückgegriffen wird und damit wesentlich höhere Schadstoffwerte ausgeschüttet werden, als es der Gesamtbelastung der Mutter entspricht, bis zu einem Faktor von 10:1).

Will man dieses statistische Gefährdungspotential veranschaulichen, so muß man zu gänzlich anderen Mitteln greifen als zur reinen Konzentrationsbetrachtung.

- Es handelt sich dabei stets um Einzelereignisse, die entweder eintreten oder nicht eintreten: Krebs bricht im Körper aus oder nicht. Allerdings steht die Zahl der Erkrankungen - wie leicht einzusehen ist - im Zusammenhang mit der Möglichkeit der Schädigung: So erkranken Chemiarbeiter, die mit Chromaten arbeiten, durchschnittlich 10 bis 100 mal häufiger an bestimmten Krebsarten als andere Personen der Bevölkerung.
- Ein Beispiel: Täglich fallen Ziegel von Dächern. Die Wahrscheinlichkeit, von einem getroffen zu werden, ist sehr gering. Pro Jahr sterben in der Bundesrepublik wahrscheinlich weniger als 2 Menschen durch herabstürzende Ziegel. Bei einem Orkan wie im Januar/Februar 1990 fallen 1000 mal mehr Ziegel von Dächern, entsprechend hoch wird die "Trefferquote" und entsprechend viele Menschen werden verletzt oder getötet.
Das Wesentliche dieser Betrachtungsweise ist, daß die Nichtbetroffenen eben nicht be- oder getroffen sind, ein Ziegel kann einen nicht "ein bißchen" treffen (wohl aber unterschiedlich schwer). Es werden durch erhöhte Risiken also nicht "alle ein bißchen mehr" betroffen, sondern einige ganz konkrete Personen mehr!
- Für das Bodensee-Beispiel muß also ein Modell gefunden werden, das diese diskrete Einzelgefährdung darstellt. Dafür bietet sich ein Haifisch Besatz im See an, eine Idee, die laut Süddeutscher Zeitung vom 27.7.89 von einem Teilnehmer einer Bürgerdiskussion zur Trinkwasserbelastung ins Gespräch gebracht wurde.

Abschätzung:

Ein Hai wiegt etwa 800 kg (je nach Art), 5 Tonnen entsprechen demnach 6 Haien. Eine größere oder kleinere Menge Pestizid könnte entsprechend durch mehr oder weniger Haie dargestellt werden. Man sieht, nicht alle sind ein bißchen betroffen (allenfalls durch ihre Angst zu baden oder durch das Ausbleiben des Fremdenverkehrs, beides Sekundäreffekte), sondern einige ganz konkret und möglicherweise total.

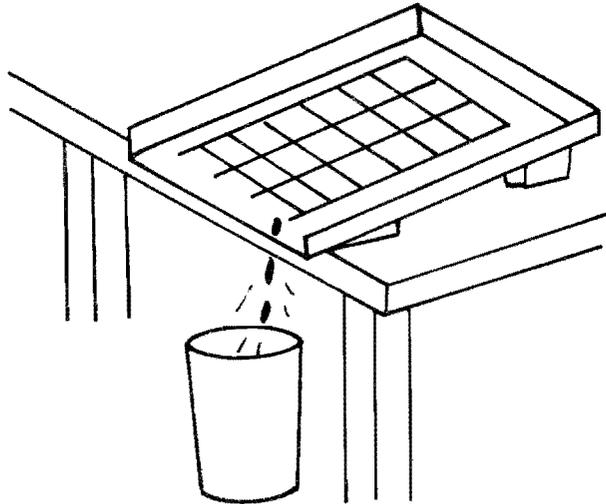
Das Modell hat natürlich mehrere Haken: Haie leben nicht im Süßwasser, die Vorstellung ist auf ihre Weise ebenso ideologisch wie der Zuckerstückvergleich, aber den Haien könnten man ausweichen, z. B. indem man nicht badet, dem vergifteten Trinkwasser jedoch nicht.

Aufgabenblatt I

Wie speichern verschiedene Bodenarten Regenwasser

Materialliste:

- Backblech mit einer offenen Seite
- Weichplastikgitter / Antileitgitter
- Gießkanne
- 10-Liter-Wassereimer
- Holzkeile
- verschiedene Bodenarten:
 - Sand und Sand/Kies-Gemisch
 - Waldboden mit und ohne Moos
 - Ackerboden sandig oder lehmig (mit bzw. ohne Pflanzen)
 - Grasnarbe
 - lockere Gartenerde



Versuch:

Lege das Backblech so auf die Holzkeile, daß die offene Seite etwa 5 cm tiefer liegt als die gegenüberliegende Seite. Außerdem muß die linke Kante 2 cm höher liegen als die rechte.

Kontrolle: Wenn Du jetzt etwas Wasser auf das Blech schüttest, läuft es vorne rechts ab.

Auf das Blech wird das Weichplastikgitter gelegt und darauf eine der Bodenarten etwa 2 cm dick verteilt.

Unter das tiefste Ende des Bleches wird der Wassereimer als Auffanggefäß gestellt.

Gieße mit der Gießkanne 5 Liter Wasser gleichmäßig über den Boden und fange das ablaufende Wasser im Eimer auf.

Führe der Versuch mit den verschiedenen Bodenarten durch!

Notiere Deine Beobachtungen!

Wenn Du genauer wissen willst, wieviel von den aufgegossenen Wasser im Boden geblieben ist und wieviel abgefließen ist, kannst Du das Wasser im Eimer mit einem Litermaß messen oder auf einer Waage wiegen.

Kommentar I

Wie speichern verschiedene Bodenarten Regenwasser

Je länger und je mehr Wasser die oberen Schichten des Bodens speichern können, desto mehr Wasser kann versickern und zu Grundwasser werden.

Für den Grundwasserhaushalt spielen also die Art und die Beschaffenheit der Böden eine wichtige Rolle.

Du hast wahrscheinlich festgestellt, daß die unterschiedlichen Bodenarten Wasser verschieden gut speichern können und es unterschiedlich schnell wieder abgeben:

Böden mit hohem Sandgehalt können Wasser weniger gut speichern als z. B. Humuserde und Grasnarbe. Auch werden Böden ohne Pflanzenbewuchs leichter durch Wasser weggeschwemmt.

Durch eine Reihe von Eingriffen der Menschen in die Natur wird die Fähigkeit von Böden, Wasser zu speichern, vermindert:

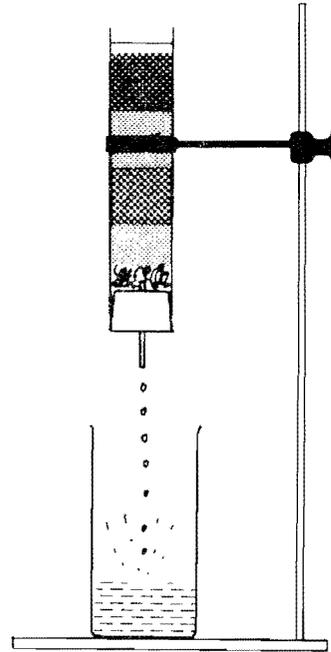
- Moderne schwere Traktoren pressen den vorher lockeren Boden zusammen. Durch die (verdichtete) Oberfläche kann das Wasser nicht oder kaum mehr in den Boden eindringen.
- Beim Bau von Straßen, Parkplätzen und Flughäfen kommt es zu einem völligen Verschuß des Bodens (Versiegelung).
- Durch "Pflanzenschutzmittel" werden die Kleinstlebewesen, die den Ackerboden auflockern, vernichtet.
- Die mit dem Regen aus der Luft ausgewaschenen Schadstoffe ("Saurer Regen") zerstören die Humusschicht und die Wurzeln vieler Pflanzen.
- Böden, die so geschädigt sind, werden leicht selbst vom Regen weggeschwemmt. Die Erde kann dann noch weniger Wasser zurückhalten. Es kommt zu Sturzbächen und Überschwemmungen.

Aufgabenblatt II (a)

Wie Böden Sickerwasser reinigen können

Materialliste:

- Stativfuß, Stativstange, Muffe, Klemme
- Glasrohr oder Kunststoffrohr
mit 4 bis 5 cm Durchmesser, ca. 25 cm lang
- ein Auslaufventil bestehend aus:
 - + einem passenden Gummistopfen mit Bohrung
 - + einem eingeschobenen Glasröhrchen
 - + einem Stück Gummischlauch
 - + mit einer Wäscheklammer oder einem Quetschhahn
- Trichter
- Bechergläser
- etwas feiner Sand (kein Bausand;
darf Wasser nicht trüben)
- feiner Kies
- verschiedene Bodensorten
- Watte



Das große Glasrohr wird an einem Ende mit dem Auslaufventil (Gummistopfen mit Glasröhrchen, Schlauchstück und Wäscheklammer) verschlossen.

Das Rohr wird mit dem Ventil nach unten senkrecht an einem Stativ befestigt.

Über den Gummistopfen legst Du eine Schicht Watte in das eingespannte Rohr.

Darüber füllst Du

- eine Schicht Kies (1 cm)
- eine Schicht Sand (1 cm)
- und die erste Bodensorte ein.

Bei den späteren Versuchen kannst Du andere Bodensorten verwenden.

Vor den Versuchen muß Du die Bodenprobe mit sauberem Wasser anfeuchten. Dazu schließt Du das Auslaufventil, gießt mit dem Trichter Wasser in das Glasrohr, wartest einige Minuten und läßt dann das Wasser wieder durch das Ventil ablaufen.

Aufgabenblatt II (b)**Wie Böden Sickerwasser reinigen können****Versuch:**

Stelle Wasserproben mit unterschiedlichen "Verunreinigungen" her:

Dazu vermischt Du jeweils einen viertel Liter Wasser in einem Becherglas mit

- einigen Tropfen Farbstoff (z. B. Tinte)
- einigen Tropfen Spülmittel
- einem Teelöffel Kochsalz
- einigen Tropfen Motorenöl oder Petroleum

A. Farbstoff

Gieße das mit Farbstoff verunreinigte Wasser in das eingespannte Rohr und vergleiche die durch das Ventil auslaufende Flüssigkeit mit der eingefüllten Wasserprobe.

Wenn das Wasser zu schnell durchläuft, kannst Du die Geschwindigkeit mit dem Quetschhahn regeln.

B. Spülmittel

Durchführung wie bei A.

Du kannst die auslaufende Flüssigkeit auf Reste von Spülmitteln prüfen, indem Du kräftig schüttelst. Schaumbildung?

C. Kochsalz

Durchführung wie bei A.

Prinzipiell könntest Du anhand einer Geschmacksprobe feststellen, ob noch Salz im ablaufenden Wasser enthalten ist. Weil die Bodenproben aber verschiedene Kleinstlebewesen enthalten, besteht dabei Infektionsgefahr. Du mußt also den Salzgehalt auf andere Weise bestimmen:

Die Eindampfprobe:

Von der durch das Rohr gelaufenen Flüssigkeit wird ein Eßlöffel voll in eine Porzellanschale (aus der Chemiesammlung) gegeben.

Die Schale wird auf einem Dreifuß mit Ceranplatte gestellt und das Wasser mit dem Bunsenbrenner verdampft.

Aufgabenblatt II (c)**Wie Böden Sickerwasser reinigen können**

D Motorenöl / Petroleum

Durchführung wie bei A.

Untersuche die ablaufende Flüssigkeit auf ihren Geruch. Verunreinigungen durch Öl oder Petroleum können auch an einer schillernden Schicht auf der Wasseroberfläche erkannt werden.

Nach diesem Versuch muß die Bodenprobe im Rohr erneuert werden. Boden- und Sandschichten, die mit Öl bzw. Petroleum verunreinigt sind, müssen in den Sondermüll.

Notiere Deine Beobachtungen!

Kommentar II**Wie Böden Sickerwasser reinigen können**

Wie Du bei Deinen Untersuchungen mit verunreinigten Wasserproben gesehen hast, kann der Boden einen Teil der Verschmutzungen (**Farbstoffe oder Waschmittel**) zurückhalten oder abbauen.

In der Natur spielen bei diesen Reinigungsvorgängen die Kleinstlebewesen eine wichtige Rolle. Diese können auch bestimmte schädliche Stoffe zu unschädlichen abbauen.

Aber: Diese Reinigungskraft des Bodens ist begrenzt!

Salze werden im Boden nur in geringem Umfang aus dem Sickerwasser herausgefiltert. Der Rest gelangt ins Grundwasser und schädigt dort z. B. das Wurzelwerk der Bäume oder macht das Trinkwasser ungenießbar.

Stoffe wie **Motoröl** oder Benzin können bereits in kleinen Mengen große Mengen Grundwasser unbrauchbar machen. Sie werden im Boden nur sehr langsam abgebaut.

Bestimmte künstlich in der chemischen Industrie hergestellte Stoffe (z. B. viele "Pflanzenschutzmittel") und Schwermetalle (wie Blei oder Cadmium) können überhaupt nicht im Boden abgebaut werden und sind zudem noch in der Lage, die Kleinstlebewesen im Boden abzutöten.

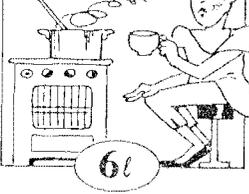
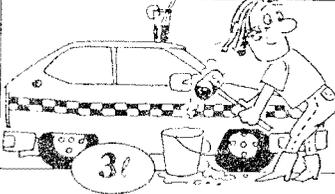
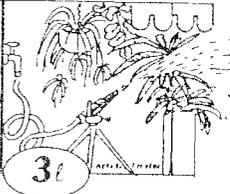
Anhang

Frau Petra Bremmers (Gesamtschule des Ennepe-Kreises) stellte uns für den "Wasser"-Baustein die folgenden Materialien zur Verfügung:

Der Weg des Wassers vom Trinkwasser zum Abwasser
Unser täglicher Wasserbedarf

Name: _____

DURCHSCHNITTLICHER WASSERBEDARF IM HAUSHALT (in Liter) PRO PERSON !!! ... AN EINEM TAG!

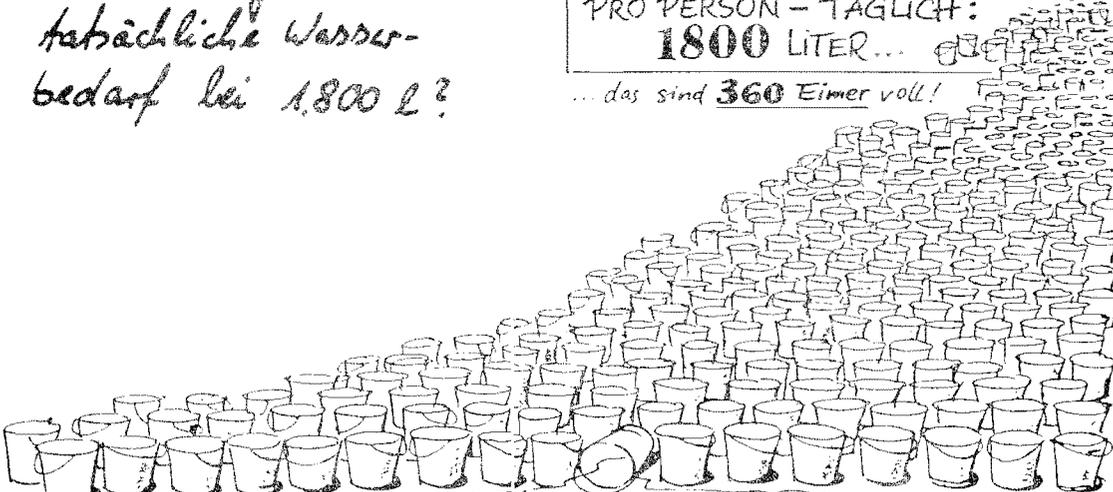
 43l	 46l	 17l
 9l	 9l	 9l
 6l	 3l	 3l

= ? l

Wieviel Liter benötigen wir pro Tag?

Warum liegt der tatsächliche Wasserbedarf bei 1.800 l?

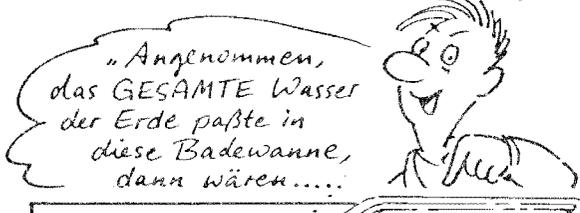
DER TATSÄCHLICHE WASSERBEDARF PRO PERSON - TÄGLICH:
1800 LITER...
 ... das sind **360** Eimer voll!



Der Weg des Wassers vom Trinkwasser zum Abwasser
 Woher kommt unser Trinkwasser? (1)



Name:

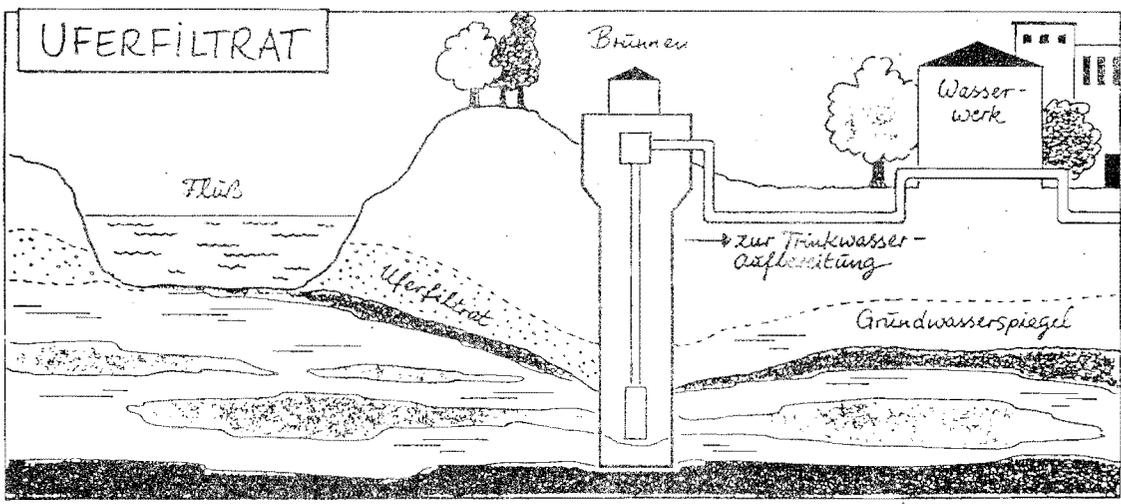
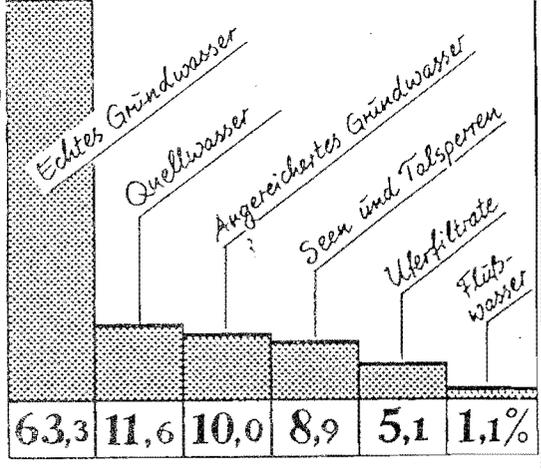


„Angenommen, das GESAMTE Wasser der Erde paßte in diese Badewanne, dann wären.....“

GESAMTMENGE WASSER: **200 Liter**

- Pole und Gletscher 4,3 l
- Oberflächenwasser 0,034 l
- Grundwasser 1,25 l
- Verfügbares Oberflächenwasser 0,017 l
- Verfügbares Grundwasser 0,5 l

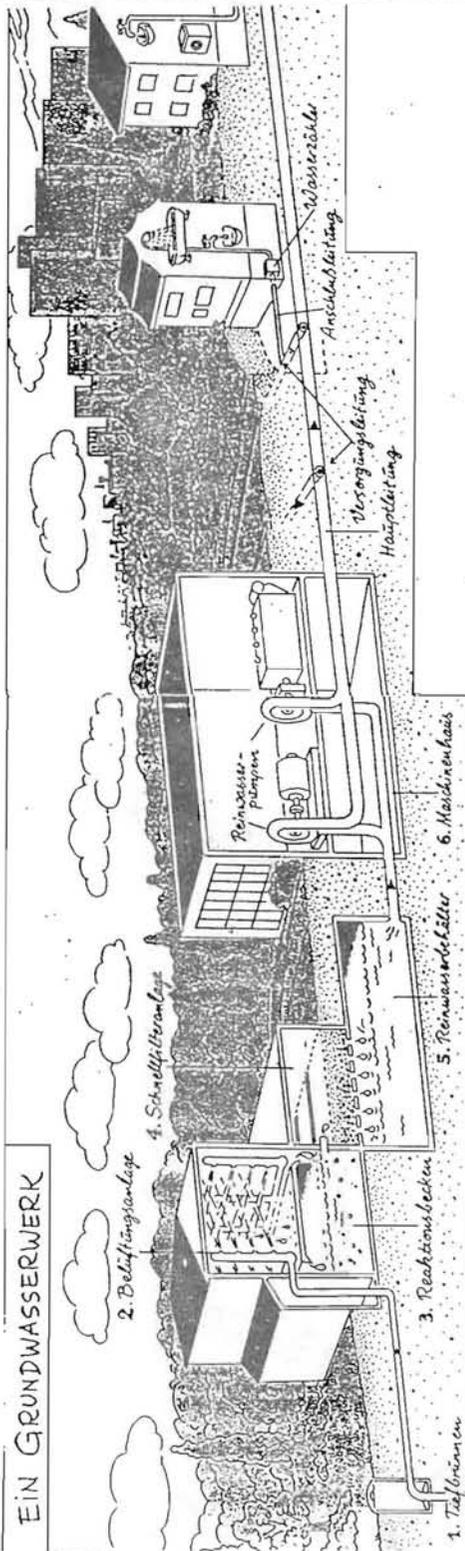
WOHER KOMMT UNSER TRINKWASSER?



Beschreibe, wie Wasser aus Uferfiltrat gewonnen wird!

Der Weg des Wassers vom Trinkwasser zum Abwasser
Woher kommt unser Trinkwasser? (2)

Name:



Eine weitere Möglichkeit Trinkwasser zu gewinnen, ist das Grundwasserwerk.



Versuche mit Hilfe der Abbildung (Pkt. 1-6) den Weg vom Grund bis in die Hausleitung zu verfolgen und zu beschreiben.

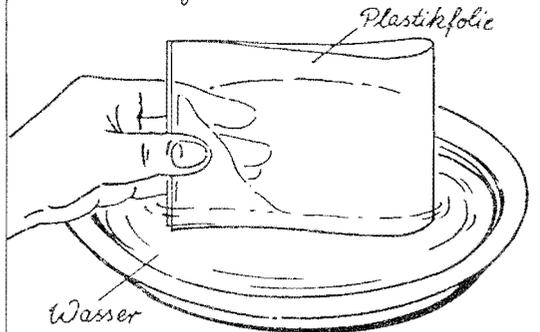
Der Weg des Wassers vom Trinkwasser zum Abwasser Der Kapillareffekt / Raubbau am Grundwasser



Name:

KAPILLAREFFEKT:

... an der engsten Stelle steigt das Wasser einige Zentimeter hoch.

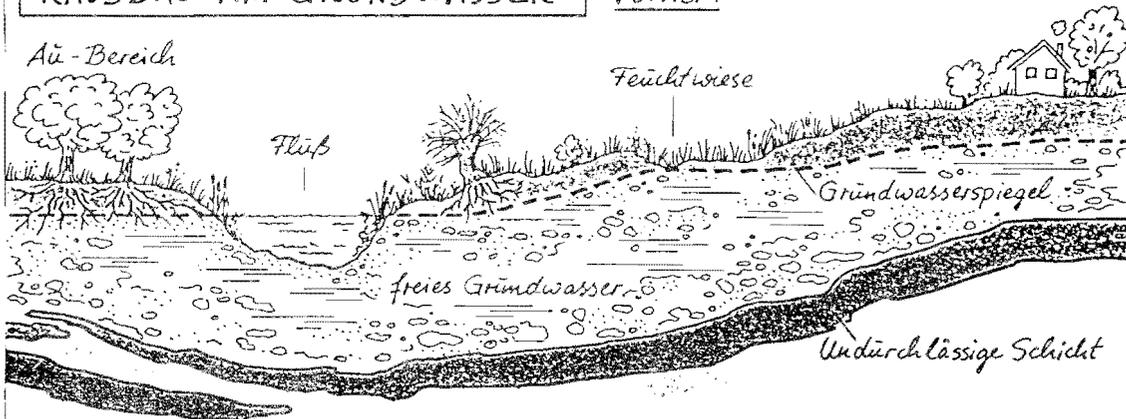


Führe den Versuch durch. Beschreibe den Effekt.

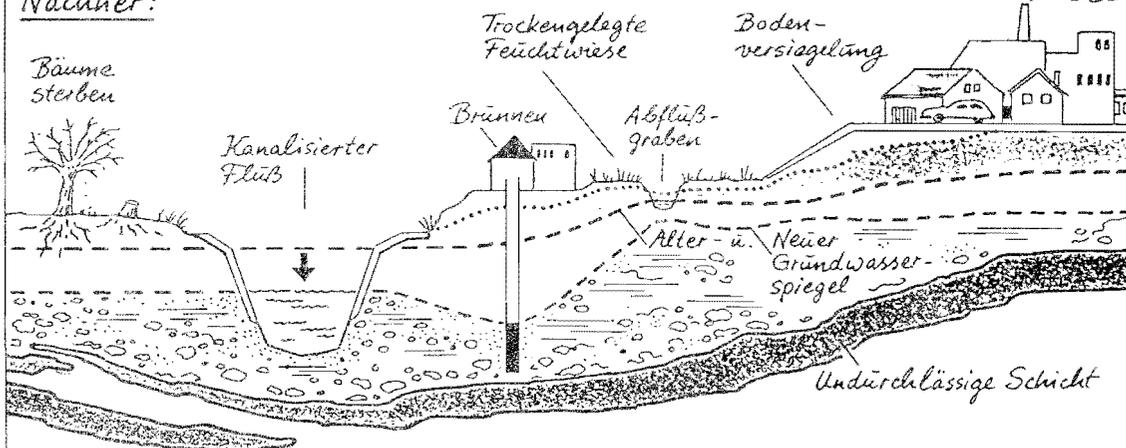
Wo tritt dieser Kapillareffekt auf?

RAUBBAU AM GRUNDWASSER

Vorher:



Nachher:

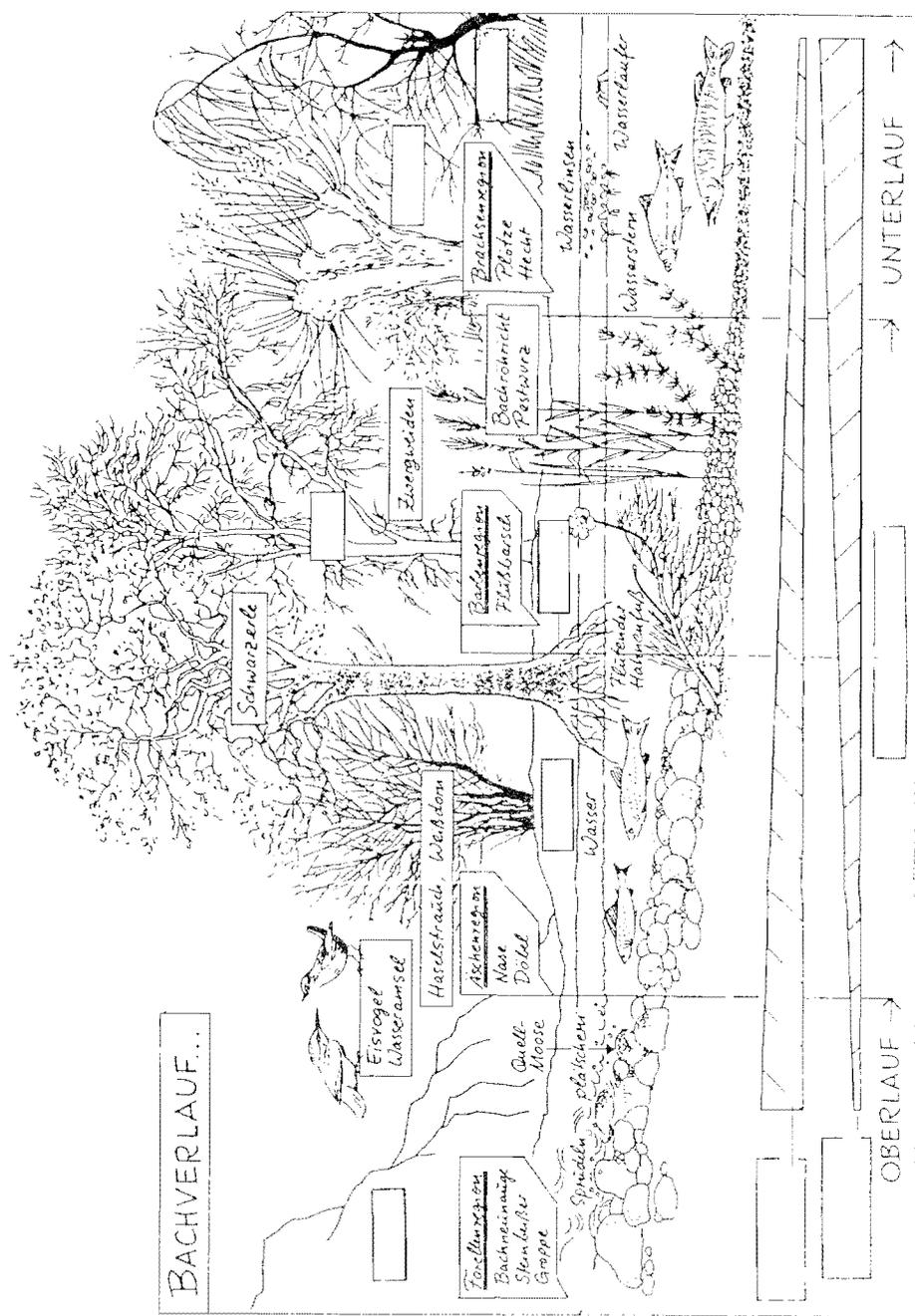


Was ist hier passiert? Erinnere Dich an den Film!

Der Weg des Wassers vom Trinkwasser zum Abwasser
Der Verlauf eines Baches



Name:



Trage die fehlenden Begriffe ein!

Der Weg des Wassers vom Trinkwasser zum Abwasser Spielregeln des Bachspiels



Name: _____

A Ratespiel



- 1 Die jüngste Person beginnt das Spiel. Sie fischt mit der Angel. Ein 'Fischzug' gilt als abgeschlossen, wenn der Magnet über dem 'Bach' (dem Kasten) sichtbar wird. Falls kein Tier daran hängt, so war halt bei dieser Probeentnahme kein Tier vorhanden. In diesem Fall kann kein Punkt erzielt werden. Der nächste Spieler oder die nächste Spielerin ist an der Reihe. Ebenso ist es, falls eine Niete geangelt wird. In unseren verschmutzten Bächen wird ab und zu ein Schuß oder sonstiger Müll gefunden. Falls mehrere Tiere an der Angel hängen, so werden alle berücksichtigt. Es können dann mehrere Punkte gewonnen werden.
- 2 Der 'Angler' soll sich nun überlegen, wo er das geangelte Tier (die Tiere) an einen Bach suchen würde. Er oder sie sagt dies, indem eine Zahl für die Gewässergüteklasse angegeben wird. Entsprechend den Angaben im Bestimmungsschlüssel werden dabei auch die Zehntel berücksichtigt. Es empfiehlt sich, vor Spielbeginn die Liste mit den Gewässergüteklassen (auf Blatt 1) vorzulesen.
- 3 Der nächste Spieler (im Uhrzeigersinn) stellt nun mit Hilfe des Bestimmungsschlüssels fest, um welches Tier (welche Tiere) es sich gehandelt hat. Auf Blatt 1 befinden sich Hinweise zur 'Benutzung des Bestimmungsschlüssels'. Vor der Bestimmung das Blatt 'Zusatzangaben' lesen! Dort stehen weitere Eigenschaften, die den geangelten Tier nicht anzusehen sind. Die Länge der Striche auf den einzelnen Kartchen entspricht der natürlichen Größe der Tiere. Ein Tier erscheint im Bestimmungsschlüssel nicht, da dieser nur wirbellose Tiere enthält. Bei diesem 'Joker' des Spiels gibt es in jedem Fall einen Pluspunkt für den 'Angler' oder die 'Anglerin'. Wenn das Tier erkannt wurde, so steht in den meisten Fällen an entsprechender Stelle im Bestimmungsschlüssel eine Zahlenangabe für den Gütefaktor (im Kasten Gf.).
- 4 Der- oder diejenige, die geangelt und geraten hat, bekommt nun folgende Punkte aufgeschrieben:
 - Der Gütefaktor wurde auf das Zehntel genau erraten 2 Pluspunkte
 - Der Gütefaktor wurde nur um 0,5 nach oben oder unten 1 Pluspunkt
 - abweichend falsch erraten
 - Das Tier wurde im Bestimmungsschlüssel nicht gefunden 1 Pluspunkt
 - Es wurde kein Tier oder eine Niete gefischt 0 Punkte
 - Der Gütefaktor wurde um mehr als 0,5 falsch erraten 1 Minuspunkt
 - Das Tier wurde im Bestimmungsschlüssel gefunden, die Angabe für den Gütefaktor fehlt aber Die Mitspieler/innen entscheiden, die Punkte über die Punkte
- 5 Wurde mehr als ein Tier geangelt, so werden für alle Tiere entsprechend Punkte vergeben und alle Punkte zusammengezählt.
- 6 Die geangelten Tiere und Nieten werden nicht wieder in den 'Bach' gelegt. Nun ist der Spieler oder die Spielerin, die gerade bestimmt hat, mit Angeln und Raten an der Reihe.
- 7 Das Spiel ist beendet, wenn der Bach leergefischt wurde. Oder bei einer vorher festgelegten Rundenzahl. Oder bei einer bestimmten Punktezahl. Oder wenn niemand mehr Lust hat. Oder...
- 8 Gewonnen hat der Spieler oder die Spielerin mit den meisten Pluspunkten. Oder...
9. Jetzt ist es an der Zeit, mal im nächstgelegenen Bach nachzusehen, was da wirklich an Tieren lebt.

Spielmaterial
 Tiere
 1 Blatt Zusatzangaben
 1 Bestimmungsschlüssel 'Wirbellose Tiere des Süßwassers'
 5 Erfassungsbögen zur Bestimmung der Gewässergüteklasse
 2 Kartons für den Modellbach
 1 Angel
 1 Spielanleitung

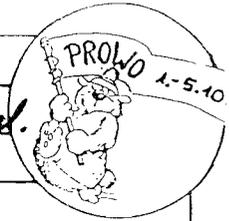
B Modellbach

- 1 Diese Spielversion simuliert einen wirklichen Bach durch den Spiel-'Modellbach'. Die Zusammenstellung der Tiere ist deswegen nicht mehr willkürlich. Wir schlagen vielmehr in Anlehnung an die Natur folgende Verhältnisse vor, wie wir sie in etwa in der Stever (einem Fluß im Münsterland) vorgefunden haben. Die beiden 'Bäche' stellen verschiedene Flußabschnitte dar:

Tierart	64	77	82	88	104	106	131	227	231	249	253	330
Bach 1	6	-	-	-	-	10	10	-	10	-	-	2
Bach 2	3	10	2	3	3	20	10	15	-	5	15	3
- 2 Ziel dieser Spielversion ist es, die Methode der biologischen Gewässergütebestimmung zu erproben. Es wird 15 mal geangelt und aufgeschrieben, wie oft jedes Tier vorgekommen ist. Im Spiel wäre es natürlich auch möglich, den 'Modellbach' leerzufischen. Dann ist aber die Methode nicht vergleichbar mit dem Vorgehen an einem wirklichen Bach.
- 3 Die Bestimmung der Tiere erfolgt wie bei Version A.
- 4 Die Spieler füllen den beiliegenden Erfassungsbogen aus.

Der Weg des Wassers vom Trinkwasser zum Abwasser
Bestimmungsschlüssel 1 zur biologischen Wasserqual.

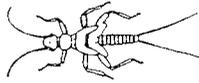
Name:



Das Gewässer ist nicht oder nur gering belastet, wenn mehrere Exemplare folgender Tiere vorhanden sind:

Steinfliegenlarve

Meist räuberisch lebende Arten mit 2 Hinterleibsanhängern (Cerci), leben unter Steinen in sehr schnell fließenden, sauberen Gewässern.
 Größe: von wenigen mm - 3 cm



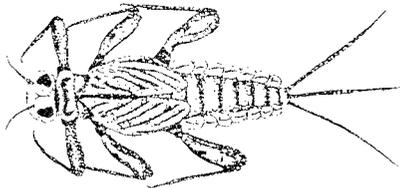
Strudelwürmer

Dunkle, gallertartige Gebilde, meist an der Unterseite von Steinen; Körper mit dichtem Wimpernkleid, leben in sauberen Gewässern.
 Größe: bis zu 2,6 cm



Eintagsfliegenlarve

Es gibt grabende, kriechende und sich unter Steinen festkrallende Arten; am Hinterleib besitzen sie Kiemenplatten; 3 Hinterleibsanhänge (Ausnahme Epeorus Spec.).
 Größe: von wenigen mm - 2,5 cm



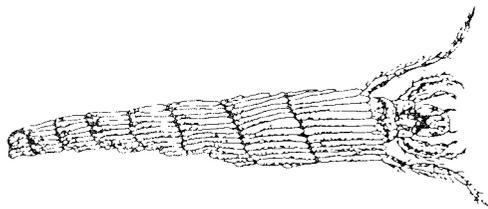
Bachflohkrebs

Gelblich gefärbt, kommen meist in größeren Gruppen lebend unter Steinen vor; sehr lebendige Bewegungen, oft auf der Seite rutschend.
 Größe: bis 2 cm



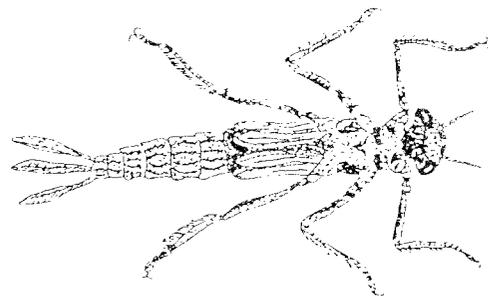
Köcherfliegenlarve

Es kommen Arten mit und ohne Köcher vor; Köcher besteht aus Pflanzenresten oder kleinen Steinen; typisch für saubere Gewässer, leben meist unter Steinen.
 Größe: mit Gehäuse bis zu 4 cm, ohne bis zu 2,5 cm



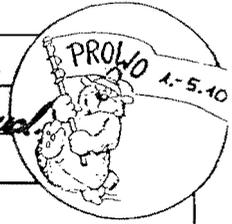
Libellenlarve

Die Libellenlarve wagt sich mit ihren Beißzangen auch an Fische heran.



Der Weg des Wassers vom Trinkwasser zum Abwasser
Bestimmungsschlüssel 2 zur biologischen Wasserqual.

Name:



Die Wasserqualität ist bedenklich bis sehr schlecht, wenn mehrere Exemplare folgender Tiere vorhanden sind:

Egel

Dunkle, „wurmartige“ Lebewesen mit Saugnäpfen; leben meist in seichten, pflanzenreichen Gewässern, sind sehr lichtscheu, sitzen daher unter Steinen; stellen in der Regel keine hohen Sauerstoffansprüche.

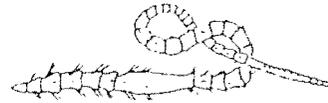
Größe: bis zu 6 cm



Schlammröhrenwürmer

Im Schlamm oder Sandboden stark verschmutzter Gewässer; rot bis rötlich-gelb gefärbt – häufigste Art Tubifex tubifex als Fischfutter bekannt.

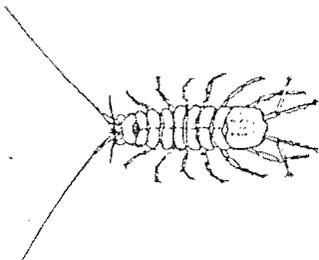
Größe: bis 8,5 cm



Wasserassel

In langsam fließenden Gewässern vorkommendes Krebstier mit 8 Beinpaaren; dunkel gefärbt; Körper relativ flach; kommt bei sehr geringen Sauerstoffkonzentrationen vor.

Größe: 8 bis 12 mm



Rattenschwanzlarve

Tier besitzt Atemröhre, kommt in sehr verschmutztem Wasser bis hin zu Jauchegruben vor; weiß-grau gefärbt.

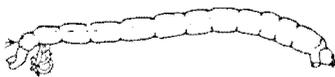
Größe: bis 6 cm



Rote Zuckmückenlarve

Lebt in Röhren, die sie sich in den Schlamm gräbt; in stark belasteten Gewässern, wurmartig, leuchtend rot gefärbt; kriecht langsam.

Größe: bis zu 2 cm



Der Weg des Wassers vom Trinkwasser zum Abwasser

Hallo, Bach, wie geht's?

Name:

Hallo, Bach, wie geht's?

Der erste Arbeitsgang ist die Erkundung des Baches. Ihr geht an Eurem Bach entlang und notiert möglichst genau, wie er aussieht. Es ist ganz zweckmäßig, einen Erfassungsbogen zu entwickeln, den Ihr nachher gemeinsam auswertet.

1. Wie sieht das Wasser aus?
(Ist es durchsichtig und klar, schlammig, verfärbt, grün...?)
2. Wie sieht das Bachbett aus?
(Fließt das Wasser frei, ist das Bachbett betoniert, ist es zugewuchert, fließt der Bach durch eine Röhre?)
3. Wie sieht das Ufer aus?
(Ist es steinig, bewachsen, betoniert?)
4. Welche Pflanzen wachsen am Ufer?
5. Welche Pflanzen wachsen im Bach?
6. Gibt es Einleitungen? Wie sieht der Bach davor und dahinter aus?
7. Welche Tiere gibt es im Bach?

Jetzt geht's um die Bestimmung der Wasserqualität. Dazu müßt Ihr die Tiere im Bach ein bißchen genauer betrachten. Und das ist gar nicht so einfach, denn sie sind meist winzig klein, unscheinbar braun-grau gefärbt und leben versteckt unter Steinen oder im Schlamm. Aber mit einigen Tricks kommt Ihr ihnen auf die Spur! Ihr braucht dazu folgendes Handwerkszeug:

- 1 Sieb, möglichst feinmaschig
- 1 Schale oder 1 weiße Frisbeescheibe
- 1 Pinsel
- 1 Pinzette
- 1 Lupe
- Tier- und Pflanzenbestimmungsbücher
- Papier- und Bleistift.

So, und nun kann's losgehen!

- Wenn der Bach ein sandiges oder schlammiges Bett hat, holt Ihr mit dem Sieb etwas von dem Schlamm heraus, spült ihn ab und sammelt die Tiere in der Frisbeescheibe/Schale.
- Auch Pflanzen oder Äste, die im Wasser liegen, kann man auf ihre tierischen Bewohner hin untersuchen. Dazu nimmt man sie heraus und spült sie über dem Sieb ab.

An jeder Teststelle solltet Ihr eine bestimmte Anzahl von Sammelzügen machen, 10 mit dem Sieb und 5 Proben von Steinen oder Pflanzen. Es ist nicht nur wichtig zu wissen, welche Tiere vorkommen, man muß auch wissen, wieviele es sind (s. Wassertest für Fortgeschrittene: Saprobienindex). Auf Eurem Fragebogen schreibt Ihr auf, welche Tiere Ihr in welcher Menge gefunden habt.

Achtung:

Bei jedem Erkundungsgang müßt Ihr aufpassen, daß Ihr nichts kaputt macht. Waten im Wasser wirbelt den Grund auf, am Ufer werden Pflanzen niedergetreten. Legt Steine und Äste nach der Untersuchung wieder zurück, und kippt die Tiere wieder ins Wasser. Wenn Ihr den Fragebogen für den Abschnitt des Baches, den Ihr Euch vorgenommen habt, ausgefüllt habt, kann's an die Auswertung gehen. Ihr könnt dann schon ziemlich genau sagen, wie es Eurem Bach geht.

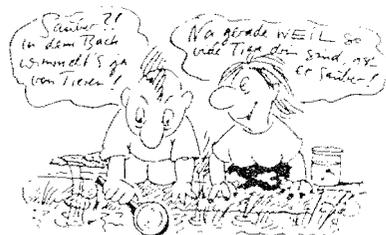
Biologische Wasserqualitätsbestimmung

Aber was ist denn hier was?

Ihr habt sicher in Eurer Frisbeescheibe ein Gewusel von Tierchen, die Ihr noch nie zu Gesicht bekommen habt. Um genau sagen zu können, welche Tiere das nun im einzelnen sind, solltet Ihr sie bestimmen! Wenn Ihr dann wißt, wer wer ist, sagen Euch die Wasserbewohner auch etwas über die Qualität ihrer feuchten Umgebung.

Ihr könnt dem Wasser 4 Qualitätsnoten geben:

- Note 1: sauber oder gering verschmutzt
- Note 2: gering verschmutzt
- Note 3: stark verschmutzt
- Note 4: verschmutzt



Der Weg des Wassers vom Trinkwasser zum Abwasser
Erfassungsbogen II: Biologische Wasserqualität



Name: _____

Erfassungsbogen

Beobachter Datum Uhrzeit
 Gewässer Untersuchungsstelle

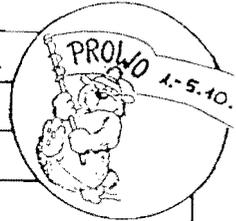
Häufigkeitseinteilung:

- Selten vorkommende Lebewesen - Häufigkeit = 1
- Mittelhäufig vorkommende Lebewesen - Häufigkeit = 2
- Sehr häufig vorkommende Lebewesen - Häufigkeit = 3

- Libellenlarven	_____	x <u>4,4</u>	= _____
- Strudelwürmer	_____	x <u>1,0</u>	= _____
- Steinfliegenlarven	_____	x <u>1,7</u>	= _____
- alle anderen Eintagsfliegenlarven	_____	x <u>2,0</u>	= _____
- alle anderen Köcherfliegenlarven	_____	x <u>2,0</u>	= _____
- Bach- und Flußflohkrebse	_____	x <u>1,8</u>	= _____
- Milchweißer Strudelwurm	_____	x <u>2,3</u>	= _____
- Wasserassel	_____	x <u>2,7</u>	= _____
- Roll-, Pferde- und Bluteigel	_____	x <u>2,5</u>	= _____
- Rote Zuckmückenlarven	_____	x <u>3,8</u>	= _____
- Schlammröhrenwurm	_____	x <u>3,8</u>	= _____
- Rattenschwanzlarve	_____	x <u>4,0</u>	= _____
	Gesamthäufigkeit		Gesamtsumme: _____

Gesamtsumme : Gesamthäufigkeit = Gewässergüte

Der Weg des Wassers vom Trinkwasser zum Abwasser
Erfassungsbogen III: Chemische Analyse



Name:

Chemische Analyse für Fortgeschrittene

Ihr solltet folgende Stoffe messen können:

1. Sauerstoff

Sauerstoff brauchen alle Organismen, die im Bach leben. Aus dem Kapitel „Bäche“ wißt Ihr, was zu einem Sauerstoffmangel führen kann. Die Sauerstoffmessung ist sehr wichtig für die Gütebestimmung des Wassers. Schwarzer Schlamm unter Steinen ist ein Hinweis auf fehlenden Sauerstoff. Die Temperatur des Wassers sollte regelmäßig gemessen werden.

Je wärmer das Wasser, desto weniger Sauerstoff kann im Wasser sein – eine einfache Faustregel.

2. Stickstoffverbindungen

Davon könnt Ihr folgende finden:

Nitrat, Nitrit und Ammonium.

Alle drei weisen darauf hin, daß das Wasser verschmutzt ist, entweder durch Abwasser aus dem Haushalt oder Dünger aus den umliegenden Feldern.

3. Phosphate

Phosphate weisen auf Einleitungen hin. Das können z.B. Abwässer aus den Haushalten sein (Waschmittel und Reiniger enthalten Phosphat). Oder das Phosphat gelangt von überdüngten Feldern in das Gewässer.

4. pH-Wert

Der pH-Wert gibt an, ob das Wasser sauer, alkalisch oder neutral ist.

5. Wasserhärte.

Wasserhärte

Man beschreibt die Wasserhärte durch Härtegrade oder Härtebereiche.

1 Grad deutscher Härte entspricht 10 mg Calciumoxid in einem Liter Wasser.

Härtegrad (dH)	Härtebereich	Bezeichnung
0 - 7	1	weich
7 - 14	2	mittelhart
14 - 21	3	hart
ab 22	4	sehr hart

Die Härtebereiche des Wassers erfährt man bei den jeweiligen Wasserbehörden und den Stadtwerken.

Versuche aus Büchern noch weitere Dinge über diese 5 Stoffe zu erfahren.

⚠ Achtung: Die Chemikalien, mit denen Ihr das Wasser testet, sind teilweise giftig. Füllt sie nach der Messung in Flaschen und gebt sie zum Sondermüll!

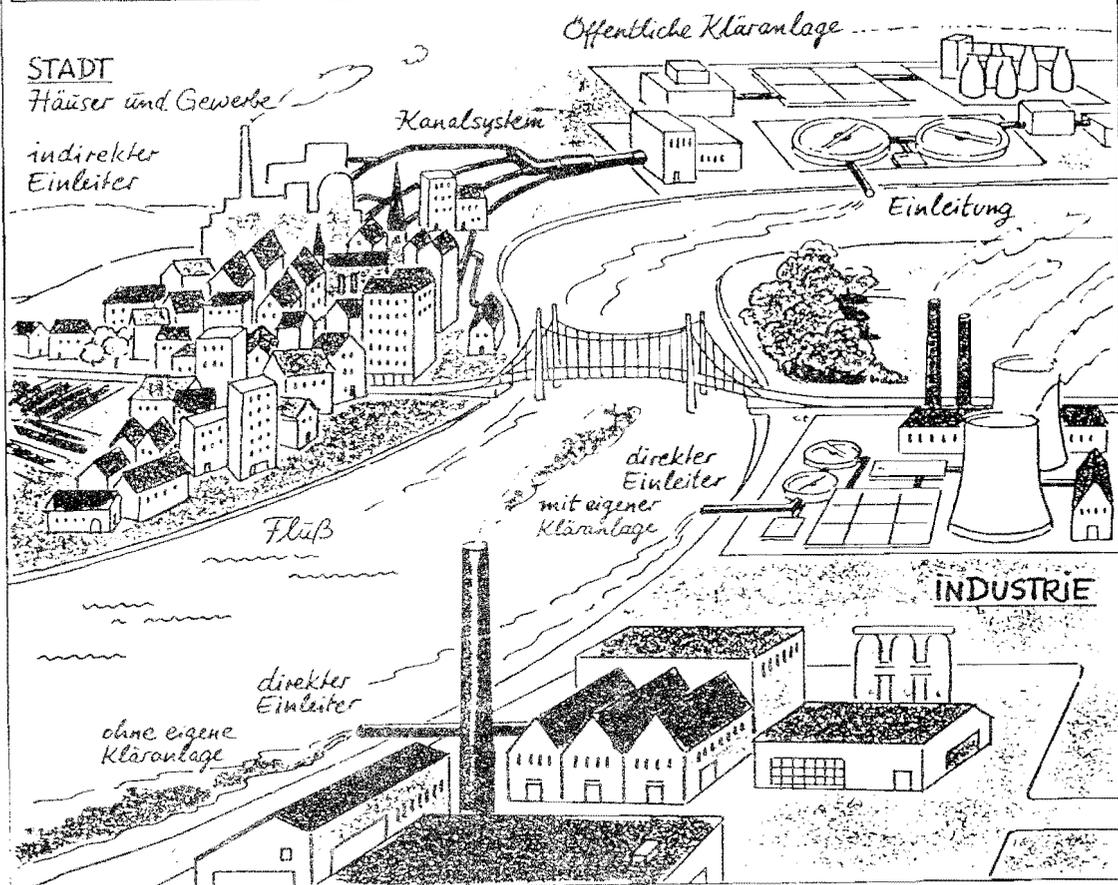
Meßdaten / Meßtabelle:

Der Weg des Wassers vom Trinkwasser zum Abwasser
 Wo kommt das Abwasser her?

Name:



DIREKTE UND INDIREKTE EINLEITER VON ABWASSER



Beschreibe wer Abwasser in den Fluß einleitet.

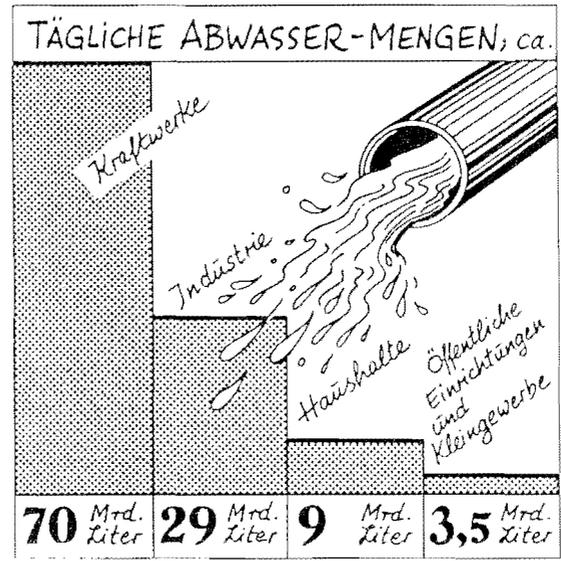
Werden die Abwässer vor der Einleitung
 geklärt?

Welche Auswirkungen kann das Abwasser
 auf den Fluß haben?

Es gibt heute wohl kein Erzeugnis, das bei seiner Herstellung nicht mit Wasser in Berührung gekommen ist. Wieviel Wasser zur Produktion gebraucht wird, ist erstaunlich.

Erzeugnis	Wassergebrauch
1 Liter Milch	3-7 Liter
1 Liter Bier	20 Liter
1 Liter Benzin	50 Liter
1 kg Zucker	ca. 40 Liter
1 kg Farbe	ca. 150 Liter
1 kg Papier	
aus Zellstoff	ca. 300 Liter
aus Altpapier	40 Liter
1 kg Stahl	
einschl. der Eisengewinnung	ca. 100 Liter
1 kg Kunststoff	ca. 1000 Liter
1 Auto	
einschl. der Herstellung der Rohstoffe	ca. 300 000 Liter

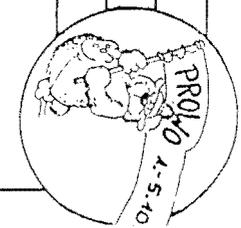
Das Wasser, das in Haushalten, Gewerbe und Industrie verwendet wird, nimmt dabei viele Rückstände auf. Wasser wird zu Abwasser.

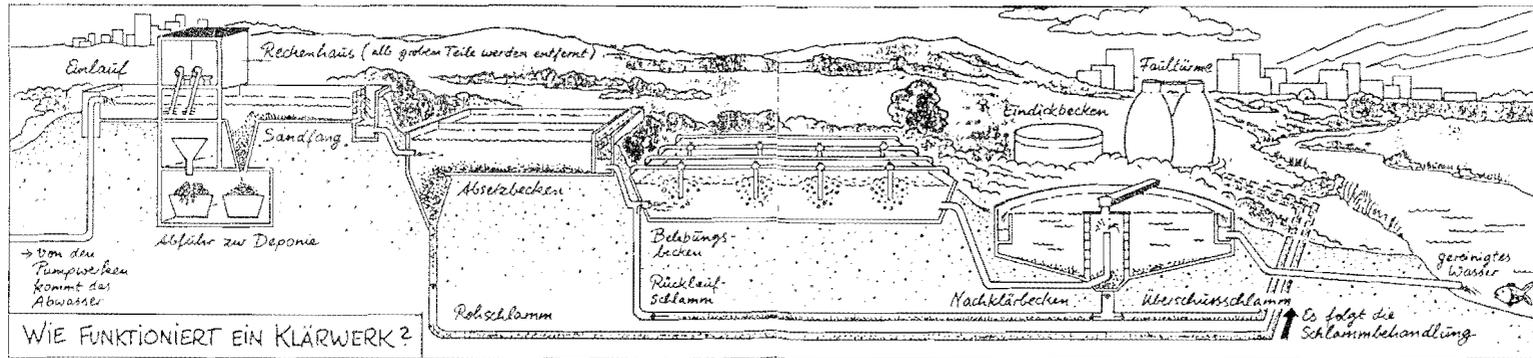


Abwassermengen

Mit den unterschiedlichen Stoffen belastet, strömt eine riesige Abwasserflut aus Haushalten, öffentlichen Einrichtungen, Gewerbe- und Industriegebieten und Kraftwerken. Täglich sind es mehr als 100 000 000 000 Liter! Damit wäre in einem Jahr etwa der gesamte Bodensee aufgefüllt. Sieht man von dem Kühlwasser der Kraftwerke einmal ab, da es ja nicht mit Fremdstoffen belastet ist, entfällt immer noch auf jeden von uns eine tägliche Menge von etwa 700 Litern schmutz- und schadstoffbelasteter Abwasser.

Name:
 Der Weg des Wassers vom Trinkwasser zum Abwasser
 Abwassermengen





WIE FUNKTIONIERT EIN KLÄRWERK?

Die mechanische Reinigungsstufe

Zunächst wird das Wasser von den groberen Bestandteilen befreit, „vorgeklärt“. Es fließt dazu durch Gitterstäbe, sogenannte GROBRECHEN, die alle die Teile zurückhalten, die eigentlich gar nicht in den Ausguß oder die Toilette gehören. Tuben, Dosen, Windeln, Stoffreste, Kunststoffabfälle und anderes werden hier herausgefischt und später auf einer Mülldeponie gelagert. Im SANDFANG, den das Abwasser dann langsam durchfließt, setzen sich Sand, Schotter und Kies aus der Straßenkanalisation ab. Das Regenwasser, das von Straßen und Plätzen abläuft, ist mit Motoröl, Gummiabrieb, Auspuffruß u. a. häufig so verschmutzt, daß es ebenfalls im Klärwerk gereinigt werden muß.

Die feinen Schwebstoffe setzen sich danach im VORKLÄRBECKEN ab, in dem das Wasser etwa zwei Stunden bleibt. Über dem Becken fährt eine RÄUMERBRÜCKE hin und her, die den im Wasser abgesetzten Schlamm zusammenschiebt, so daß er abgepumpt werden kann. Oft wird hier auch noch das sich an der Wasseroberfläche sammelnde Fett und Öl abgefischt. Die mechanische Reinigung ist damit abgeschlossen und hat dem Wasser etwa ein Drittel der Schmutzstoffe entzogen.

Die biologische Reinigungsstufe

Das Wasser sieht zwar jetzt schon klarer aus, aber ein Bach oder Fluß könnte es noch nicht verkraften. Die meisten Abfallstoffe sind darin noch enthalten, zum Teil in gelöster Form. Um sie zu entfernen, wendet man einen Trick an, den man der Natur abgeschaut hat. Die komplizierte Arbeit müssen die Mikroorganismen übernehmen. Sie zersetzen diese Stoffe. Dies geschieht hauptsächlich im BELEBUNGSBECKEN, in dem ein vielfältiges Gemisch solcher Mikroorganismen lebt.

Faden-, stäbchen- und schraubenförmige Bakterien, Amöben, Glocken- und Rädertierchen nehmen die in Wasser gelösten Schmutzstoffe auf, zersetzen sie und wandeln sie in neues Zellmaterial, in Mineralien und zu Kohlendioxid und Wasser um (vgl. Kapitel „Bäche“). Diese winzigen Lebewesen sind die eigentlichen Abwasserreiniger. Die natürliche Selbstreinigung geschieht hier im Becken in konzentrierter Form.

Beschreibe wie ein Klärwerk funktioniert.

Name: _____
 Der Weg des Wassers vom Trinkwasser zum Abwasser
 wie funktioniert ein Klärwerk?

