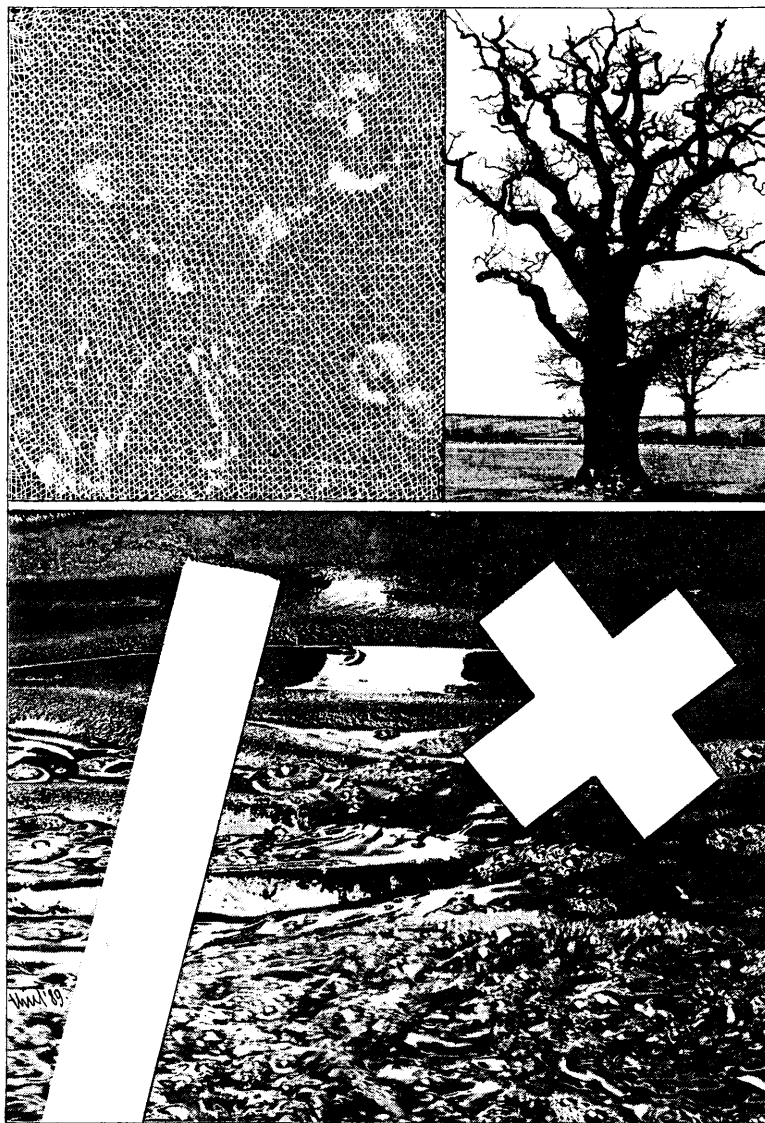


Soznat

Materialien für den Unterricht 28



Unser täglich Wasser

Naturwissenschaften sozial

UNSER TÄGLICH WASSER

Materialien zu einem Umweltproblem

Marburg 1989

Redaktion:
Armin Kremer, Lutz Stäudel

Graphik:
M-S-B+K, Hamburg

Herausgeber:
AG Naturwissenschaften - sozial

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

c/o Armin Kremer
AG Soznat
Universität Marburg, FB 21
Postfach 2150
3550 Marburg

Titelbild:

Maarten THIEL

Zeichnung/Collage

1989

Die Unterrichtsmaterialien
"Unser täglich Wasser"
sind im Zusammenhang mit der
Greenpeace-Kampagne
zum Schutz des Trinkwassers
entstanden.

Um die Kopierfähigkeit der Unterrichtsmaterialien zu gewährleisten,
wurde dieses Heft auf weißem und
nicht auf recyceltem Papier
gedruckt.

CIP - TITELAUFNahme DER DEUTSCHEN BIBLIOTHEK

Unser täglich Wasser : Materialien zu einem Umweltproblem /
Hrsg.: AG Naturwiss. - Sozial. Red.: Armin Kremer; Lutz
Stäudel. - 1. Aufl. - Marburg : Red.-Gemeinschaft Soznat, 1989
(Soznat ; Bd. 28)

ISBN 3-922850-53-7

NE: Kremer, Armin [Red.]; Gesamthochschule <Kassel> /
Arbeitsgruppe Naturwissenschaften Sozial; GT

1. Auflage 1989

(c) Redaktionsgemeinschaft Soznat Marburg
Postfach 2150 3550 Marburg

Druck: Marx + Partner, Hamburg

Alle Rechte vorbehalten - Kopien zu Unterrichtszwecken erlaubt

ISBN 3-922850-53-7

INHALT

	Seite
1. Vorbemerkungen	1
2. Didaktische Anmerkungen zur schulischen Bearbeitung der Grund- und Trinkwasserproblematik	2
3. Zur Auswahl und Verwendung der Materialien	3
4. Materialien	
Grund- und Trinkwasser zwischen Ökonomie und Politik	
P 1 Die "legale" Verschmutzung Ein altes Thema mit neuer Brisanz	4
P 2 Gesetze und Verordnungen	6
P 3 Interessenkonflikte ums Trinkwasser	7
P 4 "Wasser sparen" - Ein Problem wird individualisiert	9
Wasser für die Industriegesellschaft	
I 1 Grundwasser	11
I 2 Wasser in Zahlen	12
I 3 Flächenversiegelung	14
I 4 Grundwasserabsenkung	15
I 5 Belastungen durch industrielle Abwässer, Deponien und Altlasten	16
I 6 Zentralisierung	17
I 7 Grundwasseranreicherung	18
I 8 Uferfiltration Zum Beispiel: Hessisches Ried	20
Der Einfluß der industrialisierten Landwirtschaft	
L 1 Von der Kreislauf- zur Abfallwirtschaft	21
L 2 Nitrate im Grund- und Trinkwasser Zweifelhafter Nutzen	23
L 3 Gesundheitsgefahren durch Nitrate	24
L 4 Trinkwasseruntersuchung: Nitrat	25
L 5 Biozide im Grundwasser	26
L 6 Gesundheitsgefahren durch Biozide	27
L 7 Erosion und Grundwasserbildung	28
Folgen der Umweltverschmutzung	
U 1 Saurer Regen: Folgen für das Grundwasser	29
U 2 Saurer Regen: Erhöhte Metallgehalte im Grund- und Trinkwasser	30
U 3 Bodenfilter: Kapazität erschöpft	31
U 4 Haloforme im Trinkwasser	32
U 5 Reinigen oder Vorsorgen?	33
5. Hinweise auf weiterführende Literatur	34

1. Vorbemerkungen

Unser Grundwasser ist bedroht! Zahlreiche Wasserwerke sehen sich inzwischen außerstande, ausreichende Mengen Trinkwasser in der gesetzlich geforderten Qualität bereitzustellen. Ohne Ausnahmegenehmigungen würde die seit dem 1. Oktober 1989 verbindliche EG-Trinkwasser-Norm bereits heute zu dem Trinkwassernotstand führen, den praktisch alle Prognosen für die nächste Zukunft voraussagen und der sich bereits gegenwärtig in verschiedenen Teilen der Bundesrepublik andeutet. Die Gründe:

- Zu viele Nitrate aus der chemischen Düngung einer intensiven Landwirtschaft und aus der Gülle einer industrialisierten Massentierhaltung sickern ins Grundwasser;
- Pestizide und Insektizide belasten mehr und mehr den Boden und die Wasserreservoirs;
- Flächenversiegelung durch immer mehr Straßen, Gebäude und Industriekomplexe vermindern die Grundwassernachbildung;
- die Versteppung großer Waldflächen infolge des Sauren Regens vermindert die Speicherfähigkeit der oberen Bodenschichten, die Niederschläge fließen ungenutzt ab; gleichzeitig mobilisiert der Säureeintrag Aluminium und giftige Schwermetalle;
- Uferfiltrate und Oberflächenwasser, in der Ballungszentren lange schon zur Trinkwasserbereitung herangezogen, sind hoch mit Chemikalien aller Art belastet;
- immer noch werden riesige Wassermengen in Trinkwasserqualität für industrielle Zwecke verschwendet.

Anliegen dieses Heftes ist es, Materialien bereitzustellen, mit denen im Unterricht die gesellschaftlichen, politischen und ökologisch-naturwissenschaftlichen Aspekte der Trink- und Grundwasserproblematik erarbeitet werden können. Es richtet sich daher gleichermaßen an gesellschafts- wie naturwissenschaftliche Fachlehrer und Lerngruppen.

Nicht berücksichtigt werden in diesen Materialien die traditionellen Technologien der Trinkwasseraufbereitung, auch die Problematik von industriellen und privaten Abwässern wird nur punktuell aufgegriffen.

Zu allen Aspekten finden sich am Ende des Heftes Hinweise auf weiterführende Literatur. Auskunft über die jeweiligen Verhältnisse am Ort kann von den zuständigen Behörden erhalten werden, darüberhinaus von Umweltschutzorganisationen wie dem BUND, Greenpeace oder örtlichen Bürgerinitiativen. **Rückfragen den Inhalt dieses Heftes betreffend sind zu richten an:**

AG Naturwissenschaften sozial

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

c/o Armin Kremer
AG Soznat
Universität Marburg, FB 21
Postfach 2150
3550 Marburg

2. Didaktische Anmerkungen zur schulischen Bearbeitung der Grund- und Trinkwasserproblematik

Die in diesem Heft zusammengestellten Materialien sind - im Unterschied zu den bisher in dieser Reihe erschienenen - nicht unterrichtserprobt. Zwar knüpfen praktisch alle Einzelaspekte an Erfahrungen an, die von verschiedenen Lehrerinnen und Lehrern im Unterricht gesammelt worden sind, Vorlagen für die fächerübergreifende Erarbeitung der Grund- und Trinkwasserproblematik unter ökologischen Gesichtspunkten existierten bislang jedoch nicht.

"Unser täglich Wasser" läßt sich nicht auf den Horizont eines Schulfaches reduzieren und verlangt daher zumindest eine projektähnliche Realisierung im Unterricht:

- So kann man z. B. die steigende Belastung des Grundwassers mit Pestiziden nicht allein auf ihren naturwissenschaftlichen Aspekt beschränken, schon deswegen nicht, weil das notwendige Instrumentarium der Spurenanalyse der Schule nicht zugänglich ist. Eine zentrale Frage ist vielmehr, welches die gesellschaftlichen Mechanismen sind, die zu dieser immer drohenden Vergiftung der Umwelt geführt haben, und welche politischen Eingriffsmöglichkeiten überhaupt bestehen.
- Andererseits ist z. B. das Bestreben der Wasserwerke leicht zu verstehen, die Grenzwerte der Belastung dadurch einzuhalten, indem man örtliches (hoch belastetes) Grundwasser mit wenig verschmutztem aus Fernleitungen mischt. Daß als Konsequenz die sich häufig verändernde chemische Zusammensetzung des Mischwasser u. a. dazu beiträgt, daß vermehrt Metallspuren aus den Leitungen gelöst werden, kann besser mit Hilfe der Chemie verstanden werden.

Die Konzeption dieser Materialien trägt diesen Anforderungen insoweit Rechnung, als versucht wird, naturwissenschaftliche, ökologische, medizinische, politische und ökonomische Aspekte jeweils in Beziehung miteinander zu setzen. Daß diese Wechselwirkungen dabei nicht erschöpfend dargestellt werden können, versteht sich von selbst.

Wünschenswert ist deshalb eine Erarbeitung dieses Realitätsausschnittes in einem Projekt: Auf der Basis gemeinsamer Grundinformationen setzen sich Schülergruppen möglichst selbständig mit einem Teilbereich näher auseinander, führen Recherchen am Ort durch, tragen weitere Informationen zusammen und präsentieren ihre Ergebnisse den MitschülerInnen.

Andererseits gibt es in der Schulrealität immer noch Barrieren gegen die Durchführung von fächerübergreifenden Projekten, insbesondere außerhalb von Projektwochen und in Konkurrenz zum Fachunterricht. Da die notwendige Auseinandersetzung mit dem Wasser als einem zentralen Lebens-Mittel nicht auf (notwendige) Veränderungen der Schule warten kann, muß die Problematik der Gefährdung von Trink- und Grundwasser auch für den Fachunterricht aufgegriffen werden. Zwar lassen sich einzelne Fachaspekte nicht ohne Verlust der Zusammenhänge isolieren, fast alle vorstellbaren Teilproblematiken beim Grundwasser zeichnen sich

Jedoch durch zwei Eigenschaften aus, die eine Zuordnung zu einem Unterrichtsfach legitimieren:

- Jeder Teilbereich der Wasserverschmutzung (z. B. durch Landwirtschaft / durch Industrie / ...) enthält in spezifischer Weise die o. g. Verknüpfung von gesellschaftlichen und naturwissenschaftlichen Aspekten.
- Für jeden Teilbereich lassen sich Fach-Schwerpunkte herausarbeiten, denen sich Anteile anderer Fächer nachordnen lassen.

3. Zur Auswahl und Verwendung der Materialien

Die Materialien wurden so konzipiert, daß sie sowohl im gesellschaftskundlichen als auch im Chemie- und Biologieunterricht der Sek. I und II eingesetzt werden können.

Die Materialien gliedern sich in vier thematische Schwerpunkte, die sich an sachlichen Gegebenheiten oder an historischen Strukturen oder an politischen Relevanzen orientieren. Durch dieses Gliederungsmuster wird auch nahegelegt, dieses oder jenes Thema durch Gruppen erarbeiten zu lassen. Insofern haben die Materialien den Charakter von Arbeitsanregungen. Dies gilt auch für Erkundungen der Trink-, Grund- und/oder Abwassersituation vor Ort, die durch Schüler erkundet werden kann. Für entsprechende Arbeitsgruppen können die Materialien Basisinformationen liefern, die auf dem Hintergrund der örtlichen Gegebenheiten und deren Problematik ergänzt und vertieft werden müssen.*)

Die Möglichkeiten der Vertiefung (der Unterthemen) wird nicht zuletzt von den (Vor-)Kenntnissen und den Interessen der SchülerInnen abhängen.

Vertiefung erfordert weiterführende Literatur. Auf diese wird im Literaturverzeichnis verwiesen. Auf die Erwähnung von hoher Sachkompetenz voraussetzender Fachliteratur zum jeweiligen Thema wurde bewußt verzichtet.

*) Beispielhaft siehe B.Werber, I.Stäudel: Ökologische Schulerkundung. Soznet Materialien für den Unterricht Band 27, Marburg 1989

Die "legale" Verschmutzung

Grund- und Trinkwasserverschmutzung: Ein altes Thema mit neuer Brisanz

Die ökologische Frage ist keineswegs erst seit den 70er oder 80er Jahren dieses Jahrhunderts Gegenstand der politischen Auseinandersetzung. Mit der Entwicklung des frühkapitalistischen Wirtschaftssystems, also vor ca. 100 Jahren, sind immer wieder Stimmen laut geworden, die auf das Problem der Bedrohung und Belastung der Umwelt hingewiesen haben (Friedrich Engels "Dialektik der Natur" und Rosa Luxemburg "Briefe aus dem Gefängnis"), so auch auf die chemische und industrielle Grund- und Trinkwasserverschmutzung.

Die Einführung von anorganischen phosphat-, stickstoff- und kaliumhaltigen Kunstdüngemitteln seit etwa 1870, mit der die Grundlagen für eine Ertragssteigerung in der Landwirtschaft gelegt wurde (Bruttobodenproduktion/Nährstoffaufwand pro Hektar 1875/76: 12,0 / 2,5; 1977/78: 45,6 / 256,0), führten zu einer Erhöhung u.a. des Nitratgehalts im Boden durch Auswaschung der aufgebrauchten und von den Pflanzen nur zu einem geringen Teil aufgenommenen Nährstoffe. Im Hessischen Ried, zu derzeiten eine Sumpf- und Auenlandschaft, betrug um 1900 der Nitratgehalt bis zu 20 mg/l im Grundwasser; heute werden dort fünfmal höhere Werte festgestellt. Da die künstliche Düngung zwar das Wachstum der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen fördert, zugleich aber ihre Widerstandskraft gegen Schädlinge und Krankheiten mindert, ging man seit etwa 1940 zum Einsatz chemischer Schädlingsbekämpfungsmittel über. Die sog. Pestizide (z. B. DDT) gelangten über den Boden in nahegelegene Oberflächengewässer und in das Grundwasser und verursachten hier auf Grund ihrer hochgiftigen Eigenschaften Probleme u.a. für die Trinkwassergewinnung. Der durch anorganische, aber auch durch organische Düngemittel (Jauche, Gülle) hervorgerufene hohe Nitratgehalt der Oberflächengewässer löste schon sehr bald eine Kettenreaktion aus, die über verstärktes Algenwachstum, Sauerstoffmangel, Fischsterben und Fäulnis bis zum Umkippen von Gewässern führte.

Nicht nur die Landwirtschaft, sondern auch die industriellen Abwässer trugen zur Verschmutzung der Gewässer bei. So leiteten die Kalibergwerke in Staßfurt/Sachsen und im Elsaß seit 1857 bzw. 1904 ihre mit Abfallsalzen belasteten Abwässer in die Vorfluter*) ein. Der hohe Salzgehalt des Rheins, der Werra und Weser warf große Probleme auf für den Menschen (Herz- und Gefäßerkrankungen), für die Trinkwasserversorgung, aber auch für die Landwirtschaft, z. B. in den Gewächshäusern am Niederrhein.***) Die seit etwa 1880 rentabel gewordene Nebenproduktgewinnung in den Kokereien (Teer, Benzol, Ammoniumsulfat) verschmutzte die Gewässer mit schwer abbaubaren phenol-, cyan- und rhodanhaltigen Abwässern, die u.a. der Fischerei Schäden zufügten.

*) Als Vorfluter wird jede Art von Gewässer bezeichnet (Bach, Fluß, Kanal oder See), in das Abwässer eingeleitet werden.

**) Die Entsalzung des Wassers ist aus ökonomischen Gründen heute immer noch nicht rentabel. Die zeitweise Stilllegung von Wasserwerken ist bislang die Konsequenz.

Eine Reinigung ihrer Abwässer kam für die Industrie nicht in Betracht. Sie rechtfertigte sich u. a. mit der von dem Hygieniker Max von Pettenkofer vertretenen These, daß jedes Gewässer bis zu einem gewissen Grad in der Lage sei, eingeleitete Abwässer durch die sog. Selbstreinigungskraft unschädlich zu machen.*) Erst nachdem man durch Cholera-, Typhus- und Ruhrepidemien auf die zunehmende Wasserverschmutzung aufmerksam geworden war (allein in Preußen starben von 1831 bis 1873 ca. 400.000 Menschen an der Cholera), wandte man sich dem Abwasserproblem zu.

Forderungen nach Maßnahmen zur Beseitigung und Verhinderung der Abwässer begegnete die Industrie schon im 19. Jahrhundert mit dem Argument, daß damit auf Grund der Konkurrenzsituation der Bestand der Unternehmen und mit ihm zahlreiche Arbeitsplätze gefährdet seien. Dem geringen gesundheitspolitischen Interesse des monarchischen Staates war es wohl geschuldet, daß erst nach 1870 Methoden der Abwasserreinigung und -klärung entwickelt wurden, zudem aber keinerlei Klarheit darüber bestand, welches Verfahren bei den jeweils unterschiedlichen Verhältnissen angewendet werden sollte. Die Königlich-Wissenschaftliche Deputation für das Medizinalwesen in Preußen stellte zwar schon Ende der 1860er Jahre Forderungen zur Reinhaltung der Gewässer und des Trinkwassers auf, gesetzliche Maßnahmen ließen jedoch auf sich warten. Es spricht für die gesellschaftliche Macht der Industrie, daß der Staat das Problem der Wasserverschmutzung nicht nach dem Verursacherprinzip regelte, sondern es wurde als Gemeinschaftsaufgabe aller angesehen (vgl. P 4). In den eigens hierfür gegründeten Wassergenossenschaften hatte auch die Industrie ihren finanziellen Beitrag zu leisten, der aber nicht oft mit dem Maß der von ihr verursachten Verunreinigung in Einklang stand. Nur in solchen Fällen ergriff die Industrie eigene Maßnahmen zur Klärung ihrer Abwässer, wenn dabei (wieder-)verwertbare Stoffe zurückgewonnen werden konnten (z. B. Kohlestaub aus Zechenabwässern, Benzin und Öl aus Raffinerieabwässern).**)

Zu Grund- und Trinkwasserverschmutzungen kommt es seit jeher auch durch (Sonder-)Mülldeponien, auf denen wassergefährdende Stoffe in witterungsunbeständigen und ungenügend gegen äußere Gewalteinwirkung geschützten Behältern, z. T. auch offen abgelagert wurden und werden.

Nicht unterschätzt werden darf, daß seit Jahrzehnten die Gewässer, aus denen auch Trinkwasser gewonnen wird, durch Hausabwässer (z. B. aus Wasch- und Reinigungsmittel), durch Verkehrsunfälle zu Wasser und zu Land (Öl- und Chemikallientransporte) oder durch undichte Öl- oder Kerosinleitungen verschmutzt werden.

Auch die Meere wurden schon frühzeitig zur Ablagerung von industriellen Abfällen genutzt: 1875 sind ca. 41 Tonnen arsenhaltige Abfälle aus deutschen Anilinfarbwerken in die Nordsee versenkt worden.

*) Die sog. Selbstreinigungskraft von Gewässern ist allerdings nur bei Abwässern mit überwiegend organischer Zusammensetzung wirksam.

***) Sog. Recycling-Verfahren wurden von der Industrie in wirtschaftlichen Krisenzeiten (z. B. nach dem 1. Weltkrieg) und auf Grund wirtschaftlicher Unabhängigkeitsbestrebungen (während des 3. Reichs) verstärkt betrieben.

Über Luftverschmutzungen, verursacht durch industrielle Anlagen, Kraftwerke, Verkehr und Haushaltsfeuerung, gelangten seit jeher Schadstoffe mit Niederschlägen (Saurer Regen) in die Gewässer und belasteten, wenn auch in geringeren Maßen, das Grund- und Trinkwasser. Spätestens seit dem Reaktorunfall in Tschernobyl (1986) belasten auch radioaktiven Stoffe vermehrt die Gewässer und damit auch das Grund- und Trinkwasser (Zisternwasser in Bayern: 178 Bq/l Cs137).

Literatur:

W. Schmidt (Hrsg.): Von "Abwasser" bis "Wandern". Ein Wegweiser zur Umweltgeschichte. Körber-Stiftung Hamburg 1986

Wasser: "Fröhlich in die letzten Reserven". DER SPIEGEL Nr. 32/1988, S.36-51

Gesetze und Verordnungen

Das deutsche Recht enthält keine allgemeinen Bestimmungen über die Trinkwassergüte. Die diesbezüglichen Vorschriften befinden sich in verschiedenen Texten:

- * Trinkwasser fällt unter den Anwendungsbereich des Lebensmittelgesetzes; nach dessen allgemeinen Grundsätzen darf es der Gesundheit nicht schaden.
- * Die Trinkwasseraufbereitungsverordnung enthält genaue Angaben zu den Substanzen, die für die Aufbereitung benutzt werden dürfen und Grenzwerte für deren Rückstände.
- * Das Bundesseuchengesetz schreibt die Freiheit von Krankheitserregern vor.
- * Die Trinkwasserverordnung (TVO) legt dazu Parameter fest, u. a. für die bakteriologische Beschaffenheit des Wassers und die Höchstwerte für chemische und radioaktive Substanzen.

Mit der neuen Trinkwasserverordnung, die seit dem 1. Oktober 1989 in Kraft getreten ist, wurden wichtige Teile der EG-Richtlinie von 1980 in deutsches Recht umgesetzt. Insbesondere sind zahlreiche Grenzwerte herabgesetzt und eine Reihe von toxischen Stoffen (z. B. Pestizide) erstmals erfaßt worden. Die wichtigsten Höchstwerte sind:

Arsen	0,04	mg/l
Blei	0,04	mg/l
Cadmium	0,005	mg/l
Chrom	0,05	mg/l
Cyanid	0,05	mg/l
Nickel	0,05	mg/l
Quecksilber	0,001	mg/l
Fluorid	1,5	mg/l
Nitrat	50,0	mg/l
Nitrit	0,1	mg/l
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	0,0002	mg/l
Organische Chlorverbindungen	0,003-0,025	mg/l
Pestizidwirkstoffe	0,0001	mg/l
Pestizide Summengrenzwert	0,0005	mg/l
Polychlorierte Biphenyle u. ä. (Summengrenzwert)	0,0005	mg/l

Interessenkonflikte ums Trinkwasser

Auf Grund der sich verschärfenden Trinkwasserproblematik kommt es zu einer wachsenden Interessenskollision von Landwirtschaft und Wasserwirtschaft.

* Angesichts der dominanten Industrie-, Landwirtschafts-, Siedlungs-, Verkehrs- und Bergbauinteressen bei der Flächen- und damit Grundwassernutzung waren sie bei fast allen entsprechenden Planungen und Entwicklungen dieses Jahrhunderts in der schwächsten Position gewesen.

* Die Wasserversorgungsunternehmen beschränkten daher ihren Wirkungsbereich häufig auf land- und forstwirtschaftlich genutzte Gebiete.

Der Wasserbedarf der expandierenden Ballungsgebiete wuchs; in ihrem Umland siedelten sich neben der dorthin verdrängten Wasserversorgung oft die besonders intensiv wirtschaftenden Betriebe des Gemüse- und Obstanbaus und der Massentierhaltung an (z. B. Rhein-Neckar-Raum, Köln-Aachener-Bucht, Münsterland), die u. a. wegen der relativ geringeren Haltbarkeit ihrer Produkte möglichst in der Nähe großer Verbrauchermärkte produzieren. Damit sieht sich die Landwirtschaft nunmehr vor folgenden Konfliktsituationen:

* Weil die Stadt- und Industrieregionen ihr Oberflächen- und Grundwasser verschmutzt haben und zugleich nicht genug Wasser über Fernleitungen aus dem ländlichen Raum bekommen können, sollen nun die Landwirtschaft gegenüber den Interessen des Grundwasserschutzes zurückstecken - und handele es sich auch nur um Bewirtschaftungsaufgaben in Wasserschutzgebieten.

* Die zunehmende Konkurrenz um Flächen zwischen Landbau und Wassergewinnung kann auch nicht durch planerische Maßnahmen allein gelöst werden. Die oft vorgeschlagene Trennung von Landwirtschaftsflächen und Wassereinzugsgebieten würde tendenziell zur Fortsetzung der Intensivbewirtschaftung beitragen.

Verschärft wird dieser historisch gewachsene Nutzungskonflikt dadurch, daß die Wasserwirtschaft nun auch nicht mehr in unberührte Gebiete ausweichen kann, da solche Vorhaben inzwischen fast durchgängig von Umweltschutzverbänden unter Biotopschutzaspekten - zurecht - blockiert werden (z. B. Talsperrenpläne in Ernstbach-, Hafenlohr- und Negertal).

Konfliktverschärfende Entwicklungen sind auch auf Seiten der Landwirtschaft eingetreten. Gemeint sind die Grundwasserbeeinträchtigungen im wesentlichen durch Nitrat- und Pestizid auswaschungen, die mit dem enorm gestiegenen Einsatz von Düngemitteln und "Pflanzenschutz"-Mitteln zusammenhängen. Die Mehrzahl der Landwirte begegnet diesem Problem mit der Überlegung, daß jegliche Bewirtschaftungsbeschränkung, d. h. eine Beschränkung bei der Verwendung von Düngemitteln und Pestiziden, zumindest entschädigungspflichtig ist ("Wasserpfeffig" in Baden-Württemberg). Überdies verweisen sie darauf, daß wegen der zumeist langen Zeitverzögerung des Auftretens von erhöhten Schadstoffkonzentrationen in Wassergewinnungsanlagen technische Reparaturmaßnahmen in jedem

Fall notwendig seien; diese könne man als Stand der Technik in die Zukunft fortschreiben. Nicht unterschätzt werden darf, daß die agrochemische Industrie, deren Nettoinlandsumsatz 1988 nochmals um ca. 6% wuchs, aus ihrer Interessenlage heraus der Landwirtschaft mit Lobbying und entsprechenden Forschungsergebnissen noch immer den Rücken stärkt.

Ein entscheidender Konfliktmoment ist weitgehend hinter dem Rücken bzw. unter Ausschluß von Landwirtschaft und Wasserwirtschaft entstanden: Die EG-Trinkwasserrichtlinie von 1980, die am 1.10.1989 in der Bundesrepublik in Kraft getreten ist. Danach dürfen in einem Liter Trinkwasser nicht mehr als 0,1 Mikrogramm eines einzelnen und nicht mehr als 0,5 Mikrogramm sämtlicher möglicher Pestizide enthalten sein. Die Wasserwirtschaft sah sich durch die auf sie zukommenden Grenzwerte gezwungen, in die Offensive zu gehen, wollte sie nicht widerstandslos die zu erwartende Kostenlawine für die Installierung von sog. Wasserfabriken hinnehmen. Damit verschärfte sich der Druck auf die Landwirtschaft, bei der - im Gegensatz zu der Industrie in den Ballungsgebieten - noch gewisse Aussichten bestanden, präventiven Grundwasserschutz durchsetzen zu können. Die Bemühungen um mehr Dialog und Kooperation (zumindest) zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft im Hinblick auf die Erfüllung der EG-Trinkwasserrichtlinie scheiterten bislang im wesentlichen an der Frage der Kostenverteilung durch die Länder. Dieser Streit um die Kostenträgerschaft, d. h. der Streit um finanzpolitische und damit wirtschaftliche Entscheidungen, macht es wahrscheinlich, daß der Umweltschutz in der Landwirtschaft in weiten Bereichen noch etliche Jahre auf der Strecke bleiben wird, auch wenn alle Beteiligten heute mehr oder weniger unisono für eine ökologieverträgliche Landwirtschaft plädieren.

Zwischen der Verabschiedung der EG-Trinkwasserrichtlinie und dem Inkrafttreten sind neun Jahre vergangen. Dennoch werden, so die Prophezeiung der Bundesgesundheitsministerin Lehr, schätzungsweise 10 bis 20% der 6.300 Wasserversorgungsunternehmen in der Bundesrepublik bei einzelnen Stoffen die neuen *Vorsorgewerte* nicht einhalten können. Obwohl die Wasserwerke und die Wasserkontrolleure bei den Gesundheitsämtern diese Grenzwerte schon seit neun Jahren kennen, ist nur in Bayern und Nordrhein-Westfalen die Belastung des Grundwassers durch Pestizide bislang flächendeckend erforscht worden. Wie viele und welche Wasserwerke (oder Hausbrunnen) dann kontaminiertes Wasser liefern werden (bzw. bereits jetzt liefern), weiß niemand.

Literatur:

- J. Conrad: Grundwasser und Landwirtschaft. In: Kursbuch 92 (1988), S.77-91
- M. Sontheimer: Aus Wasser wird H₂O. In: DIE ZEIT Nr. 35, 15.9.1989, S.13-17
- Th. Kluge, E. Schramm: Zwischen Wasserkrise und Umweltvorsorge. In: Umwelt lernen (im Druck)

"Wasser sparen"

Ein Problem wird individualisiert

Angesichts der Probleme der Wasserversorgung fordern Umweltpolitiker in Bonn, aber auch Naturschützer und GRÜNE mit moralischem Pathos, jeder einzelne Bürger müsse mit dem Lebenselixier Wasser sparsamer umgehen. Von "Verschwendungstaumel" der Industrienationen sprechen die einen, andere beklagen, daß im Volk ein "Wasserbewußtsein" fehle und wiederum andere meinen, daß "Unsere Gewässer in unserem Auftrag verdreckt werden". Die Wasserversorgungsunternehmen werden ebenfalls aufgefordert, mit Wasser sparsamer umzugehen, und an die privaten Haushalte wird appelliert, Wasserspararmaturen und Toiletenspülkästen mit Zweiwegschaltung installieren zu lassen. Auch die Zweitverwertung von gebrauchtem Wasser wird gefordert; für den "ökologisch bewußten Eigenheimbesitzer" werden inzwischen im Keller oder im Bad zu installierende Reservoirs für derartiges *Grauwasser* angeboten.

Derartige Maßnahmen sollen insgesamt die Verbrauchsmengen von Trinkwasser drastisch reduzieren helfen. So plausibel solche Appelle auch erscheinen mögen, mit Sparmaßnahmen und -technologien alleine läßt sich die Zerstörung der letzten Naturreserven nicht stoppen. Außerdem lenken sie - bewußt oder unbewußt - von folgenden Tatsachen ab:

- * Entgegen dem Vorwurf, die Wasserversorgungsunternehmen machten Profite beim Wasserverkauf und würden deshalb keine Wassereinsparungen vornehmen wollen, wirtschaften sie nur kostendeckend und können sich mit Recht darauf berufen, daß es in der Bundesrepublik für jeden Verbraucher genug Wasser gibt. Problematisch ist - und darauf weisen die Wasserversorger immer wieder hin - die Akkumulation des Wasserbedarfs in bestimmten Regionen, z.B. im Einzugsbereich des Rheins, wo 65% des bundesdeutschen Industriewassers verbraucht werden.*)
- * Es stimmt zwar, daß der Wasserkonsum in der Bundesrepublik seit der Jahrhundertwende gewaltig angestiegen ist, von ca. 40 auf 140 Liter pro Kopf und Tag. Doch daran sind weniger der Toiletten-Komfort und der Badewannenluxus schuld - obwohl jeder Bürger pro Tag 43 Liter Trinkwasser durch die Toilette rauschen läßt, jeder Maschinenwaschgang 100 Liter und eine Schlauchwäsche des Autos 200 bis 300 Liter kosten. Jährlich entspricht das einem Wasserverbrauch von 1 Milliarde Kubikmeter auf der Toilette und 900.000 Kubikmeter Badewasser. Weitauß mehr Wasser als die privaten Haushalte verbraucht indes die Industrie, insbesondere die Großchemie: 3.000 Liter für ein Kilogramm Papier, 500 Liter für ein Kilogramm Kunststoff, 120 Liter für ein Kilogramm Zucker. Allein die bundesdeutschen Stromerzeuger verbrauchen die enorme Menge von 19 Mrd. Kubikmeter Rohwasser für Kühlung und Turbinendampf.

*) Tatsächlich blieb die Wasserförderung seit Beginn der 80er Jahre in etwa konstant.

- * Die Forderung, gebrauchtes Wasser wiederzuverwenden, suggeriert, daß sich der natürliche Wasserhaushalt über die privaten Haushalte ökologisch umordnen läßt. Dies ist aber keineswegs der Fall. Denn der größte Grundwassernutzer hierzulande ist nicht die öffentliche Wasserversorgung, sondern der Bergbau, insbesondere der linksrheinische Tagebau der Rheinbraun, wo wertvolles Tiefengrundwasser größtenteils ungenutzt über Kanäle in die Nordsee geleitet wird.

Der vielbeschworene Appell "Sparen als Wasserquelle" verschleiern nicht nur die genannten Tatsachen, sondern redet auch dem Gemeinlastprinzip das Wort. War in dem von der sozial-liberalen Bundesregierung Anfang der 70er Jahre vorgelegten Umweltprogramm noch festgelegt, daß Gemeinlast- und Verursacherprinzip gleichrangige Säulen der Umweltpolitik sein sollten, so zeigte sich jedoch sehr bald, daß dieses Vorhaben nicht eingelöst wurde. Im Gegenteil, es kam fortan zu einer deutlichen Verschiebung vom Verursacherprinzip zum Gemeinlastprinzip (am stärksten im Bereich der Sonderabfallbeseitigung), die - von kosmetischen Korrekturen abgesehen - bis heute ungebrochen anhält. Die Abwälzung der sozialen Kosten der industriellen Produktion auf die Allgemeinheit (mit der Begründung, daß für das Wohl der Allgemeinheit produziert werde) ist seither in zunehmendem Maße erfolgt; beispielsweise werden die Kosten von Berufskrankheiten, für Wasser- und Luftverschmutzung von der Öffentlichkeit aus Steuergelder oder - und das nicht selten - von den Betroffenen privat getragen.

Das Gemeinlastprinzip entpuppt sich spätestens an dieser Stelle als die negative Variante des Gemeinwohlprinzips - beide Prinzipien werden von der Mehrheit der Bevölkerung noch immer akzeptiert. Sie sind beide kritikabel, als sie immer nur zur Verschleierung von politischen und ökonomischen, also von gesellschaftlichen Partikularinteressen verwendet worden sind und noch immer verwendet werden. Daß das Verursacherprinzip gegenüber dem Gemeinwohlprinzip politisch nur sehr schwer durchsetzbar sein wird, ist in erster Linie der Dominanz der industriellen, landwirtschaftlichen, Siedlungs-, Verkehrs- und nicht zuletzt der Bergbau-Interessen bei der Flächen- und damit Wassernutzung geschuldet. Diese traditionsreiche und oft nicht durchschaubare Interessenkoalition aus (Groß-)Industrie und Politik scheint angesichts der bedrohlicher werdenden Trinkwasserbelastung erste Risse zu bekommen (vgl. P 3).

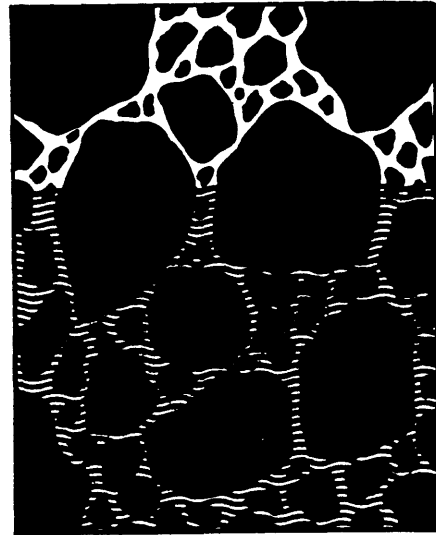
Literatur:

- J. Conrad: Grundwasser und Landwirtschaft. In: Kursbuch 92 (1988) S.77-91
- G. Haaf: Wir - Die Brunnenvergifter. In: GEO-WISSEN 2 (1988), S.28-33
- Th. Kluge, E. Schramm: Zwischen Wasserkrise und Umweltvorsorge. In: Umwelt lernen (im Druck)
- Stiftung Verbraucherinstitut NRW (Hrsg.): Zukunft des Wassers. Düsseldorf 1988, S.123-126
- Umweltbundesamt: Daten zur Umwelt 1988/89. Berlin 1989
- F. Vahrenholt: Zur Ökologischen Lage der Nation. In: Gewerkschaftliche Monatshefte 4/1984, S.215-225
- Wasser: "Fröhlich in die letzten Reserven". In: DER SPIEGEL Nr.32/1988, S.36-51

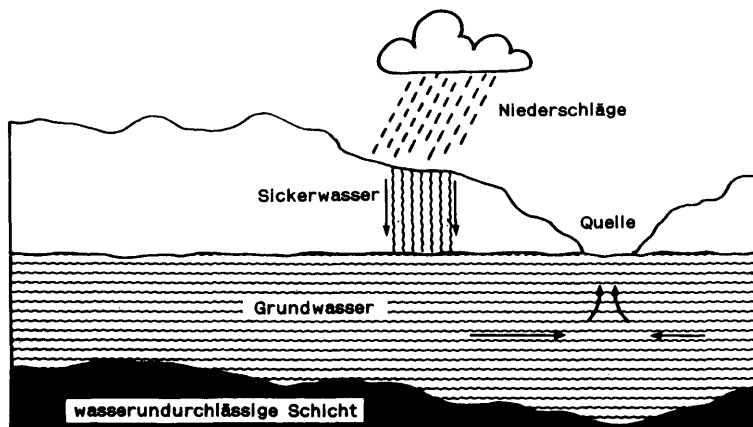
Grundwasser *)

"Grundwasser ist unterirdisches Wasser, das die Hohlräume der Erdkruste zusammenhängend ausfüllt und nur der Schwere unterliegt."

Lockere Erde kann in ihrer porösen Struktur mehr Grundwasser speichern als die Klüfte von festen Gesteinen: Ein Kubikmeter Sand kann fast die Hälfte seines Volumens - 450 Liter - Wasser aufnehmen; massives Felsgestein dagegen nur 2 Prozent. Da bestimmte Mineralien, z.B. Ton, wasserundurchlässige Schichten bilden, gibt es im Untergrund häufig regelrechte Grundwasserstockwerke, auch Grundwasserhorizonte genannt.



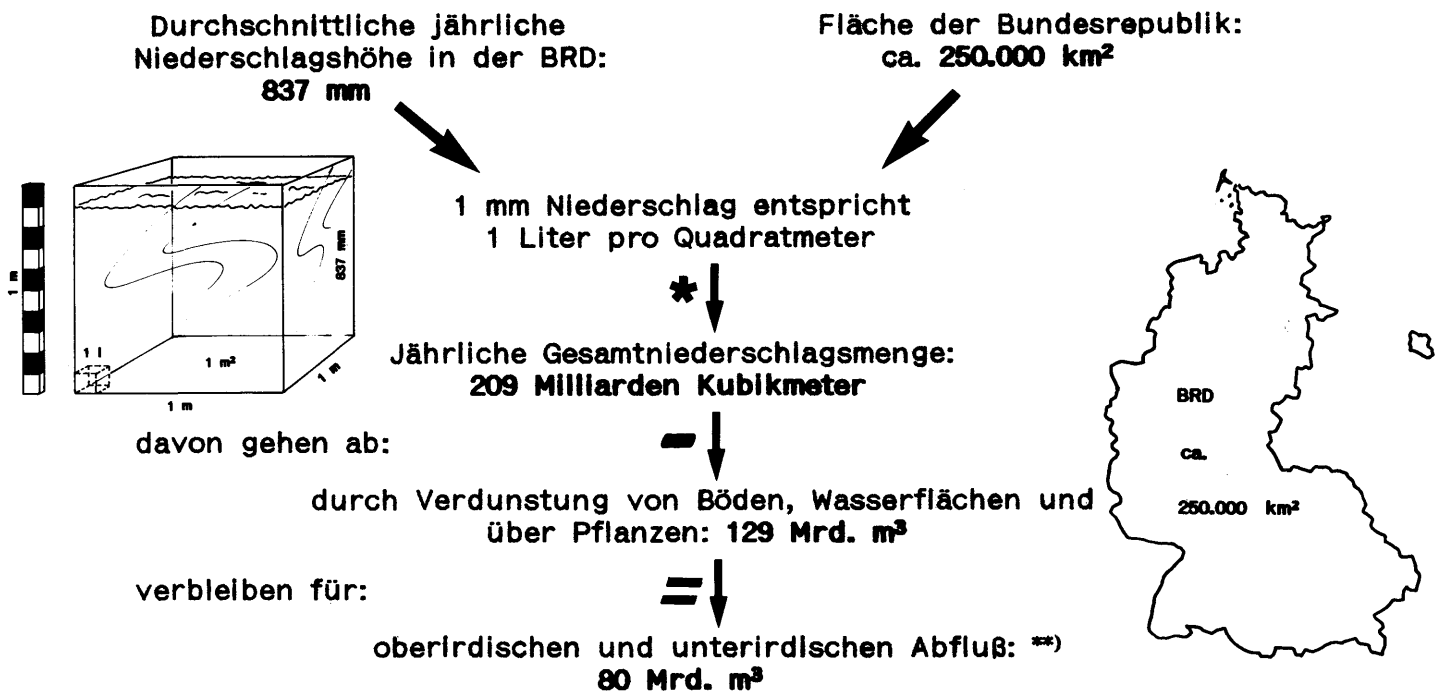
Auch Grundwasser *fließt*, allerdings sehr langsam. Ohne äußere Einwirkungen wie Brunnenbohrungen und Wasserentnahme bewegt es sich mit einer Geschwindigkeit von meist wenigen Millimetern zu pro Tag in Richtung auf eine Grundwassersenke zu. Es tritt entweder als Quelle an die Erdoberfläche oder speist einen Bach oder Fluß.



Das Grundwasser wird aus Regen, Schnee und Hagel nachgebildet. Je nach Beschaffenheit der Böden werden Niederschläge in unterschiedlichem Umfang zu Grundwasser: In Lockergesteinsgebieten zwischen 20 und 30%, bei Festgesteinen nur etwa 5 bis 20%.

*) Nach: K.-D. Balke: Grundwasser. In: Tetra H.3/1982, S.58-60

Wasser in Zahlen *)



Vergleicht man die Gesamtfördermenge des Grundwassers (7,5 Mrd. m³) mit der Niederschlagsmenge und schätzt überschlägig, daß etwa 14% der Niederschläge zu Grundwasser werden (also fast 30 Mrd. m³), dann kann man feststellen, daß "keine Mengenprobleme für die öffentliche Wasserversorgung bestehen". Abgesehen von der inzwischen häufig nicht ausreichenden Qualität des Grundwassers sind "die Grundwasservorkommen in der Bundesrepublik jedoch regional sehr unterschiedlich verteilt".

Keine Probleme?

- Die Haushalte benötigen lediglich 2,7 Mrd. m³ Trinkwasser, aber nur 3/4 dieses Wassers stammt aus Grundwasser und Quellen, der Rest aus aufbereitetem Oberflächenwasser.
- Ballungszentren beziehen ihr Trinkwasser häufig über Fernleitungen aus grundwasserreichen Gebieten. Dort kommt es zu teilweise dramatischen → *Absenkungen des Grundwasserspiegels* (I 4)
- Nur zwei Drittel der gegenwärtig amtlich als notwendig betrachteten Trinkwasser-Schutzgebiete sind als solche ausgewiesen.
- Grundwasserreiche Gebiete werden zunehmend be- und überbaut, sie eignen sich in der Regel für Flughäfen, Industrieanlagen u.ä. Gefahr für die Grundwassernachbildung durch → *Flächenversiegelung* (I 3)

*) Nach: Umweltbundesamt: Daten zur Umwelt 1988/89. Berlin 1989

***) Dazu kommen 80 Mrd. m³ Wasser, die durch Flüsse in die BRD ein- und auch wieder ausströmen.

Zahlenwirrwarr - oder: Wer verbraucht das Trinkwasser?

Nach Angaben des Umweltbundesamtes fördern die Unternehmen der Gas- und Wasserwirtschaft jährlich etwa 4 Mrd. m³ Wasser und geben 90% davon an "die Verbraucher" ab.

Davon stammen 63% aus dem Grundwasser, 12% aus Quellwasser, 10% aus angereichertem Grundwasser, 6-7% aus Flußwasser und Uferfiltrat und 9% aus Seen und Talsperren.

Dieses Wasser in Trinkwasserqualität (3,6 Mrd. m³) geht zu 75% in die privaten Haushalte und an das Kleingewerbe.

Die Gesamtmenge des jährlich geförderten Grundwassers beträgt ca. 7,5 Mrd. m³.

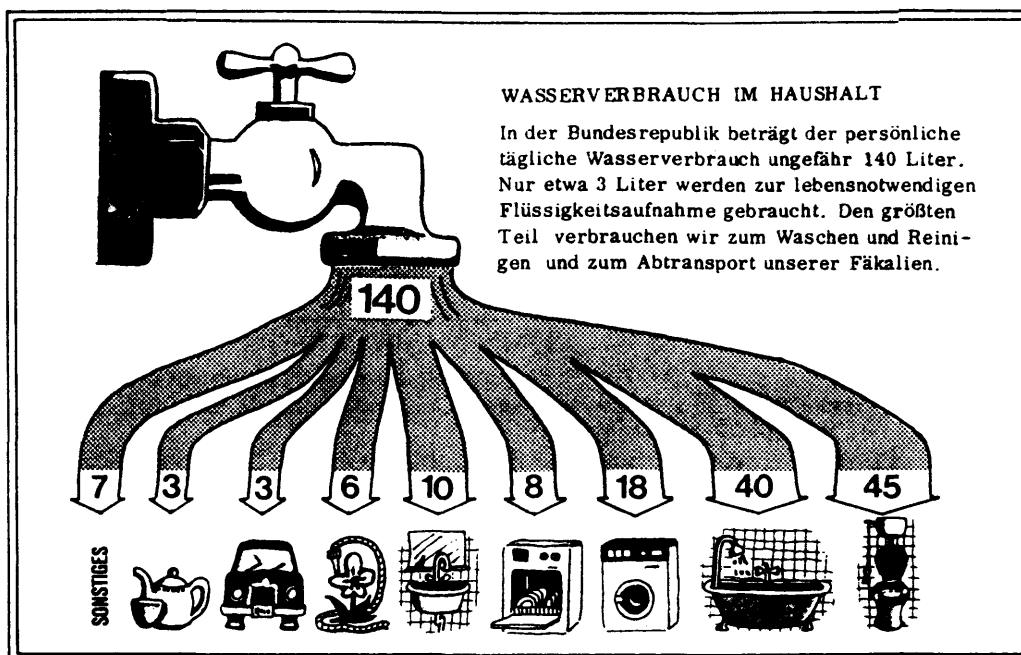
* Wieviel Grundwasser in Trinkwasserqualität erreicht somit die Haushalte?

* Wo bleibt der Rest?

Industrie und Kraftwerke verwenden zusammen 37 Mrd. m³, davon die Wärmekraftwerke allein 26 Mrd. m³ für Kühlwasser.*)

Kühlwasser und Teile des industriellen Brauchwassers werden zwar überwiegend aus Oberflächengewässern entnommen, viele Betriebe besitzen aber alte Wasserrechte und fördern - besonders abseits der großen Flüsse und bei Niedrigwasser - selbst Grundwasser für den Eigenbedarf.

Trinkwasser und Wasser im Haushalt**)



*) Der Gesamtwasserdurchsatz in Industrie und im Bergbau ist wegen einer Mehrfachverwendung sogar fünfmal höher: (55 Mrd. m³) als die geförderte Wassermenge (11 Mrd. m³).

***) Abbildung aus: Bundeszentrale für politische Bildung/UNESCO-Verbindungsstelle für Umwelterziehung im Umweltbundesamt (Hrsg.): Ökologie in der Erwachsenenbildung "Gefährdete Lebensgrundlagen" (Heft 1). Bonn-Berlin 1986, S.27

Flächenversiegelung

Beton stellt für Regenwasser ein unüberwindliches Hindernis dar.

Mehr als 10% der Fläche der Bundesrepublik sind bereits bebaut oder überbaut und damit gegen das Eindringen von Regenwasser mehr oder weniger versiegelt. Täglich gehen weitere 1 bis 1,5 km² der Grundwassernachbildung verloren – für Häuser, Straßen und Parkplätze, Bahntrassen, Fabriken, Flugplätze usw.

Bei einer unbebauten Restfläche von etwa 225 000 km² in der Bundesrepublik erscheint das als nicht besonders viel: 500 km² pro Jahr weniger machen eben gerade 0,2% aus; andererseits entspricht das fast der Fläche des Bodensees.

Der Verlust von Flächen, die für Niederschläge offen sind, läßt sich jedoch nicht allein in "km²" ausdrücken, da die Bodenbeschaffenheit eine wichtige Rolle für das Ausmaß der Grundwasserneubildung spielt. Sandige Böden im Wechsel mit wasserundurchlässigen Lehm- oder Ton-schichten finden sich hauptsächlich in flachen Geländeformationen, also in breiten Flußtälern, Senken oder Tiefebene wie in Norddeutschland. Eben diese Geländeformen werden wegen günstiger Bedingungen zum Bauen, meist guter Verkehrsanbindung und wegen ohnehin vorhandener Bebauung Opfer weiterer Versiegelung:

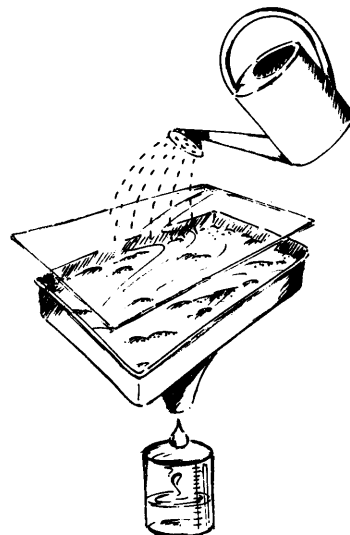
Der Flughafen München II liegt über einem ausgesprochen reichen Grundwasserreservoir. Beim Bau gehen vermutlich 5 km² durch Rollbahnen, Gebäude, Straßen und Parkplätze verloren. Nach einer Expertenabschätzung bedeutet das:

** Pro Quadratkilometer bilden sich in diesen Gebiet durchschnittlich täglich 180.000 bis 220.000 Liter Grundwasser neu.*

** Durch die Versiegelung von 5 km² kommt es zu einem jährlichen Verlust von 300.000 bis 400.000 Kubikmetern für die Grundwasserneubildung. *)*

Eine anschauliche Demonstration:

Eine kleine Entwicklerwanne (20x30cm) wird in einer Ecke durchbohrt, mit Sand gefüllt und so auf eine schräge Unterlage gestellt, daß aufgegossenes Wasser zum Loch hin abläuft. Man gießt etwa zwei Liter Wasser aus 50 cm Höhe über den Sand und fängt das durchgesickerte Wasser in einem Gefäß auf. Der Versuch wird wiederholt, nachdem man die Wanne mit dem Sand zur Hälfte mit einer Folie oder einer Kunststoffplatte abgedeckt hat und vergleicht anschließend die Wassermengen.

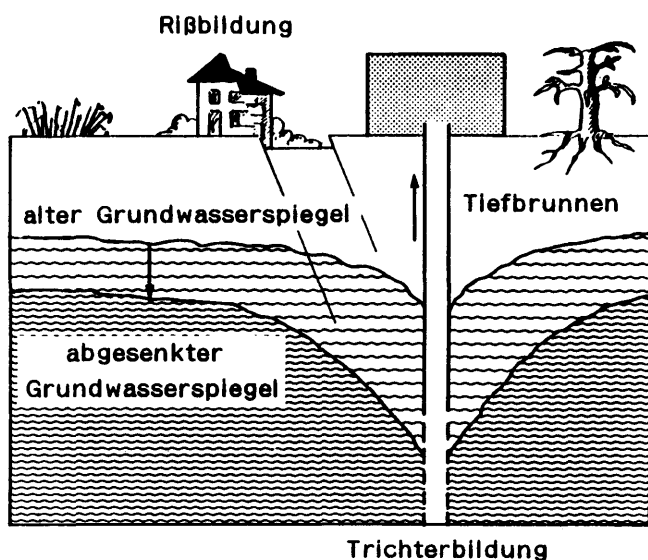


*) Nach: B. Marquardt u.a.: Jugendllexikon Umwelt. Reinbek 1984, S.121 f

Grundwasserabsenkung *)

Mitte der 70er Jahre gab es Alarm im Hessischen Ried: Wohnhäuser, alte wie neue, zeigten zum Schrecken ihrer Bewohner straßenweise Risse, Bäume verkümmerten, an manchen Stellen starben ganze Waldparzellen ab, die Bewässerungsbrunnen der Landwirte fielen trocken. Ursache war eine übermäßige Grundwasserentnahme durch die vier Großwasserwerke, die das Rhein-Main-Gebiet und insbesondere die Stadt Frankfurt mit Trinkwasser versorgen (vgl. I 8).

Aus einem Gebiet von knapp 1.500 km² wurden mehr als 180 Millionen m³ Wasser jährlich entnommen; Gutachten stellten später fest, daß auf der betreffenden Fläche insgesamt nur 130 Millionen m³ Grundwasser pro Jahr nachgebildet werden. In der Folge sank der Grundwasserspiegel durchschnittlich um 2 bis 3 Meter, nachdem er sich bereits vorher aufgrund der Rheinbegradigung und den dadurch vermehrten Abfluß erniedrigt hatte. Nahe der Pumpstationen wurden Trichterbildungen mit Absenkungen von 8 Metern und mehr festgestellt.



Ähnliche Gefahren drohen allen Gebieten, aus denen per Fernleitung Großstädte mit Grundwasser versorgt werden. Dies betrifft z. B. die Lüneburger Heide (Hannover, Hamburg) und den Vogelsberg und dessen Vorland (Frankfurt, Rhein/Main). Neben unmittelbaren Schäden für Bauten, Landwirtschaft und Baumbestand sind auch mittelbare zu erwarten, so die Austrocknung und Zerstörung von Mooren und anderen Feuchtbiotopen – mit den bekannten Folgen für den Artenerhalt in Flora und Fauna.

Grundwasserabsenkung durch neue Grenzwerte?

Die seit 1. Oktober 1989 gültigen strengeren Grenzwerte für Trinkwasser werden auf Dauer zu weiteren gravierenden Absenkungen des Grundwasserspiegels in den jetzt schon betroffenen Gebieten führen. Da die Wasserwerke in Gegenden mit intensiver Landwirtschaft weder Nitrat- noch Pestizid-Grenzwerte einhalten können und Oberflächenwasser in der Nähe von städtischen Ballungszentren immer weniger den gesetzlichen Anforderungen entspricht, werden bereits jetzt die örtlich gewonnenen stark belasteten Wasser so weit mit Grundwasser aus Fernleitungen gemischt, daß die Obergrenzen der Verschmutzung gerade unterschritten werden.

*) Nach: B. Marquardt u.a.: Jugendlexikon Umwelt. Reinbek 1984, S.122 f

Belastungen durch Industrielle Abwässer, Deponien und Altlasten *)

In der Bundesrepublik werden zwischen 70.000 und 100.000 verschiedene **Chemikalien** hergestellt in einer Gesamtmenge von jährlich mehr als 40 Millionen Tonnen. Schon bei der Produktion dieser Stoffe und ihrer Vor- und Zwischenprodukte entstehen giftige (wässrige) Abfälle. Da "alles irgendwo bleibt", landen all diese Chemikalien**) eines Tages wieder auf Deponien oder im Abwasser - soweit sie nicht als Sondermüll entsorgt werden oder exportiert worden sind..

Das Ausmaß der Boden-, Grund- und Trinkwasservergiftung durch die sog. **Altlasten** wurde erst in den vergangenen Jahren in vollem Umfang bewußt: Jahrzehntlang hatten Industrie (insbesondere Chemie- und Metallindustrie) ihre Produktionsabfälle von dubiosen Unternehmen *entsorgen* lassen - "aus den Augen, aus dem Sinn" - und gaben sich mit bloßen Erklärungen über eine *ordnungsgemäße* Beseitigung zufrieden, obwohl bekannt war, daß dafür in der Regel überhaupt keine Voraussetzungen bestanden.

Besondere Probleme gehen oft von (inzwischen aufgelassenen) Industriegeländen durch unsachgemäß gelagerte Produktionsabfälle aus (siehe das Beispiel Merck/Darmstadt und die HCH-Vergiftung des Umlandes oder die Schwermetallverseuchung des Bodens durch Batteriefabriken).

Zu den Altlasten aus der Nachkriegszeit, deren Sickerwässer zunehmend das Trinkwasser bedrohen, kommen solche aus den Kriegsjahren und der Vorkriegszeit. Im hessischen Hirschhagen (Gemeinde Hessisch Lichtenau) heißen die Probleme TNT, Pikrinsäure und Nitrate, andernorts Schwer- und Buntmetalle bzw. Phenole.

Trotz strengerer Vorschriften, verschärfter Kontrollen und verbesserter Voraussetzungen ist die geordnete **Deponie** immer noch ein Risiko: 38% des Giftmülls der Bundesrepublik (1983 insgesamt rund 5 Millionen Tonnen) werden deponiert; aber wie die Genehmigungsverfahren für neue *Sicherheits-Deponien* zeigen, erweisen sich auch ausgewählte geologische Formationen mit z. T. dicken Ton- oder Lehmschichten als nicht sicher genug, um den Übertritt hochbelasteten Sickerwassers ins Grundwasser auf Dauer zu verhindern.

Das Ausmaß der Gefährlichkeit von Deponien zeigt sich oft erst nach Jahrzehnten oder im Zusammenhang mit außergewöhnlichen äußeren Einwirkungen (z. B. tektonische Verschiebungen).

Die Belastung der **Oberflächengewässer** durch industrielle Produktion ist hinreichend bekannt. Allein der Rhein transportiert jährlich ca. 1 Million Tonnen organische Chemikalien, 300.000 Tonnen Stickstoffverbindungen, je 700 Tonnen Blei und Chrom und 5.000 Tonnen chlorierte Kohlenwasserstoffe. Die Folgen für das Grund- und Trinkwasser zeigen sich sowohl bei Uferfiltration, Grundwasseranreicherung wie auch in Ufernähe durch Übertritt des belasteten Wassers ins Grundwasser (vgl. I 6 / I 7).

*) Vgl. BUND (Hrsg.): *Trinkwasser in Not*. Bonn 1988

**) oder ihre Verbrennungsprodukte

Zentralisierung *)

1988 gab es 6.000 Wasserversorgungsunternehmen, wobei allein die zehn größten Verbundunternehmen schon fast ein Drittel des gesamten Wasseraufkommens fördern und verteilen.

Das größte Unternehmen ist die Gelsenwasser AG, die den Bewohnern von fast 100 Städten und Gemeinden im nördlichen Ruhrgebiet, im Münsterland sowie am Niederrhein jährlich 280 Millionen m³ Wasser ins Netz schickt.**)

Im Südwesten, in Baden-Württemberg, ist es die Bodensee-Wasserversorgung, die sich mit ihrem 1.408 km langen Leitungsnetz wie eine Krake bis hin nach Tauberbischofsheim und Heidelberg ausgebreitet hat: 165 Städte, Gemeinden und Gemeindeverbände hängen an dem Netz, durch das jährlich 125 Millionen m³ Wasser gepumpt werden.

In vergleichbaren Dimensionen arbeitet etwa die Harzwasserversorgung, die bis nach Bremen liefert. Und zunehmend müssen sich Großstädte wie Hamburg und München infolge der schleichenden Grundwasservergiftung durch Industrie, undichte Abwasserkanäle oder alte Mülldeponien ihr Trinkwasser aus der näheren oder weiteren Umgebung herbeischaffen.

Trinkwasser aus immer entfernteren Reinwassergebieten herbeizupumpen, ist mit hohen ökologischen Risiken verbunden:

- * Regionale Wasserschutzgebiete werden aufgegeben, wenn ein Wasserwerk schließt. In demselben Maße, wie die Wasserversorger auf Vorräte in Mittelgebirgen und Naturschutzgebieten zurückgreifen, erlahmt das lokale Interesse an einer Wasserreinhaltung.
- * Mit der Zentralisierung wächst die Gefahr von Versorgungsengpässen im Katastrophenfall. Eine Giftkatastrophe im Bodensee beispielsweise würde 90% der Stuttgarter Wasserversorgung in Frage stellen.
- * Die Wasserwirtschaft wird selbst zum Umweltschädling, vor allem durch die Absenkung des Grundwasserspiegels in den Wasserentnahmegebieten.

Durch Mischen lokal gewonnenen Wassers mit Grundwasser aus zentralen Fernleitungen können zudem unkalkulierbare Gesundheitsrisiken erwachsen, z. B. durch Chloroformbildung (vgl. U 4).

*) Th. Kluge, E. Schramm: Versorgen - Entsorgen. Die Wasserpolitik in der Krise. In: Kursbuch 92 (1988) S.105-118

M. Sontheimer: Aus Wasser wird H₂O. In: DIE ZEIT Nr.38, 15.9.1989, S.13-17

Wasser: "Fröhlich in die letzten Reserven". In: SPIEGEL Nr.32/1988, S.36-51

**) Anfang dieses Jahrhunderts kam die Gesellschaft ins Gerede: Eine Typhus-Epidemie (3.235 Erkrankte, rund 500 Tote) war darauf zurückzuführen, daß die Gelsenwasser AG rohes Ruhrwasser entnommen und dem Trinkwasser beigemischt hatte. Vier Direktoren wurden zu Geldstrafen zwischen 200 und 1.500 Reichsmark verurteilt, "das macht für jeden Typhus-Kranken, den die Gesellschaft auf dem Gewissen hatte, 1 Mark und für jeden Todesfall ca. 3,30 Mark", wie damals der SPD-Reichstagsabgeordnete Philipp Scheidemann höhnte.

Grundwasseranreicherung

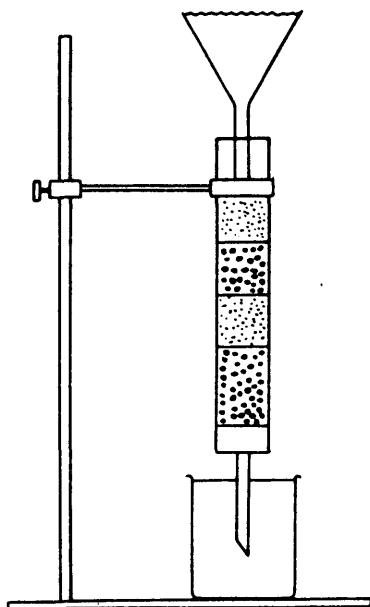
An Stellen, wo das zur Verfügung stehende Grundwasser den Bedarf nicht decken kann - also in städtischen und industriellen Ballungszentren - werden auf zwei Arten künstlich Grundwasser *erzeugt*:

- durch Grundwasseranreicherung und
- durch Uferfiltration

Die **Grundwasseranreicherung** beruht darauf, daß man Oberflächenwasser oder geklärtes Abwasser über Versickerungsbecken oder Schluckbrunnen in den Untergrund einleitet. Damit wird gezielt der Grundwasserspiegel erhöht, indem zusätzlich zu den natürlichen Niederschlägen Wasser zum Versickern gebracht wird.

Diese Methode geht davon aus, daß Wasser bei der Bodenpassage - dem Durchgang durch die Bodenschichten - von noch vorhandenen organischen Verschmutzungen gereinigt wird; tatsächlich werden viele Schadstoffe durch Kleinstlebewesen im Boden abgebaut und mineralisiert. Abgesehen davon, daß nur bestimmte Bodenqualitäten für die Grundwasseranreicherung geeignet sind und besondere Anforderungen an den Untergrund gestellt werden müssen, ist die Reinigungswirkung des Bodens keineswegs unbegrenzt. So wird nur ein Teil des vorhandenen Nitrats abgebaut; gleiches gilt für bestimmte organisch-chemische Substanzen. Chlorierte Kohlenwasserstoffe und Biozide (Insektizide, Pestizide, Fungizide) passieren die oberen Bodenschichten weitgehend unvermindert, da sie für die Kleinstlebewesen selbst Gifte darstellen. Im Wasser gelöstes Salz gelangt praktisch in jedem Fall ins Grundwasser.

Filterwirkung des Bodens



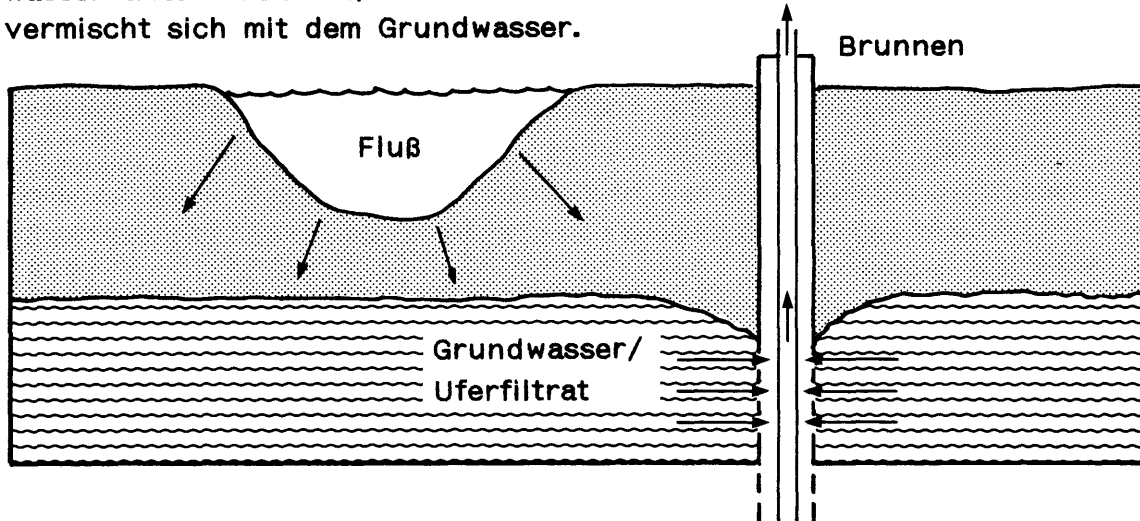
Ein Glas- oder Kunststoffrohr (3-5 cm Durchmesser) wird unten mit einem durchbohrten Gummi- oder Korkstopfen verschlossen und senkrecht an einem Stativ eingespannt. Zur Regulierung des Auslaufs verwendet man ein passendes Röhrchen mit Gummischlauch und Quetschhahn. In das Rohr werden über eine Schicht Watte oder Glaswolle mehrere Schichten Kies, Sand und Erde gefüllt und so lange sauberes Wasser durchlaufen lassen, bis sich im unten aufgefangenen (Sicker-) Wasser keine Trübung mehr zeigt. Durch diesen Modell-Bodenfilter kann man Wasser mit verschiedenen Verunreinigungen durchlaufen lassen und den Reinigungseffekt kontrollieren. (z. B. verdünnte Tinte oder einen gelösten Lebensmittelfarbstoff; Kochsalzlösung, die man vor- und nachher mit Silbernitrat oder durch Eindampfen der Lösung nachweist; mit Petroleum verunreinigtes Wasser, das man über den Geruch erkennt; usw.)

Bei Versickerung von stark belastetem Oberflächenwasser tritt, ähnlich wie bei der Uferfiltration, bereits nach wenigen Jahren eine Verstopfung der Bodenschichten ein, das Filtersystem Boden ist dann im Umkreis der betreffenden Stelle nicht mehr verwendbar.

Z. Zt. stammen 12% des Trinkwassers aus angereichertem Grundwasser.

Uferfiltration

Bei der Uferfiltration wird die natürliche Fließrichtung des Grundwassers umgekehrt: Speist das Grundwasser normalerweise in Bäche und Flüsse ein, zu denen es sich langsam hinbewegt, so wird Uferfiltrat dadurch gewonnen, daß man in direkter Nähe eines Flusses Wasser aus dem Untergrund entnimmt. Durch diese künstliche Absenkung des Grundwasserspiegels entsteht ein Gefälle zur Entnahmestelle hin; Oberflächenwasser tritt durch Flußbett und -sohle hindurch ins Erdreich ein und vermischt sich mit dem Grundwasser.



Das so geförderte Wasser hat in keinem Fall Trinkwasserqualität. Es wird unter Zusatz verschiedenster Chemikalien aufbereitet, über Kies- und Aktivkohlefilter gereinigt und schließlich (meist) gechlort.

Abwasserkanal Rhein und die Trinkwassergewinnung

Zwar kommen bundesweit nur 7% des Trinkwassers*) aus Uferfiltrat, am Rhein werden dagegen mehr als 10 Millionen Menschen mit Wasser versorgt, das teilweise oder ganz aus dem Rhein stammt. Inzwischen wird bei den regelmäßig eintretenden *Chemieunfällen* von Basel über Ludwigshafen bis Leverkusen ein "Internationaler Rheinalarm" ausgelöst, der die Wasserwerke der Anliegergemeinden in der Regel zur Einstellung der Förderung von Uferfiltrat (und auch von angereichertem Trinkwasser) zwingt.

Aber auch zu Normalzeiten ist das Rheinwasser mit Schadstoffen praktisch aller Art belastet. Schwermetalle und zahlreiche andere Substanzen werden bei der Passage durch die Uferschichten zum größten Teil zurückgehalten, schwer abbaubare organische Stoffe und Salze dagegen nur zum Teil. Unter bestimmten Bedingungen kommt es jedoch zu einer Mobilisierung dieser Schadstoffe, die sich im Sediment (Schlamm auf dem Grund des Flusses) mit hohen Konzentrationen angereichert haben. Verschiedene Wasserwerke mußten daher in der Vergangenheit bereits Uferfiltrationsbrunnen nach Erschöpfung des Bodenfilters aufgeben bzw. verlegen. Die Schadstoffe aus dem Rheinwasser hatten entweder den (Boden-)Filter durchbrochen oder so nachhaltig zugesetzt, daß die Passage vom Fluß ins Erdreich abgebrochen war.

*) In der Broschüre "Was Sie schon immer über Wasser und Umwelt wissen wollten", herausgegeben vom Bundesinnenministerium (1987) heißt es dazu: "In der Bundesrepublik werden laut Statistik ca. 8% des Trinkwassers durch Uferfiltration gewonnen, wobei jedoch nicht immer zwischen Grundwasser und Uferfiltrat unterschieden werden kann, so daß der tatsächliche Anteil auch höher sein kann." (S. 159)

Zum Beispiel: Hessisches Ried *)

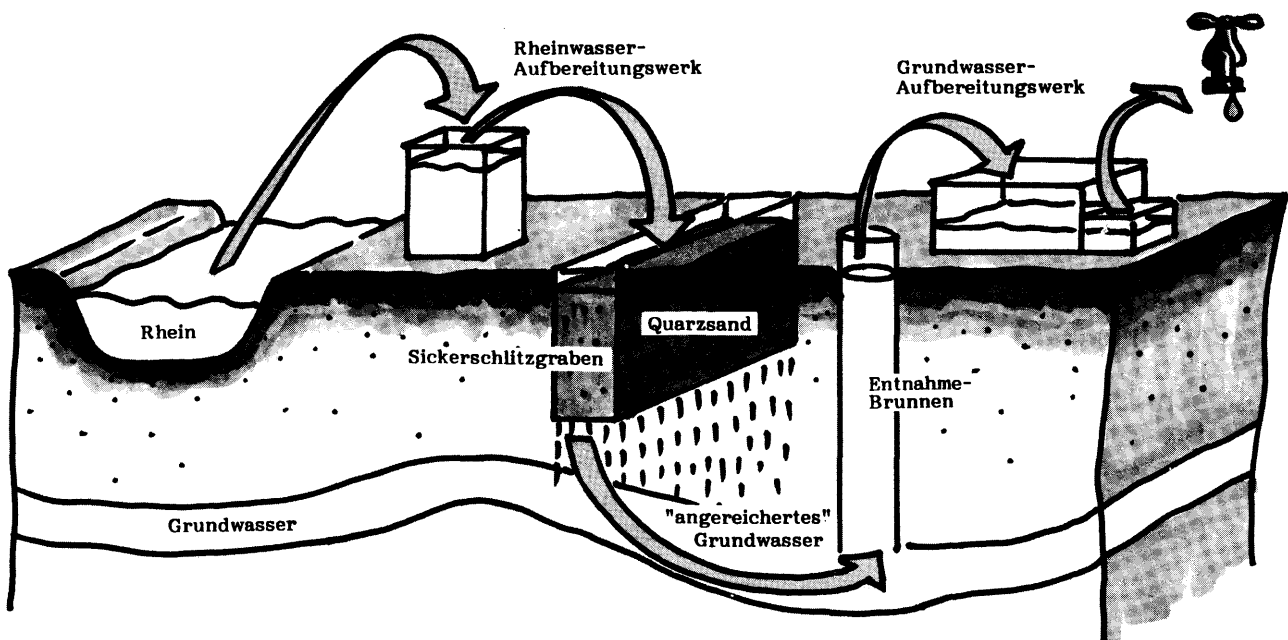
Technische Grundwasserersatzbeschaffung

Bei Rheinkilometer 464 sollen mit einem stählernen Saugrohr jede Stunde ca. 4 Millionen Liter, d.h. jeden Tag mehr als 100.000 m³ Rheinwasser an Land gepumpt werden. Nachdem dem Wasser grobe Verunreinigungen (angeschwemmtes Holz etwa und tote Fische) entnommen wurde, wird es zum Wasserwerk im südhessischen Biebesheim gepumpt. Dort durchläuft das Rheinwasser sechs Stufen der Aufbereitung. Sie beginnt mit der

- **Vorozonung** zur Desinfektion und zur Unterstützung der nachfolgenden
- **Flockungsanlage**, in der die Trübstoffe entfernt werden. Es folgt das
- **Abscheiden der Flocken**, dann wird
- **Eisensulfat** hinzugefügt, um *Mikroflocken* zu gewinnen. Diese werden
- in **Mehrschichtfiltern** aus Quarz und Kohle abgetrennt. Schließlich wird das Wasser
- durch 2,40 m dicke **Aktivkohlefilter** geschleust, in denen Pestizide und chlorierte Kohlenwasserstoffe zurückgehalten werden.

Über ein ca. 200 km langes weitverzweigtes Rohrnetz, das eine Fläche von 6.000 ha im Hessischen Ried überspannt, wird das Wasser nun ausgebracht. Einen Teil davon dürfen die Bauern über Hydranten aus dem Rohrnetz für die Bewässerung ihrer Felder abzapfen (vgl. I 4). Der größte Teil wird jedoch in sog. Sickerschlitzzgräben geleitet. Das sind ein Meter breite, 4 bis 6 Meter tiefe und bis zu hundert Meter lange Bodeneinschnitte, die mit Filtersand gefüllt sind. Ihr Vorteil sei die hohe *Schluckfähigkeit* bei geringem Platzbedarf. Ca. 50 solcher Sickerschlitzzgräben sollen das Hessische Ried durchziehen. 280 Mio DM investiert der "Wasserverband Hessisches Ried" in dieses Projekt, das lediglich dazu dient, ein Stück Natur zu reparieren, das durch jahrzehntelangen Raubbau verwüstet worden ist.

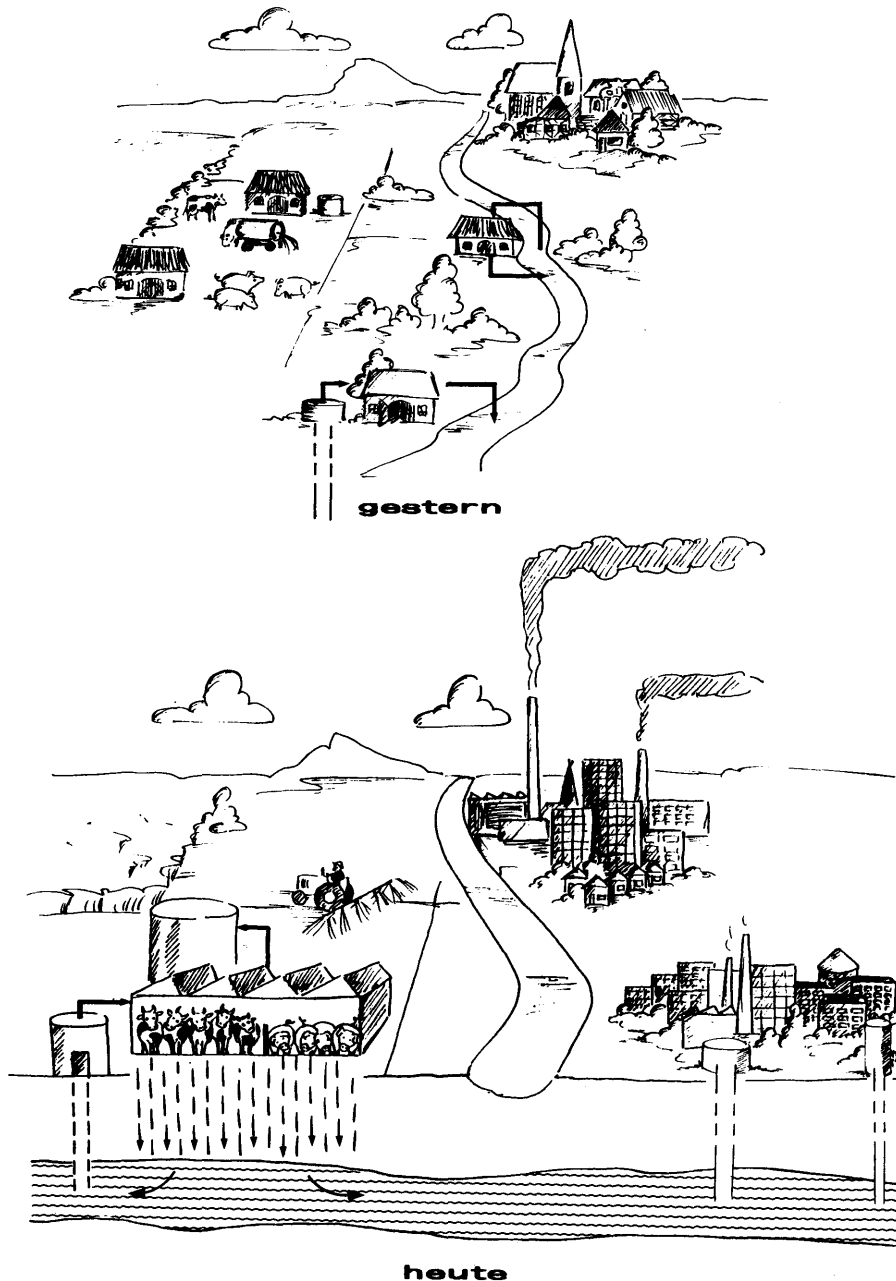
**)



*) Wasser: "Fröhlich in die letzten Reserven". In: DER SPIEGEL Nr.32/1988, S.36-51

***) Abbildung aus GREENPEACE-Rundbrief "Grundwasser", September 1989

Von der Kreislauf- zur Abfallwirtschaft



Stichpunkte zum Vergleich:

- Mischwirtschaft / Trennung von Tierzucht und Pflanzenbau
- flächenbezogene Tierzucht / flächenunabhängige Massentierhaltung
- Mist und Jauche als Naturdünger / chemischer Dünger + Gülle und Jauche als Abfall // Fruchtwechsel / Monokultur / Pestizide
- kleinräumige Nutzung und Belastung des Grundwassers / Herausbildung von Nutzungs- und Belastungsschwerpunkten
- Siedlungsweise / Trennung Stadt-Land / Nutzungsdichte
- ...

In den Skizzen zu "Landwirtschaft früher und heute" sind bewußt nicht alle möglichen Aspekte aufgenommen. Vielmehr sollen sie einerseits zum Vergleich der Situationen bezogen auf Grund- und Trinkwasser anregen; andererseits können ähnliche - auf die örtliche Situation bezogene - Wandzeitungen o. ä. angefertigt werden und mit dem Projekt- bzw. Unterrichtsfortgang ergänzt und erweitert werden.

Nitrate im Grund- und Trinkwasser

Nitrat (NO_3^-): Salz der Salpetersäure. Nitrat ist ein natürlicher*) Stoff, der dem Boden als Dünger zugesetzt wird, um das Pflanzenwachstum zu stimulieren. Den menschlichen Körper belasten hauptsächlich pflanzliche Lebensmittel, insbesondere Wurzel- und Blattgemüse, aber auch das Trinkwasser. Im Körper verwandelt sich Nitrat zu aggressivem Nitrit, aus dem sich - im Magen - zusammen mit Eiweißen krebserregende Nitrosamine bilden können. Nitrit behindert überdies den Sauerstofftransport des Blutes. Mögliche Folgen sind Übelkeit, Magenbeschwerden und Atemnot, die vor allem bei Säuglingen schwerwiegend sein können.**)

Bereits seit dem 1. Oktober 1986 darf das Trinkwasser in der Bundesrepublik höchstens 50 mg/l Nitrat enthalten. Um eine "Umstellung" vom vorher zulässigen Höchstwert von 90 mg/l zu ermöglichen, wurden damals zahlreiche Ausnahmegenehmigungen erteilt.

Die Zeitschrift Öko-Test stellte Ende 1986 fest, daß 3% der untersuchten Trinkwasser-Stichproben mehr als 50 mg/l Nitrat enthielten.

Das Bundesgesundheitsamt berichtete, daß schon 1983/84 15% des geförderten Wassers für die Trinkwasserversorgung diese Grenzkonzentration überschritt. Zur Zeit rechnet man mit einer Zunahme der Nitratkonzentration im Grundwasser von jährlich 1 - 2 mg/l.

Die Ursachen:

Zwar gibt es einen natürlichen Nitratgehalt in den Humusschichten des Bodens, die Belastungen des Grundwassers mit Nitrat stammen jedoch vor allem aus zwei Quellen im Bereich der Landwirtschaft:

- * **Überdüngung:** Pro Hektar kommen jährlich etwa 125 kg Stickstoffdünger zum Einsatz, die Menge hat sich in den letzten 30 Jahren verfünffacht; noch zwischen 1970 und 1983 stieg der N-Düngerverbrauch von 0,8 auf 1,2 Millionen Tonnen. Verantwortlich dafür ist ein intensiver, auf maximale Erträge ausgerichteter Anbau hochgezüchteter Nutzpflanzen (Mais, Hackfrüchte, Gemüse, Wein, Hopfen) in Monokulturen, der dem Boden einseitig Nährstoffe entzieht; der zugeführte Kunstdünger wird nur teilweise von den Pflanzen aufgenommen, der Rest gelangt ins Grundwasser.
- * **Massentierhaltung:** Die industrialisierte Aufzucht von Schlachtvieh - Schweine, Kälber - führt zu einer übermäßigen Produktion von flüssigen Exkrementen. Gülle und Jauche enthalten bis zu einem Prozent Stickstoff. Da der Fleischproduktion in Agrarfabriken heute viel kleinere landwirtschaftliche Flächen gegenüberstehen als zu Zeiten bäuerlicher Mischwirtschaft, Jauche aber weder direkt noch indirekt (z.B. über Kläranlagen) in Gewässer eingeleitet werden darf, kommt es zwangsläufig zu einer Überdüngung der Flächen, auf denen diese Abfälle ausgebracht werden. Die Massentierhaltung hat dazu geführt, daß Flüssigmist von einem (kostenlosen) Wirtschaftsdünger zum lästigen Abfall geworden ist, dessen Beseitigung vom Abfallbeseitigungsgesetz geregelt werden muß.

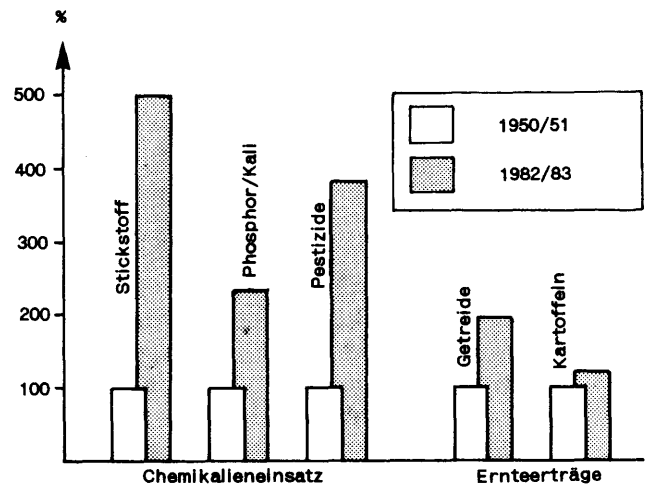
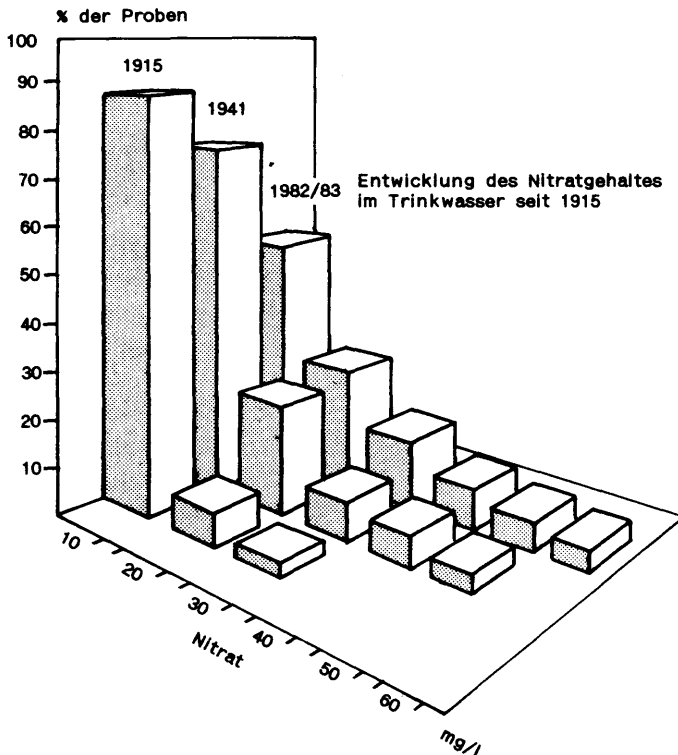
*) Nitrat für Kunstdünger wird fast vollständig synthetisch aus Luftstickstoff (Haber-Bosch-Verfahren) und anschließende Oxidation des gebildeten Ammoniaks hergestellt.

***) Nach: E.R.Koch: Die Lage der Nation 85/86. Hamburg 1985, S.452

Zweifelhafter Nutzen

Intensiv-Landbau: *)

Der Verfünfachung der Stickstoffdüngung bei gleichzeitig vermehrtem Einsatz von Phosphat, Kalidünger und "Pflanzenschutzmitteln" stehen nur mäßige Ertragssteigerungen gegenüber. Gleichzeitig haben sich die Belastungen für das Grundwasser drastisch erhöht.



Fleischproduktion durch Massentierhaltung **)

Gegenwärtig werden in der Bundesrepublik jährlich 90 kg Fleisch pro Kopf konsumiert (einschließlich Fleischanteil in Wurstwaren), das sind knapp 250 g am Tag!

- * Um ein Kilo Fleisch zu bilden, benötigt ein Masttier 5 bis 10 kg Futtermittel, z.B. Getreide. Diese hochwertigen pflanzlichen Nahrungsmittel gehen für die Ernährung verloren. 9/10 der landwirtschaftlichen Fläche werden ausschließlich zur Futtermittelproduktion verwendet; zusätzlich zum Eigenanbau importiert die BRD jährlich 4 Millionen Tonnen Getreide, die letztlich in anderen Ländern (der 3. Welt) fehlen.
- * Fleisch ist nicht lebensnotwendig, hoher Fleischkonsum erhöht vielmehr das Risiko von Herz-/Kreislauferkrankungen. Zudem weist Fleisch aus agrarindustrieller Produktion durchschnittlich erhebliche Qualitätsmängel auf.
- * Der Futtermittelanbau in Monokulturen erfordert hohe Mengen von "Pflanzenschutzmitteln". Diese gelangen auf drei Wegen auf unseren Tisch: Direkt als Rückstände im Fleisch, über Exporte von (z. T. bei uns bereits verbotener) Biozide und Re-Importe belasteter Futtermittel und schließlich über das Grund- und Trinkwasser.
- * Häufig werden legale und illegale Masthilfsmittel (Hormone, Antibiotika) eingesetzt, die mit dem Fleisch in den menschlichen Körper gelangen.

*) Graphiken nach: BUND-Argumente. Trinkwasser in Not. Bonn 1988, S.4/6

**) Nach: E.Kapfelsberger, U.Pollmer: IS und stirb. Köln 1982

Gesundheitsgefahren durch Nitrate *)

Nitrate im Trinkwasser gefährden Erwachsene und Säuglinge:

Nitrosamine gelten als äußerst stark krebsauslösende Stoffe. Sie können sich im Magen aus mit dem Wasser oder der Nahrung aufgenommenen Nitrat auf folgendem Weg bilden:

Nitrat wird in den Verdauungsorganen reduziert und dabei in das gesundheitsschädigende Nitrit umgewandelt. Dieses Nitrit kann mit Aminen, die in vielen Nahrungsmitteln vorhanden sind (z. B. im Käse), zu Nitrosaminen reagieren.

Aus zahlreichen Untersuchungen ist bekannt, daß in Gegenden mit sehr hoher Nitratbelastung des Trinkwassers gehäuft Magenkrebs auftritt; bekanntestes Beispiel ist die mittelenglische Stadt Workshop, in der eine deutlich erhöhte Todesrate durch Magenkrebs beobachtet worden ist. Die Nitratkonzentration beträgt dort durchschnittlich 90 mg/l.

Man vergleiche den bis 1986 gültigen Grenzwert für Nitrat von 80 mg/l für die Bundesrepublik (jetzt: 50 mg/l)!**)

Die Weltgesundheitsorganisation empfiehlt seit langem maximal 45 mg/l. In der USA liegt die Obergrenze der zulässigen Nitratkonzentration bei 10 mg/l.

Für **Säuglinge**, die stärker nitrathaltiges Wasser trinken oder daraus zubereitete Speisen zu sich nehmen, besteht neben der Nitrosaminbildung eine weitere, **akute Gefahr**, die Erkrankung an der sogenannten **Methämoglobinämie (Blausucht)**.

Das aufgenommenen Nitrat wird wiederum im Magen in Nitrit umgewandelt, dann aber vom Blut aufgenommen. Bei der Reaktion mit dem roten Blutfarbstoff Hämoglobin wird u.a. das zentrale Eisen-Ion oxidiert:



Das entstehende Methämoglobin (mit dreiwertigem Eisen) kann im Unterschied zum Hämoglobin (mit zweiwertigem Eisen) keinen Sauerstoff mehr an sich binden und aus der Lunge an die Stellen im Körper transportieren, wo er gebraucht wird. Ist mehr als die Hälfte des Hämoglobins durch Nitrit als Methämoglobin blockiert, so kommt es zu inneren Erstickungen (ähnlich einer Kohlenmonoxid-Vergiftung). Weil dabei die Lippen des Säuglings sichtbar blau anlaufen, nennt man diese Vergiftung auch Blausucht.

Beim Erwachsenen besteht die Blausuchtgefahr nicht mehr, da jener über ein Enzym-System verfügt, das die Oxidation des zentralen Eisens im roten Blutfarbstoff rückgängig macht. Dieses System ist bei Säuglingen jedoch noch nicht voll ausgebildet.

Besondere Gefahren stellen private Trinkwasserbrunnen in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gegenden dar. Im Unterschied zur öffentlichen Trinkwasserversorgung, wo zu hohe Nitratwerte durch Zumischung von unbelastetem Wasser erniedrigt werden, kommen dort Werte von 200 mg Nitrat pro Liter und mehr vor. Aus Bayern wurden in den letzten Jahren bereits Fälle von Blausucht gemeldet, die tödlich verliefen.

Als unbedenklich für die Säuglingsernährung gilt eine maximale Nitratbelastung von 10 mg/l.

*) Nach: KATALYSE-Umweltgruppe (Hrsg.): Chemie in Lebensmitteln. Köln 1982, S.232 f

**) Erhöhte Sterblichkeit durch Magenkrebs wurde auch in den niedersächsischen Landkreisen Aurich, Vechta und Cloppenburg beobachtet, jedoch ließ sich der Zusammenhang mit den hohen Nitratwerten im Grund- und Trinkwasser nicht eindeutig beweisen.

Trinkwasseruntersuchung: Nitrat

Die Betriebe der Trinkwasserversorgung sind zur regelmäßigen Untersuchung des von ihnen gelieferten Wassers verpflichtet, ebenso zur Auskunft über die Untersuchungsergebnisse. Eigene Wasseruntersuchungen auf Nitrat sind trotzdem sinnvoll:

- * Oft kommt es zu kurzfristigen Änderungen der Wasserqualität, besonders wenn Wasser verschiedenen Ursprungs gemischt wird.
- * Größere Städte verfügen oft über mehrere Teilversorgungsnetze, die Trinkwasserqualität ändert sich dann von einer Straße zur nächsten.
- * Besondere Vorsicht ist geboten, wenn Babies im Haus sind; Nitratwerte über 10 mg/l gefährden deren Gesundheit.
- * Wasser aus eigenem Brunnen - wie klar es immer sein mag - sollte in jedem Fall untersucht werden. Grundwasserströme fließen langsam, legen aber oft sehr große Entfernungen zurück.

Der Test:

Nitrat-Teststäbchen oder Testsets werden von verschiedenen Chemikalienproduzenten angeboten, z. B. von Merck, Machery&Nagel, und sind in Drogerien, Apotheken und im Laborbedarfshandel erhältlich. U.a. war der Test auch im Greenpeace-Schadstofftester enthalten. Beim Kauf überzeuge man sich, daß das Verfallsdatum noch nicht überschritten ist.

Die Teststäbchen weisen meist zwei Felder auf, die sich nach kurzem Eintauchen ins Wasser und einer Wartezeit von 1 - 3 Minuten in Gegenwart von Nitrat rot verfärben. Das zweite Farbfeld zeigt an, ob Nitrit in der Probe vorhanden ist. Man beachte die Gebrauchshinweise der Hersteller.

Neben Teststäbchen können auch Sets verwendet werden, bei denen die Färbung einer bestimmten Wassermenge nach Zugabe von Chemikalien mit einer standardisierten Farbskala verglichen wird.

Stäbchen wie Flüssigsets zeigen als geringste Nitratkonzentration etwa 10 mg/l an; bleibt eine Färbung aus, so liegt der Nitratgehalt der Probe unterhalb der für Babynahrung einzuhaltenden Grenze von 10 mg/l.

Alle Untersuchungen sind mindestens zweimal auszuführen. Unterschiede ergeben sich gelegentlich, wenn Wasser, das über Nacht in der Leitung gestanden hat, mit laufendem Wasser verglichen wird.

Vor und während des Tests darf nicht geraucht werden, da die Stickoxide aus dem Tabakrauch ebenfalls eine Reaktion hervorrufen. Gleiches gilt für Autoabgase an stark befahrenen Straßen oder Kreuzungen.

Orte mit Nitratkonzentrationen von über 50 mg/l *)

4290 Bocholt
 6976 Königheim
 3384 Liebenburg-Upen
 8621 Mittwitz
 2353 Nortorf
 6905 Schriesheim
 3387 Vienenburg

*) Nach: Öko-Test, Heft 1/1987. Eine aktuelle Übersicht gibt TEST (Stiftung Warentest), Heft 10/1988, S.60 ff

Biozide im Grundwasser

"Gezielter Pflanzenschutz ist ein unverzichtbarer Teil unserer Landwirtschaft" (aus einer BASF-Broschüre)

Der Einsatz von "Pflanzenschutzmitteln" (Pestizide: Insektizide, Fungizide, Herbizide u. a.) ist umso notwendiger, je weiter die Konzentration im landwirtschaftlichen Pflanzenbau voranschreitet: An Stelle kleinerer Parzellen mit häufigem Fruchtwechsel und vielfältigen Arten sind immer größere Flächen mit immer weniger, speziell gezüchteten Nutzpflanzen getreten. Herbizide halten den Boden zwischen Maispflanzen für die schweren Traktoren frei, Insektizide sollen den massenhaften Befall der Ernte durch Schadinsekten verhindern, Fungizide den Pilzbefall eindämmen und Halmverkürzer ein maschinengerechtes Wachstum garantieren. Inzwischen bietet die chemische Industrie etwa 300 verschiedene Wirkstoffe an, die in Form von 1.800 Produkten an die Landwirte verkauft werden. 1988 wurden 32.500 t "Pflanzenschutzmittel" vermarktet, 8,5% mehr als im Vorjahr (zum Vergleich 1971: 20.000 t).

Das Rückstandsproblem wurde in der Vergangenheit hauptsächlich unter dem Aspekt der direkten Rückstände in der Nahrung betrachtet; tatsächlich gelten die Halbwertszeiten für den Abbau von "Pflanzenschutzmitteln" zu unschädlichen Stoffen nur für den oberirdischen Teil. Da das Sonnenlicht mit seiner UV-Strahlung erheblich zu diesem Abbau beiträgt, ist die Lebensdauer der Biozide oft wesentlich länger, wenn sie erst einmal in den Boden eingedrungen sind. Obwohl die meisten Biozide schlecht wasserlöslich sind, gelangen sie nach jahrzehntelanger ungebremster Anwendung seit einiger Zeit auch ins Grundwasser.

Seit dem 1. Oktober 1989 gelten für Trinkwasser die strengen EG-Grenzwerte. Danach dürfen von einem einzelnen "Pflanzenschutzmittel" maximal 0,1 Mikrogramm (1 zehnmillionstel Gramm) und als Summe aller Biozide maximal 0,5 Mikrogramm im Trinkwasser enthalten sein. Im Unterschied zu anderen Grenzwerten - z. B. dem für Nitrat - sind diese Werte sog. Vorsorgewerte, die nicht von einer Risikoabschätzung abgeleitet worden sind.*) Die Festsetzung geht von der Überlegung aus, daß Biozide im Trinkwasser schlicht nichts verloren haben.

Wie Untersuchungen in den letzten Jahren gezeigt haben, können viele Wasserwerke die neuen Grenzwerte nicht einhalten. Bei einer Studie des Industrieverbandes Pflanzenschutz e.V. (inzwischen: Industrieverband Agrar e.V.) wies bereits jeder zehnte untersuchte Brunnen Grenzwertüberschreitungen auf, insbesondere bei den Wirkstoffen Atrazin, Dichlorpropan, Dichlorpropan und Simazin.***) Bei einer Untersuchung in Nordrhein-Westfalen waren in jeder dritten Wasserprobe Biozidreste vorhanden, 16% lagen über dem neuen EG-Grenzwert. Zum Teil wurden Konzen-

*) Die meisten übrigen Grenzwerte für toxische Substanzen gehen von einer Art Risikobegrenzung aus: Die Aufnahme einer bestimmten Menge pro Tag und Kilo Körpergewicht wird als für die meisten Menschen nicht gesundheitsschädigend angesehen; von diesem Wert ausgehend wird unter Berücksichtigung eines Sicherheitsfaktors ein (wirtschaftlich vertretbarer) Grenzwert formuliert.

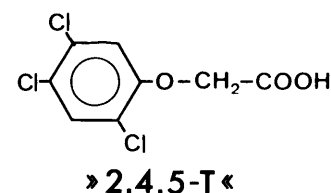
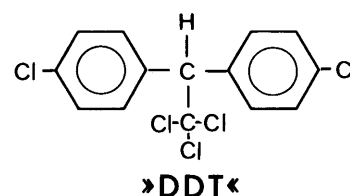
**) Problematisch für die Beurteilung von Grund- und Trinkwasser in Bezug auf Biozide ist die Tatsache, daß für viele Wirkstoffe noch keine ausreichend empfindlichen Analyseverfahren existieren - untersucht wird gewöhnlich das Vorhandensein von 40 (der 300) ausgebrachten "Pflanzenschutzmittel". In vielen Fällen sind auch die Abbauprodukte noch unbekannt und werden daher überhaupt nicht erfaßt.

trationen festgestellt, die diese Höchstwerte um das Hundertfache überschritten. Wissenschaftler befürchten, daß es in den kommenden Jahren zu starken Auswaschungen aus den hoch belasteten Böden kommen wird, wodurch die Trinkwasserbelastung weiter steigen würde. Noch gibt es nicht einmal ein durchgängiges Anwendungsverbot dieser toxischen Wirkstoffe in Grundwasserschutzgebieten.

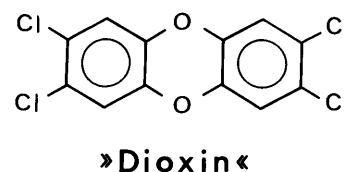
Gesundheitsgefahren durch Biozide

"Pflanzenschutzmittel" sind ihrer Natur nach Biozide, wunschgemäß sollen sie bestimmte Lebensformen - Insekten, Pilze oder störenden Bewuchs - abtöten. Vom früher weit verbreiteten E 605 ist bekannt, daß dieser Organo-Phosphorsäure-Ester die gleiche Grundstruktur besitzt wie die Nervengase bzw. chemischen Kampfstoffe Tabun, Soman, Sarin und VX.*) Moderne Biozide wirken spezifischer, indem sie in bestimmte Stoffwechselprozesse der Ziel-Lebewesen eingreifen und diese dadurch abtöten. Die überwiegende Mehrzahl der Pestizide gehört heute zur Gruppe der chlorierten Kohlenwasserstoffe. Bekannt geworden sind in der Vergangenheit vor allem DDT und 2,4,5-T.

Trotz Anwendungsverbot in vielen europäischen Staaten findet sich DDT heute weltweit in Nahrungsmitteln, im Packeis und besonders in der Muttermilch. Als fettlöslicher, schwer abbaubarer Wirkstoff reichert es sich über die Nahrungskette um viele Größenordnungen an. Bei stillenden Frauen kommt es wegen des Rückgriffs auf die Fettreserven zu einer nochmals erhöhten Ausschüttung in der Muttermilch. Ähnliches ist bekannt von den Organochlor-Wirkstoffen HCH, Lindan, Dieldrin u.a., die sämtlich noch in Europa eingesetzt werden.



Das 2,4,5-T (2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure) ist ein wirksames Entlaubungsmittel und erlangte traurige Berühmtheit im Vietnamkrieg, wo es u.a. als "agent orange" tonnenweise versprüht wurde. Bei seiner Produktion entsteht als Nebenprodukt das Seveso-Ultragift Dioxin (Tetrachlordibenzdioxin).



Die Organochlorverbindungen sind krebserregend, schädigen das Erbgut und können Mißbildungen bei Embryonen hervorrufen.

Eines der heute in der BRD meistbenutzten Herbizide ist das Atrazin, ein Triazin, das beim Maisanbau zur Anwendung kommt (1980: 1.000 t). Es gilt amtlicherseits als "für den Menschen vergleichsweise toxisch", jedoch gibt es deutliche Hinweise auf seine erbgutverändernden Wirkungen. Seine Abbauprodukte sind im Boden äußerst stabil (im Versuch nach 8 Jahren noch 80%), die Hälfte der Metaboliten ist sehr mobil und kann ins Grundwasser gelangen.



*) Siehe dazu: H.-J. Bezler u.a.: Biozide. Chemische Waffen und Pflanzenschutzmittel. Sozmat-Materialien für den Unterricht Band 25. Marburg 1988

Erosion und Grundwasserbildung

Für die Neubildung der Grundwasserreserven ist die Oberflächenbeschaffenheit der Böden von entscheidender Bedeutung (vgl. I 3). 54,5% der Fläche der Bundesrepublik werden landwirtschaftlich genutzt. Neben diesen Gebieten tragen nur noch die Waldflächen (29,6%) nennenswert zur Versickerung der Niederschläge bei. *)

Durch intensiven landwirtschaftlichen Pflanzenbau ist es zu einer Reihe von Bodenveränderungen gekommen, die die Grundwasserbildung negativ beeinflussen:

- * Schutzhecken sind weitgehend der Flurbereinigung zum Opfer gefallen.
- * Großflächige Monokulturen führen zur einseitigen Beanspruchung des Bodens und zu (biologischen wie mineralischen) Strukturveränderungen.
- * Die bei dieser Anbauweise notwendigen Pestizide zerstören das ursprüngliche Bodenbiotop: Die Mehrzahl der Kleinstlebewesen wird abgetötet, die Artenzahl nimmt drastisch ab.
- * In der Folge kommt es u. a. zu Bodenverdichtungen; es muß immer tiefer gepflügt werden. Das tiefe Pflügen verhindert wiederum die Regeneration der Mikroflora.
- * Die (dazu notwendigen) schweren Landmaschinen tragen durch ihr Gewicht und die ständige Erschütterung zur weiteren Verdichtung bei.
- * Der Bodenbedeckungsgrad nimmt ab, da "Unkraut" nicht mehr gehackt sondern durch Herbizide verhindert wird.

Die Folgen:

- * Die Fähigkeit der Böden, Wasser aufzunehmen und zu speichern, nimmt erheblich ab.
- * Große Flächen sind von verstärkter Erosion bedroht, durch Wind und Wasser (Wegblasen bzw. Wegschwemmen der lockeren, nicht bewachsenen Schichten an der Oberfläche).
- * Nach Niederschlägen nimmt der Anteil des oberflächlichen Wasserabflusses zu (wodurch wiederum die Erosion verstärkt wird).
- * Die Grundwasserbildung wird vermindert; zusätzlich wird das Wasser mit Pestiziden und Nitraten belastet.

Von Erosion und ihren Folgen bedroht sind alle Gegenden mit hohem Anteil von Reihenfruchtanbau (Mais, Rüben), mit Wein- und Hopfenanbau. Eine besondere Gefahr besteht für die Regionen des Alpenraums, wo flachgründige, empfindliche Böden zusammentreffen mit hohen Niederschlagsmengen und steileren Hängen, auch wenn die Wirtschaftsweise dort weniger intensiv ist:

Hochwasser statt Grundwasser

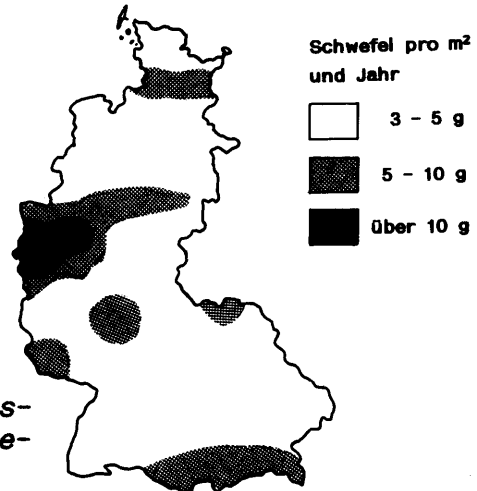
*) Ausführlicher in: Umweltbundesamt (Hrsg.): Daten zur Umwelt 1988/89. Berlin 1989, S.192 ff. Siehe auch: E.R.Koch: Die Lage der Nation. Umweltatlas der Bundesrepublik. Hamburg 1983 und Ausgabe 85/86, Hamburg 1985

Saurer Regen:

Folgen für das Grundwasser *)

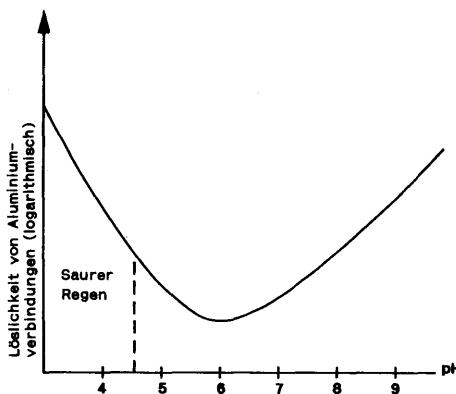
Zur Neubildung von Grundwasser sind Niederschläge notwendig: Regen, Schnee und Hagel. "Sauberes" Regenwasser löst Kohlendioxid aus der Atmosphäre und hat wegen der gebildeten "Kohlensäure" einen pH-Wert***) von 5,6. Inzwischen wurden in der Bundesrepublik pH-Werte bis zu 3,5 in den Niederschlägen beobachtet. Ursache für diesen Sauren Regen sind:

- * die Schwefeldioxid-Emissionen aus Kraftwerken, Heizungen und Industrie (1988 wurden zwischen 2 und 3 Millionen Tonnen Schwefeldioxid durch Verbrennung von Kohle und Erdöl in der BRD emittiert).
- * die Stickoxid-Emissionen aus Verbrennungsmotoren (PKWs), Kraftwerken und Industrieanlagen (1988 ca. 3 Millionen Tonnen NO_x).



Beide Gase wandeln sich in der Atmosphäre zum größten Teil in Säuren um: in Schwefelsäure und Salpetersäure. In jedem Fall erreichen sie nach einigen Tagen den Boden, entweder durch sog. trockene Deposition oder mit den Niederschlägen als nasse Deposition.***) Neben direkten Schäden an Bäumen (Waldsterben) bzw. beim Menschen (Pseudokrapp, Bronchialerkrankungen) führen diese Schadstoffe zu einer fortschreitenden Versauerung der Böden und der Gewässer.

Überall dort, wo Böden reaktionsfähige basische Bestandteile besitzen, wird die Säure im Regen zunächst neutralisiert, z.B. durch Kalk und andere Carbonate. Sind die Carbonat-Puffersystem erschöpft, steht als (schwächere) Reserve noch der Silikat-Puffer zur Verfügung, allerdings nur im Maß, wie die Silikate verwittern. In jedem Fall wird bei pH-Werten unterhalb von 5,5 bereits das Aluminium-Puffersystem angegriffen.



Aluminium gehört zu den am weitesten verbreiteten Elementen der Erdkruste. Es ist in Ton-Mineralen fast allgegenwärtig. Bei "normalem" Säuregehalt von Wasser und Boden sind die Aluminiumverbindungen nahezu unlöslich. Wie die nebenstehende Abbildung zeigt, ändert sich dies bei einem pH-Wert unterhalb von 5 dramatisch: Aluminium wird als wasserlösliches Ion freigesetzt.

Gelöstes Aluminium wirkt giftig für Pflanzen und Tiere. Es trägt über die Schädigung des Wurzelwerks zum Waldsterben bei und kann auch ins Grundwasser gelangen.

*) Literatur siehe Seite 30

**) Der pH-Wert ist ein Maß für den Säuregehalt von Wasser. Neutrales Wasser hat einen pH-Wert von 7, Werte größer als 7 zeigen Laugen (Basen) an (Natronlauge mit 4g Natriumhydroxid pro Liter hat einen pH von 13, Salzsäure mit 3,6g HCl einen pH von 1. Da der pH-Wert einen logarithmischen Maßstab darstellt, bedeutet der Übergang von einem pH-Wert zum nächsten eine Änderung des Säure- bzw. Laugengehalt um den Faktor 10: Regenwasser mit pH 3,5 ist demnach zehnmal so sauer wie Wasser mit pH 4,5!

***) Vgl. L.Stäudel: Saurer Regen. Sozmat Materialien für den Unterricht Bd.10, Marburg 1984

Saurer Regen:

Erhöhte Metallgehalte im Grund- und Trinkwasser *)

"Schon macht sich die Säure auch im Grundwasser breit. Bei Bielefeld weisen einzelne Sickerquellen pH-Werte von 3,8 und Aluminiumgehalte von 7 Milligramm je Liter auf. Da jedoch im Wasserwerk Mischproben aus verschiedenen Trinkwasserschichten genommen werden, fällt dort die Säure noch nicht auf. Aluminium (...) wird auch nicht routinemäßig gemessen. Zwei Brunnen mußte die Stadt Bielefeld jedoch stilllegen - Aluminiumhydroxid-Ausfällungen verstopften die Pumpen." (NATUR 6/84)

Durch die Versauerung wird nicht nur die Löslichkeit des Aluminiums erhöht, sondern auch die vieler anderer Metalle: ab pH 4,5 gehen Eisen (III), Kupfer, Zink und Nickel verstärkt in Lösung. Ähnliches gilt für die Schwermetalle Blei, Mangan, Cadmium, Kobalt, die sowohl aus dem Boden gelöst und ausgewaschen werden wie auch vermehrt durch verschmutzte Niederschläge in den Boden und ins Wasser kommen.

Quecksilber wird normalerweise als "Humuskomplex" im Boden bzw. im Sediment von Gewässern gebunden. Sinkender pH-Wert verhindert diese Ablagerung, die eingetragene Konzentration von Quecksilberschmutzungen bleibt in vollem Umfang im Wasser.

Säure im Wasser setzt zudem verstärkt Austauschprozesse im Boden in Gang: Die Protonen der Säure verdrängen die Metallionen aus ihren komplexen Bindungen an die Humusstoffe; die Metalle gelangen so ins Sicker- und Grundwasser. Gleichzeitig werden Huminsäuren freigesetzt und mit dem Wasser ausgeschwemmt: In Quellen und in ansonsten unbelasteten Bergbächen zeigt sich dies in einer gelblichen Schaumbildung.

Neben der direkten Belastung des Grund- und Trinkwassers mit Metallen und deren negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit (die diesbezüglichen Probleme werden nach Einschätzung von Fachleuten in den nächsten Jahren erheblich zunehmen), stellt saures Trinkwasser auch eine Gefahr für das Leitungsnetz dar: Je saurer das Wasser, desto eher werden Eisen, Zink und Kupfer aus den Rohrleitungen gelöst, umso höher wird die Belastung aus dem Wasserhahn.

Besonders gefährlich werden so die noch vorhandenen Bleileitungen: Dort werden die über lange Zeiträume gebildeten Schutzschichten aus Bleicarbonat in kürzester Zeit zerstört, Blei im Wasser gelöst und mit der Nahrung aufgenommen.

Risiken bleiben auch nach entsprechender Behandlung des belasteten Wassers in den Wasserwerken: Da durch Mischen verschiedener Wasserqualitäten und chemische Ausfällung und Neutralisation immer eine gewisse Schwankung des pH-Wertes gegeben ist, verstärken sich Korrosionserscheinungen in den Leitungen mit den oben genannten Folgen.

Aluminium steht im Verdacht, die Alzheimer Krankheit auslösen zu können. Schwermetalle wie Blei oder Cadmium schädigen Leber und Niere chronisch und können Krebs hervorrufen.

*) Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Hrsg.): Limnochemische und limnobiologische Auswirkungen der Versauerung von kalkarmen Oberflächengewässern. München 1984, S.54 ff
 Umweltbundesamt (Hrsg.): Gewässerversauerung in der Bundesrepublik Deutschland. Berlin 1987

Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung (Hrsg.): Gewässerversauerung im nord- und nordostbayerischen Grundgebirge. München 1988

Ch. Steinberg, B. Lenhart: Wenn Gewässer sauer werden. München 1985. S.54 ff

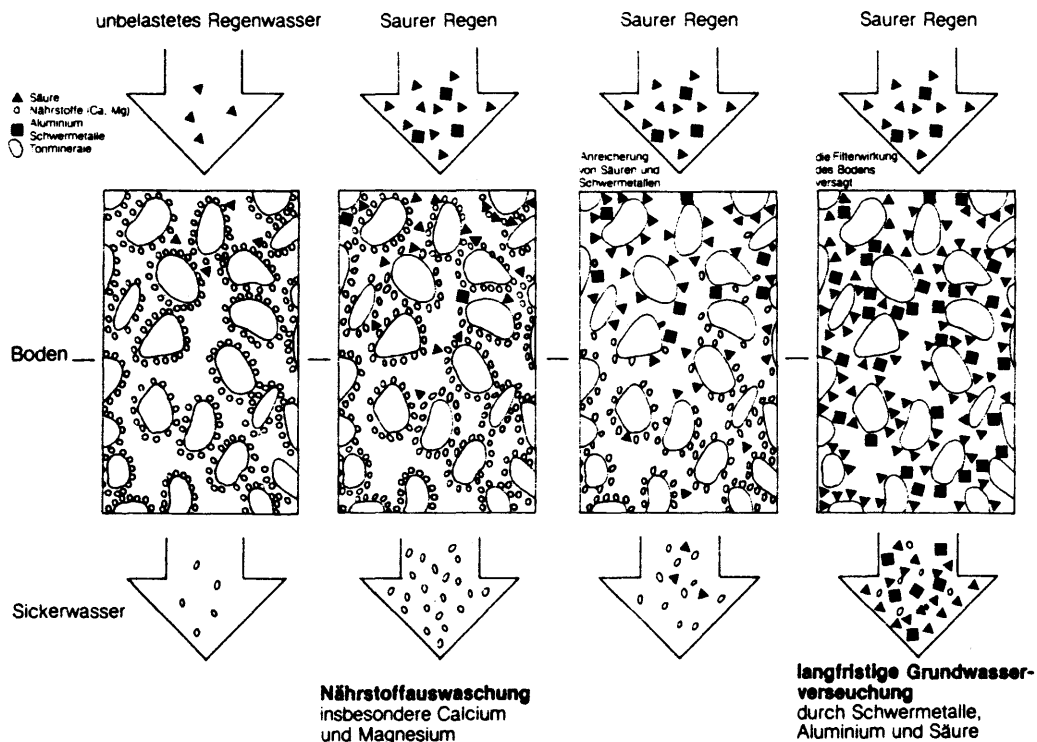
Bodenfilter: Kapazität erschöpft

Der Boden war stets ein wirksamer Filter für die Reinigung des Sickerwassers auf dem Weg ins Grundwasser. Heute ist die Kapazität des Filtersystems Boden an vielen Stellen bereits erschöpft:

- Die Stickstoffbilanz zeigt im Durchschnitt einen deutlichen Überschuß: 120 kg N pro ha werden mit dem Kunstdünger aufs Land gebracht, weitere 80 kg N/ha durch Gülle und Jauche und schließlich nochmals 40 kg N/ha durch Stickoxide aus der Luft (Verkehr, Industrie, Kraftwerke). Daraus ergibt sich - abzüglich des Entzugs durch die Erntesubstanz - ein Zuviel von jährlich ca. 100 kg Stickstoff pro Hektar, also fast soviel, wie im Mittel mit dem Kunstdünger aufgebracht wird (vgl. "Daten zur Umwelt 1988/89", S. 186).
Noch ist diese Belastung des Filtersystems Boden nicht in allen Gegenden durchgebrochen. Zu befürchten ist nach Ansicht einiger Experten jedoch, daß als Folge einer weiteren Auswaschung von Huminstoffen (durch Saurer Regen) der gleichzeitig chemisch freigesetzte Stickstoff aus dem Humus zu Nitrat umgewandelt wird (Nitrifizierung) und zusammen mit dem übrigen Nitrat schubartig das Grundwasser erreicht.
- Wie am Beispiel Uferfiltration (I 8) gezeigt, ist die biologische Aktivität des Bodens bezüglich des Abbaus von Belastungen im Sickerwasser deutlich begrenzt. Weder können die eingebrachten Schwermetalle (Blei, Cadmium aus Verbrennungsprozessen) auf Dauer festgehalten werden, noch sind die Kleinstlebewesen im Boden in der Lage, mit hochtoxischen Substanzen wie Dioxinen, Pestiziden, polychlorierten Biphenylen o. ä. fertig zu werden. Jede weitere Belastung der Böden mit Säure (Saurer Regen) führt zwangsläufig zu einer Mobilisierung der Schwermetalle, jede weitere Zufuhr von chlorierten Kohlenwasserstoffen bringt mehr davon in das Grundwasser.

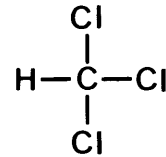
Langzeitwirkung des Sauren Regens

(Nach: AK Chemische Industrie, KATALYSE-Umweltgruppe Köln (Hrsg.): Das Waldsterben. Köln 1984. S.182)



Haloforme im Trinkwasser *)

"Haloforme" ist ein Sammelbegriff für eine bestimmte Gruppe von Kohlenwasserstoffen. Er leitet sich ab vom Chloroform, welches früher zu Narkosezwecken benutzt worden ist. Haloforme bestehen aus einem Kohlenstoffteilchen, drei Halogenen und einem Wasserstoff.



Chloroform

Für Chloroform wurde nachgewiesen, daß es krebserregend ist, für die übrigen Haloforme besteht begründete Verdacht auf carcinogene Wirkung.

Chloroform und andere chlorierte Kohlenwasserstoffe ("Tri", "Per") werden in der Industrie, aber auch in vielen anderen Bereichen als Lösungsmittel verwendet und kommen vor allem mit industriellen Abwässern in das Trinkwasser (über Trinkwasseranreicherung und Uferfiltration). Grenzwert für halogenierte Kohlenwasserstoffe: 0,003-0,025 mg/m³; da Haloforme nicht im Trinkwasser sein dürfen, gibt es dafür keinen besonderen Grenzwert.

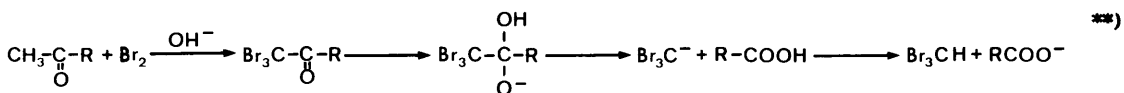
Bei Untersuchungen in Bremen wurde vor einigen Jahren festgestellt, daß der Haloformgehalt des dort in manchen Stadtteilen abgegebenen Trinkwasser noch über dem des geförderten Rohwassers lag. Es konnte nachgewiesen werden, daß sich die Hauptmenge der Haloforme erst bei der Chlorung im Wasserwerk gebildet hatte.

- * Organische Stoffe im Wasser - aus Industrie, Landwirtschaft, Kläranlagen oder natürlichen Quellen - werden oxidativ abgebaut und dabei u. a. Methylketone (oder sekundäre Alkohole mit Methylgruppen) gebildet.
- * Diese Verbindungen reagieren mit Chlor, welches dem Wasser zu Desinfektionszwecken zugesetzt wird, unter Bildung von Chloroform.
- * In Gegenwart von Salzen anderer Halogene bilden sich entsprechend andere Haloforme (z. B. Bromoform).

Die Ursache für den Bremer Haloform-Gehalt im Trinkwasser lag in der Mischung zweier Wassersorten:

- * Aus eigenen Brunnen erhielt man ein Grundwasser/ Uferfiltrat-Gemisch, das wegen der hohen Salzfracht der Weser u. a. große Mengen Chlorid und Bromid enthielt.
- * Aus der Heide bezog man wenig belastetes, aber huminsäurehaltiges Grundwasser.

Damit und durch die vorgenommene Chlorung des Gemischs war die Voraussetzung für eine Haloformbildung gegeben. Wegen des Bromid-Gehalts im Weser-Uferfiltrat bildete sich u. a. auch Bromoform, das im Verdacht steht, Magenkrebs auszulösen. Es gibt Hinweise, daß in Bremen mit zeitlicher Verzögerung von einigen Jahren nach Beginn dieser Art von Trinkwasseraufbereitung gehäuft Magenkrebs aufgetreten ist.



*) Nach: KATALYSE-Umweltgruppe (Hrsg.): Chemie in Lebensmittel, a.a.O., S.236 f.
Vgl. K.Bätjer u.a.: Bericht über das Weserwasserprojekt. In: H.Härtel (Hrsg.): Zur Didaktik der Chemie und Physik. Hannover 1980, S.45-55

***) Nach: H.R.Christen: Grundlagen der Organischen Chemie. Frankfurt 1970. S.551

Reinigen oder Vorsorgen?

Für die meisten bekannten Belastungsstoffe des Grundwassers stehen heute Reinigungsverfahren zur Verfügung:

- für Nitrate: Denitrifikation und Umkehrosmose
- für chlorierte Kohlenwasserstoffe: Aktivkohlefilter
- für anorganische Bestandteile: chemische Fällungsmittel
- für Keime: Ozonierung, Chlorierung

Darüber hinaus gilt das Mischen von belastetem mit unbelastetem (Fern-) Wasser als durchaus legales Mittel zur Unterschreitung der gesetzlichen Grenzwerte. Die Folgen:

- Verfahren zur technischen Wasserreinigung "lohnen" sich nur für größere Wasserfabriken; kleinere Wasserwerke müssen zwangsläufig schließen und/oder ihren Kunden Wasser aus dem Fernnetz anbieten.
- Für örtliche Vorsorgemaßnahmen zur Verbesserung der Grundwasserqualität gibt es keinen Anlaß (weil keinen ökonomischen Grund) mehr.
- Wegen des Rückgriffs auf unbelastete Grundwasserreserven, wegen des Ausweichens auf Fernversorgungen und wegen der Nutzung technischer Verfahren zur Wasseraufbereitung verschlechtert sich die Qualität des Grundwassers durchschnittlich erheblich.

Unbeantwortet bleiben dabei folgende Fragen und Probleme:

- Welche Grundwasserreserven sollen in 10, 20 oder 100 Jahren genutzt werden - oder soll Trinkwasser dann generell nach dem Vorbild der geplanten Anlage für das Hessische Ried gewonnen werden.
- Wäre es nicht (volkswirtschaftlich) sinnvoll, angesichts der Stickstoffbilanz der Böden auf chemischen Dünger zu großen Teilen zu verzichten und dafür kalkulierbare Ernteeinbußen hinzunehmen? Wie verträgt sich die subventionierte Flächenstillegung mit einer intensiv wirtschaftenden Landwirtschaft, die zudem das Grundwasser durch Pestizide und Nitrate vergiftet?
- Kann das Ökosystem die chemische Reinigung von Grundwasser mittels aufwendiger Technik und verschiedenster Chemikalien auf Dauer verkraften?

Zur Veranschaulichung: Es bedarf geringer Mühe, einen Teelöffel Salz in einem Liter Wasser zu lösen; um ihn wieder daraus zu entfernen, kann man das Wasser z. B. verdampfen lassen und das Kondensat auffangen. Allerdings verbraucht dieser Prozeß eine Menge Energie, verursacht Luftschadstoffe und trägt über die CO₂-Bildung (im Fall der Verbrennung von fossilen Energieträgern) zur Klimaänderung bei.

- Wie werden die aus dem Wasser herausgefilterten Schadstoffe entsorgt? Kann sich eine Gesellschaft auf Dauer eine chemische Produktion leisten, die die Gesundheit der einzelnen täglich und allgegenwärtig über vergiftete Grund-"Lebens"-Mittel wie Wasser und Luft bedroht?
- Wie kann eine Produktion und ein Einsatz von synthetischen Stoffen hingenommen werden, von denen weder Langzeitwirkungen bekannt sind, noch Abbauprodukte, noch Verfahren zur Verfügung stehen, um diese Stoffe im Wasser oder allgemein in der Umwelt nachzuweisen?

5. Hinweise auf weiterführende Literatur

Nachschlagewerke

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
(Hrsg.): Was Sie schon immer über Wasser und Umwelt wissen wollten. Stuttgart 1987²
- KATALYSE-Umweltgruppe (Hrsg.): Umweltlexikon. Köln 1985
- E. R. Koch, F. Vahrenholt: Die Lage der Nation. Umwelt-Atlas der Bundesrepublik. Hamburg 1983
- E. R. Koch: Die Lage der Nation 1985/86. Umwelt-Atlas der Bundesrepublik. Hamburg 1985
- B. Marquardt u.a.: Jugendlexikon Umwelt. Reinbek 1984
- W. Schmidt (Hrsg.): Von "Abwasser" bis "Wandern". Ein Wegweiser zur Umweltgeschichte. Körber-Stiftung Hamburg 1986
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Daten zur Umwelt 1988/89. Berlin 1989
- Verband der Chemischen Industrie (Hrsg.): Umweltbericht 1988/89. Frankfurt 1989
- H. Walletschek, J. Graw (Hrsg.): Öko-Lexikon. München 1988

Allgemeine Fachliteratur

- BUND-Umweltzentrum Stuttgart (Hrsg.): GLOBUS-Begleitmappen
Heft 1/1987: Wasservergiftung
Heft 5/1987: Kläranlagen
Heft 9/1987: Trinkwasser in Gefahr
Heft 4/1988: Problemfall Wasser (Trinkwasserbereitung, Abwasserreinigung)
- BUND (Hrsg.): Wie krank ist unser Wasser. Freiburg 1984⁵
- J. Dittfurth, R. Glaser (Hrsg.): Die tägliche legale Verseuchung unserer Flüsse und wie wir uns dagegen wehren können. Hamburg 1987
- Die GRÜNEN im Landtag (Hrsg.): Wasser konkret. Wiesbaden 1985
- Die GRÜNEN (Hrsg.): Entgiftung. Bonn 1985
- Th. Kluge, E. Schramm: Wassernöte. Zur Geschichte des Trinkwassers. Köln o.J.
- E. R. Koch: Krebswelt. Krankheit als Industrieprodukt. Frankfurt 1981
- H.-W. Krüger: Trinkwasser. Ein Lebensmittel in Gefahr. Frankfurt 1982
- U. Lahl, B. Zechmar: Kein Wasser zum Trinken. Reinbek 1984
- B. Rosenkranz: Der Umwelt-Tester. Schadstoffe im Alltag aufspüren - messen - vermindern. Reinbek 1986

- H. Schäfer: Todeskandidat Wasser. Report über das Lebensmittel Nr.1. München 1986
- Chr. Steinberg, B. Lenhart: Wenn Gewässer sauer werden. Ursachen, Verlauf, Ausmaß. München 1985
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Bibliographie zur Umweltberatung. Berlin 1988
- Umweltbundesamt: Ohne Wasser läuft nichts! Berlin 1984
(siehe auch die einschlägigen Titel zum Thema Grund- und Trinkwasser der TEXT-REIHE des Umweltbundesamtes Nr.36-40/85 u. 6/88)
- Verband der Chemischen Industrie (Hrsg.): Wasser. Frankfurt 1988³
- R. Wittig: Wasser. Lösungsmittel, Lebensraum und Ökofaktor. Wiesbaden 1979

Didaktische Literatur

- R. Blume, H. J. Bader: Umweltchemie im Experiment. Frankfurt 1989
- M. Braun: Umweltschutz - experimentell. Düsseldorf 1974
- W. Engelhardt: Umweltschutz. München 1977³
- E. Eulefeld: Materialien zur Umwelterziehung. IPN/Kiel 1987
- G. de Haan: Ökologie-Handbuch Grundschule. Weinheim 1989
- IPN-Einheitenbank Curriculum Biologie: Probleme der Wasserverschmutzung. Köln 1979
- W. Merkle, P. Rausch: Nitrat als gesamtökologisches Problem. Mülheim 1986
- E. Philipp: Experimente zur Untersuchung der Umwelt. München 1977
- SHELL AG (Hrsg.): Umweltschutz heute. Follenset: Abwasserkanal Rhein. Hamburg o.J.
- H. Strohm: Politische Ökologie. Arbeitsmaterialien und Lernmodelle für Unterricht und Aktion. Reinbek 1979
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Ökologie in der Erwachsenenbildung. Gefährdete Lebensgrundlagen (Heft 1). Bonn 1986
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Unterrichtsmaterialien zum Thema Ökologie/ Umweltschutz für den Sozialkundeunterricht an berufsbildenden Schulen (Band 3): Wasser. Berlin o.J.
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Lehrerhandreichung zum Thema Umweltschutz für das Berufsfeld Chemie, Physik und Biologie (Band 1). Berlin 1988
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Bibliographie Umwelterziehung. Berlin 1987⁴