

Mitt. österr. geol. Ges.	83 (1990) Themenband Umweltgeologie	S. 125-150 7 Abb.	Wien, Februar 1991
--------------------------	---	----------------------	--------------------

## **Die Belastung des Grundwassers in Österreich Ursachen, Ausmaß, Folgen, Abhilfe**

Von A. TOLLMANN\*)

Mit 7 Abbildungen

### **Zusammenfassung**

Im folgenden wird zunächst ein Überblick über die Hauptfaktoren der Grundwassersituation gegeben: Es wird der Reichtum der verschiedenen Grundwasser- und Trinkwasservorräte im Alpenstaat Österreich umrissen, die Frage der Bedarfsdeckung erörtert und es werden vorweg die Hauptursachen der in Österreich immer noch weiter anwachsenden Grundwasserverseuchung vor Augen geführt.

Im Hauptabschnitt dieser Studie wird auf Ursache und Ausmaß der heutigen Kontamination des Grundwassers, eines der sich gegenwärtig in den Vordergrund schiebenden Umweltprobleme, näher eingegangen, wobei besonders auch auf die Schadwirkung der wichtigsten Giftstoffe auf die menschliche Gesundheit unter Hinweis auf jüngste Kenntnisse Bezug genommen wird. Im einzelnen werden die Belastungen durch die chemische Industrie, die Zellstoff- und Papierindustrie, durch Überdüngung und Überspritzung mit Agrochemikalien in der Landwirtschaft und der gegenwärtige Stand der Auswirkungen auf das Grundwasser erörtert. Auch liegen gerade aus letzter Zeit neue Erfahrungen durch sehr detaillierte Untersuchungen über das Ausmaß der Gefahren einer radioaktiven Verseuchung vor, die auf dem Wege über Wasser oder Luft und über die Nahrungskette den Menschen erreichen. Sodann wird das ebenso jüngst erst in seiner wachsenden Dimension so recht klar gewordene Problem der Müll- und Klärschlammdeponien angerissen. Schließlich wird auf die weiteren Quellen der Verseuchung des Grundwassers hingewiesen, auf die in diesem Rahmen nicht mehr im einzelnen eingegangen werden kann.

Ein Schlußkapitel beschäftigt sich mit den Möglichkeiten und den bisherigen Erfolgen bei der Abhilfe in dieser mißlichen Situation. Diese Abhilfe beruht auf einer breiten Palette verschiedenster Maßnahmen von Produktumstellung und Recycling bis zu den gesetzgeberischen Maßnahmen, die derzeit auf verschiedenen wichtigen Sektoren anläuft. Vor allem aber ist ein verantwortungsbewußtes Eingreifen des kundigen Erdwissenschaftlers in diesen zerstörerischen Prozeß dringend vonnöten.

### **Summary**

This paper describes at first the main determinants of the ground water regime in Austria: The natural abundance of water in this alpine country, the question of the supply, and the reason of the increasement of the contamination are recorded.

\*) Adresse des Verfassers: Prof. Dr. Alexander TOLLMANN, Institut für Geologie der Universität Wien, A-1010 Wien, Universitätsstraße 7

The main chapter deals with the details of the reason and the extent of the present contamination of the ground water, reflecting also their effect for human healthy. In particular the pollution by the chemical industry, by the paper production, by the abundance of fertilizers and agrochemicals in the agriculture, concerning the ground water, are discussed by characteristic examples from Austria. The newest knowlegdge about the path of radioactive contamination by water, air and the chain of food and its effect on humain health is described also by recent Austrian examples. Furthermore the rapid increasing problem of the deposition of wast and of the mud of purification plants is debated. Finally for completion further sources of the contamination of ground water are registered.

The last chapter quotes the recently available possibilities and the hitherto existing successes of actions against this contamination. There exist a long list of possible measures agains this pollution of the environment, beginning with a switch to innocuous chemical, technical an medical products, with the installation of filters and purification plants, with recycling etc. and ending with an efficient legislation respecting the environment. But in first line the responsible earth scientists are obliged to help stop rapidly the progressive devastation of one of the most important elements of life — the water.

## Inhalt

Vorwort .....	125
A. Die heutige Situation .....	126
1. Österreich als Alpenstaat, reich an Grundwasservorräten .....	126
2. Zur Frage der Bedarfsdeckung .....	129
3. Die Hauptfaktoren der Grundwasserverseuchung .....	129
B. Ursachen und Ausmaß der Grundwasserbelastung .....	130
1. Die Belastung durch die chemische Industrie .....	130
2. Die Zellstoff- und Papierindustrie .....	132
3. Die falsch beratene Landwirtschaft .....	133
a) Die Nitratverseuchung .....	134
b) Agrochemie .....	137
4. Die Gefahren radioaktiver Verseuchung .....	137
5. Das Problem der Müll- und Klärschlammdeponien .....	144
6. Weitere Quellen der Verseuchung des Grundwassers .....	145
C. Abhilfe .....	147
Literatur .....	148

### A. Die heutige Situation

#### 1. Österreich als Alpenstaat, reich an Grundwasservorräten

Österreich ist als Alpenstaat ähnlich der Schweiz mit dem Naturschatz Wasser reich gesegnet. So glaubte man bis vor kurzem, daß hier schier unerschöpfliche, stets erneuerte Vorräte zur Verfügung stünden und auch, daß eine etwaige Verschmutzung durch reichlichen Durchfluß rasch überwunden werden könnte.

Die Grundlage für die reiche Versorgung des Landes mit Grundwasser beruht zunächst auf dem durchaus genügenden Niederschlag, der seinerseits auf der abfangenden Wirkung

der Alpenkette gegenüber den Regen bringenden, vorherrschenden Westwinden vom Atlantik her basiert. Im Durchschnitt beträgt der Niederschlag 132 cm/Jahr, dabei sind allerdings große Differenzen, die bereits zu gewissen Sorgen Anlaß geben, zwischen Westen (Vorarlberg rund 185 cm Jahresniederschlag) und dem Osten mit seinem pannonischen Trockenklima (Burgenland rund 70 cm Jahresniederschlag), zu verzeichnen. Wir müssen allerdings sogleich bedenken, daß vom durchschnittlichen jährlichen Niederschlag (132 cm) bereits durch die Verdunstung von durchschnittlich 61 cm Wassersäule/Flächeneinheit nur 71 cm/Jahr real für Versickerung und Abfluß zur Verfügung stehen.

Die Art der Speicherung dieser Niederschläge erfolgt nun auf recht verschiedenen Wegen. Die alpine Hochregion verfügt zunächst in manchen Abschnitten über Gletscher, die den Abfluß des gefrorenen Niederschlags lange über den Sommer hin verteilen. In Zukunft werden wahrscheinlich einmal die heute unter dem Gesichtspunkt Trinkwasser noch gar nicht in die Überlegung einbezogenen zahlreichen hochalpinen Stauseen zur Deckung des Wasserbedarfes beitragen können, sogar nach Abarbeitung ihrer potentiellen Energie zur Gewinnung elektrischen Stromes im Anschluß an die Turbinen in tieferer Lage.

50 Prozent des verwendeten Quell- und Grundwassers sind Karstwässer. Manche Großstädte Österreichs werden ausschließlich oder überwiegend aus mächtigen Karstquellen der Nördlichen Kalkalpen versorgt, so etwa Wien aus den schon seit Ed. SUESS (1873: Erste Wiener Hochquellenleitung) und später genutzten weiteren Quellen der Gebirgsstöcke zwischen Schneeberg und Hochschwab (zusammen max. 460 000 m<sup>3</sup>/Tag, mind. 337 000 m<sup>3</sup>/Tag — P. SUCHOMEL, 1990, S. 170), so Innsbruck mit den mächtigen genutzten Quellen der Nordkette (Mühlauer Quellen mit bis 1500 l/sec Schüttung), zum guten Teil auch Salzburg mit der Fürstenbrunner Karstquelle mit 400 l/sec, zu 60 Prozent auch Villach mit Karstwasser vom Dobratsch usf.

Waren früher die Karstwässer dank ihrer hohen Reinheit im Zusammenhang mit ihrem Ursprung in hochalpiner Region und mit ihrem frischen Geschmack durch die gelösten Karbonate am begehrtesten, so ist heute die Gefahr der Kontamination dieser Wässer groß, durch die äußerst geringe Filterwirkung für den oft in einem Tag vom Plateau der Kalkhochalpenstöcke durch das weite Kluft- und Höhlensystem praktisch ungefiltert in den Quellen am Talgrund wieder zu Tage kommenden Niederschlag. Die Verseuchung durch den Massentourismus im Gebirge ist hier ebenso gefährlich wie etwa durch Radioaktivität nach einem Kernkraftwerk-Supergau. Auch wird es mit dem sich immer weiter ausweitenden Massentourismus schwierig, neue Schutzgebiete in Karstgebieten durchzusetzen, sodaß man z. B. in Kärnten bei Schwierigkeiten der geplanten Erschließung der großen Karawankenquellen (Heinischbauerquelle, Hasengrabenquelle) sogar mit Hilfe zwischenstaatlicher Verträge auf die jugoslawische Seite auszuweichen versucht (K. FANTA, 1990, S. 114).

Auf die Schwankungen in der Keimzahl im Karstwasser in Abhängigkeit von starken Niederschlägen und Schneeschmelze haben jüngst H. TRAINDL & R. PAVUZA (1990) in einer speziellen Studie hingewiesen. Die Ausschwemmung der Bodenkrume ist bei Kalk-Rendzinaböden am größten, dort ist auch die Schwankung der Keimzahlen im Karstwasser am stärksten. Kalkkarst zeigt gegenüber Grünkarst geringe Keimzahlschwankungen im Laufe des Jahres. Quellen im Dolomitgebiet enthalten stets kleinere Keimzahlen als jene der Kalkregion, auch die jahreszeitlichen Schwankungen in der Keimzahl sind hier geringer.

Mindestens gleich stark bedroht aber ist auch die Qualität der Grundwassertröge in den quartären Lockersedimentfüllungen der eiszeitlich übertiefen inneralpinen Talstrecken, dann aber besonders der Schotterterrassen entlang der Donau und den Flußsystemen gleich jenen der Mur am Alpen-Südostrand und schließlich in quartären Grabenbrüchen und Senken des Wiener Beckens beiderseits der Donau (Mitterndorfer Senke, Lasseer Senke). Die Mächtigkeit dieser quartären Grundwasserleiter entlang der Flüsse im Alpenvorland kann in Rinnen gelegentlich bis 100 m betragen, entlang der Donau meist nur um 10-20 m, an der Mur vom Alpenrand weg (Graz) von 30 m bis zur Grenze bei Radkersburg bei 10 m. In den glazial übertiefen inneralpinen Tälern und selbst im Abschnitt ihrer Ausmündung am nördlichen Alpenrand sind im Quartär große Mächtigkeiten geschüttet worden: im Rheintal südlich vom Bodensee bis 400 m, im Walgau bis 150 m, im Inntal um Innsbruck bis 380 m, an der Salzach bei Vigaun 340 m, im Villacher- und Klagenfurter Becken bis 80 m, in den inneralpinen Mur-Becken bis 60 oder 80 m. Die Mächtigkeit der Schotter in der Mitterndorfer Senke des Wiener Beckens erreicht streckenweise 150 m (vgl. Zusammenstellung A. TOLLMANN, 1986, S. 288 ff.).

Da der Grundwasserstrom in diesen pleistozänen bis alluvialen Schotter-Sandkomplexen der Niederungen nur langsam dahinströmt, und zwar mit nur wenigen Metern pro Tag, ergibt sich als Vorteil, daß hierdurch eine wesentlich bessere Filterung bestimmter Inhaltsstoffe, Bakterien etc. gegenüber dem Karstwasser möglich ist, als Nachteil aber, daß langlebige organisch-chemische Verseuchungen durch Kohlenwasserstoffe, Agrochemikalien etc., die in den ja vorwiegend als Wasserwege benützten gröberdetritischen Lagen nicht gefiltert werden können, zufolge der langsamen Grundwasserströmung und ihren enormen Halbwertszeiten langlebige Belastungen dieser Grundwassertröge bewirken können, in denen dann die schmalen, meist scharf begrenzten Kontaminationsfahnen von ihrem Ursprungsort weg mit Dutzenden Kilometern Länge auf diese Situation hinweisen.

Schließlich ist noch auf die künftige Bedeutung der Tiefenwässer als Reserven hinzuweisen. Wir wissen von den ÖMV-Tiefbohrungen am Ostrand der Kalkalpen aus den Beispielen im Bereich des Triestingtales, daß in der Tiefe der Kalkalpen beträchtliche Wassermengen mit nicht unbedeutender Strömungsgeschwindigkeit gegen Osten ziehen: Die Temperatur dieser Wässer betrug in der Bohrung Sollenau in 2470 m Tiefe bekanntlich nur 32 °C (statt 68 °C) und in der Bohrung Berndorf 1 in 4750 m erst 49 °C (statt 156 °C), ja sogar an der Basis der Kalkalpen in 5640 m Tiefe erst 70 °C. (Lit. in A. TOLLMANN, 1985, S. 527). Radiometrische Messungen ergeben trotzdem ein überraschend hohes Alter.

Ein anderes Beispiel einer solchen, nur für Katastrophenfälle vorbehaltenen Planung der Nutzung von Tiefenwässern bietet das Inntal im Raum Innsbruck, wo in der Tiefe der quartären Talfüllung in den Lockersedimenten, geschützt durch mächtige Seetone, ein zweites, tieferes Grundwasserstockwerk vorhanden ist. Auch als Grundlage der 1600 genützten artesischen Brunnen in der Oststeiermark sind offenbar bedeutende alte Wasservorräte in der Tiefe vorhanden, vollkommen frei von den modernen Industriekontaminationen mit langen Wanderwegen in der Tiefe. Gerade diese Wässer aber mögen derzeit nicht verbraucht werden, sondern als eine wertvolle Reserve angesehen werden, die nur in Notstandszeiten, die durchaus in Bälde auftreten können, herangezogen werden sollen. Die Planung im südwestlichen Weinviertel, wegen der Verseuchung des oberflächennahen Grundwassers und auch des ebenfalls schon kontaminierten, überregional importierten Trinkwassers als erste Maßnahme auf unbelastete Tiefenwässer überzugehen (W. KET

SCHER, 1990, S. 260), kann daher keineswegs gutgeheißen werden, sondern der umgehenden Einstellung der Kontaminierung muß unbedingt Vorrang gegeben werden.

Seichter gelegene Tiefenwässer in tieferen Etagen von Grundwasserstockwerken können übrigens heute durch die von der Oberfläche, auch von Flüssen, ausgehenden Kontaminationen (Nitrate, Agrochemikalien) in Deutschland wie in Österreich bis zu Tiefen von 200 m merkbar belastet sein.

Wie lange oberflächennahe Grundwässer stagnieren können und daher für Kontaminierung besonders anfällig sind, zeigen Altersdaten der Wässer im Seewinkel östlich des Neusiedlersees im Burgenland, an denen D. RANK (1989, S. 15) ein Alter von 30 000 Jahren, ja jüngst sogar von 35 000 Jahren feststellen konnte.

## 2. Zur Frage der Bedarfsdeckung

Der Trinkwasserbedarf in unserem Land ist in der letzten Zeit bis auf 280 l/Kopf und Tag im Durchschnitt gestiegen, liegt bei der ländlichen Bevölkerung bei unter 150 l, in Fremdenverkehrsgebieten pro Urlauber verschwenderisch bei 1000 l/Tag. Österreich kann sich rühmen, daß derzeit noch immer 99,7 Prozent des Trinkwasserbedarfs aus Quell- und Grundwasser gedeckt wird (Ausnahme etwa die alte Trinkwasserversorgung aus dem Wienerwaldstausee des Wienflusses), während vergleichsweise in Deutschland bereits 40 Prozent aus Oberflächenwässern stammen.

Auch Großversorgungen müssen in vielen Ländern heute bereits auf Oberflächenwässer zurückgreifen, man denke nur an die Bodenseewasserversorgung des Raumes Stuttgart/Baden-Württemberg in der BRD, den über 110 km langen Stollen vom Paijanne-See nach Helsinki in Finnland, den Colorado-River-Aqueduct mit 40 m<sup>3</sup>/sec Fördermenge, den California-Aqueduct mit ca. 120 m<sup>3</sup>/sec usf. (G. NABER, 1990, S. 9, Abb. 1-4,8).

Als Richtwerte für den jeweiligen Verbrauch seien einige Zahlen angeführt: Die Haushalte benötigten im Jahr 1987 725 Mio. m<sup>3</sup> Wasser, die Industrie (1986) 1501 Mio. m<sup>3</sup>, dabei mit führendem Anteil die Eisenindustrie (594 Mio.), dann die chemische Industrie (383 Mio.), als dritte Sparte die Papier- und Zellstoffherzeugung (248 Mio. m<sup>3</sup>); die Landwirtschaft reiht sich mit ihrem Verbrauch weit hinter Haushalten und Industrie, obzwar durch Beregnungsanlagen ihr Verbrauch spürbar hinaufgegangen ist.

Bezüglich der Nutzung der bestehenden Reserven läßt sich zusammenfassen: Die Hauptquellvorkommen sind weitgehend genutzt. Beim Grundwasser ist noch eine Steigerung der Trinkwassergewinnung möglich. Tiefenwässer sollen als absolute Reserve nicht jetzt schon vergeudet werden. Flußwasser kommt für die Industrie durch die Verschmutzung je nach Verwendungszweck vielfach nicht in Frage, da die Aufbereitung großer Wassermengen zu teuer zu stehen käme. Auch wird man in Hinkunft an die Nutzung der relativ reinen alpinen Stauseewässer für Trinkwasserzwecke denken (G. SCHILLER & G. LEOPOLD, 1990, S. 287 ff.). Vielleicht wird auch für unser Land mit wachsendem Mangel unkontaminierter Wässer eine Trennung von Brauch- und Trinkwasserleitungen erforderlich werden.

## 3. Die Hauptfaktoren der Grundwasserverseuchung

Die erste deutliche Welle der Grundwasserbelastung setzte bei uns mit Beginn der sechziger Jahre ein, als mit steigendem Wohlstand rundum die wilden Mülldeponien ungeplant über manchem Grundwasserstrom rapide anzuschwellen begannen und die Industrie

immer weitere belastende Stoffe für den breiten Verbrauch zu produzieren begann, die auf diesen Umwegen ins Grundwasser gelangten.

Die zweite Welle der Kontamination, um eine Rangordnung stärker, begann exakt mit dem Jahr 1981, als in Salzburg-Stadt die erste schwere Grundwasservergiftung um einen Gewerbebetrieb gemeldet wurde und saniert werden mußte. Diese zweite, aggressive, sich bald gegenseitig verheerend für das Grundwasser auswirkende Welle war der Chemie mit ihrer Entwicklung persistenter, lange Zeit hochgiftig wirkender Stoffe zu verdanken. Die chlorierten Kohlenwasserstoffe (CKW) sind Symbole dieser Ära, zu der als weitere drei Hauptfaktoren der durch Industrie (und auch Verkehr) verursachte saure Regen kam mit der u. a. bewirkten Mobilisierung giftiger, aus Lufteintrag stammender Schwermetalle in den Böden, die ins Grundwasser gelangen konnten; dann in zeitlicher Reihenfolge die flächenmäßige Nitratverseuchung großer Regionen (besonders in Ostösterreich) durch Überdüngung in der Landwirtschaft mittels Kunstdünger und zuletzt der alarmierende Anstieg von wiederum hochtoxischen Agrochemikalien, wie dem Fungizid Atrazin und einer reichen Palette analoger Gifte.

Durch derartige persistente hochgiftige, ins Grundwasser eingebrachten Stoffe wurde vielfach die Schutzfunktion der bisherigen Grundwasserschutzgesetze in Frage gestellt. Darauf waren sie ja nicht abgestimmt gewesen. Man denke etwa an das Beispiel der Mitterndorfer Senke im südlichen Wiener Becken, in der die lokalen Wasserschutz- und Schongebiete fast zwecklos geworden sind, wenn von Ternitz her, weit außerhalb dieser Schutzgebiete, der eine Ast der CKW-Giftfahne die Senke weithin durchzieht.

Zu den oben genannten, besonders in den achziger Jahren wirksam werdenden persistenten Giften organischer Verbindungen der mächtig gewordenen chemischen Industrie, die ja unabsichtlich und ungewollt ihre gravierenden Einfluß auf das Grundwasser nahmen, kommt daneben ebenso eine reiche Palette von Giftstoffen als Hauptgefahren für das Grundwasser hinzu, die einfach aus Achtlosigkeit, oft auch trotz Kenntnis ihrer Schädwirkung zur Einsparung von Geld und Mühe in die Natur abgelassen werden: die Abwässer der Industrie, die im Jahre 1987 von den insgesamt in Österreich von allen Verursachern beigesteuerten 24-29 Mio. Einwohner-Schmutz-Gleichwerten (EGW) allein bei der Zellstoff- und Papierindustrie 9 Mio. EGW ausmachten und bei der chemischen und übrigen Industrie 5 Mio. EGW umfaßt haben. Dazu kommen die in vielen Fällen Kontaminationsfahnen produzierenden, überwiegend ohne ernstliche Überwachung angelegten Mülldeponien, von denen man nun 4500 Altlasten in unserem Land annimmt (Vergleich: in der BRD sind 49 200 Altlasten bekannt, wovon 2000 giftige Sickerwässer ins Grundwasser liefern). In jüngster Zeit wächst uns das Klärschlamm-Problem über den Kopf, da die Klärschlammmassen immer toxischer werden und daher kaum mehr wie früher in nicht unbedeutendem Maß als Dünger auf die Felder ausgebracht werden dürfen. 3 375 000 m<sup>3</sup> Klärschlamm fielen jährlich in den späten achziger Jahren in feuchtem Zustand an! Die weiteren Attacken auf das Grundwasser von den verschiedensten Seiten her werden im speziellen Teil Erwähnung finden.

## **B. Ursachen und Ausmaß der Grundwasserbelastung in Österreich**

### **1. Die Belastung durch die chemische Industrie**

Die chemische Industrie ist zweifelsohne der Hauptbelasteter vom Fluß- und Grundwasser unseres Landes. Die Belastung erfolgt in dreifacher Weise: a) zunächst direkt durch Abblas-

sen von Abwässern und Abprodukten in Flüsse und Grundwässer, b) sodann durch Produktion von hochgiftigen Produkten, die in breitem Maß in anderen Industrie- und Gewerbebetrieben eingesetzt werden und von dort durch Unachtsamkeit in die Umwelt gelangen und c) schließlich in einem zuletzt sehr beängstigenden Ausmaß auf dem Umweg über die Landwirtschaft durch Überdüngung und überhohe Spritzung mit höchst giftigen Chemikalien.

a) Die Belastung von Flüssen durch die Abwässer der chemischen Industrie ist seit Jahrzehnten bekannt und die Betriebe kümmerten sich die längste Zeit in keiner Weise um die Ermahnungen und Bitten des Gewerbeinspektorates. Wie lange dies alles einfach hingenommen wurde, zeigt die Karte der Flußwässergüte, auf der man Jahr für Jahr die Hauptursache der Kontamination der Flüsse einfach ablesen konnte: auf der Karte erscheinen dann solche Strecken als „äußerst verschmutzt“ oder „verödet“. So wissen wir seit eh und je über die intensive Vergiftung der Gurk durch die Chlorfabrik an ihrem Unterlauf, über die Chromvergiftung bei Treibach/Althofen, die Schäden an der Gail bei Bleiberg, an March, Rußbach und Wulka durch die Abwässer der Zuckerfabriken, dann besonders die Schäden durch die Abwässer der Papierindustrie (s. u.) an vielen österreichischen Flüssen. Erst in letzter Zeit konnte bei manchen, bei weitem nicht bei allen, in gewissem Maß Abhilfe geschaffen werden.

b) Hinzu kommt die Schädigung des Grundwassers durch Kontaminationen rund um Fabriksanlagen, die noch unbekannt sind und nur durch Zufall entdeckt werden. Sie haben ein hohes Ausmaß und haben ihre Giftfahnen oft über lange Zeit unbemerkt an das Grundwasser abgegeben, sind auch bis heute vielfach nicht entdeckt, wie die stets neu auftauchenden Überraschungen bei Grundwasserprüfungen mit ganz anderer Zielsetzung zeigen. So etwa sind in neuerer Zeit derartige Kontaminationen um Fabriksgebiete bei Wolfsthal/NÖ, durch Erdölprodukte in der Lobau und östlich von Schwechat unterhalb von Wien festgestellt worden.

c) Schließlich werden oft mit fast kriminologischen Methoden, auch anhand historischer Dokumente, Altlasten im Areal alter, längst verschwundener Fabriken ausgemacht, etwa im Stadtgebiet von Wien oder aber noch aus der Kriegszeit vorhandene Schäden, wie der Teppich von Erdöl am Grundwasser im Tullnerfeld bei Moosbierbaum, zurückgehend auf Bombardierung der dortigen einstigen Ö raffinerie in den frühen vierziger Jahren, der noch immer nicht verschwunden ist.

d) Besonders Sorge macht ferner der breite Einsatz von chlorierten Kohlenwasserstoffen (CKW) in Industrie und Gewerbe, wodurch bedeutende Mengen durch mangelnde Entsorgung ins Grundwasser gelangen. Die Schädigung ist deshalb so hoch, weil viele verschiedene Stoffe hochgiftig sind, eine zureichende Löslichkeit im Wasser aufweisen, z. T. eine enorm lange Halbwertszeit besitzen (Tetrachlorkohlenstoff:  $T=7000$  J., Chloroform  $T=3500$  J.) — wie auch ihre außerordentlich langen Giftfahnen in Grundwasserbecken anzeigen (bereits über 40 Kilometer lang in der Mitterndorfer Senke) — und noch dazu ein enormes Durchdringungsvermögen haben, also auch durch Betonrohre, Asphalt, Basalabdichtungen von Deponien usf. durchwandern. Wenn man bedenkt, das jährlich 10000 Tonnen dieser CKW in Österreich zur Verwendung gelangen, andererseits mit größter Sorglosigkeit noch nicht lange zuvor sogar mit behördlicher Bewilligung in einem Linzer Betrieb 11 Tonnen CKW zur Beseitigung einfach abgedampft wurden (und dann durch den Niederschlag wiederum in den Boden und ins Grundwasser gelangen), ferner berücksichtigt, daß der Grenzwert bei 30 Mikrogramm pro Liter Wasser liegt, dann versteht man die Schä-

den, die z. B. am bekanntesten Beispiel, dem Grundwassertrog der Mitterndorfer Senke im südlichen Wiener Becken, angerichtet worden sind. Dort waren gleich drei Verursacher beteiligt: die Stahlindustrie von Ternitz, die zur Entfettung des Stahls diese Gifte einsetzt, die Fischerdeponie bei Theresienfeld, in der gegen das Grundwasser völlig ungesichert unter 1 Million m<sup>3</sup> Müll zutiefst z. T. leck gewordene 6000 Fässer mit CKW-reichem Destillat lagern und Industriebetriebe im Raum Wiener Neustadt selbst, dessen östliche Wasserversorgungsanlage gesperrt werden mußte. Aber neben der Mitterndorfer Senke werden immer weitere Räume mit CKW-Verseuchung bekannt, wie z. B. das Korneuburger Becken, die Region St. Valentin in NÖ, Altenmarkt i. Salzburg, das Gebiet bei Golling/Lammertal usf.

## 2. Die Zellstoff- und Papierindustrie

Einer der Hauptverschmutzer der österreichischen Flüsse war und ist z. T. immer noch die Zellstoff- und Papierindustrie, die noch 1987 mit ihrem Sulfitverfahren 9 Millionen Einwohner-Gleichwerte (EGW) an Abwässern mit Lignosulfonsäuren und anderen Giftstoffen in die verschämt als „Vorfluter“ bezeichneten Flüsse ungereinigt abgelassen hat und so bis zur schwersten Beeinträchtigung auch großer Flüsse wie der Salzach bei Hallein geführt hat. Es ist paradox, daß eine Vergiftung derartigen Ausmaßes zum Großteil von bloß vier solcher Werke, nämlich Hallein/Salzach, Kematen/Krems, Rechberg=Rebrca/Vellach (bereits eingestellt) und Villach verursacht worden ist, daß dieser Umstand über zwei Jahrzehnte bekannt ist und die Gewerbebehörden wie Bettler seit dem Jahr 1972 vergebens um Reinigung der Abwässer vorstellig geworden waren.

Nun hat, durch den Druck von Bürgerinitiativen ausgelöst, endlich eine Wende eingesetzt und werden diese Zellstoff- und Papierfabriken seit 1987 zum Bau von biologischen Kläranlagen und Laugenverbrennungen gezwungen, die z. T. bereits installiert sind, z. T. erst in Angriff genommen oder versprochen werden (Abb. 1-2). Jetzt hat dieser Industriezweig zugesagt, noch bis zum Ende des Jahres 1990 die Abgabe der erwähnten 9 Millionen EGW auf 1 Million EGW (!) zu senken. Wichtig ist auch, daß unter dem Druck der Öffentlichkeit nun endlich das Chlorbleichverfahren mit den giftigen Chlorabwässern zugunsten

Standort/belasteter Fluß	Verfahren	Zellstoffproduktion 1989		biolog. Reinigung seit	spezifische Fracht (Kg / Tonne Zellstoff)		
		Bleiche	in Tonnen/Tag		BSB5	CSB	AOX
Frantschach/Lavant	Sulfat	keine	570	1988	0,5	4	-
Gratkorn/Mur	Magnesit	ja	600	1987	3	100	6
Hallein/Salzach	Mg-Bisulfit	ja	300	1995?	70	250	7
Kematen/Ybbs	Mg-Bisulfit	ja	105	1992?	70/50	185/90	7/-
Lenzing/Ager: Papierzellstoff	Mg-Bisulfit	ja	80	1987	1	22	2
		ja	300/380	1987	1,5	31	0,1
Nettingsdorf/Krems	Sulfat	keine	300	1990?	4	13	-
Pöls/Pöls/Mur	Sulfat	ja	570	1990?	10	45	4
Villach/Drau	Ca-Sulfit	ja	180	1995?	100	330	7
(Rechberg/Vellach)	Ca-Sulfit	ja	110	-	400	1600	3)
Zum Vergleich: Die ab heuer geltende 19. Abwässerverordnung der BRD:					5	70	1

Abb. 1: Die Belastung der Gewässer durch die österreichische Zellstoffindustrie und Ansatz zur Sanierung.

Jahr	Jahresproduktion Zellstoff in Tonnen	Biolog.	Chem.	Organ.
		Sauerstoffbedarfswert tägliche BSB5	Schadstofffracht in Tonnen CSB	Chlorverbind. AOX
1900	90.000	100	400	–
1937	250.000	200	900	3
1950	250.000	150	850	3
1969	600.000	450	1.950	8
1979	1.000.000	500	2.100	13
1989	1.200.000	70	300	11
mit Rechberg:		110	470	

Abb. 2: Der Anstieg der Abwasserabgabe der Papier- und Zellstoffindustrie in unserem Jahrhundert (W. LAUBER, 1989, S. 9).

eines chlorarmen Verfahrens (Lenzing/Ager) oder einer chlorfreien Behandlung durch Peroxide (in Kematen/Krems derzeit zu 30 Prozent eingesetzt) zurückgestellt wird. Technisch durchaus möglich, wie die Praxis zeigt.

### 3. Die falsch beratene Landwirtschaft

Die Landwirtschaft ist durch unnatürliche Rahmenbedingungen am Weg über die Sozialpartnerschaft und die Genossenschaften zu einer technischen Produktionssparte geworden, die ihr Fortkommen durch eine durch Überproduktion erzwungene Überdüngung und Überspritzung zu sichern versucht. Die hohen Kosten dieser Mißwirtschaft, bei der Überschußgüter in Massen produziert werden, für deren Export riesige Summen aus Steuergeldern für Stützung aufgewendet werden, haben die Landwirtschaft durch Anschaffung der nötigen technischen Geräte und Aufwendung der teuren Kunstdünger und Agrochemikalien pro ha offiziell auf 23 000 Schilling (informell 40 000 Schilling) verschuldet, was neben der ungesunden Erscheinung des Aufgebens von einem Hof pro Tag in Österreich vor allem zu einer immer höheren Produktion zwingt, und zum Irrglauben an die Notwendigkeit der heute üblichen Überdüngung geführt hat.

Diese Überdüngung durch Nitrate, deren Überschuß im Boden nicht gehalten wird und an das Grundwasser abgeht, eine falsche Unterbringung des oft hierdurch überschüssigen Naturdüngers, der daneben noch in zu großen Mengen bei Massengroßtierhaltung anfällt und dann oft einfach zur Beseitigung noch nach dem Ackern im Herbst, ja sogar im Winter am Schnee und bei gefrorenem Boden in Form von Gülle aufgebracht wird und dann nicht durch die Pflanzen verwertet und aufgenommen wird, sondern ebenfalls als Nitratbelastung ins Grundwasser kommt sowie der übermäßige Einsatz der Agrochemikalien hat zu einer neuen, erst seit einigen Jahren explosiv anwachsenden und immer noch voll im Steigen begriffenen flächenmäßigen Vergiftung riesiger Grundwassereinzugsareale gerade in

den dichten Siedlungsgebieten der Talbecken, in denen ja auch die intensive Landwirtschaft betrieben wird, geführt.

#### *a) Die Nitratverseuchung*

Grenzwert (100 mg Nitrat/Liter Wasser) und Richtwert (50 mg) liegen auch nach Aussage von Minister Ettl aus Gesundheitsgründen zu hoch, können aber nicht in absehbarer Zeit durch Gesetze gesenkt werden, weil sonst enorm viele Wasserwerke sofort schließen müßten. So plant der Minister mit der Trinkwassernitratverordnung von 1989 den Grenzwert ab 1. Juli 1990 bei 100 mg zu belassen, ab 1. Juli 1994 auf 50 mg, ab 1. Juli 1999 auf 30 mg zu senken — alles unrealistisch bei den schwächlichen Maßnahmen (die Weltgesundheitsorganisation empfiehlt einen Grenzwerte von 20 mg/Liter anzustreben), unter deren Regime die Nitratbelastung weiterhin beängstigend ansteigt (K. DIMMEL, 1990, S. 92). „Einem steigenden Nitratgehalt steht diametral die Herabsetzung der Grenzwerte für Trinkwasser gegenüber“, stellt hierzu W. KETSCHER (1990, S. 249) lakonisch fest.

Als eines der Beispiele für diese Misere sei Oberösterreich genannt (K.-H. LEHNER, 1990, S. 147): Etwa 65 000 (5 Prozent) Einwohner des Landes sind mit Wasser versorgt, das über 50 mg Nitrat/Liter aufweist, 400 000 (31 Prozent) mit solchem zwischen 30 und 50 mg/Liter (davon der überwiegende Anteil nur knapp unter 50 mg!), 805 000 (64 Prozent) mit Wasser unter 30 mg/Liter. Bei beiden letztgenannten Gruppen ist durch weiteres Ansteigen der Nitratverseuchung nach LEHNER die Tendenz zur Überschreitung der angeführten Zahlen „in großem Umfang gegeben“. Das bedeutet, daß bei Inkrafttreten des Gesetzes mit 1. Juli 1994 mit 50 mg als Grenzwert nach vorsichtiger Schätzung etwa 200 000 Einwohner nicht mehr aus den vorhandenen zentralen Versorgungsanlagen versorgt werden dürfen.

Die Auswirkung von zu hohen Nitratwerten auf den menschlichen Organismus sind bekannt. Einerseits wird Nitrat im Verdauungstrakt über Nitrit in Nitrosamin verwandelt, das nachweislich krebserregend ist. Andererseits tritt in neuer Zeit durch zu hohe Nitratgehalte die sogenannte „Blausucht“ bei Säuglingen in den ersten drei Lebensmonaten ein, bei denen durch das Umwandlungsprodukt Nitrit Methämoglobin entsteht und hierdurch zugleich durch Einsetzen von Atmungslähmung der Tod herbeigeführt werden kann (Diktion der Ärzte: „hat zu atmen vergessen“). Bereits der Richtwert von 50 mg/Liter kann bei Säuglingen akut giftig wirken!

Diese negativen Auswirkungen von hohen Nitratgehalten im Trinkwasser auf die Gesundheit des Menschen, besonders aber der Säuglinge, sind heute sehr genau studiert und belegt. Einzelheiten hierzu haben jüngst P. GRUBER (1987), H. FLAMM & G. WEBER (1987, S. 231 ff.), K.-E. QUENTIN (1987, S. 6 ff.) und A. ZILBERSZAC (1987) mitgeteilt. Diese kanzerogene Wirkung der Nitrosamine ist in unzähligen Tierversuchen bei allen untersuchten Tierarten konstatiert worden.

Zu bedenken ist in diesem Zusammenhang, daß ja der heute so stark ansteigende Nitratgehalt im Trinkwasser eine zusätzliche Gabe darstellt, die die bereits in der täglichen Ernährung aufgenommene Menge weiter aufstockt. Im Durchschnitt werden 75 mg Nitrat bereits auf dem Nahrungsweg eingenommen (davon 70 Prozent im Gemüse, besonders in Roten Rüben, Spinat, Salat). Von der Weltgesundheitsorganisation werden 220 mg Nitrat als höchstzulässige Gesamtmenge der täglichen Aufnahme, addiert aus Nahrung und Wasser für Erwachsene angegeben.

Große Grundwasserareale, besonders im Osten Österreichs, sind nun bereits so stark nitratverseucht, daß Richt- und Grenzwerte auch bis zu einem Vielfachen überschritten werden. Zu den in erster Linie betroffenen Regionen gehören in NÖ das Marchfeld, die Region östlich und südlich von Wien, das Tullnerfeld, Teile vom Weinviertel und Waldviertel, im Burgenland Abschnitte im Norden dieses Bundeslandes, in OÖ ganz besonders der Linzer Großraum beiderseits der Donau, die Welser Region, Teile vom Mühlviertel und Innviertel, in der Steiermark beispielsweise das Leibnitzer Feld (J. FANK et al. 1989), in dem bereits in den siebziger Jahren einzelne Brunnen 100 mg/Liter überschritten.

Die Nitratwerte zeigen in all den genannten Regionen über 50 mg/Liter, in vielen davon auch weit über den Grenzwert von 100 mg/Liter. So trifft man im Marchfeld Belastungsspitzen mit 280 mg/Liter (F. SCHÖLLER, 1987, S. 142; W. KETSCHER, 1990, Abb. 5,9-14), im Tullnerfeld solche mit 230 mg, im Waldviertel mit 380 mg, sehr hohe Werte im Pulkautal, im Laaer Becken und im niederösterreichischen Industrie- und Mostviertel Abschnitte mit 400 mg usf. Die Gesundheit der österreichischen Bürger solcher Gebiete, ganz besonders der Kinder, ist durch eine Dauerbelastung mit diesen krebserregenden Stoffen ernstlich gefährdet.

Die Nitratverseuchung wichtiger Grundwasserträger wird natürlich in der Zukunft seine überregionalen Auswirkungen zeitigen: So sind z. B. an das Tullnerfeld und Korneuburger Becken bedeutende Wasserversorgungsanlagen einerseits nach Süden in den Wienerwald, andererseits in die nördlichen Mangelgebiete Schmiedatal, Rußbachtal, ja sogar bis ins Pulkautal angeschlossen. Gerade die Erwähnung des Pulkautales mit solcher Zukunftsperspektive ist makaber, ist doch dieser Fernanschluß unter dem Gesichtspunkt durchgeführt worden, die dort häufige Erkrankung von Kleinstkindern an der Blausucht zufolge der hohen Nitratgehalte des schlechten lokalen Grundwassers zu vermeiden.

In den Oberflächenfließwässern lag der Nitratwert bei der Untersuchung 1986 am Beispiel der Nebenflüsse der Donau in Österreich im allgemeinen unter dem Wert von 25 mg Nitrat/Liter, nur in der March überschritt er vereinzelt 30 mg/Liter (R. KREITNER, 1987, S. 72). Dies ist natürlich durch den raschen Durchfluß der durch den Niederschlag erneuerten Wassermassen bedingt, der in der Donau selbst bei Wien im Mittel 1900 m<sup>3</sup>/sec. umfaßt. Kleinere Flüsse in landwirtschaftlich stark überdüngten Regionen weisen hingegen mit ihrer geringen Wasserführung hohe Nitratwerte auf (z. B. Göllersbach in der Molassezone Niederösterreichs bis über 30 mg/Liter, Reisenbach im Wiener Becken bis 60 mg/Liter — F. SCHÖLLER, 1987, S. 13). Kalkalpine Flüsse hingegen zeigen oft noch sehr geringe Nitratgehalte, etwa 2-6 mg/Liter.

Die Belastung der als Mineral- und Quellwässer abgefüllten Trinkwässer war in Österreich (Stand 1986) noch erfreulich gering: Drei Viertel der damals auf Nitrat untersuchten Proben wiesen einen Gehalt unter 1 mg/Liter auf, jene 2,3 Prozent, die über 10 mg/Liter lagen, erreichten einen Maximalwert von 15 mg/Liter (H. WÖDICH, 1987, S. 191).

Von Interesse aber ist, daß auch das Trinkwasser aus Regionen mit strengem Wasserschutz und Schutz vor Nitratdüngung in einem nicht übersehbaren Maß belastet ist, wie etwa das Wiener Hochquellenwasser mit Nitratwerten bis zu 10 mg/Liter, obwohl die Gemeinde Wien das kostbare Erbe von Ed. SUESS, die Hochquellenleitung mit bestem Quellwasser aus den Kalkhochalpen, in hoch anzuerkennender Weise pflegt und auch in den neu dazuerworbenen Schutzgebieten am Hochschwab strengste Schutz- und Kontrollmaßnahmen getroffen hat (P. SUCHOMEL, 1990, S. 173). Da aber auch in den Hochgebirgsseen unseres Landes ein fünffach über dem Normalen liegender Nitratgehalt auftritt, ist es

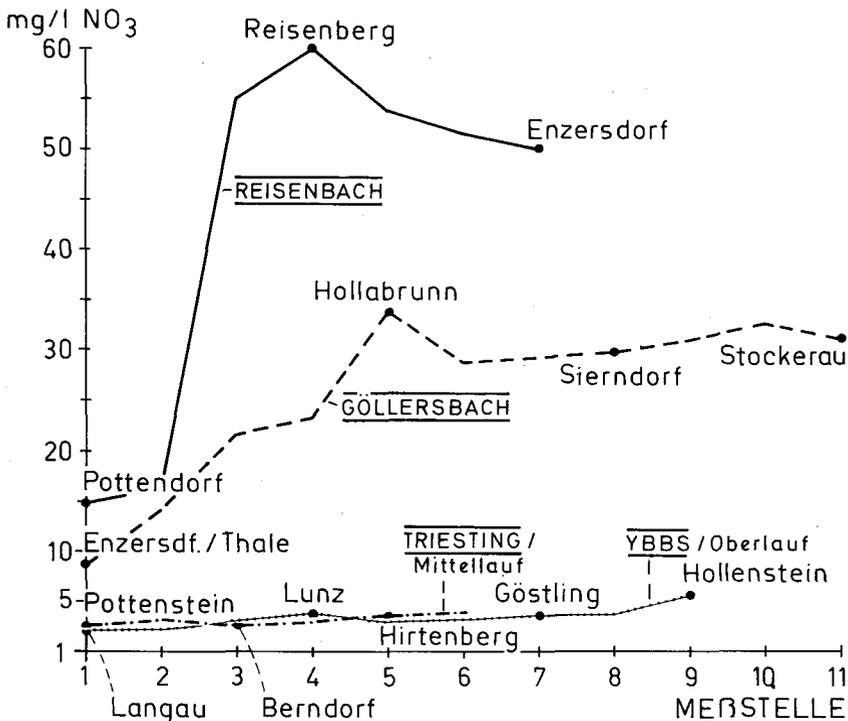


Abb. 3: Die Nitratgehalte einiger repräsentativer Flüsse Niederösterreichs (nach F. SCHÖLLER, 1987, Abb. 1-4). Die geringe Belastung der kalkalpinen Flüsse kontrastiert mit jener in landwirtschaftlich genutzten Gebieten im Alpenvorland und Wiener Becken.

sicher, daß Nitratreintrag durch verschiedene chemische Prozesse auch über den Umweg durch die Luft stattfindet. Als Verursacher hierfür kommen in Frage Produkte aus der Ölverbrennung, Abgase aus dem Verkehr (nach Auffassung des Verfassers letztlich auch aus den überdüngten Feldern der Welt, die offenbar ihren Stickstoffüberschuß auch an die Atmosphäre und nicht nur an das Grundwasser abgeben — wir haben ja durch eine deutsche Forschergruppe erste Hinweise, daß von hier stammende Stickstoffverbindungen in Form von Salpetersäuren sogar an der Bildung des Ozonloches mit beteiligt seien).

In der BRD beträgt der Stickstoff-Eintrag aus der Luft im Durchschnitt jährlich 40 kg/Hektar, Messungen bei Lunz in Niederösterreich haben 20 kg/Hektar und Jahr erbracht, vielleicht ist in Österreich mit einem Durchschnitt von 10 kg/Hektar zu rechnen (W. KASPER, 1987, S. 42).

Wir hoffen überdies, daß in Kürze gerade auch das am Forschungsinstitut Arsenal in Wien vorbereitete Projekt über die Untersuchung der Stickstoffisotopen die Herkunft der überhöhten Nitratgehalte aus den verschiedenen Quellen anteilmäßig analysieren wird.

Die Aufbereitung des Trinkwassers, besonders in großtechnologischem Maßstab, zur Entfernung zu hoher Nitratgehalte, ist aufwendig und sicher der falsche Weg, das Problem zu lösen. H. FRISCHHERZ (1987, S. 204-220) gibt Übersicht über die wichtigsten Methoden, die hier einsetzbar wären.

### b) Agrochemie

Die Massenproduktion und der flächenmäßige Einsatz von höchst wirksamen Giften bei der Bekämpfung von Unkraut, Pilz- und Insektenbefall in der Landwirtschaft hat in den achtziger Jahren zu einem nächsten schweren Angriff auf das Grundwasser geführt. Diese Giftstoffe werden entweder im Spritzverfahren aufgebracht oder, noch ärger, im Osten Österreichs, durch einfaches Hineinschütten in die Brunnen, aus denen sie dann zugleich durch die Beregnungs-Pumpenanlagen auf die Felder verbracht werden, ohne Rücksicht darauf, was aus den Brunnen direkt mit dem Grundwasserstrom mitgenommen wird.

Die schädigenden Wirkungen solcher Agrochemikalien auf den menschlichen Organismus sind vielfältig: Aldrin etwa, das gegen Bodenschädlinge eingesetzt wird, schädigt Leber und Niere und hat eine derart hohe Toxizität, daß der Grenzwert mit 3 Mikrogramm/Liter festgelegt ist; das Insektenbekämpfungsmittel DDT schädigt Erbgut und Gesamtkonstitution; das ebenfalls gegen Insekten eingesetzte Lindan greift Leber und Niere an; das Unkrautvertilgungsmittel Atrazin schädigt Gehirn und Keimzellen. Das gegen Pilzbefall empfohlene Gift Hexachlorbenzol schädigt Organe, wobei hier bereits bei 1 Mikrogramm/Liter der Grenzwert erreicht wird!

Gerade bei derart hochgiftigen Wirkstoffen ist die Grenzwertproblematik zu bedenken. In all diesen Fällen fehlt uns letztlich eine Langzeitbeurteilung über die Auswirkung der Dosen dieser Stoffe. Das kommt so eklatant etwa am Beispiel des Atrazin zum Ausdruck: Noch 1986 galt als Grenzwert 40  $\mu\text{g/Liter}$ . Es wurde ungeniert eingesetzt. 1988 verfügte das Gesundheitsministerium angesichts der hohen Toxizität eine Herabsetzung des Grenzwertes auf 2  $\mu\text{g/Liter}$ , sodaß dieser Wert nun mehrfach erreicht oder mäßig, an einzelnen Punkten aber bis auf 20  $\mu\text{g/Liter}$ , überschritten ist.

#### 4. Die Gefahren radioaktiver Verseuchung von Fluß- und Grundwasser

Mit der im Jahre 1951 einsetzenden Installation von atomaren Anlagen wie Atomkraftwerken, Wiederaufbereitungsanlagen und Zwischen- und Endlagern hat sich ein neues gewichtiges Element der Gefährdung der Biosphäre geltend gemacht, das über den Luft-, Wasser- und Grundwasserweg verbreitet, nachhaltige Belastungen für den Organismus bewirken kann.

Als praktische Beispiele für radioaktive Kontamination von Gewässern oder Grundwasser aus den letzten Jahren in Österreich seien erwähnt: Mit der Einschaltung des ersten Blockes im Atomkraftwerk Dukovany/Jihlava in Mähren ist das Marchwasser im österreichischen Abschnitt aus diesem Ast des Einzugsgebietes radioaktiv belastet durch Tritium, in zwar geringem Ausmaß von 3 Bq/Liter, was im Jahresdurchschnitt eine Tritiummenge von  $10^{13}$  Bq bzw. 300 Ci ausmacht. Die lokale Herkunft aus diesem AKW geht aus den ab damals sprunghaft angestiegenen und stark streuenden Tritiumwerten der March im Gegensatz zum vergleichsweise seit den Atombombenversuchen mit Höhepunkt 1963 gleichmäßig abnehmenden Tritiumgehalt der Donau hervor (D. RANK, 1990; E. HENRICH et al., 1988).

Das nächste Beispiel liefert die Belastung der Donausedimente durch Cäsium ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ) durch den Ausfall nach dem Unfall in Tschernobyl im Jahr 1986 (D. RANK, 1989). Diese Belastung liegt mit 3000 Bq/kg (=81 Nanocurie/kg) in Österreich um ein Zehn- bis Hundertfaches über der Belastung des Unterlaufes der Donau, die etwa in Rumänien auf Werte bis zu 4 nCi abnimmt.

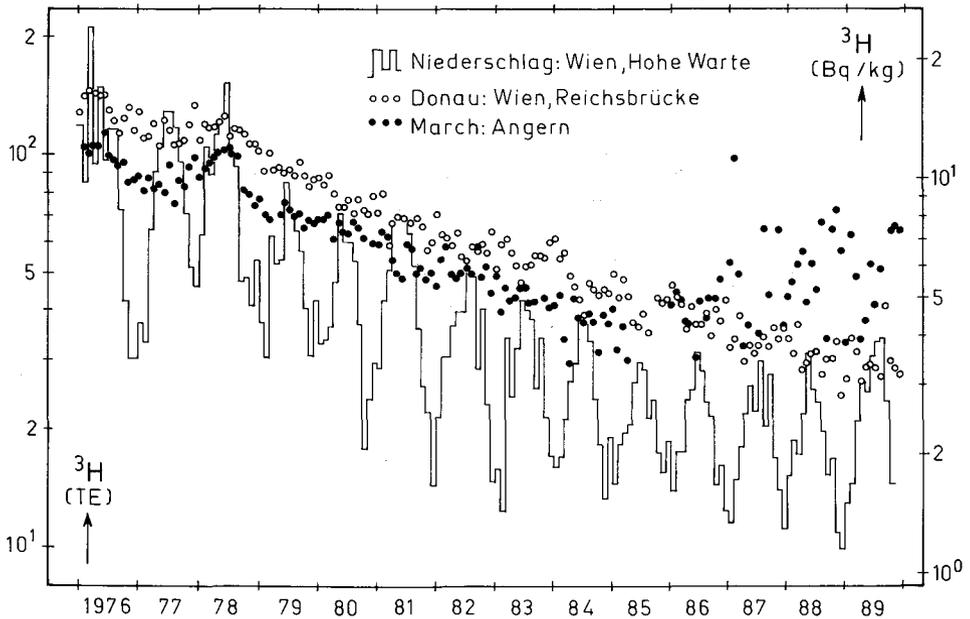


Abb. 4: Die Änderung des Tritiumgehaltes von Donau und March und der Niederschlagswässer seit 1975. Seit der Inbetriebnahme des Atomkraftwerkes Dukovany im Einzugsgebiet der March zeigen die Tritiumgehalte speziell dieses Flusses deutlich höhere und stark streuende Werte (D. RANK, 1989, Abb. 2).

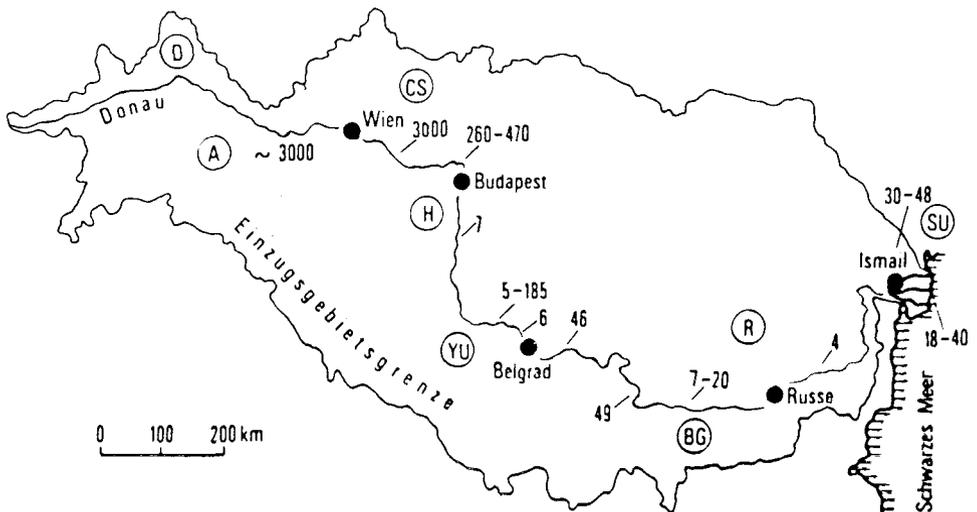
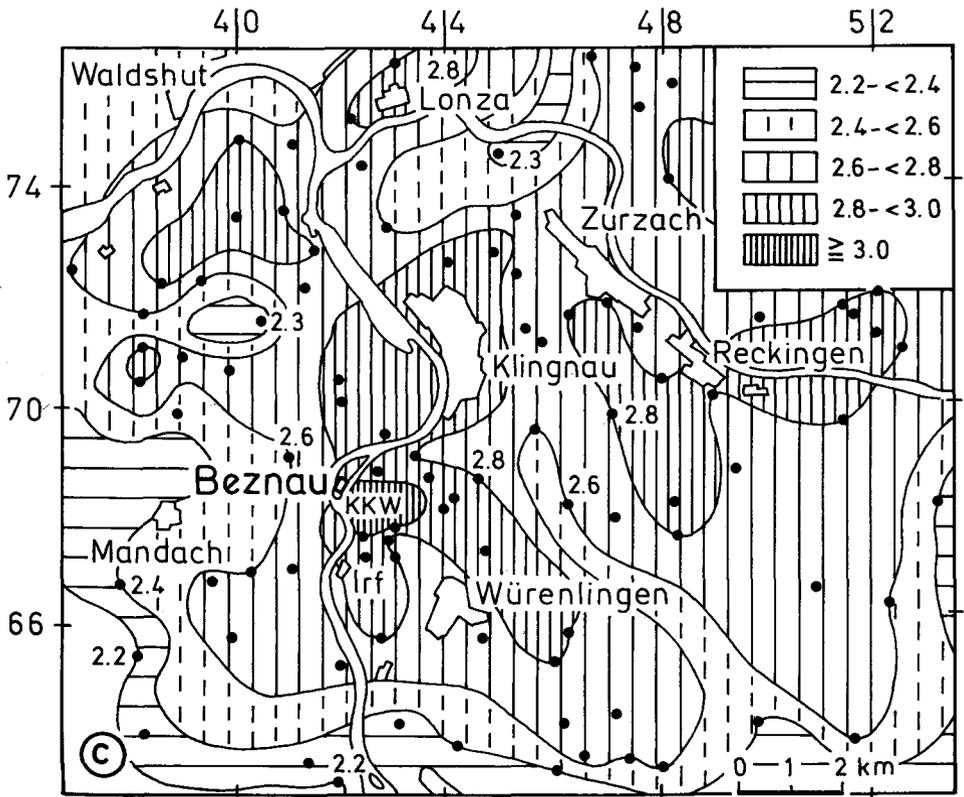
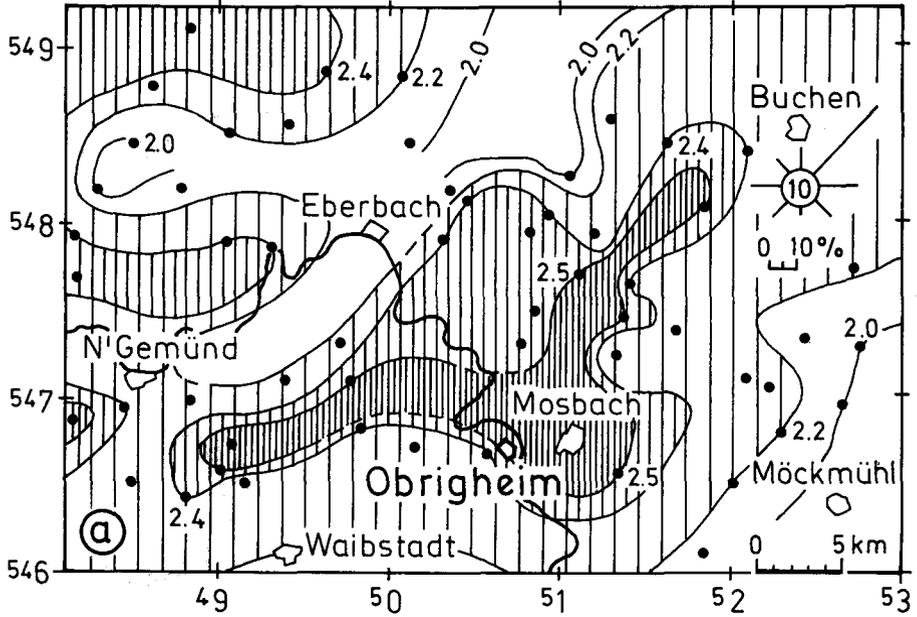


Abb. 5: Der Cäsium-137-Gehalt in den Sedimenten der Donau durch den Fallout von Tschernobyl, gemessen im März 1988. Die höchsten Werte mit 3000 Bq/kg Sediment stellen sich im österreichischen Abschnitt der Donau ein (D. RANK, 1989, Abb. 2).

Über das Beispiel der Belastung des Wiener Hochquellenwassers durch den Fallout von Tschernobyl stehen dem Verfasser — da nicht offiziell bekanntgegeben — keine Daten zur Verfügung. Gerade die schnell durch den klüftigen Kalk ab rinnenden Niederschläge aus den Kalkhochalpen, die praktisch ungefiltert ins Leitungsnetz gelangen, stellen ja hier eine beträchtliche potenzielle Gefahr gerade für derartige Karstquellenwasserleitungen dar.

In der Frage nach der Herkunft solcher Radioaktivität in der Umwelt haben wir nun, 40 Jahre nach Beginn der Installation der Atomanlagen, bereits einige Erfahrung gesammelt: Im Normalbetrieb atomarer Anlagen werden relativ kleine Mengen von Radionukliden abgegeben. Wir wissen dies z. B. seit langem schon aufgrund der von F. STEINHAUSER (1966, Abb. 4) gemessenen erhöhten radioaktiven Strahlung im Bereich des kleinen Forschungsreaktors in Seibersdorf, NÖ. Jüngst erfolgte Messungen vom Flugzeug aus haben, wie soeben L. RYBACH bei der Umweltgeophysiktagung in Leoben (23. April 1990) mitgeteilt hat, am Beispiel der Atomanlagen bei Beznau in der Schweiz über dem dortigen AKW nur sehr geringe Radioaktivität, über dem benachbarten staatlichen Kernforschungsinstitut Beznau aber ein Ausmaß von umgerechnet 5 mSv/Jahr gezeigt, was immerhin der mittleren Strahlenbelastung eines Schweizer Bürgers entspricht. Daß Pflanzen sehr sensibel und relativ rasch auf erhöhte Radioaktivität reagieren (Beispiel aus Kärnten von der Verbrennung der Obstbaumblüten und des Fruchtansatzes durch die Radioaktivität nach dem 1300 Kilometer weit entfernten Unfall von Tschernobyl — A. FRITZ, 1986), sind durch die sehr sorgfältigen Untersuchungen durch G. REICHELT & R. KOLLER (1985) mit Hilfe der biologischen Methoden, nämlich der Zählung des Ausfalles der Nadeln an Nadelbäumen (*Picea*) bei 7 atomaren Anlagen in Deutschland und der Schweiz nicht einfach von der Hand zu weisen, bei denen die Waldschäden in Richtung der Abgasfahnen bei vorherrschenden Windrichtungen durch Isomalenkarten belegt sind (Abb. 6). Die Schädigung erfolgt hier durch komplexe Vorgänge der Auswirkung von Radionukliden über Ionisation und Bildung von oxydierenden Radikalen in der Luft, die bei der Schwefeldioxid-Umwandlung eine Rolle spielen und für den Sauren Regen mitverantwortlich sind (bestätigt in Experimenten durch K. VOHRA, 1975, S. 209; F. RAES et al., 1983, S. 304; 1985, S. 1072).

Neben diesen erwähnten Quellen mit Freisetzung schwacher Radioaktivität kommen nach allen Erfahrungen der letzten 35 Jahre nun leider doch, entgegen allen Versicherungen der Betreiber nuklearer Anlagen, in einem für uns erschreckenden Ausmaß Supergaue, also Großunfälle mit Austritt der Radioaktivität aus dem Werk in die Umwelt, ans Licht. Während in der umfassendsten theoretischen Studie von N. RASMUSSEN, 1975 (Massachusetts-Institut für Reaktortechnik) in Zusammenarbeit von 160 Experten (!), erstellt in den Jahren 1972-1975, 3300 Seiten stark, noch die Sicherheit von solchen Anlagen mit astronomisch hohen, allerdings falschen Ziffern berechnet worden war, nahm N. RASMUSSEN selbst die entscheidenden Zahlen nach dem Fast-Supergau von Harrisburg im Jahr 1979 zurück. Aus der bisherigen Praxis ergibt sich unter Berücksichtigung der Zahl der in Betrieb stehenden Reaktoren (434 zu Ende 1989) und den bisher aufgetretenen Supergauen und Fastsupergauen (1957: Windscale, 1957: Kyschtym, 1978: Bjelejarsk, 1979: Harrisburg, 1986: Tschernobyl) nach der Berechnung von S. ISLAM & K. LINDGREN (1986, S. 691 f.) ein gänzlich anderes Bild, nämlich die Möglichkeit des Auftretens eines Supergaues, also Freisetzung hoher Radioaktivität in Atmosphäre und Biosphäre mit einem durchschnittlichen zeitlichen Abstand von 5,4 Jahren! Das sind nun ganz andere zeitliche Dimensionen als einst versprochen, sodaß wir bei Anhalten dieser Technologie bei dem hier gestellten Thema auch die Frage des Trinkwasserschutzes vor Radioaktivität überdenken müssen.



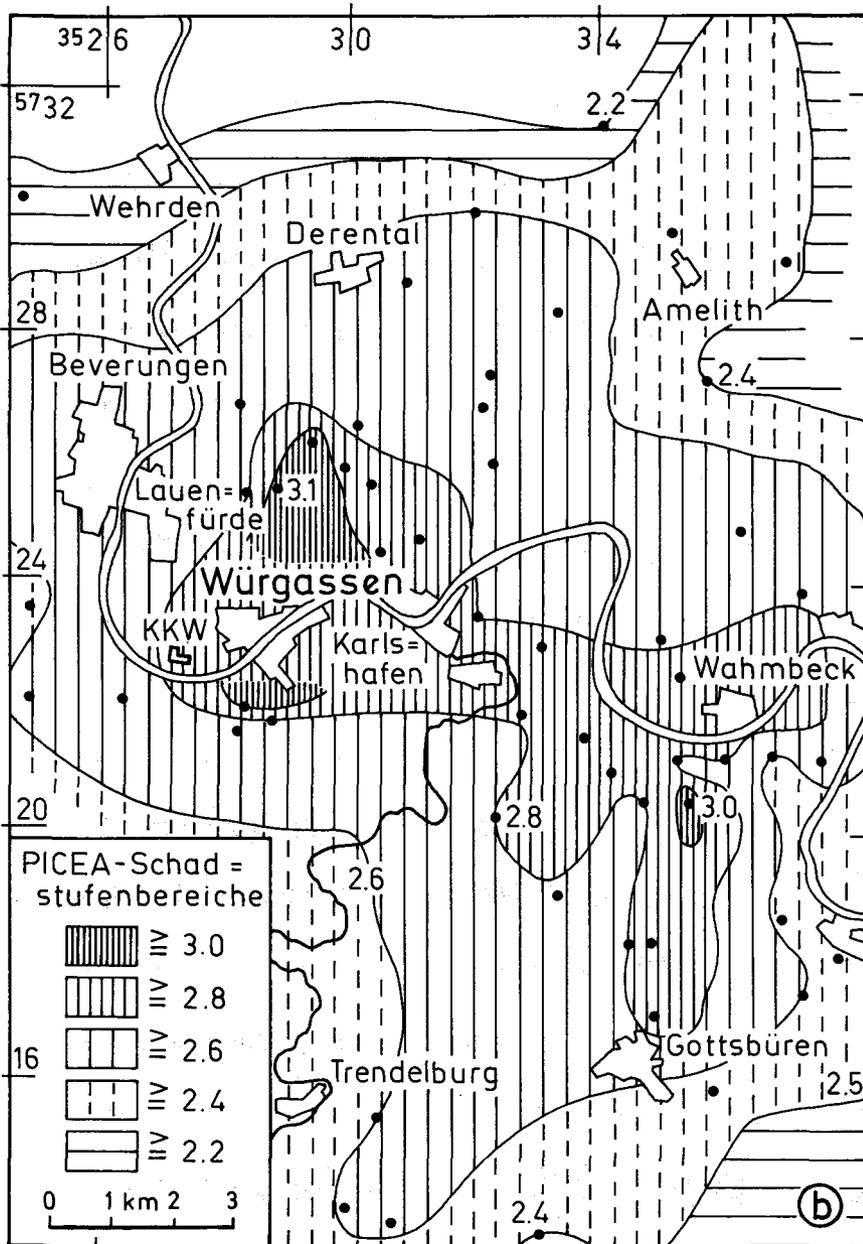


Abb. 6: Beispiele von Schadstufenkarten mit Linien gleich starker Schädigung (Isomalen) an Fichtenbeständen, erstellt mittels der Methode des Benadelungsgrades der Bäume — in der Umgebung von Atomkraft-Anlagen in Deutschland (Obrigheim, Würzgassen) und der Schweiz (Beznau). Die Schadmuster hängen in erster Linie von der vorherrschenden Windrichtung, ferner von der Hangexposition, von Inversionswetterlagen und anderen Faktoren ab (G. REICHELDT & R. KOLLERT, 1985, Abb. 11, 13, 21).

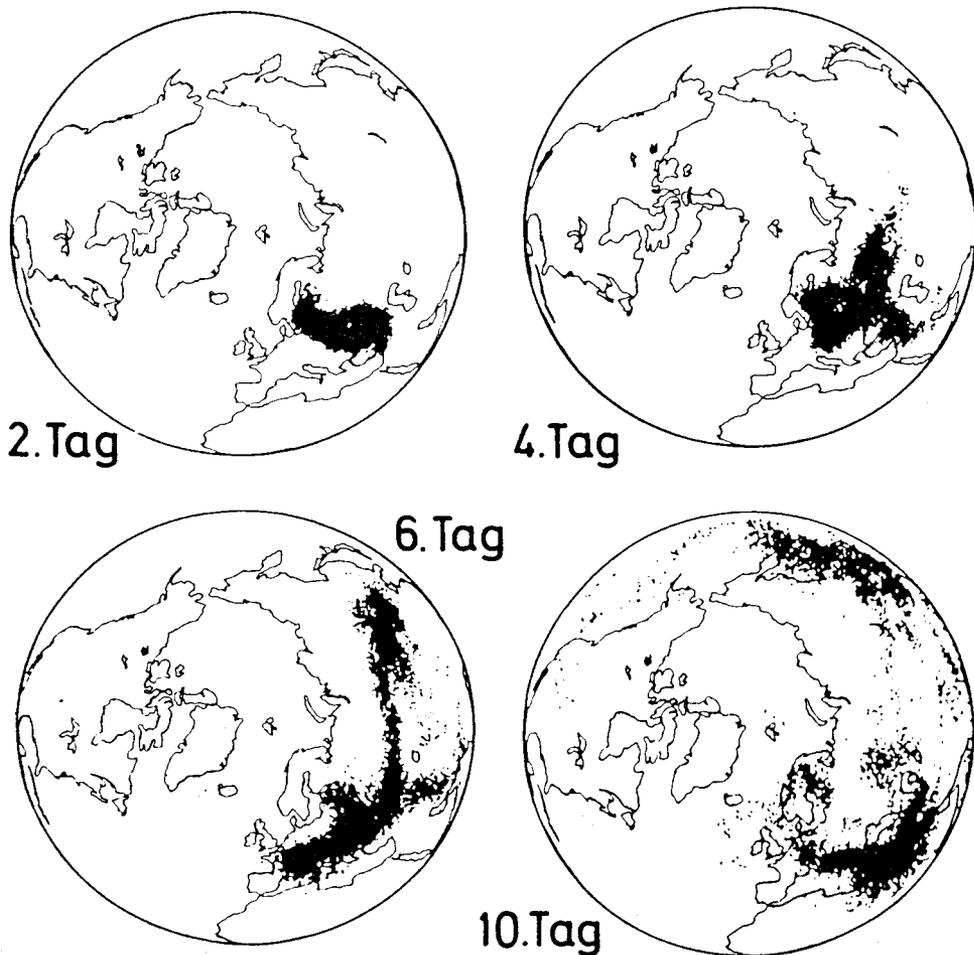


Abb. 7: Die Verbreitung der radioaktiven Wolke vom Supergau im AKW Tschernobyl nach dem 26. April 1986.

Da die Mengen der derzeit mit Fluß- und Grundwässern transportierten Radionuklide sehr klein sind, interessiert uns vor allem, ob sich ein Nachweis der Auswirkung von geringen bis sehr geringen Mengen von Radioaktivität in der Umwelt auf den Organismus, speziell des Menschen, nachweisen läßt. Hierzu liegen drei neueste Untersuchungen vor, die zum erstenmal einen unwiderlegbaren Zusammenhang zwischen verursachender schwacher Strahlung und betroffenen Menschen belegen.

Zunächst hat der Wiener Gynäkologe H. FEICHTINGER vom Institut für Sterilitätsbetreuung mit seinen Mitarbeitern (C.-G. KRENN et al., 1990; APA-Meldung vom 27. Februar 1990) die Einwirkung von Radioaktivität des Fallout nach Atomkraftwerksunfällen oder Atombombenversuchen auf Fragen der Sterilität untersucht. Er begann in Wien durch Punktieren an Frauen die Follikelflüssigkeit, in der die Eizellen eingebettet sind, zu

entnehmen und am Atominstitut der Universität nach Cäsium untersuchen zu lassen. Die Beprobung wurden an insgesamt 111 Österreicherinnen knapp nach dem Unfall von Tschernobyl begonnen und über zwei Jahre hindurch fortgesetzt. Es zeigte sich, daß die erste, knapp nach dem Ereignis gemessene Gruppe noch gänzlich unbelastet war, daß dann die Belastung bis zum Sommer 1987 anstieg und später leicht zurückging. Im Durchschnitt wurde bei 54 Prozent der untersuchten Frauen eine Belastung der Eibläschen mit  $^{137}\text{Cs}$  (also jenes Isotops mit 30 Jahren Halbwertszeit) im Ausmaß von 0,06 Picocurie/Milliliter Flüssigkeit und bei 40 Prozent auch eine Belastung mit  $^{134}\text{Cs}$  ( $T = 2 \text{ J.}$ ) im Ausmaß von 0,03 Picocurie/ Milliliter festgestellt. Die Spermienflüssigkeit von den parallel dazu untersuchten Männern war bei 43 Prozent mit Cäsium belastet, die Belastung war etwa zehnmal stärker als jene der Frauen. Sichtbare Auswirkungen wie Sterilität oder Abortus konnten nicht konstatiert werden.

Die Paralleluntersuchung von amerikanischen Frauen in New York durch H. FEICHTINGER und Mitarbeiter in der gleichen Zeit ergab an 25 Proben eine ähnliche Cäsiumbelastung bei 28 Prozent der Frauen, allerdings ausschließlich durch  $^{137}\text{Cs}$ , während das kurzlebige  $^{134}\text{Cs}$  bei diesen nicht mehr auftrat. Dies läßt auf eine länger zurückliegende Kontamination rückschließen, die entweder aus den Atombombenversuchen mit Höhepunkt 1963 oder aber möglicherweise auch von dem Fast-Supergau in Harrisburg westlich von New York, der mit Austritt von Radioaktivität verbunden war (L. BATTIST et al., 1979), stammen kann. Das Depremierende aber war, daß bei dieser Testserie sämtliche belasteten Frauen steril waren — offenbar eben durch die langjährige Einwirkung der Cäsiumbestrahlung der Eizellen aus nächster Nähe. Der Konnex zwischen Cs-Belastung und Sterilität ist eindeutig, andererseits der Konnex zwischen Auftreten einer Schädigung und langjähriger Exposition, auch bei sehr geringer, dafür aber anhaltender Belastung.

Eine analoge Beobachtung vom eindeutig belegbaren Konnex zwischen längerer Strahlenexposition noch weit unterhalb der zugelassenen Dosis und Schädigung des Erbgutes wurde durch eine langjährige Untersuchung von M. GARDNER et al. (Univ. Southampton) am 16. Februar 1990 im „Brit. Medical Journal“ bekanntgegeben: Die zehnfach erhöhte Rate an Leukämie an Kindern in der Umgebung der Wiederaufbereitungsanlage Sellafield an der Irischen See ist eindeutig und nun ohne Widerspruch auf die im Werk arbeitenden Väter zu beziehen, deren Spermien belastet sind. Bereits eine Dosis von 10 mSv in sechs Monaten vor der Zeugung läßt das Risiko zur Leukämie beim Kind auf das Sechsbis Achtfache steigen!

Als drittes bemerkenswertes Beispiel dieser Art sei das Untersuchungsergebnis der Arbeitsgruppe G. LÜNING et al. (Univ. Bremen, 4. November 1989) zitiert, die statistisch belegen konnte, daß die Säuglingssterblichkeit ab Mai 1986, also bald nach dem Ereignis von Tschernobyl (26. April 1986) in jenen Regionen Deutschlands signifikant angestiegen ist, wo der stärkste Fallout nachgewiesen worden war.

Alle drei genannten Beispiele zeigen, daß wir mit ganz unvergleichlich gefährlicheren Auswirkungen auch sehr schwacher, aber längerfristiger Einwirkung von Radioaktivität zu rechnen haben, als früher verkündet. Daher wird auf die radioaktive Belastung von Trinkwässern in Zukunft auch bei sehr niedriger radioaktiver Kontamination ein erhöhtes Augenmerk zu richten sein.

Der Effekt, daß die biologische Wirkung der Strahlung sich nicht einfach durch das Produkt aus Strahlungsmenge mal Einwirkungsdauer ausdrücken läßt, sondern eben eine sehr schwache, aber anhaltende Bestrahlung bei gleicher Gesamtdosis unverhältnismäßig stärker

wirkt, ist anfangs der sechziger Jahre durch den kanadischen Radiologen A. PETKAU entdeckt worden und wurde in der Zwischenzeit durch viele Untersuchungen bestätigt (vgl. hierzu auch: R. GRAEUB, 1990).

### 5. Das Problem der Müll- und Klärschlammdeponien

Das rasche Anwachsen der Menge des auf Deponien gebrachten Mülls, mehr natürlich noch der zunehmenden Toxizität der darin enthaltenen Stoffe aus Industrie und Haushalt, haben in jüngster Zeit die Problematik dieser Müllberge und deren Sickerwässer bis ins Grundwasser in vollem Umfang begreifen lassen. Sowohl die Frage der Absicherung der bisher aus Österreich bekannten 4500 vorhandenen Altlasten an Müll (P. HODECEK & E. SCHÄFER, 1989) und die Erfassung der noch unbekanntenen, auch in den Großstädten verborgenen Altlasten (M. ARTHUR, 1990), als auch die Bewältigung des hinzukommenden Mülls, der im Jahr 1987 320 Kilogramm pro Einwohner, d. h. in seiner Gesamtheit 2 449 000 Tonnen betrug, hat sich zu einem neuen gewaltigen Problem entwickelt.

Das Fehlen einer gesicherten Entsorgung wird am klarsten durch den Umstand symbolisiert, daß (am Beispiel 1986) in Österreich 346 000 Tonnen Sondermüll produziert, aber nur 53 000 Tonnen davon in der einzigen Entsorgungsanlage in Wien-Simmering entsorgt werden konnten. Das Übrige verschwand zum geringen Teil ins Ausland (was heute kaum mehr möglich ist), z. T. auf wilden, gegen das Grundwasser nicht gesicherten Deponien oder anderwärtig.

Vorsätzlich falsch deklariert Sondermüll, aus Österreich in die Oststaaten, besonders nach Polen exportiert, hat ja dort gerade jetzt zu intensiven Protesten gegen die Deponie des österreichischen Giftmülls und zur Zerstörung eines ungeeigneten — für diesen österreichischen Sondermüll in Slukow, 90 Kilometer nördlich von Warschau, errichteten — Verbrennungsofen durch die aufgebrachte Bevölkerung geführt, was in der Folge sogar eine Gesetzesänderung in Richtung generelles Verbot von Müllimporten durch das polnische Umweltministerium nach sich gezogen hat. Danach fällt auch Osteuropa als Abfalleimer für unseren Sondermüll aus.

Zwar soll durch das neue Abfallwirtschaftsgesetz, auf das sich die Regierung im April dieses Jahres geeinigt hat, die Frage Sondermüll durch zu errichtende Sondermülldeponien in jedem Bundesland gelöst werden, aber die Praxis zeigt — etwa am Beispiel Oberösterreich — wie nach wie vor von Politikern und hierzu aufgenommenen Gutachtern gewirtschaftet wird und die Grundwassergefährdung schon bei der Planung vorprogrammiert ist: Dort z. B. soll über einem hochdurchlässigen, 15 Meter mächtigen Donauschotterkomplex, der 10 Meter hoch vom Donaugrundwasser durchströmt ist, im einstigen Augebiet, das bei Hochwasser 2 Meter hoch überflutet wird, die zentrale Sondermülldeponie für das gesamte Bundesland unter politischem Druck errichtet werden, allein durch technische Kunstbauten abgesichert. Der Grundsatz aller Richtlinien, wonach die geologische Barriere entscheidend ist, würde hier ebenso wie das allzubekanntes, von W. KÄMMERLING (22. November 1988: Seminar Abfallwirtschaft) vom Abfallwirtschaftsinstitut der TU Wien klar genug formulierte Prinzip „Ein vollständiges und vor allem dauerhaftes Bewahren der Abfälle ist auch mit den aufwendigsten technischen Barrieren nicht möglich“ beiseitegeschoben werden.

Als nächste zunehmende Gefährdung für Boden und Grundwasser taucht mehr und mehr die Frage der Unterbringung des Klärschlammes auf (W. LENGYEL, 1986). Während

einerseits die zunehmende Zahl der Kläranlagen, die in Österreich allerdings noch weit hinter jener der Abwasserreinigung in Deutschland zurücksteht, sehr zu begrüßen ist, wird die Beseitigung dieser Klärschlämme immer schwieriger. Im Jahre 1987 fielen 3 375 000 m<sup>3</sup> (allerdings mit einem Wassergehalt von über 95 Prozent) in Österreich an, damals noch zu 40 Prozent durch Aufbringung auf Feldern zur Düngung untergebracht. Heute ist täglich bereits mit 20 000 m<sup>3</sup> Klärschlamm zu rechnen und nun ist er so toxisch (einschließlich Dioxingehalt), daß an eine Verteilung auf Felder in den überwiegenden Fällen nicht mehr zu denken ist, besonders aus Großkläranlagen aus Städten. Die Hauptkläranlage in Wien-Simmering z. B. ist für 2,5 Millionen EWG ausgelegt und umfaßt 41 Hektar (G. WEBER, 1986). Das Deponieproblem wird immer schwieriger zu lösen. In Wien wird der entwässerte Schlamm in den EBS verbrannt. Sicher nicht als Lösung zu betrachten sind die Praktiken mancher anderen Städte, den unanbringlichen Klärschlammanteil wieder ins Wasser zurückzuleiten. Oder man leitet wie in Innsbruck, durch Überlastung der Kläranlage mehr als ein Viertel der Abwässer ungeklärt in den Inn.

Einer nächsten Überlegung bedarf die Unterbringung des Stauraumschlammes der 90 Wasserkraftwerke der E-Wirtschaft, der in bestimmten Abschnitten ausgebaggert werden muß. In jenen Fällen, wo diese Schlämme mit toxischen oder radioaktiven Schadstoffen verseucht sind, müssen sie ebenso wie toxischer Klärschlamm unter speziellen Bedingungen gelagert werden. Daß es sich beim Stauraumschlamm um recht passable Mengen handelt, zeigt die Beobachtung vom M. KRALK et al. (1990) am Stauraum Aschach an der Donau, wo die jährliche Zuwachsrate ungefähr 20 Millionen m<sup>3</sup> beträgt, was einem Sedimentzuwachs von mehr als 80 cm pro Jahr in diesem künstlichen Becken entspricht.

## 6. Weitere Verseuchungsquellen für das Grundwasser

Ohne auf die zahllosen weiteren Faktoren der Belastung bis hin zur Abwärme, die zur Verseuchung des Grundwassers beitragen, hier näher eingehen zu können, seien wenigstens einige der wesentlichsten Fakten stichwortartig angeführt.

Wir wissen seit rund zehn Jahren Bescheid über die Art der Mitwirkung des Sauren Regens an dem Grundwasserdilemma, der die durch Luft eingetragenen und zunächst im Boden gebundenen toxisch wirkenden Schwermetalle mobilisiert und dem Grundwasser zuführt. Hierdurch steigt in Österreich in Regionen mit kalkarmen Böden, wie z. B. der Grauwackenzone, der Gehalt an Aluminium und Schwermetallen auch in den Quellen vielfach beängstigend an, sodaß solche Wässer bald nicht mehr ohne Aufbereitung als Trinkwasser verwendet werden können. Zugleich steigt angesichts der Schwächung des Waldes durch den Sauren Regen bei Anlaufen von Gegenmaßnahmen wie Düngung, Kalkung und Schädlingsbekämpfung die chemische Belastung von Oberflächen- und Grundwässern zusätzlich (W. KASPER, 1987, S. 42).

Wir kennen den Beitrag der Verkehrsabwässer entlang der Autostraßen zum Eintrag von Giftstoffen in den Untergrund. Wir wissen um die Belastung der Grund- und Fließwässer durch Aufbringen von Mengen von Chemikalien über den Skipisten im Winter.

Das Umweltproblem der kraft ihres Alters in zunehmendem Maß beschädigten und undichten Kanalsysteme soll bis zum Jahr 2000 mit einem Kostenaufwand zwischen 60 bis 120 Milliarden Schilling gelöst werden. Derzeit betragen die Kosten für die Sanierung des vorhandenen Kanalnetzes in Österreich, das eine Länge von 250 000 Kilometer aufweist, jährlich zehn Milliarden Schilling, also ebenso viel, wie man für den Neubau dieses rasch

wachsenden Systems benötigt (K. G. DOUTLIK, 1987, S. 223), wobei zu bedenken ist, daß 50 Prozent der Bevölkerung unseres Landes noch nicht an das Kanalnetz angeschlossen sind.

Die Schädigung der flußbegleitenden Grundwässer durch Stauanlagen ist jüngst durch eine umfassende Studie der Veränderungen nach Anlage der Staustufe Altenwörth an der Donau, NÖ, durch H. P. NACHTNEBEL 1989 dokumentiert worden. Durch die Abtrennung des den Strom begleitenden Aulandes ist trotz der kanalisierten Gießgänge der Sauerstoffgehalt im Grundwasser in einer 2-3 Kilometer breiten begleitenden Uferzone kräftig gesunken, durch das nun stark reduzierende Milieu wurden Ammonium, Nitrit, Eisen- und Mangan-Verbindungen gebildet und die Qualität der Brunnen entscheidend verschlechtert.

Gleiche Beobachtungen kamen z. B. von der Überwachung der VOEST-Brunnen im Bereich der 1976-1979 erbauten Staustufe Abwinden-Asten im oberösterreichischen Donauabschnitt. Die stark Sauerstoff zehrenden Sedimente im Stauraum bewirkten hier, daß der Sauerstoffgehalt im Uferfiltrat stark abnahm oder vollkommen verschwand, sodaß in den nächststehenden Brunnen in zeitlicher Reihung gelöstes Mangan, Ammonium und dann Eisen auftrat, sodaß H. FRISCHHERZ et al. (1986, S. 232) feststellen mußten, „daß bei Errichtung von Staukraftwerken an Flüssen, die im ungestauten Zustand einen innigen Zusammenhang zwischen dem Fluß- und dem Grundwasser aufweisen, immer mit nachteiligen Folgen quantitativer oder qualitativer Art für Grundwasserfassungen mit einem Uferfiltratanteil gerechnet werden muß.“

Eine andere Art der Schädigung des Grundwassers tritt durch die Ausbaggerung in Schottergruben im Grundwasser auf, vor allem durch Verschmutzung durch die Ölabgabe der eingesetzten Maschinen.

In zweifacher Weise wirkt sich die Versiedelung der Landschaft durch die nach wie vor fortschreitende Verbauung durch Häuser, Straßen, Großkaufhäuser, Parkplätze u. dgl. aus. Noch immer beträgt der tägliche Bodenverlust in Österreich hierdurch etwa 25 Hektar. In erster Linie vermindert der schnelle oberflächliche Abfluß eine zureichende Erneuerung des Grundwassers, setzt also die Wasserquantität herab, gleichzeitig aber verhindert die geringe Durchspülung des Untergrundes eine schnelle Reinigung von etwaigen Kontaminationen.

Ähnlich wirkt der in Österreich auch heute noch wie seit Beginn der Technisierung naturfern gebliebene Wasserbau. Die Kanalisierung von Fluß- und Bachstrecken, die glatten Uferverbauten und die Trockenlegung von Feuchträumen im Einzugsgebiet bewirken einen beschleunigten Abfluß und in Schotterbetten die Tieferlegung von Flüssen und die Absenkung des Grundwasserspiegels. Diese Art des Wasserbaues stellt demnach einen empfindlichen negativen Eingriff in die Rückhaltung und Anreicherung des Grundwassers dar, was sich bei den seit dem Krieg bis 1986 derart „behandelten“ 16704 Kilometer Flußstrecken in Österreich entsprechend auswirkt. Die vorbildlichen Rückbauten in Bayern haben bei uns noch nicht Schule gemacht. Man kann nur hoffen, daß die im Juni 1990 beschlossene Wasserbautenförderungsnovelle, bei der auch die Berücksichtigung der ökologischen Funktion der Gewässer aufgetragen wird, ein Umdenken einleitet.

### C. Abhilfe

Eine derart breite und so beängstigend rasch anwachsende Verseuchung unserer Grund- und Quellwässer ist nur durch die hier angedeutete Vielzahl von Mißständen möglich geworden. Daher ist eine mindestens ebensogroße Zahl von Maßnahmen zur Beseitigung dieser Übelstände vonnöten.

Daß ohne einschneidende Maßnahmen sich die Gewässersituation immer weiter verschlechtert, zeigt der neueste „Umweltbericht Wasser“ von W. KATZMANN aus dem Österreichischen Bundesinstitut für Gesundheitswesen von Ende 1989, wo es heißt: „Seit Erscheinen des letzten Umweltberichtes 1981 hat sich die Lage unserer Gewässer — insgesamt gesehen — nicht gebessert. Es läßt sich im Gegenteil feststellen, daß der Wasserkreislauf quantitativ und qualitativ immer stärker beeinträchtigt wird.“

Als vordringlichste Maßnahme zu einer Sanierung ist die Offenlegung der vorhandenen Unterlagen und Meßdaten erforderlich, um zunächst einmal über den Stand der Kontamination informiert zu werden und auch mit Hilfe von Dissertationen oder zusammenfassenden Darstellungen überhaupt ein Bild des Zustandes der Wässer unseres Landes zu bekommen. Vorwiegend wird in viele schon vorhandene Daten der Ministerien, besonders des Landwirtschaftsministeriums, der Landesregierungen und anderer öffentlichen Stellen kein Einblick gewährt. Darüber hinaus ist die lückenlose Erfassung der nicht aufliegenden Fakten vordringlich, also die Erstellung eines geschlossenen modernen Grundwasserkatasters des Landes, Karten der Grundwasserchemie, Belastungsausmaß des Gesamtflußnetzes nicht nur durch anorganische Giftstoffe, sondern auch durch Schadstoffe der organischen Chemie, durch bakterielle Kontamination etc.

Ganz entscheidend wäre das in Japan vollzogene und Wunder bewirkende Gesetz nach dem Verursacher-Prinzip, verbunden mit dem Gesetz zur Umkehr der Beweisführung: Der bei Umweltschädigungen in Verdacht stehende Betrieb muß selber durch Experten seine Unschuld beweisen.

Hinzu kämen gesetzliche Maßnahmen zur Verhinderung von Giftmüll durch Entgiftung der angewendeten Produkte und Verpackungen, ein streng durchgezogenes Recycling zum Zweck der Müllvermeidung von allem Anfang an, eine Reduktion der Überdüngung und die Einstellung der falschen Düngermethoden in der Landwirtschaft (H. FRISCHHERZ, 1987, S. 200 ff.; E. TRUEB, 1987, S. 53-62), Förderung des biologischen Landbaues, ein Verbot der hochgiftigen Agrochemikalien, eine schleunige Industrie- und Verkehrsentgiftung, naturnaher Wasserbau, Einbremsung des rasanten Landverbaues, Einhalten der ungehemmten Landschaftszerstörung mit der Vielzahl ihrer abschreckenden Beispiele von Semmering bis zum Naßfeld, keine Erschließung weiterer Gletscherskigebiete, steuerliche Maßnahmen zur Drosselung von umweltfeindlichen Produkten etc.

Erfolge im Kampf gegen die fortschreitende Vergiftung des Lebenselements Wasser haben sich kaum durch die seit zwei Jahrzehnten vielfach ohnmächtig dem Verfall zusehenden Gewerbebehörden (Nachgeben dem Druck der Industrie wegen Arbeitsplatzerhaltens statt „zusperren“), sondern meist nur durch den Druck von Bürgerinitiativen, unter dem Eindruck echter Umweltkatastrophen oder zur Vermeidung der Fremdenverkehrsschädigung eingestellt. So war bereits früh im Hinblick auf den Fremdenverkehr durch Ringleitungen und Abwasserreinigung die Sanierung der österreichischen Seen erfolgt, die freilich jetzt wiederum durch den hohen Nitrateintrag gefährdet wird. So ermöglicht die in den siebziger Jahren durchgeführte Sanierung der Gebrechen im Wiener Wasserleitungsnetz die Ver-

meidung eines Wasserverlustes von täglich 70000 m<sup>3</sup> (jährlich 24 Millionen m<sup>3</sup>), also fast die halbe Förderung der I. Wiener Hochquellenleitung, sodaß man nun auf die lange praktizierte Beimischung des qualitativ schlechten Donauuferfiltrats aus Nußdorf (und nur z. T. der Lobau), das bis zu 20 Prozent zugeschlagen wurde, weitgehend verzichten kann.

Der Ausbau der Kläranlagen schreitet fort. Ebenso die Filterung von Abgasen der Industrie- und Energieversorgungsbetriebe, die ebenso wie die schüchterne Einführung des Katalysators das Ausmaß des Sauren Regens einbremsen helfen und damit die Belastung von Boden und Grundwasser durch eine breite Palette von toxisch wirkenden Stoffen reduzieren. Besonders wichtig aber erscheint die seit 1987 doch allmählich von der Zellstoff- und Papierindustrie akzeptierte und bis 1995 projektierte Abwasserreinigung, die abschnittsweise die Hauptverursacher der Flußbelastung war und noch ist.

Gewisse Hoffnung aber gibt auch der Umstand, daß nun die Regierung, zwar mit jahre- bis jahrzehntelanger Verzögerung, die Zeichen der Zeit zu begreifen beginnt und durch Gesetzesbeschlüsse zu einer über das Punktueller hinausgehende Sanierung beiträgt. Seit den Emissionsrichtlinien 1981 und der Wasserrechtsgesetz-Ergänzung 1985 sind in rascher Folge wesentliche Gesetze erschienen, wie etwa die Immissions-Richtlinien, Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, Smogalarmgesetz, Chemikaliengesetz, Altlastensanierungsgesetz, PVC-Gesetz, Abfallwirtschaftsgesetz, Novelle zum Sonderabfallgesetz usf., von denen z. T. zwar noch die Durchführungsverordnungen fehlen, über die viele umweltbewußte Menschen durch vielfach anhaftende Schwächen nicht glücklich sind, für deren Anwendung in der Praxis in vielen Fällen die umfassende Kontrolle durch die Behörden mangelt — aber trotzdem, ein wichtiger Anfang ist gemacht, um den Wendepunkt der Entwicklung in Sicht zu bekommen.

Entscheidend im rasant ablaufenden Prozeß der explosiv anwachsenden Umweltzerstörung gerade auch auf diesem wichtigen Sektor „Wasser“ aber wird sein, daß wir, die Wissen- den, uns unserer Verantwortung bewußt werden, die Fakten und Daten liefern, Mißstände prüfen, auf Konsequenzen hinweisen und schließlich uns auch nicht scheuen, im öffentlichen Leben die Stimme zu erheben und damit an entscheidender Stelle beitragen, Vorsorge für unser Land und für die nächsten Generationen zu treffen.

### Literatur

- ARTHUR, M.: Strategie zur Erfassung von Altlasten. — Energie und Umwelt aktuell, 14 (3), 19-21, 1 Kt., Wien 1990.
- BALDI, F.: Probleme der Wasserversorgung in der Zukunft. — Schriftenr. österr. Wasserwirtschaftsverb., 68, 73-83, 1 Tab., Wien 1987.
- BATTISTI, L., BUCHANAN J. et al.: Population Dose and Health Impact of the Accident at the Three Mile Island Nuclear Station. — 77 S., etl. Abb. u. Tab., Appendix A-E, Washington U. S. Governm. Documents of the U. S. Nuclear Regulatory Commission, 017-001-00408-1, Washington 1979.
- BIFFL, W. [Hrsg.]: Großräumige Lösungen in der Wasserversorgung. — Wiener Mitt. Wasser, Abwasser, Gewässer, 87, 302 S., zahlr. Abb. u. Tab., Wien 1990.
- DIMMEL, K.: Großräumige Lösungen in der Wasserversorgung in Niederösterreich. — Wiener Mitt. Wasser, Abwasser, Gewässer, 87, 85-94, Wien 1990.
- DOUFLIK, K. G.: Erneuerung des Kanalbestandes. — Österr. Wasserwirtschaft, 39 (1987), 221-224, 1 Abb., 1 Tab., Wien 1987.
- FANK, J., HARUM, T. et al.: Nitratbelastung des Grundwassers im nordöstlichen Leibnitzer Feld. — Steir. Beitr. Hydrogeol., 40, 5-48, 14 Abb., 4 Tab., Graz 1989.

- FANTA, K.: Großräumige Lösungen in der Wasserversorgung in Kärnten. — Wiener Mitt. Wasser, Abwasser, Gewässer, **87**, 109-118, Wien 1990.
- FLAMM, H. & WEBER, G.: Die Bedeutung der Nitrate vom Gesichtspunkt der Hygiene. — [In:] A. HACKL [Hrsg.]: Symposium: Die Nitratsituation, Schriftenr. Umweltschutz, **7**, 227-243, 3 Abb., 2 Tab., Wien 1987.
- FLECKSEDER, H.: Gewässergüte und ihre Sicherung. — Schr. Ver. Verbr. natw. Kenntn. Wien, **124/125**, 49-79, 4 Abb., 3 Tab., Wien 1986.
- FRISCHHERZ, H.: Bedeutung des Nitratgehaltes in der Wasserwirtschaft. — [In:] A. HACKL [Hrsg.]: Symposium: Die Nitratsituation, Schriftenr. Umweltschutz, **7**, 198-226, 14 Abb., 1 Tab., Wien 1987.
- FRISCHHERZ, H., JUNG, M. & URBAN, W.: Beeinflussung des Grundwassers durch Flußwasserinfiltrat. — Österr. Wasserwirtschaft, **38** (9/10), 222-233, 12 Abb., 1 Tab., Wien 1986.
- FRITZ, A.: Radioaktiv geschädigte Kirschblüten in Klagenfurt. — Carinthia II, **176/96**, 549-552, 1 Farbtaf., Klagenfurt 1986.
- GARDNER, M.: Results of a case-control study of leukaemia and lymphoma among young people near Sellafield nuclear plant in West Cumbria. — The British Medical J., **300**, No. 6722, 423 ff., London 1990.
- GRAEUB, R.: Der Petkau-Effekt. 4. Aufl. — 250 S., zahlr. Abb. u. Tab., Bern (Zytglogge-Verl.) 1990.
- GRUBER, P.: Landbewirtschaftung und Nitrateintrag ins Grundwasser. — [In:] A. HACKL [Hrsg.]: Symposium: Die Nitratsituation, Schriftenr. Umweltschutz, **7**, 278-299, 3 Tab., Wien 1987.
- HACKL, A. [Hrsg.]: Die Nitratsituation. Symposium vom 24.-25. Februar 1987. — Schriftenr. Umweltschutz, **7**, 336 S., zahlr. Abb. u. Tab., Wien 1990.
- HENRICH, E., WEISZ, J. et al.: Bewertender Bericht über die Messung der Radionuklidkonzentration in Oberflächenwasser 1988. — Bericht BALUF-STS-OWAS. 88, 47 S., 39 Abb., 24 Tab., Wien (Bundesamt f. Lebensmittelunters. etc.) 1988.
- HODECEK, P. & SCHÄFER, E.: Umweltbericht Abfall. — X, 310 S., 46 Tab., Wien (Österr. Bundesinst. f. Gesundheitswesen) 1989.
- ISLAM, S. & LINDGREN, K.: How many reactor accidents will there be? — Nature, **322**, No. 6074, 691-692, 1 Abb., London 1986.
- KASPER, W.: Wasservorsorge als interdisziplinäre Aufgabe. — Schriftenr. österr. Wasserwirtschaftsverb., **68**, 37-60, Wien 1987.
- KATZMANN, W.: Beiträge zur Darstellung der Umweltsituation in Österreich. Teil 4: Wasser. — 154 S., 22 Abb., 18 Tab., Wien (Österr. Bundesinst. f. Gesundheitswesen) 1981.
- : Umweltbericht Wasser. — X, 260 S., 54 Abb., 51 Tab., Wien (Österr. Bundesinst. f. Gesundheitswesen) 1989.
- KETSCHER, W.: Verbundwirtschaft im ländlichen Raum etc. im Bundesland Niederösterreich. — Wiener Mitt. Wasser, Abwasser, Gewässer, **87**, 245-278, 14 Abb., Wien 1990.
- KOFLER, T. & STOCKER, O.: Öko-Insel Österreich? — 208 S., zahlr. Tab., Wien (H. Böhlhaus Nachf.) 1985.
- KRALIK, M., AUGUSTIN-GYURITS, K. et al.: Stauraumverlandung am Beispiel Aschach/Donau. — Arsenal-Information 2. Arbeitstag. Erdwiss. Aspekte des Umweltschutzes, 1 S., Wien 1990.
- KREITNER, P.: Nitrate in Oberflächengewässern unter besonderer Berücksichtigung der Donau und ihrer hauptsächlichen Nebengewässer. — [In:] A. HACKL [Hrsg.]: Symposium: Die Nitratsituation, Schriftenr. Umweltschutz, **7**, 65-90, 7 Abb., 10 Tab., Wien 1987.
- KRENN, C.-G. et al. (incl. FEICHTINGER, W.): Radioaktives Cäsium 137 und Cäsium 134 in der Follikel- und Samenflüssigkeit. — Geburtshilfe und Frauenheilkunde, **50** (5), 394-396, 2 Abb., Stuttgart — New York 1990.
- LAUBER, W.: Zellstoffindustrie und Gewässerschutz in Österreich. — phx-Nets, 1990 (1), 5-10, 2 Abb., 2 Tab., Wien (Phoenix Kommunikation) 1990.
- LEHNER, K.-H.: Großräumige Lösungen in der Wasserversorgung in Oberösterreich. — Wiener Mitt. Wasser, Abwasser, Gewässer, **87**, 141-165, 3 Abb., 3 Tab., Wien 1990.
- LENGYEL, W.: Stand und Zukunftsaspekte der Klärschlammbehandlung und -beseitigung in Österreich. — Schriftenr. österr. Wasserwirtschaftsverb., **66**, 99-114, Wien 1986.
- LÜNING, G., SCHEER, J. et al.: Early Infant Mortality in West Germany before and after Chernobyl. — The Lancet, **1989** (4), 1081-1083, 3 Abb., cum letters in vol. **335**, S. 161-162, London 1989.

- MAYR, H. E.: Klärschlamm entsorgung in Oberösterreich. — Österr. Wasserwirtschaft, 40, 246-255, 10 Abb., 10 Tab., Wien 1988.
- MILDE, G. & FRIESEL, P. [Hrsg.]: Grundwasserbeeinflussung durch Pflanzenschutzmittel. — Schriftenr. Ver. Wasser-, Boden- u. Luft hygiene, 68, 336 S., zahlr. Abb., Stuttgart (G. Fischer) 1987.
- NABER, G.: Großräumige Lösungen in der Wasserversorgung und deren zukünftige Entwicklung. — Wiener Mitt. Wasser, Abwasser, Gewässer, 87, 7-30, 11 Abb., Wien 1990.
- NACHTNEBEL, H. P.: Ökosystemstudie Donaustau Altenwörth. — Österr. Wasserwirtsch., 41, 153-157, 2 Abb., Wien 1989.
- QUENTIN, K.-E.: Die Nitratsituation in der Bundesrepublik Deutschland. — [In:] A. HACKL, [Hrsg.]: Symposium: Die Nitratsituation, Schriftenr. Umweltschutz, 7, 1-26, 6 Abb., 4 Tab., Wien 1987.
- RAES, F. & JANSSEN, A.: Study of the combined effect of ultraviolet and ionizing radiation on gas to particle convection. — J. Aerosol Sci., 14, 302-304, 2 Abb., Oxford 1983.
- RAES, F., JANSSENS, A. & EGGERMONT, G.: A synergism between ultraviolet and Gamma radiation etc. — Atmospheric Environment, 19, 1069-1073, 4 Abb., 1 Tab., Oxford-Elmsford 1985.
- RANK, D.: Die Fingerabdrücke des Wassers. — Arsenal aktuell, 6 (2), 13-15, Abb. 7-15, Wien 1989.
- : Donau — so blau? Erste wissenschaftliche Zustandsaufnahme der gesamten Donau seit 25 Jahren. — Arsenal aktuell, 6 (3), 5-6, 5 Abb., Wien 1989.
- : Güteklasse Radioaktiv. Zunehmende Konzentration von Tritium in der March. — Arsenal aktuell, 7, H. 1, S. 4, 2 Abb., Wien 1990.
- RASMUSSEN, N. et al.: Reactor Safety Study. An Assessment of Accidents Risks in U. S. Commercial Nuclear Power Plants. — WASH - 1400 (NUREG 75/014), Oct. 1975.
- REICHEL, G. & KOLLER, R.: Waldschäden durch Radioaktivität? Synergismen beim Waldsterben. — 219 S., 8 Abb., 8 Tab., Karlsruhe (C. F. Müller) 1985.
- SCHILLER, G. & LEOPOLD, G.: Wasserversorgungsfragen im Zusammenhang mit Wasserkraftwerken. — Wiener Mitt. Wasser, Abwasser, Gewässer, 87, 279-291, 2 Abb., Wien 1990.
- SCHÖLLER, F.: Stand der Nitratgehalte in den Gewässern Niederösterreichs etc. — [In:] A. HACKL [Hrsg.]: Symposium: Die Nitratsituation, Schriftenr. Umweltschutz, 7, 130-153, 10 Abb., 5 Tab., Wien 1987.
- SUCHOMEL, P.: Großräumige Lösungen in der Wasserversorgung in Wien. — Wiener Mitt. Wasser, Abwasser, Gewässer, 87, 167-178, Wien 1990.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich, Bd. 2. — XV, 710 S., 286 Abb., 27 Tab., Wien 1985.
- : Hydrogeologie (S. 271-301) und Umweltgeologie (S. 340-380) [In:] Geologie von Österreich, Bd. 3. — X, 718 S., 145 Abb., 8 Tab., 3 Taf., Wien (Deuticke) 1986.
- TRAIIDL, H. & PAVUZA, R.: Wechselbeziehungen zwischen dem Keimgehalt von Karst- und Grundwässern etc. — Karst-Bulletin, 12, 2-27, 19 Abb., 5 Tab., Wien 1990.
- TRUEB, E.: Über die Nitratsituation in der Schweiz, unter besonderer Berücksichtigung des Grundwassers. — [In:] A. HACKL [Hrsg.]: Symposium: Die Nitratsituation, Schriftenr. Umweltschutz, 7, 27-64, 20 Abb., 5 Tab., Wien 1987.
- VOHRA, K. G.: Synergistic effects of atmospheric releases of radioactive gases and SO<sub>2</sub> in inducing in the atmosphere. — Proceed. Ser. IAEA, SM 197 (3), 209-221, 5 Abb., 1 Tab., Wien (IAEA) 1975.
- WEBER, G.: Das Wiener Wasser. Versorgung-Entsorgung-Gewässergüte. — 2. Aufl., Beitr. z. Umweltschutz, 2, 59 S., 3 Abb., 4 Tab., Wien (Pressediens Magist. Wien) 1986.
- WOIDICH, H.: Überblick über den Nitratgehalt der Trinkwässer etc. — [In:] A. HACKL [Hrsg.]: Symposium: Die Nitratsituation, Schriftenr. Umweltschutz, 7, 181-193, Wien 1987.
- ZETINIGG, H.: Großräumige Lösungen in der Wasserversorgung in der Steiermark. — Wiener Mitt. Wasser, Abwasser, Gewässer, 87, 179-203, 2 Tab., Wien 1990.
- ZILBERSZAC, A.: Allgemeine toxikologische Aspekte des Nitrats unter besonderer Berücksichtigung der Humantoxikologie. — [In:] A. HACKL [Hrsg.]: Symposium: Die Nitratsituation, Schriftenr. Umweltschutz, 7, 244-258, 4 Abb., 3 Tab., Wien 1987.