

# DR. HANSJÖRG SCHMASSMANN

Wasserwirtschaftsamt Kanton Basel-Landschaft

Grundwasseruntersuchungen Muttenz

Arbeitspapier zu einer Besprechung der bisherigen Ergebnisse

---

| <u>Inhalt:</u>  | <u>Seite</u> |
|---|--------------|
| 1 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen  | 2            |
| 2 Hydrogeologische-hydrochemische Gliederung                                      | 4            |
| 3 Prüfung auf deponiespezifische Organohalogenverbindungen                        | 8            |
| 4 Vergleich mit Untersuchungen von 1975   | 17           |
| 5 Vergleich mit Daten aus den USA und Hinweise auf die toxikologische Beurteilung | 18           |

Anlage 1 (= Plan 81/062) separat

Anlagen 2 - 7

\* \* \*

7. April 1981

1 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

11 Bei den Untersuchungen vom Februar und August 1980 sind insgesamt 30 Organohalogenverbindungen identifiziert worden. Keine dieser Substanzen erweist sich als sicherer Tracer für eine Verfrachtung von Verunreinigungen aus der ehemaligen Deponie Feldreben (vgl. 3). Dafür sind verschiedene Gründe als massgebend zu betrachten:

- Zum Teil handelt es sich um ubiquitäre Substanzen, die auch im infiltrierten Rheinwasser vorkommen oder die als Aerosole (bzw. mit Niederschlägen) in das Gebiet gelangen dürften.
- Mehrere Substanzen sind zwar nur im "Deponiegrundwasser" identifiziert, aber in ihm in so geringen Konzentrationen vorhanden, dass sie nach der Verdünnung mit anderem Grundwasser kaum mehr nachweisbar sind.
- Andere Substanzen werden im Grundwasserleiter eliminiert, haben also eine geringe Mobilität und können deshalb im Grundwasser nicht oder nur mässig verfrachtet werden. \*)

12 Nach den hydrogeologischen Verhältnissen muss eigentlich angenommen werden, dass eine Verfrachtung von Organohalogenverbindungen aus der ehemaligen Deponie Feldreben in irgendeiner oder in mehreren Richtungen stattfindet. Der Einfluss solcher Verfrachtungen auf das Hardgrundwasser und/oder auf benachbarte Grundwasservorkommen ist aber offenbar nicht stärker als der anderer Verunreinigungsquellen (Rheinwasser und ? Atmosphäre).

---

\*) Wegen der erheblichen Unterschiede der Mobilität verschiedene Substanzen können Konzentrationsverhältnisse zwischen zwei Substanzen m. E. kaum ein Hinweis für das Fehlen oder das Auftreten einer Verfrachtung sein. Im Grundwasser findet gewissermassen eine Selektion statt (Bemerkung zum Bericht Dr. Hurni vom 20.2.1981).

1 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

11 Bei den Untersuchungen vom Februar und August 1980 sind insgesamt 30 Organohalogenverbindungen identifiziert worden. Keine dieser Substanzen erweist sich als sicherer Tracer für eine Verfrachtung von Verunreinigungen aus der ehemaligen Deponie Feldreben (vgl. 3). Dafür sind verschiedene Gründe als massgebend zu betrachten:

- Zum Teil handelt es sich um ubiquitäre Substanzen, die auch im infiltrierten Rheinwasser vorkommen oder die als Aerosole (bzw. mit Niederschlägen) in das Gebiet gelangen dürften.
- Mehrere Substanzen sind zwar nur im "Deponiegrundwasser" identifiziert, aber in ihm in so geringen Konzentrationen vorhanden, dass sie nach der Verdünnung mit anderem Grundwasser kaum mehr nachweisbar sind.
- Andere Substanzen werden im Grundwasserleiter eliminiert, haben also eine geringe Mobilität und können deshalb im Grundwasser nicht oder nur mässig verfrachtet werden. \*)

12 Nach den hydrogeologischen Verhältnissen muss eigentlich angenommen werden, dass eine Verfrachtung von Organohalogenverbindungen aus der ehemaligen Deponie Feldreben in irgendeiner oder in mehreren Richtungen stattfindet. Der Einfluss solcher Verfrachtungen auf das Hardgrundwasser und/oder auf benachbarte Grundwasservorkommen ist aber offenbar nicht stärker als der anderer Verunreinigungsquellen (Rheinwasser und ? Atmosphäre).

---

\*) Wegen der erheblichen Unterschiede der Mobilität verschiedener Substanzen können Konzentrationsverhältnisse zwischen zwei Substanzen m. E. kaum ein Hinweis für das Fehlen oder das Auftreten einer Verfrachtung sein. Im Grundwasser findet gewissermassen eine Selektion statt (Bemerkung zum Bericht Dr. Hurni vom 20.2.1981).

- 13 Eine Untersuchung der Luft und von Niederschlägen auf Organohalogenverbindungen könnte eventuell zu einer Abklärung der Herkunft einiger auffälliger organischer Spurenkomponenten beitragen. Wenn zahlreiche der im Hardgrundwasser identifizierten Substanzen im Birstalgrundwasser nicht vorkommen oder schwächer in Erscheinung treten, könnte dies ausser mit unterschiedlichen Belastungen des Rheins und der Birs möglicherweise mit den vorherrschenden Windrichtungen aus Industriegebieten zusammenhängen.
- 14 Im Birstalgrundwasser steht der geringeren Zahl von identifizierten Organochlorverbindungen gegenüber, dass hier die Quantifizierung, abgesehen vom "Deponiegrundwasser", die mit Abstand höchsten Konzentrationen von Tetrachloräthylen zeitigte. Die Gesamtkonzentration aller quantifizierten Substanzen ist damit eine Zehnerpotenz höher als in genutzten Grundwässern der Hard. Dies muss auch eine bestimmte, noch unbekannte Ursache haben. Ergänzende Untersuchungen an weiter talaufwärts gelegenen Stellen des Birstalgrundwasserstroms und von Birswasser wären zur Abklärung dieser Ursache angezeigt.
- 15 Soweit der konsultierten Literatur entnommen werden kann, bilden die identifizierten Organohalogenverbindungen in den festgestellten Konzentrationen nach den gegenwärtigen Kenntnissen kein oder nur ein sehr geringes Gesundheitsrisiko (vgl. 5). Da auf diesem Gebiet dank der verfeinerten Analytik intensiv weiter geforscht wird, müssen neue Beurteilungen laufend in Betracht gezogen werden. Das Vorkommen von der Natur fremden Substanzen im Trinkwasser bleibt in jedem Falle bedenklich.
- 16 Auf weitere Untersuchungen auf Organohalogenverbindungen im Hardgrundwasser und in benachbarten Grundwasservorkommen

kann m. E. vorläufig verzichtet werden. Für weitere Abklärungen der Herkunft der einzelnen Substanzen sind dagegen ergänzende Untersuchungen im Birstalgrundwasserstrom Aesch-Münchenstein, des Birswassers, von Niederschlägen und, soweit möglich, der Luft zu empfehlen.

- 17 Im Bereich der ehemaligen Deponie Feldreben drängen sich ausser den betriebsmässigen Grundwasserentnahmen durch die Firma Florin AG aufgrund der neuen Untersuchungsergebnisse keine zusätzlichen Sanierungsmassnahmen auf.

2 Hydrogeologische-hydrochemische Gliederung

Für eine Uebersicht sind in Anlage 2 die Analysenwerte der Tabelle des Gewässerschutzlaboratoriums vom 25.2.1981 nach der sich generell von West nach Ost ergebenden Gliederung der Grundwasservorkommen gruppiert. Für verschiedene Grundwassertypen bezeichnende Relationen (Faktoren) zwischen zwei Parametern sind in Anlage 3 dargestellt.

21 Birstalgrundwasserstrom

Die Proben aus den Pumpwerken 21.A.111, 21.A.101 und 21.A.103 zeigen den chemischen Charakter des Birstalgrundwasserstroms. Die ausgewählten Faktoren unterscheiden sich von denen anderer Grundwasservorkommen (Anlage 3).

22 West-Hard

Ursprünglich hatte auch das Pumpwerk 17.A.1 Birstalgrundwasser erschlossen. Als dann in der Hard mit der künstlichen Infiltration begonnen worden war, trat ein wesentlich härteres Wasser auf, was darauf schliessen liess, dass das ursprünglich erst weiter östlich einsetzende härtere Grundwasser gegen Westen abgedrängt worden war. Am 6.8.1980 hatte das Wasser von 17.A.1 jedoch wieder den chemischen

Charakter des Birstalgrundwasserstroms. Offenbar kommt es also je nach Betrieb der Anlagen der Hardwasser AG und je nach dem Abfluss des Birstalgrundwasserstroms zeitweise zu Verschiebungen der Grenze zwischen den Einflussbereichen des Birstalgrundwasserstroms und des Grundwassers der West-Hard. Obwohl nach dem chemischen Charakter das Birstalgrundwasser dominiert, ist aber auch eine gewisse Beimischung von Grundwasser aus der West-Hard nicht auszuschliessen. Bei solchen Beimischungen könnte es sich nach der hydrogeologischen Situation um Grundwasser handeln, das aus dem Deponiebereich Feldreben verdrängt wurde.

Das Wasser aus Brunnen 21.A.2 ist ein Spezialfall. Vom Wasser dieses Brunnens sind sehr hohe Gehalte an freier Kohlensäure bekannt, die auf einen Anstieg von Kohlensäuregas oder kohlensäurereichem Mineralwasser im Bereich der Randstörungen des Rheintalgrabens hinweisen (Diesem Phänomen sollte einmal näher nachgegangen werden, namentlich auch im Hinblick auf die aktuellen Geothermik-Probleme). In der Analyse vom 6.8.1980 (Anlage 2) stehen damit die sehr hohe Karbonathärte, aber auch die hohen Chlorid- und Sulfat-Gehalte in Einklang. Beimischungen sowohl von Hardwasser-Infiltraten als auch von Zuflüssen aus dem Deponiebereich Feldreben sind aber denkbar.

Die Probe aus Bohrung 21.T.1 weist noch am ehesten auf das ursprünglich in den Gebieten West-Hard und Feldreben verbreitet vorhanden gewesene stark mineralisierte Grundwasser hin. Doch ist hier bereits eine Beimischung von Hardwasser-Infiltrat zu vermuten.

23 Feldreben

In der Umgebung der ehemaligen Deponie Feldreben ist das früher hier vorkommende stark mineralisierte Muschelkalk-Grundwasser bei den Brunnen 21.E.4, 21.E.3 und 21.E.25 überwiegend durch Hardwasser-Infiltrat verdrängt, noch stärker als anlässlich der Untersuchungen von 1972/73 (Bericht vom 30.8.1973). Durch das zufließende Hardwasser-Infiltrat unterliegen auch von der ehemaligen Deponie stammende Verunreinigungen einer starken Verdünnung.

24 Hard-Südrand

Obwohl die generellen hydraulischen Verhältnisse vermuten liessen, dass das Muschelkalk-Grundwasser der am Südrand der Hard gelegenen Bohrungen 21.C.80 und 21.C.81 vollständig unter dem Einfluss der künstlichen Infiltration stände, sind hier im Vergleich zum Rheinwasser und zu 21.A.20, 21.A.104 und 21.A.105 Erhöhungen der gelösten mineralischen Bestandteile zu verzeichnen (Anlage 2). Man muss deshalb in Betracht ziehen, dass in den Karst- und Kluftsystemen des Muschelkalks möglicherweise Grundwasser entgegen der allein aus der Grundwasseroberfläche abzuleitenden Strömungsrichtung zufließen kann oder dass auch je nach Betrieb der Anlagen der Hardwasser AG zeitweise andere Strömungsrichtungen als die aufgrund ausgewerteter Daten angenommenen bestehen können.

25 Entnahmebrunnen in der Hard (ohne West-Hard)

Abgesehen von den speziellen hydrologischen Situationen aufweisenden Brunnen 17.A.1 und 21.A.2 sind 21.A.20, 21.A.104 und 21.A.105 die einzigen in das bisherige Untersuchungsprogramm einbezogenen Entnahmebrunnen in der Hard. Das Grundwasser ist durch Brunnen 21.A.20 in den Schottern, durch Brunnen 21.A.104 in Schottern und Muschelkalk und

durch Brunnen 21.A.105 im Muschelkalk erschlossen. Die Proben aus diesen drei Brunnen kommen nach dem chemischen Charakter dem Rheinwasser am nächsten (Anlage 2). Das künstlich infiltrierte Rheinwasser dominiert noch stärker als im Gebiet Feldreben (21.E.4, 21.E.3, 21.E.25) und als am Südrand der Hard (21.C.80-81). Geringe Beimischungen südlicher Zuflüsse in Karst- und Kluftsystemen sind indessen auch bei 21.A.105, 21.A.104 und 21.A.20 nicht zum vornherein auszuschliessen, aber zumindest bei 21.A.20 und 21.A.104 doch eher unwahrscheinlich.

Die ausgewählten Faktoren (Anlage 3) zeigen generell ebenfalls den gegen den Hard-Südrand und weiter gegen Feldreben abnehmenden Rheinwasseranteil.

26

#### Schweizerhalle-West

Währenddem früher beim Brunnen 21.E.15 stärker mineralisiertes Grundwasser vorkam, weisen am 18.9.1980 die meisten chemischen Parameter darauf hin, dass der Einfluss der künstlichen Infiltration bei dieser Momentan-Aufnahme bis hierher reichte. Mit Ausnahme der Chloride haben sie ähnliche Werte wie am Hard-Südrand oder im Gebiet Feldreben. Die stark erhöhten Chlorid-Konzentrationen sind eine schon früher festgestellte lokale Erscheinung, deren Ursache bisher noch nicht abgeklärt ist. Aufgrund der bekannten hydrogeologischen Daten wäre im übrigen anzunehmen, dass das Grundwasser aus dem Bereich der ehemaligen Deponie Feldreben, soweit es nicht in deren Umgebung genutzt wird, am ehesten gegen das Gebiet des Brunnens 21.E.15 abfließt.

Das Wasser aus Bohrung 21.J.4 dürfte in diesem Gebiet von natürlichem südlichem Grundwasserzufluss im Muschelkalk stammen, kann aber durch die Verunreinigung mit Mineralöl chemisch verändert sein (auffällig hohe Karbonathärte).

3 Prüfung auf deponiespezifische Organohalogenverbindungen

31 Grundlagen

Bei den Untersuchungen vom Februar 1980 und August 1980 sind in den den Berichten CIBA-GEIGY AG beigelegten Tabellen insgesamt 30 Organohalogenverbindungen identifiziert worden.

Für eine Uebersicht sind die bei den einzelnen Stellen und Untersuchungskampagnen identifizierten Substanzen in Anlage 1 zusammengestellt. Für die Darstellung sind ohne Rücksicht auf Massstabsfragen je nach der Höhe der in den Gaschromatogrammen aufgezeichneten Peaks vier verschiedene Signaturen verwendet. Diese Darstellung erhebt keinen Anspruch auf quantitative Vergleichbarkeit, sondern soll nur ein qualitativer Hinweis auf bedeutende und weniger bedeutende Wasserinhaltsstoffe sein.

Ueber das Vorkommen einiger Substanzen bestehen in den Unterlagen Differenzen, die in Anlage 4 zusammengestellt sind. Für die grafische Darstellung in Anlage 1 wurden nur die Angaben auf den Blättern "Daten GC/MS" der Berichte benützt. Ergebnisse von Quantifizierungen sind ergänzend angefügt.

Nicht ganz zweifelsfrei sind in den Berichten die Bezeichnungen "Mineralquelle Eptingen" und "Mineralwasser Eptingen". Wir nehmen hier an, dass es sich im einen Falle um das an der Quelle gefasste und im anderen Falle um das in Flaschen abgefüllte Wasser handelt. Um Missverständnissen vorzubeugen, ist sodann zu präzisieren, dass es sich bei 21.A.104 nicht um einen Brunnen im "Auhafen" handelt, sondern um das Pumpwerk Auweg der Gemeinde MuttENZ, ferner bei 17.A.1 um das von der Hardwasser AG betriebene Pumpwerk der Gemeinde Birsfelden und bei 21.J.4 um eine Bohrung auf dem Areal des Rangierbahnhofs (nicht des "Güterbahnhofs") MuttENZ.

Vergleichsweise haben wir noch publizierte Daten beigezogen, nämlich:

- vom Grundwasser Tüffenwies (Versuchsstation EAWAG) nach E. MOLNAR-KUBICA et W. GIGER (1977): Micropolluants organiques dans les eaux souterraines et les eaux potables.- Nouvelles de l'EAWAG 7-8
- von der Glatt nach F. ZÜRCHER und W. GIGER (1976): Flüchtige Spurenkomponenten in der Glatt.- Vom Wasser 47, 37-55
- vom Rhein und von zwei "Uferfiltraten" nach L. STIEGLITZ, W. ROTH, W. KÜHN, W. LEGER (1976): Das Verhalten von Organohalogenverbindungen bei der Trinkwasseraufbereitung.- Vom Wasser 47, 347-397

In der Arbeit von STIEGLITZ et al. ist nicht angegeben, wo die hier zum Vergleich herangezogenen Proben des "Wasserwerks A" erhoben wurden. Nach der verschlüsselten Beschreibung kann jedoch kaum ein Zweifel bestehen, dass es sich beim sogenannten "Uferfiltrat I" um das Grundwasser aus den Langen Erlen und beim "Uferfiltrat II" um das durch die Hardwasser AG geförderte Grundwasser handelt! Denn ungefähr so sind die betreffenden Wässer bisher auch sonst charakterisiert worden:

"Wasserwerk A": ".... am Oberrhein gelegenes Wasserwerk"

"Uferfiltrat I": ".... eine rechtsrheinische Rohwasserfassungsstelle. Das über einen Schnellfilter vorbeihandelte Wasser wird über eine wirksame Humusschicht filtriert. Die Filterhöhe, d.h. die Trockenzone beträgt hier nur 1-4 m, die Verweilzeit innerhalb dieser Strecke ca. 1 Tag. .... Kontamination durch ein in der Nähe vorbeifliessendes Gewässer ...."

"Uferfiltrat II": ".... Mischprobe aus einem linksrheinisch gelegenen Anreicherungswerk. Das in einem Zyklator sedimentierte und über ein Schnellfilter vorfiltrierte Rohwasser wird direkt in den Schotter eingespeist. Der Flurabstand bis zum Grundwasser

(Trockenzone) beträgt 16-18 m, woraus .... längere Verweilzeiten (30-40 Tage) .... resultieren können .... "

Ungewiss bleibt eigentlich nur, ob es sich beim 1975 untersuchten Rheinwasser um Rohwasser der Langen Erlen oder der Hardwasser AG handelt.

32 Substanz-Kategorien nach dem Vorkommen

Summarisch kann zwischen folgenden im Februar und August 1980 untersuchten Wasservorkommen unterschieden werden:

- Mineralwasser (Mineralquelle und Mineralwasser Eptingen)
- Birstalgrundwasser (21.A.103, 21.A.101, 21.A.111)
- Hardgrundwasser im weiteren Sinne:
  - typisch sind vor allem 21.A.20, 21.A.104 und 21.A.105, aber auch 21.C.80 und 21.C.81;
  - 17.A.1 wird ebenfalls dazu gezählt, weil von ihm der hydrologische Zustand vom Februar 1980 nicht bekannt ist und eine mindestens zeitweise Beimischung von künstlichem Infiltrat möglich ist;
  - Wässer der West-Hard 21.T.1 und 21.A.2;
  - 21.E.15, dessen Wasser nach den Untersuchungen vom August 1980 zum Einflussbereich des Hardwasserwerks gehörte.
- Deponiegrundwässer, d.h. die in der Umgebung der ehemaligen Deponie Feldreben gelegenen Brunnen 21.E.25, 21.E.3 und 21.E.4

Nach den im Februar und August 1980 festgestellten Vorkommen können 6 Kategorien von identifizierten Substanzen unterschieden werden:

321 (1) Ubiquitäre Substanzen

Sieben Substanzen (Nrn. 3, 4, 8, 9, 11, 12 und 16 der Anlage 1) treten häufig oder vereinzelt im Birstalgrundwasser, im Rheinwasser, im Hardgrundwasser und im Deponiegrundwasser auf, drei davon in Spuren auch im Mineralwasser. Alle 7 Substanzen sind 1975 auch in der Glatt, 6 davon 1975 im Rhein oder mindestens in einem "Uferfiltrat" und 3 davon im Grundwasser Tüffenwies identifiziert. Die 2 schon in der Mineralquelle festgestellten Substanzen Tetrachloräthylen und Chlorbenzol weisen darauf hin, dass einzelne leicht flüchtige Substanzen als Aerosole bzw. mit Niederschlägen verfrachtet werden und dadurch ubiquitär sind. STIEGLITZ et al. haben 1975 in den "Uferfiltraten" höhere Konzentrationen der leicht flüchtigen, hochchlorierten Verbindungen als im Rheinwasser gefunden (so von Trichloräthylen und Tetrachloräthylen). Trichloräthan hatten sie überhaupt nur in einem "Uferfiltrat" (I) festgestellt, im Rheinwasser dagegen nicht. Sie hielten diese Befunde als möglichen Hinweis darauf, dass "eine Kontamination .... als atmosphärischer Niederschlag in das Sickergelände gelangt". Für Tetrachloräthylen haben die quantitativen Untersuchungen von CIBA-GEIGY AG ebenfalls ergeben, dass die Konzentrationen in den Grundwässern wesentlich höher sind als in den zwei untersuchten Rheinwasserproben (Rohwasser und Sickerwasser).

Die 7 ubiquitären Substanzen sind als Tracer für eine Herkunft von Verunreinigungen aus der Deponie Feldreben nicht geeignet.

322 (2) Singuläre Substanzen

Zwei Substanzen (Nrn. 2 und 19 der Anlage 1) sind 1980 nur selten und in den Chromatogrammen nur mit niederen Peaks vorgekommen. Die eine von ihnen (Chloroform) ist allerdings 1975 auch in der Glatt und, mit hohen Konzentrationen, im

Rhein sowie in den zwei "Uferfiltraten" identifiziert worden.

Im Deponiegrundwasser sind die zwei Substanzen nicht identifiziert, so dass sie in jedem Falle nicht als Tracer für aus der Deponie stammende Verunreinigungen geeignet sind.

323 (3) Chlorungsspezifische Substanzen

Drei Substanzen (Nrn. 5, 7 und 10 der Anlage 1) sind Trihalogenmethane, die 1980 nur in je einer Wasserprobe aus den Brunnen 21.A.101 (Birstalgrundwasser, 2 Substanzen) und 21.A.105 (Hardgrundwasser, alle 3 Substanzen) nachgewiesen sind und die bei der Chlorung von Wasser entstehen, wobei natürliche Huminstoffe die Vorstufen sein können.

L. STIEGLITZ et al. (1976): a.a.O., p. 349

Committee on Safe Drinking Water of the National Research Council (1977): Drinking Water and Health.- Washington D.C. 939 p.

K. BÄTJER et al. (1980): Analyse und Verteilung von leichtflüchtigen halogenisierten Kohlenwasserstoffen im Bremer Trinkwasser.- Vom Wasser 54, 143-160

H. H. SONTHEIMER und W. KÜHN (1980): Haloforme im Bremer Trinkwasser.- Vom Wasser 54, 163-170

H. UEHLEKE (1980): Trihalogenmethane im Trinkwasser: eine gesundheitliche Betrachtung.- Vom Wasser 54, 171-178

V. L. SMITH et al. (1980): Temporal Variations in Trihalomethane Content of Drinking Water.- Environmental Science & Technology 14/2, 190-196

Korrekterweise müsste noch bestätigt werden, dass, wie anzunehmen, von den beiden Brunnen gechlortes Wasser untersucht wurde. Vollständigkeitshalber ist zu erwähnen, dass in der Glatt 1975 ausser Chloroform auch eines der drei anderen Trihalogenmethane (Dichlorbrommethan) nachgewiesen ist.

Da Trihalogenmethane im Deponiegrundwasser nicht nachgewiesen sind und sie bei den beiden Brunnen mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht von aussen stammen, sondern erst durch Chlorung des Wassers entstanden sind, sind sie keine geeigneten Tracer für Deponie-Verunreinigungen.

324 (4) Deponiespezifische Substanzen

Acht Substanzen (Nrn. 1, 15, 20, 25, 27, 28, 29 und 30) sind 1980 nur im Deponiegrundwasser nachgewiesen, und zwar nur vereinzelt und im Falle von 7 Substanzen nur mit sehr niedrigen Peaks in den Chromatogrammen. Bei einer weiteren Verdünnung, wie sie bei einer Beimischung von Deponiegrundwasser zu anderem Grundwasser stattfände, wären diese Substanzen kaum mehr nachweisbar, so dass sie keine geeigneten Tracer sind. Offenbar haben die zumeist schwer flüchtigen Substanzen im Grundwasser auch eine geringe Mobilität.

Tetrachlorbuten und Dichlortoluol, die 1980 nur vereinzelt im Deponiegrundwasser festgestellt worden sind, wurden 1975 von STIEGLITZ et al. sowohl im Rhein als auch in den beiden "Uferfiltraten" (lies: durch künstliche Infiltration entstandene Grundwässer) identifiziert, wobei insbesondere die Tetrachlorbuten-Konzentrationen in den "Uferfiltraten" deutlich geringer als im Rheinwasser waren, was wiederum auf eine geringe Mobilität der beiden Substanzen hinweist.

325 (5) Deponie- und Rhein-spezifische Substanzen

Zwei Substanzen (Nrn. 13 und 17) sind 1980 nur im Deponiegrundwasser und im Rheinwasser nachgewiesen. Unter ihnen war Hexachloräthan auch 1975 im Rhein festgestellt worden, in den "Uferfiltraten" aber mit einer mindestens 25mal kleineren Konzentration, was auch für diese Substanz auf eine im Grundwasser geringe Mobilität hinweist. Für die andere

Substanz, Pentachloräthan, muss angenommen werden, dass es im Deponiewasser nur in Spuren vorkommt (niedrige Peaks) und bei einer weiteren Verdünnung kaum mehr nachweisbar wäre.

Wegen ihres Vorkommens im Rheinwasser und im Deponiegrundwasser sowie wegen ihrer geringen Konzentration oder geringen Mobilität sind die 2 Substanzen nicht als Tracer für eine von der Deponie stammende Verunreinigung geeignet.

326 (6) Deponie- und Hardgrundwasser-spezifische Substanzen

Acht Substanzen (Nrn. 6, 14, 18, 21, 22, 23, 24 und 26 der Anlage 1) verbleiben, die 1980 nur im Deponiegrundwasser und im Hardgrundwasser (im weiteren Sinne), aber nicht im Rheinwasser, im Birstalgrundwasser und im Mineralwasser festgestellt worden sind (abgesehen von Spuren von Trichlorbenzol im Rhein-Sickerwasser).

Im Wasser von Brunnen 21.E.15, wohin nach den bekannten hydrogeologischen Daten ein Abfluss von Deponiegrundwasser möglich erscheint, sind 6 der 8 Substanzen identifiziert (GC/MS). Es fehlen nur das in Chromatogrammen des Deponiegrundwassers lediglich mit kleinen Peaks auftretende Pentachlorpropan (Nr. 23) und das als hohe molekulare Chlorverbindung wahrscheinlich eine geringe Mobilität aufweisende Dichlorbenzylchlorid (bzw. Trichlortoluol, Nr. 26; bei der Quantifizierung sind allerdings kleine Konzentrationen angegeben; aber ein Quervergleich qualitativer und quantitativer Resultate ist allgemein nicht eindeutig).

Beim nach Westen zunächst folgenden Brunnen 21.A.105 sind noch 5 der 8 Substanzen nachgewiesen, hier auch Pentachlorpropan (Nr. 23). Am Südrand der Hard sind es bei 21.C.81 und 21.C.80 noch 4 der 8 Substanzen. In grösseren Entfernungen von der ehemaligen Deponie Feldreben und in der West-Hard sind bei 21.A.104, 21.A.20 und 21.A.2 noch je 3, bei

17.A.1 noch je zwei dieser Substanzen und bei 21.T.1 noch eine Substanz identifiziert. Auf den ersten Blick scheint demnach im Hardgrundwasser von generell Osten nach Westen eine systematische Abnahme "deponiespezifischer" Substanzen stattzufinden.

Bei 21.A.104, 21.A.20, 21.A.2, 17.A.1 und 21.T.1 handelt es sich jedoch ausschliesslich um Substanzen, die zwar 1980 nicht, aber 1975 auch im Rheinwasser identifiziert worden waren und damals im "Uferfiltrat II" (lies mit grosser Wahrscheinlichkeit: im Hardgrundwasser) ebenfalls vorkamen, nämlich ausser dem 1980 nur bei 17.A.1 gefundenen 1,1,2-Trichloräthan (Nr. 6) um die drei Butadiene (Nrn. 18, 21 und 24). Eine andere Substanz, Trichlorbenzol (Nr. 22), das zwar für das Deponiegrundwasser typisch ist, kennt man ausser von STIEGLITZ et al. auch von anderen Untersuchungen schon oberhalb Basel aus dem Rhein (A. FISCHER und J. SLEMROVA 1978: Die Belastung des Rheins mit Chlorbenzolen. - Vom Wasser 51, 33-46) und ist in Spuren auch 1980 im Sickerwasser festgestellt. Das einzige Vorkommen im Grundwasser ausserhalb des näheren Deponiebereichs, bei 21.E.15, kann also aus dem Rhein oder aus dem Deponiegrundwasser stammen. Da Trichlorbenzol 1975 im Chromatogramm des Rheinwassers deutlich in Erscheinung tritt, aber in keinem der "Uferfiltrate" nachweisbar war, dürfte übrigens seine Mobilität im Grundwasser gering sein.

Wenn wir die 5 grundsätzlich auch aus dem Rhein bekannten Verbindungen ausser Betracht lassen, verbleiben noch 3 "verdächtige" Substanzen (Nrn. 14, 23 und 26). Ausser im Deponiegrundwasser, das alle drei Substanzen enthält, kommt bei 21.E.5, 21.A.105, 21.C.81 und 21.C.80 nur je eine dieser Substanzen vor. Dies sind die Grundwässer, bei denen nach der hydrogeologischen Situation am ehesten ein dauernder oder zeitweiser Einfluss von Deponiegrundwasser möglich

erscheint. In allen anderen Grundwässern ist keine dieser 3 Substanzen identifiziert.

Für eine tatsächliche Verfrachtung von Verunreinigungen des Deponiegrundwassers sind die drei an 4 Stellen des Hardgrundwassers singulär auftretenden Substanzen allerdings nur ein schwaches Indiz. Dies kann jedoch darauf zurückzuführen sein, dass zwei dieser Substanzen (Nrn. 14 und 23) schon im Deponiegrundwasser nur eine geringe Konzentration haben, so dass sie nach Verdünnung nur zufälligerweise noch nachweisbar sind. Bei der dritten Substanz, Dichlorbenzylchlorid/Trichlortoluol, ist wie bei anderen hohen molekularen Chlorverbindungen im Grundwasser eine geringe Mobilität zu vermuten, wobei jedoch ohnehin noch eine gewisse Diskrepanz zwischen den bei den vorliegenden Betrachtungen berücksichtigten Identifikationen (GC/MS) und den Daten der Quantifizierung dazukommt und möglicherweise mit einer Ubiquität geringer Konzentrationen gerechnet werden muss.

PS: Die Bedeutung unterschiedlicher "Eliminierungsraten" und damit erheblicher Unterschiede der Mobilität geht auch aus einer ein umfangreiches Literatur-Material berücksichtigenden Studie hervor:

N. ZULLEI (1977): Eliminierung von organischen Schadstoffen bei Infiltration und Untergrundpassage unter besonderer Berücksichtigung der Pestizide. Literaturstudie.- Veröff.Inst.f.Wasserforschung GmbH Dortmund u. Hydrolog.Abt.d.Dortmunder Stadtwerke AG Nr. 26

4 Vergleich mit Untersuchungen von 1975

Die Untersuchungen von 1980 waren bewusst auf Organohalogenverbindungen (bzw. Halogenkohlenwasserstoffe) beschränkt. Aus den Daten von 1975 (STIEGLITZ et al. 1976), die mit grosser Wahrscheinlichkeit dasselbe Gebiet betreffen (vgl. 31), geht hervor, dass das Rheinwasser und das durch dessen künstliche Infiltration erzeugte Grundwasser noch andere organische Verbindungen enthält. Ein Vergleich in Anlage 5 zeigt folgendes:

- Im "Uferfiltrat II" waren 11 solche anderen Substanzen oder Substanz-Gruppen identifiziert worden.
- 10 der 1980 in 21.A.20, 21.A.104 und/oder 21.A.105 identifizierten Organohalogenverbindungen waren schon 1975 im "Uferfiltrat II" identifiziert worden.
- Nur 3 Organohalogenverbindungen sind 1980 in 21.A.20, 21.A.104 und/oder 21.A.105 identifiziert worden, die nicht schon 1975 im "Uferfiltrat II" verzeichnet sind (2 davon waren aber 1975 im Rheinwasser nachgewiesen).
- 5 Organohalogenverbindungen, die 1975 im "Uferfiltrat II" identifiziert worden waren, sind 1980 in 21.A.20, 21.A.104 und/oder 21.A.105 nicht nachgewiesen (Nur eine davon, Trichlorbenzol, ist 1980 bei anderen Stellen festgestellt).

Für 27 Substanzen oder Substanzgruppen im Rheinwasser und 24 Substanzen oder Substanzgruppen im "Uferfiltrat II" liegen von 1975 Quantifizierungen vor. Sechs dieser Substanzen und eine weitere sind auch 1980 quantifiziert worden. Nach Anlage 6 hatten in den typischen Hardgrundwässern (21.A.20, 21.A.104 und 21.A.105) die Konzentrationen der 6 vergleichbaren Substanzen 1980 ähnliche Grössenordnungen wie 1975 im

"Uferfiltrat II". Im Rheinwasser sind die Unterschiede zum Teil grösser. Wenn man die 1975 ermittelten Konzentrationen zum Vergleich heranzieht, erscheint es zweifelhaft, ob die "Hauptkomponenten" (auch unter den Organohalogenverbindungen) mit der Quantifizierung von 1980 erfasst worden sind (vgl. Anlage 6): 3 Organohalogenverbindungen hatten 1975 höhere Konzentrationen als die 1980 quantifizierten 7 Substanzen, 5 Organohalogenverbindungen höhere Konzentrationen als 6 der 7 Substanzen der Quantifizierung von 1980.

Im ganzen erweckt der Vergleich der Untersuchungen von 1975 und 1980 den Eindruck ziemlich stationärer Verhältnisse.

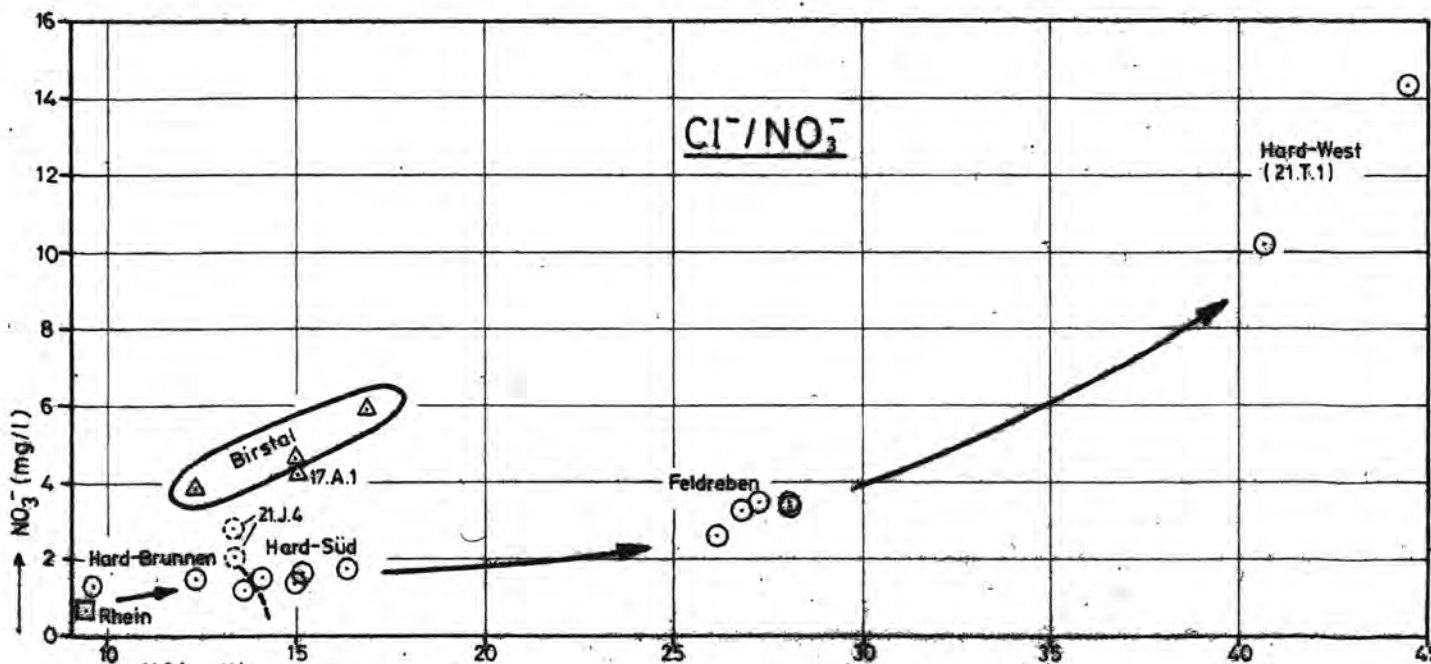
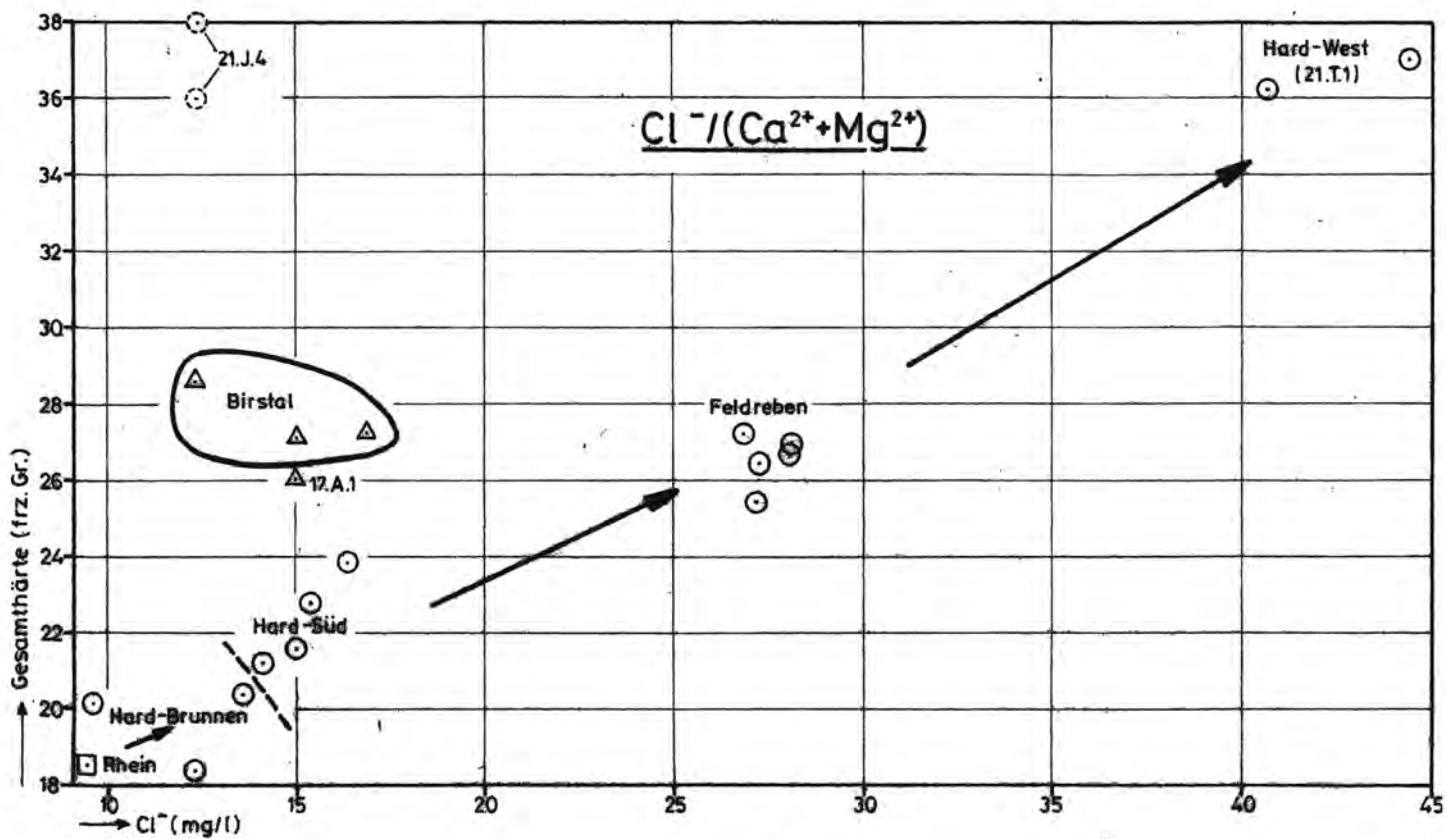
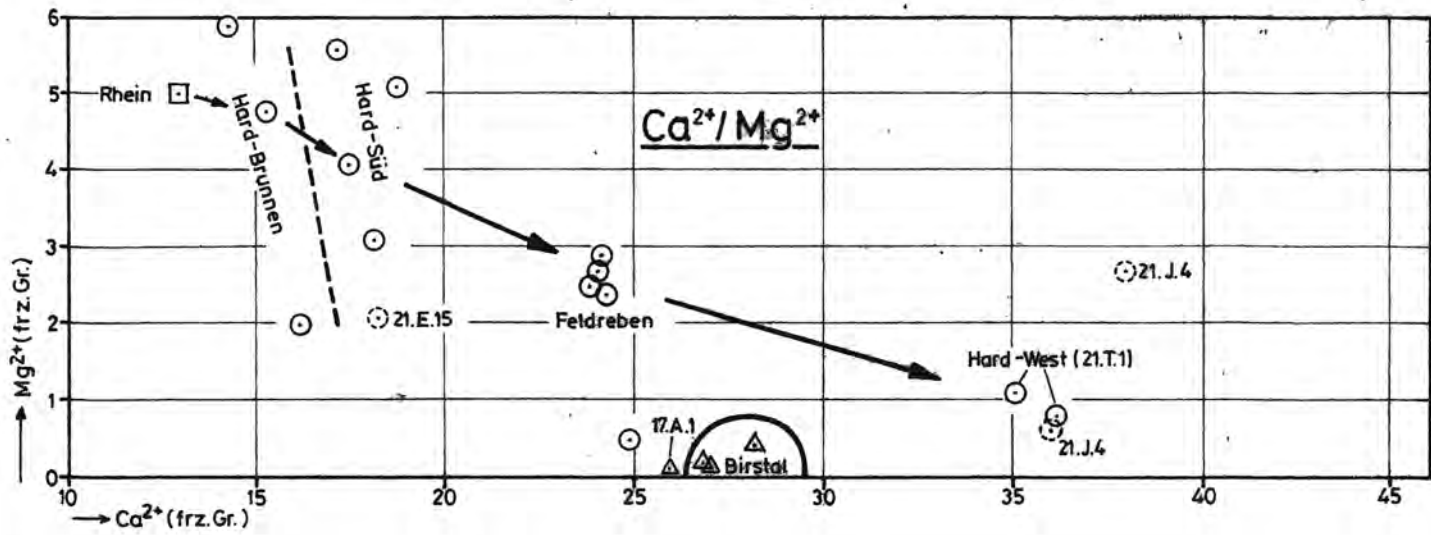
5 Vergleich mit Daten aus den USA und Hinweise auf die toxikologische Beurteilung

In dem vom Committee on Safe Drinking Water of the National Research Council 1977 in den USA herausgegebenen Werk "Drinking Water and Health" ist die Toxizität von 13 der 30 bei den Untersuchungen "Muttentz" 1980 identifizierten Substanzen eingehend erörtert, darunter ausser von zwei Butadienen von allen stark in Erscheinung tretenden Substanzen. Ausgewählte Daten sind in Anlage 7 zusammengestellt und mit hiesigen Daten verglichen.

Die "ubiquitären Substanzen" Trichloräthylen und Tetrachloräthylen sind auch in den USA häufig (in 5 bzw. 8 Fällen des 10 City-Surveys). Im "Uferfiltrat II" (STIEGLITZ et al.) war aber die Trichloräthylen-Konzentration höher als der aus den USA festgestellte Maximalwert. Auch Tetrachloräthylen tritt im Gebiet "Muttentz" stärker in Erscheinung als im allgemeinen in den USA, dies vor allem im Birstalgrundwasser.



## Relationen (Faktoren) zwischen ausgewählten Parametern



## Differenzen in verschiedenen Tabellen

Proben vom Februar 1980

| Identifizierte Substanz      | Stelle   | Bericht                              | Bericht           | Bericht           |
|------------------------------|----------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
|                              |          | 31.3.80<br>Beil. 1<br>Daten<br>GC/MS | 31.3.80<br>Tab. 1 | 19.1.81<br>Tab. 1 |
| 1. Allylchlorid, Chlorpropen | 21.E.25  | +                                    | +                 | -                 |
| 4. Trichloräthylen           | 21.E.25  | -*)                                  | -*)               | +                 |
|                              | 21.A.103 | -                                    | +                 | +                 |
| 5. Dichlorbrommethan         | 21.A.105 | +                                    | +                 | -                 |
| 6. 1,1,2-Trichloräthan       | 21.E.3   | +                                    | +                 | -                 |
|                              | 21.E.25  | -                                    | -                 | +                 |
|                              | 21.A.103 | -                                    | +                 | +                 |
| 8. Tetrachloräthylen         | 21.A.103 | +                                    | -                 | -                 |
| 11. Chlorhexan               | 21.E.4   | }                                    | }                 | }                 |
|                              | 21.E.3   |                                      |                   |                   |
|                              | 21.E.25  |                                      |                   |                   |
|                              | 21.A.103 |                                      |                   |                   |
|                              | 21.A.101 |                                      |                   |                   |
|                              | 21.A.105 |                                      |                   |                   |
|                              | 17.A.1   |                                      |                   |                   |
|                              | 21.E.15  |                                      |                   |                   |
|                              | H.W.AG   |                                      |                   |                   |
| H BV                         |          |                                      |                   |                   |
| H BN                         |          |                                      |                   |                   |
| 12. Tetrachloräthan          | 21.A.103 | +                                    | -                 | -                 |
| 15. Tetrachlorbuten          | 21.E.4   | +                                    | -                 | -                 |

Proben vom August 1980

| Identifizierte Substanz                      | Stelle    | Bericht                               | Bericht                    |
|--|-----------|---------------------------------------|----------------------------|
|  |           | 19.1.81<br>Beilagen<br>Daten<br>GC/MS | 19.1.81<br>Tab. 1          |
| 2. Chloroform                                | 21.A.20   | +                                     | -                          |
| 3. 1,1,1-Trichloräthan                       | 21.E.4    | -                                     | +                          |
| 6. 1,1,2-Trichloräthan                       | 21.A.20   | -                                     | +                          |
| 23. Pentachlorpropan                         | 21.E.4    | +(?)                                  | -                          |
| 26. Trichlortoluol<br>Dichlorbenzylchlorid ) | 21.E.4 )  | nur eine<br>Identifi-<br>kation       | doppelt<br>aufge-<br>führt |
|  | 21.E.3 )  |                                       |                            |
|  | 21.E.25 ) |                                       |                            |
|  | 21.C.81 ) |                                       |                            |
| 27. Tetrachlorbenzol                         | 21.E.4    | +                                     | -                          |

\*) Fraktion 2, die in Daten GC/MS fehlt, entspricht nach Lage im Chromatogramm dem Trichloräthylen, kann also als identifiziert angenommen werden.

## Vergleich Untersuchungen 1975 und 1980

(1975 nach STIEGLITZ et al. 1976)

|   | Rhein<br>1975 | Rheinwässer<br>1980 | "Uferfil-<br>trat II"<br>1975 | 21.A.20,<br>104, 105<br>1980 |
|---|---------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 2. Trichlormethan<br>(Chloroform)   | 1100          | -                   | 1850                          | +                            |
| 3. 1,1,1-Trichloräthan  | -             | +                   | -                             | -                            |
| - Benzol  | 160           | -                   | 160                           | -                            |
| - Tetrachlormethan  | 300           | -                   | 1600                          | -                            |
| 4. Trichloräthylen  | 900           | +                   | 1300                          | +                            |
| - n-Heptan  | +             | -                   | -                             | -                            |
| - Methylpentanon  | +             | -                   | -                             | -                            |
| - 1,2-Dichloräthan  | 160           | -                   | -                             | -                            |
| 6. 1,1,2-Trichloräthan  | +             | -                   | +                             | +                            |
| - Toluol  | 730           | -                   | 360                           | -                            |
| - Dimethylcyclohexan  | +             | -                   | -                             | -                            |
| 8. Tetrachloräthylen  | 320           | 200-350             | 1430                          | 1000-1500                    |
| - o-Xylol   | -             | -                   | 60                            | -                            |
| - Octan   | 220           | -                   | -                             | -                            |
| 9. Chlorbenzol  | 160           | <5-5                | -                             | 10-20                        |
| - Äethylbenzol  | +             | -                   | +                             | -                            |
| - m-Xylol   | 160           | -                   | 100                           | -                            |
| - p-Xylol   | 70            | -                   | 45                            | -                            |
| - Styrol  | 130           | -                   | 80                            | -                            |
| - Heptanon  | 600           | -                   | -                             | -                            |
| 12. 1,1,2,2-Tetrachloräthan   | 2300          | 80-2000             | 640                           | 100-130                      |
| - Propylbenzol, Methyl-<br>äthylbenzol, Trimethyl-<br>benzol, Isopropylbenzol | 70            | -                   | 100                           | -                            |
| - Tetrachlorbuten   | 320           | -                   | 90                            | -                            |
| 16. Dichlorbenzol   | 60            | <5-<10              | 20                            | <5-<10                       |
| - Trichlorbutadien  | +             | -                   | -                             | -                            |
| 17. Hexachloräthan  | 560           | 5-100               | 20                            | ~2-10                        |
| 18. Tetrachlorbutadien<br>(alle Isomere)                                      | 4580          | -                   | 1680                          | +                            |
| - Undecan   | 80            | -                   | 60                            | -                            |

Quantifizierte Substanzen im "Uferfiltrat II" 1975

nach der Konzentration (ng/l) geordnet

|                                | 1975<br>"Uferfiltrat II" | 1980<br>21.A.20, 104, 105 |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 2. Trichlormethan (Chloroform) | 1850                     | +                         |
| 18. Tetrachlorbutadien         | 1680                     | +                         |
| - Tetrachlormethan             | 1600                     | -                         |
| 8. Tetrachloräthylen           | 1430                     | 1000-1500                 |
| 4. Trichloräthylen             | 1300                     | +                         |
| 12. 1,1,2,2-Tetrachloräthan    | 640                      | 100-130                   |
| 21. Pentachlorbutadien         | 380                      | +                         |
| - Toluol                       | 360                      | a                         |
| 24. Hexachlorbutadien          | 220                      | 100-250                   |
| - Benzol                       | 160                      | a                         |
| - Pentachlorbuten              | 160                      | -                         |
| - m-Xylol                      | 100                      | a                         |
| - Propylbenzol usw.            | 100                      | a                         |
| - Tetrachlorbuten              | 90                       | -                         |
| - Styrol                       | 80                       | a                         |
| - o-Xylol                      | 60                       | a                         |
| - Undecan                      | 60                       | a                         |
| - n-Dodecan                    | 50                       | a                         |
| - p-Xylol                      | 45                       | a                         |
| 16. Dichlorbenzol              | 20                       | <5-<10                    |
| 17. Hexachloräthan             | 20                       | ~2-10                     |
| 22. Trichlorbenzol             | <20                      | -                         |
| - Hexachlorbuten               | <20                      | -                         |
| - n-Tridecan                   | <20                      | a                         |
| 26. Dichlorbenzylchlorid       | -                        | 5-10                      |

a = andere als Organohalogenverbindungen

|  | Rhein<br>1975 | Rheinwässer<br>1980 | "Uferfil-<br>trat II"<br>1975 | 21.A.20,<br>104, 105<br>1980 |
|--|---------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 21. Pentachlorbutadien<br>(alle Isomere) | 1040          | -                   | 380                           | +                            |
| 22. Trichlorbenzol                       | 60            | +                   | <20                           | -                            |
| - Pentachlorbuten<br>(2 Isomere)         | 640           | -                   | 160                           | -                            |
| 24. Hexachlorbutadien                    | 180           | 10-15               | 220                           | 100-250                      |
| - n-Dodecan                              | 140           | -                   | 50                            | -                            |
| - Hexachlorbu.                           | 55            | -                   | <20                           | -                            |
| - n-Tridecan                             | <20           | -                   | <20                           | -                            |
| 26. Dichlorbenzylchlorid                 | -             | 5-25                | -                             | 5-10                         |

Vergleich mit Angaben aus USA (Drinking Water and Health 1977)

|                      | Vorkommen in Trinkwässern<br>(Werte in µg/l) |                    |                               |                      | USA 10-<br>City-<br>Survey |           | USA, div. Angaben   | USA<br>Katego-<br>rie **) |
|----------------------|--|--------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------|---|---------------------------|
|                      | Birs-<br>tal<br>1980                         | Hard<br>*)<br>1980 | "Uferfil-<br>trat II"<br>1975 | USA<br>Max.-<br>wert | Zahl                       | µg/l      |   |                           |
| 1 Chlorpropen        | -  | -                  | -                             | +                    | -                          | -         | -   | 3                         |
| 2 Chloroform         | -  | +                  | 1,85                          | 366                  | -                          | -         | in 95-100 % der Trinkwässer<br>(Mittel 20 µg/l)                 | 1                         |
| 3+6 Trichloräthan    | +  | +                  | +                             | 4,0                  | 1                          | -         | -   | 2                         |
| 4 Trichloräthylen    | +  | ++                 | 1,3                           | 0,5                  | 5                          | 0,1-0,5   | -   | 1                         |
| 5 Dichlorbrommethan  | -  | +                  | -                             | 116                  | -                          | -         | -   | 3                         |
| 8 Tetrachloräthylen  | 9,0-<br>10,0                                 | 1,0-<br>1,5        | 1,43                          | 5,0                  | 8                          | 0,07-0,46 | New Orleans bis 5 µg/l  | 2                         |
| 9 Chlorbenzol        | +  | +                  | -                             | 5,6                  | 9                          | -         | New York 4,7 µg/l   | 2                         |
| 10 Bromoform         | +  | +                  | -                             | +                    | -                          | -         | in 26 von 80 Trinkwässern<br>(0,8-92 µg/l), in keinem Rohwasser | 2                         |
| 12 Tetrachloräthan   | 0,01-<br>0,02                                | 0,10-<br>1,12      | 0,64                          | 4,0                  | -                          | -         | Washington DC 1 µg/l,<br>New Orleans 0,11 µg/l                  | 2                         |
| 16 Dichlorbenzol     | <0,01-<br>0,02                               | <0,01              | +                             | <3,0                 | -                          | -         | -   | 3                         |
| 17 Hexachloräthan    | -  | -                  | 0,02                          | 4,4                  | 1                          | 0,5       | -   | 2                         |
| 22 Trichlorbenzol    | -  | -                  | -                             | 1,0                  | 1                          | -         | -   | 2                         |
| 24 Hexachlorbutadien | <0,005-<br>0,005                             | 0,10-<br>0,25      | 0,22                          | 0,07                 | -                          | -         | -   | 3                         |

\*) 21.A.20, 21.A.104, 21.A.105

\*\*): 1 = Suspected chemical carcinogens substances found in drinking water (Animal carcinogen)  
 2 = Insufficient data on chronic toxicity to calculate a ADI (acceptable daily intake)  
 3 = No available information on chronic toxicity





