

# Rhein Überwachungs- Station Weil am Rhein

**Jahresbericht 1996**

Im Auftrag von:  
Umweltministerium  
des Landes  
Baden-Württemberg



Stuttgart

Bundesamt für Umwelt,  
Wald und Landschaft



Bern

Betreiber der Station:  
Gewässerschutzamt Basel-Stadt

## Ergebnisse der Überwachung des Rheins bei Weil am Rhein im Jahre 1996

Die Rhein-Überwachungs-Station Weil (RÜS) dient der Qualitätskontrolle des Rheinwassers unterhalb Basels im Grenzgebiet Schweiz/Deutschland.

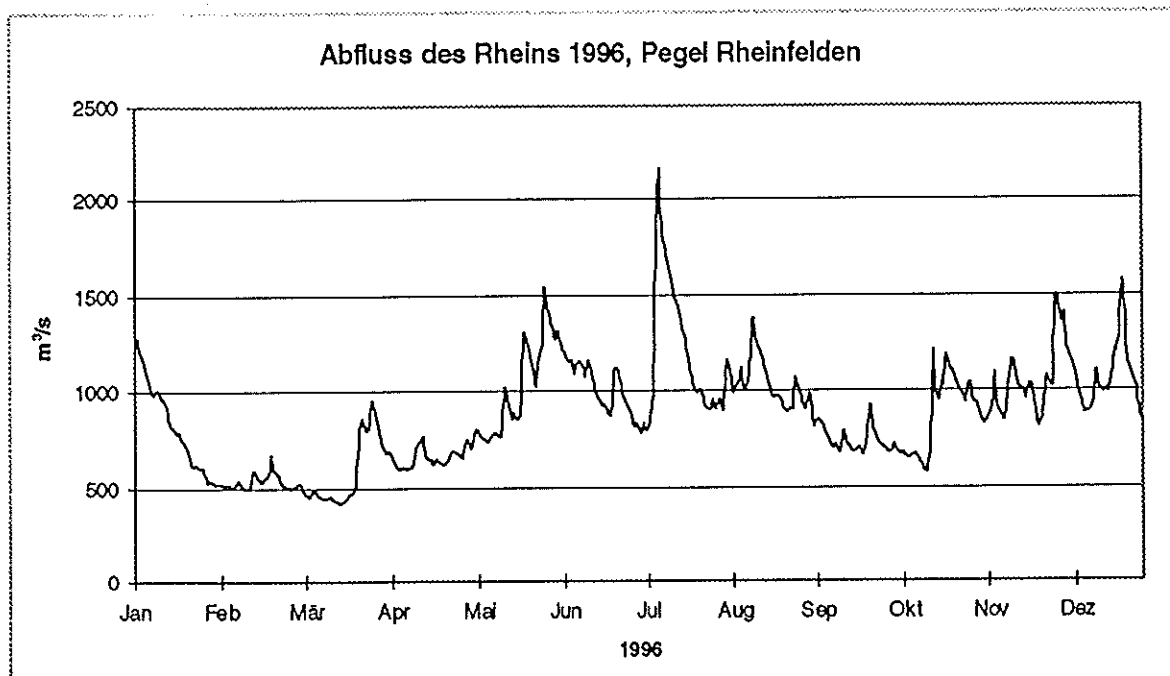
Das Rheinwasser wird permanent untersucht, die Rhein-Schwebstoffe zweimal im Monat. Das Untersuchungsprogramm ist dem der IKSR (Internationale Kommission zum Schutze des Rheins) angegliedert. Die Station läuft seit Mai 1993 im Routinebetrieb.

### Zusammenfassung

Wie im Vorjahr kann auch 1996 die Beschaffenheit des Rheins bei Basel als gut bezeichnet werden. Toxische Schwermetalle und chlorierte, organische Stoffe sind im Rheinwasser lediglich in Spuren enthalten. Im Gegensatz zur Wasserphase sind Schwermetalle und toxische organische Verbindungen in den Schwebstoffen des Rheins noch gut bestimmbar. Teilweise handelt es sich um „Altlasten“ heute verbotener Substanzen, die sich in den letzten Jahren im Sediment angereichert haben und jetzt schubweise mit dem Hochwasser wieder mobilisiert werden (z.B. Lindan, Hexachlorbenzol). Für Metalle gibt es Zielvorgaben der IKSR für das Jahr 2000. Die gemessenen Werte liegen im Bereich oder unter diesen Zielvorgaben.

### Abfluss

In der Grafik dargestellte Abflusswerte wurden am Pegel Rheinfelden gemessen. Mit einem Jahresmittel von 890 m<sup>3</sup>/s war der Abfluss deutlich tiefer als im Vorjahr und im langjährigen Mittel (1995: 1273, Mittel der Jahre 1935 -1993: 1032 m<sup>3</sup>/s). Hochwasserereignisse gab es 1996 nicht.



## I. Wasserphase

*Erläuterungen zu den aufgeführten Messparametern finden sich im Anhang*

### **1. Abwasserinhaltsstoffe**

#### DOC (Datenbasis: 366; 24-Stunden-Mischproben)

Der DOC wird täglich gemessen. Die Belastung des Rheins mit DOC bei einem Mittelwert von 2.3 mg Kohlenstoff pro Liter ist typisch für Fließgewässer unterhalb der grösseren Seen (1.7 bis 5.7 mg/L).

#### SAK-254 (Datenbasis: 366; 24-Stunden-Mischproben)

Er wird täglich gemessen und zeigt eine gewisse Abflussabhängigkeit (Niederschlag). Der SAK-254 beträgt im Mittel 5.1 Absorption pro Meter (3.9 bis 11.6 m<sup>-1</sup>).

#### Ammonium (Datenbasis: 366; 24-Stunden-Mischproben)

Die mittlere Konzentration von 0.08 mg Ammonium-Stickstoff pro Liter (0.01 bis 0.23 mg N/L) belegt die geringe Belastung des Rheins mit Ammonium.

#### AOX (Datenbasis: 52 Wochen-Mischproben)

Die Belastung des Rheins mit AOX ist gering. Der Mittelwert beträgt 0.0061 mg Chlor pro Liter, der Konzentrationsbereich liegt zwischen 0.0020 bis 0.0128 mg Cl/L.

### **2. Pflanzennährstoffe**

#### Nitrat (Datenbasis: 366; 24-Stunden-Mischmuster)

Der Mittelwert für Nitrat von 1.7 mg Stickstoff pro Liter (1.1 bis 2.6 mg N/L) zeigt die mässige Belastung des Rheins bei Basel mit diesem Nährstoff.

#### ortho-Phosphat (Datenbasis: 366; 24-Stunden-Mischmuster)

Ebenso kann die Belastung des Rheins bei Basel mit ortho-Phosphat mit einem Mittelwert von 0.02 mg Phosphor pro Liter (0.004 bis 0.063 mg P/L) als gering bezeichnet werden.

### **3. Neutralsalze**

#### Chlorid (Datenbasis: 366; 24-Stunden-Mischproben)

Im Vergleich zu Messstationen rheinabwärts fällt die mittlere Chloridkonzentration im Rhein bei Basel mit 10.8 mg/L niedrig aus. Die Konzentrationen liegen zwischen 5.3 und 23.5 mg/L und zeigen eine starke Abhängigkeit vom Rheinabfluss.

### **4. Metalle**

#### Cadmium (Cd), Blei (Pb), Zink (Zn), Kupfer (Cu), Chrom (Cr), Nickel (Ni), Quecksilber (Hg) (Datenbasis: 52 Wochen-Mischproben)

In 51 der 52 Proben liegt der Gehalt an Hg unter der Bestimmungsgrenze von 0.01 µg/L; in einer Probe ist er 0.04 µg/L. Die Gehalte an Pb und Cd liegen meistens unter der Bestimmungsgrenze (Pb: <0.5, Cd: <0.02 µg/L). Somit sind die Angabe mittlerer Konzentrationen für Pb und Cd nicht sinnvoll. Der Maximalwert war 0.8 µg/L für Pb und 0.03 µg/L für Cd. Eine dauernde Grundlast ist festzustellen bei Zn (Jahresmittelwert: 4.1 µg/L), Cu (Jahresmittelwert: 3.0 µg/L), Ni (Jahresmittelwert: 0.9 µg/L) und Cr (Jahresmittelwert: 0.28 µg/L). Insgesamt handelt es sich um niedrige Metallkonzentrationen im Rheinwasser bei Basel.

## 5. Organische Einzelstoffe

### N/P-Pestizide (Datenbasis: 366; 24-Stunden-Mischmuster)

Es wurde auf ca. 70 der häufigst angewandten Pestizide überprüft. Von den untersuchten Stoffen traten folgende Wirkstoffe bzw. Metaboliten in einer Häufigkeit von ein bis 359 mal in quantifizierbaren, jedoch geringen Mengen auf.

#### Herbizide:

s-Triazine:	Ametryn, Atrazin, Simazin, Terbutylazin, Terbutryn
Metabolite von s-Triazinen:	Desethyl-Atrazin, Desethyl-Terbutylazin
Chloracetamide:	Metolachlor, Metazachlor
Phenylharnstoffherbizide:	Monolinuron
andere:	Ethofumesat, Diaceton-L-Sorbose

#### Insektizide:

Thiophosphate:	Diazinon
Phosphorsäureester:	Mevinphos

<u>Fungizide:</u>	Penconazol, Metalaxyl, Vinclozolin, Triadimefon, Propiconazol, Oxadixyl
-------------------	---

<u>Repellents:</u>	DEET (Diethyltoluamid oder N,N-Diethyl-m-toluamid)
--------------------	--

Die Herbizide Atrazin und Terbutylazin waren über 300 mal, Metolachlor und Simazin über 200 mal im Spurenbereich bestimmbar. Der Insektenrepellent DEET (Diethyl-m-Toluamid) konnte 359 mal quantifiziert werden. Auch waren häufig Desethyl-Atrazin und Diazinon im Rheinwasser enthalten.

Die Konzentrationen der Pestizide lagen zwischen 0.01 bis 0.10 µg/L und sind als gering einzustufen.

### Organochlor-Pestizide (Datenbasis: 12 monatliche Wochen-Mischproben)

Von den 25 untersuchten Insektiziden konnte keines quantifiziert werden. Bezüglich Organochlorpestizide ist die Wasserphase unbelastet.

### Phenole (Datenbasis: 25 Wochen-Mischproben 2 x monatlich)

Von den 17 untersuchten Phenolen konnte nur Phenol selbst 4 mal im Rhein quantifiziert werden (Maximalwert: 0.16 µg/L).

### Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW oder CKW) (Datenbasis: 255; 24-Stunden-Mischproben)

Die tägliche Analyse auf chlorierte Lösungsmittel weist eine dauernde, jedoch geringe Belastung des Rheins mit Trichlormethan (Chloroform), Dichlormethan (Methylenchlorid), Tetrachlorethen (Per) und Trichlorethen (Tri) auf. Zeitweilig sind auch Spuren von 1,1-Dichlorethen bzw. Freon 113 (1,1,2-Trichlor-trifluorethan), Tribrommethan (Bromoform), Trans-1,2-Dichlorethen u.a. festgestellt worden.

Insgesamt können die ermittelten Konzentrationen von LHKW als niedrig bezeichnet werden. Der Summen-Mittelwert beträgt 0.43 µg gesamt-LHKW pro Liter.

### Leichtflüchtige nichthalogenierte Kohlenwasserstoffe (BTX-Aromaten) (Datenbasis: 255; 24-Stunden-Mischproben)

Einzig Benzol, Hemellitol (1,2,3-Trimethylbenzol), Pseudocumol (1,2,4-Trimethylbenzol) und Mesitylen (1,3,5-Trimethylbenzol) konnten 1 bis 4 mal mit Konzentrationen zwischen 0.5 und 1.7 µg/L im Rhein quantifiziert werden. Alle anderen Einzelstoffe lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0.5 µg/L.

### Schwerflüchtige organische Verbindungen (Datenbasis: 26 Wochen-Mischproben 2 mal pro Monat)

Drei Vertreter dieser Stoffgruppe waren in Konzentrationen von 0.01 bis 0.03 µg/L zeitweise messbar. Es handelte sich um 1,2-Dichlorbenzol, N,N-Dimethylanilin und Naphthalin. Alle nachgewiesenen Verbindungen sind vermutlich auf einzelne Stossbelastungen und nicht auf Daueremissionen zurückzuführen.

## **6. C18 Screening** (Datenbasis: 366 24-Stunden-Mischproben)

In der 24-Stunden Mischprobe waren sowohl identifizierbare als auch nicht identifizierbare Stoffe (siehe Erläuterungen im Anhang) detektierbar.

Folgende Einzelstoffe konnten 1996 zweifelsfrei mit GC/MS identifiziert werden:

Stigmasterin (engl.: Stigmasterol, 13 Befunde über 0.5 µg/L)

Sitosterin (engl.: Sitosterol, 74 Befunde über 0.5 µg/L)

4,4'-Thiobis(2-tert-Butyl-5-methylphenol) (14 Befunde über 0.5 µg/L)

Fucosterin (engl.: Fucosterol, 52 Befunde über 0.5 µg/L)

Cholesterin (engl.: Cholesterol, 3 Befunde über 0.5 µg/L)

Myristidylalkohol (Tetradecanol, 2 Befunde über 0.5 µg/L)

Tocopherol (Vitamin E, 1 Befunde über 0.5 µg/L)

Carbamazepin (Tegretol, 1 Befunde über 0.5 µg/L)

Die nicht identifizierten Signale entsprechen keinen derzeit bekannten umweltgefährdenden Stoffen.

## **7. Phenoxyalkankarbonsäuren** (Datenbasis: Ab Juni: 14; 24-Stunden-Mischproben)

Auf 8 Substanzen dieser Stoffgruppe von sauren Herbiziden wurde das Rheinwasser untersucht. Keine war über der Bestimmungsgrenze von < 0.05 µg/L messbar.

## II. Schwebstoffphase

*Erläuterungen zu den aufgeführten Messparametern finden sich im Anhang*

Zweimal monatlich sammelt eine Durchflusszentrifuge während 24 bis 72 Stunden ca. 100 g Schwebstoffe aus dem Rheinwasser. Sie werden im Labor auf chemische Verbindungen untersucht, die sich stark an Schwebstoffe anlagern. Dazu wird ein Teil des Schwebstoffs gefriergetrocknet und gemahlen, ein anderer Teil wird direkt als nasse Probe untersucht. Angegebene Gehalte beziehen sich immer auf das Trockengewicht.

### **1. Allgemeine Zusammensetzung und Summenparameter**

Der Rhein bei Basel enthält 1996 im Mittel 8.3 mg Schwebstoffe pro Liter Wasser, was zwischen den Vorjahreswerten liegt (1994: 5.6; 1995: 13.3 mg/L). Der Schwebstoffgehalt ist abflussabhängig bzw. wetterabhängig.

Phosphor und Stickstoff sind in relativ hoher Konzentration in Schwebstoffen enthalten: 1.3 g Phosphor und 4.1 g Stickstoff pro kg Schwebstoff im Jahresmittel 1996. Der TOC beträgt bei Basel durchschnittlich 6.0 % der Schwebstoffmasse. Die Gesamt-Kohlenwasserstoffe betragen im Mittel 129 mg/kg.

### **2. Metalle**

(Datenbasis: 25 Untersuchungen, 11 Einzelstoffe)

Die Zielvorgaben (ZV) gemäss dem „Aktionsprogramm Rhein“ der IKSR sind unterschritten bei:

Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Nickel (Ni) und Quecksilber (Hg).

Die Konzentration für Zink (Zn) liegt im Bereich der Zielvorgaben, die für Kupfer (Cu) darüber.

<b>Mittlere Konzentrationen 1996 von Metallen in Schwebstoffen</b>			
Metall	Einheit	Resultat	Zielvorgabe der IKSR
Eisen	g/kg	25	
Mangan	g/kg	1.0	
Zink	mg/kg	199	200
Chrom	mg/kg	52	100
Kupfer	mg/kg	66	50
Blei	mg/kg	38	100
Nickel	mg/kg	38	50
Cobalt	mg/kg	12.3	
Arsen	mg/kg	11.1	40
Cadmium	mg/kg	0.50	1.0
Quecksilber	mg/kg	0.28	0.5

### **3. Organochlor-Pestizide**

(Datenbasis: 25 Untersuchungen, 24 Einzelstoffe)

Dominierend ist Hexachlorbenzol (HCB). Bei 25 Positivbefunden ergab sich ein Mittelwert von 7 µg/kg, der Maximalwert erreichte 19 µg/kg.

Die Gruppe der Hexachlorcyclohexane ( $\gamma$ -HCH (Lindan),  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH und  $\epsilon$ -HCH) war gegenüber 1995 deutlich seltener quantifizierbar. Dieser Befund stützt die Theorie, dass diese Stoffe als "Altlasten" in den Sedimenten vorhanden sind und nur bei Hochwasser weiter transportiert werden.

Das Insektizid DDT und seine Metaboliten DDD und DDE sind trotz langjährigem Verbot mit 1 - 6 µg/kg im Mittel im Schwebstoff enthalten. Dominant sind p,p'-DDE: mit 17 Positivbefunde und p,p'-DDT: mit 16 Positivbefunde.

### **4. Polychlorierte Biphenyle (PCB)**

(Datenbasis: 25 Untersuchungen, 10 Einzelverbindungen)

Von den 10 ausgewählten Einzelverbindungen waren 5 immer quantifizierbar. Die mittleren Konzentrationen betragen 1996 zwischen 1 und 14 µg/kg je nach Verbindung.

### **5. Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)**

(Datenbasis: 25 Untersuchungen, 15 Einzelstoffe)

Alle 15 untersuchten Vertreter der PAK sind in den Schwebstoffen in relativ hohen Konzentrationen (Mittelwerte zwischen 0.1 und 0.4 mg/kg) enthalten, wobei Anthracen, Fluoren und Indeno(1,2,3,cd)pyren nur vereinzelt nachgewiesen wurden.

### **6. Schwerflüchtige chlorierte Verbindungen**

(Datenbasis: 25 Untersuchungen, 14 Einzelstoffe)

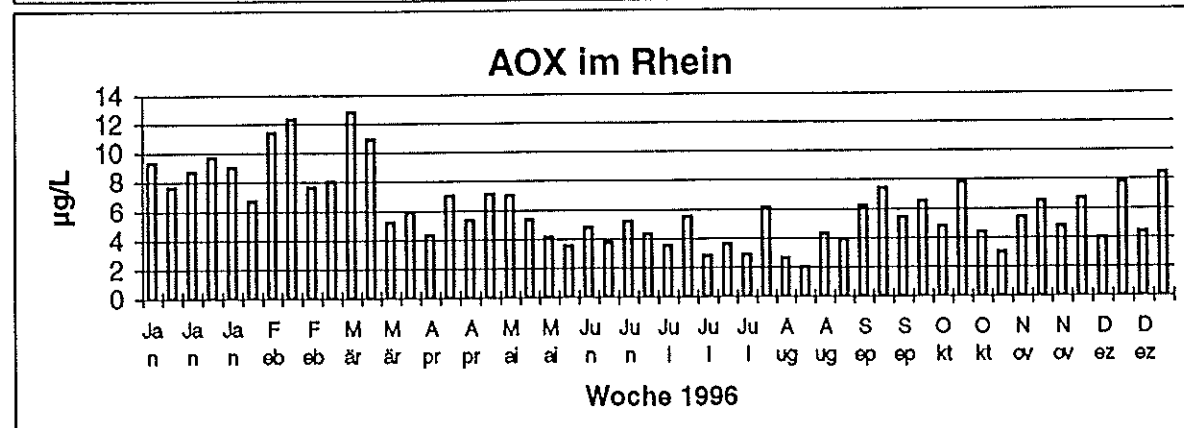
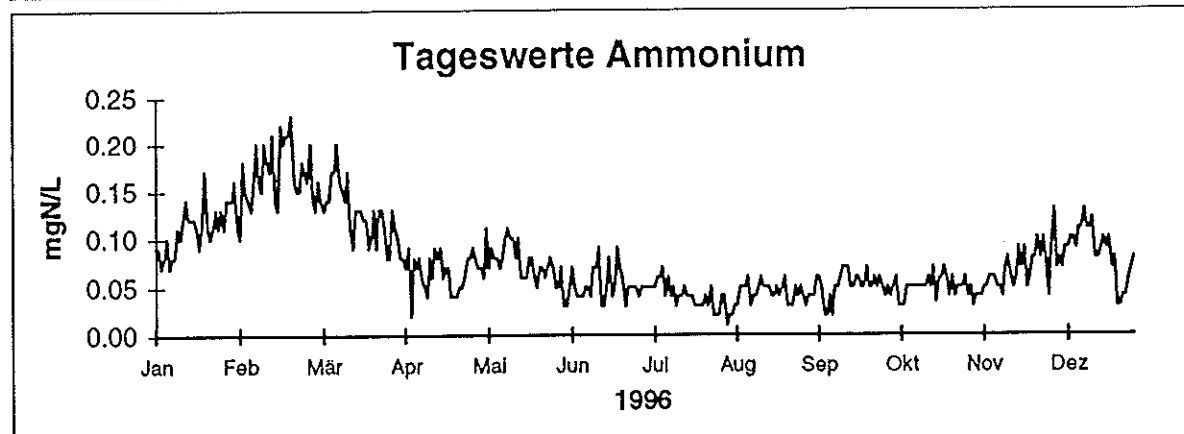
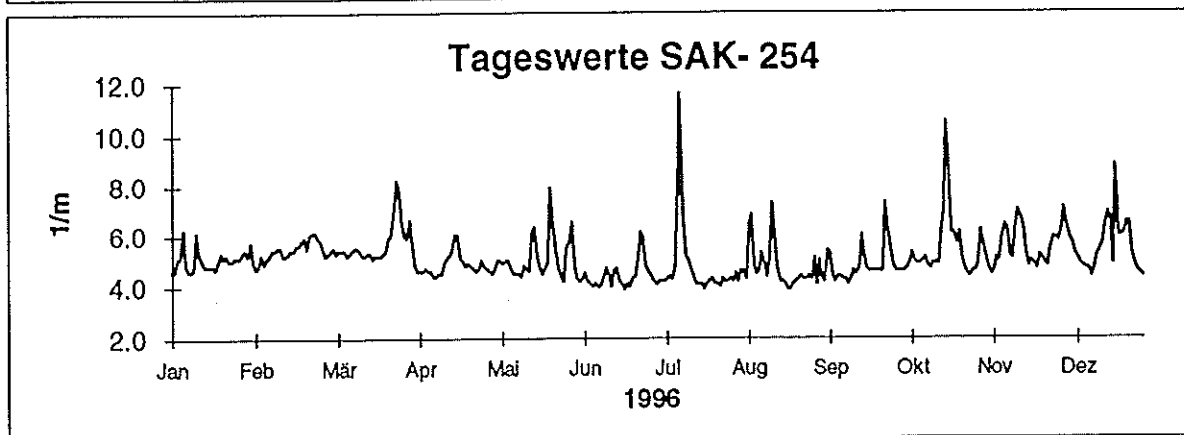
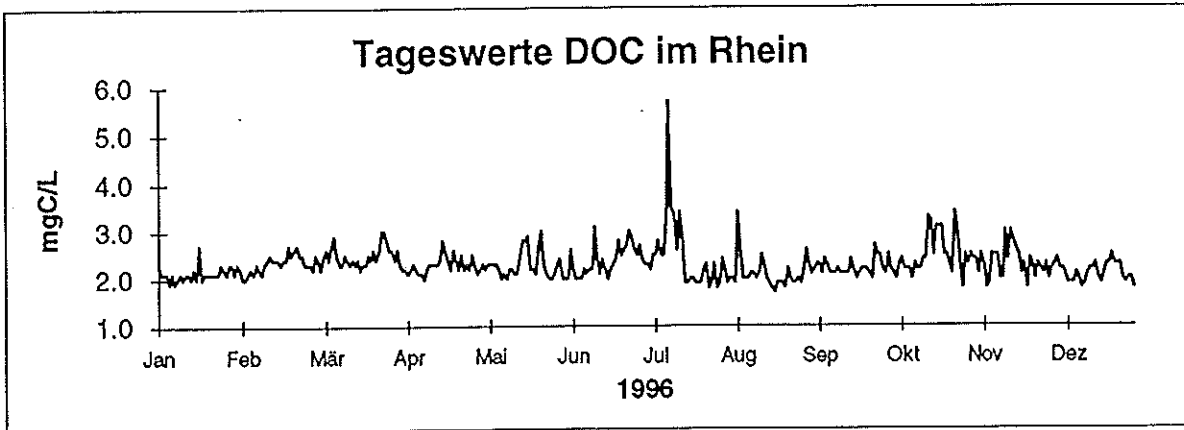
Dominierend sind wie 1994 die Trichlorbenzole: 1,2,4-Trichlorbenzol war im Mittel zu 3.3 µg/kg bei 15 Positivbefunden im Schwebstoff enthalten. Das Pentachlorbenzol konnte in 14 Proben nachgewiesen werden (Mittelwert: 1.7 µg/kg). Weitere, vereinzelt Positivbefunde ergaben sich für Pentachloranisol.

### **7. Zinnorganische Verbindungen**

(Datenbasis: 25 Untersuchungen, 8 Verbindungen)

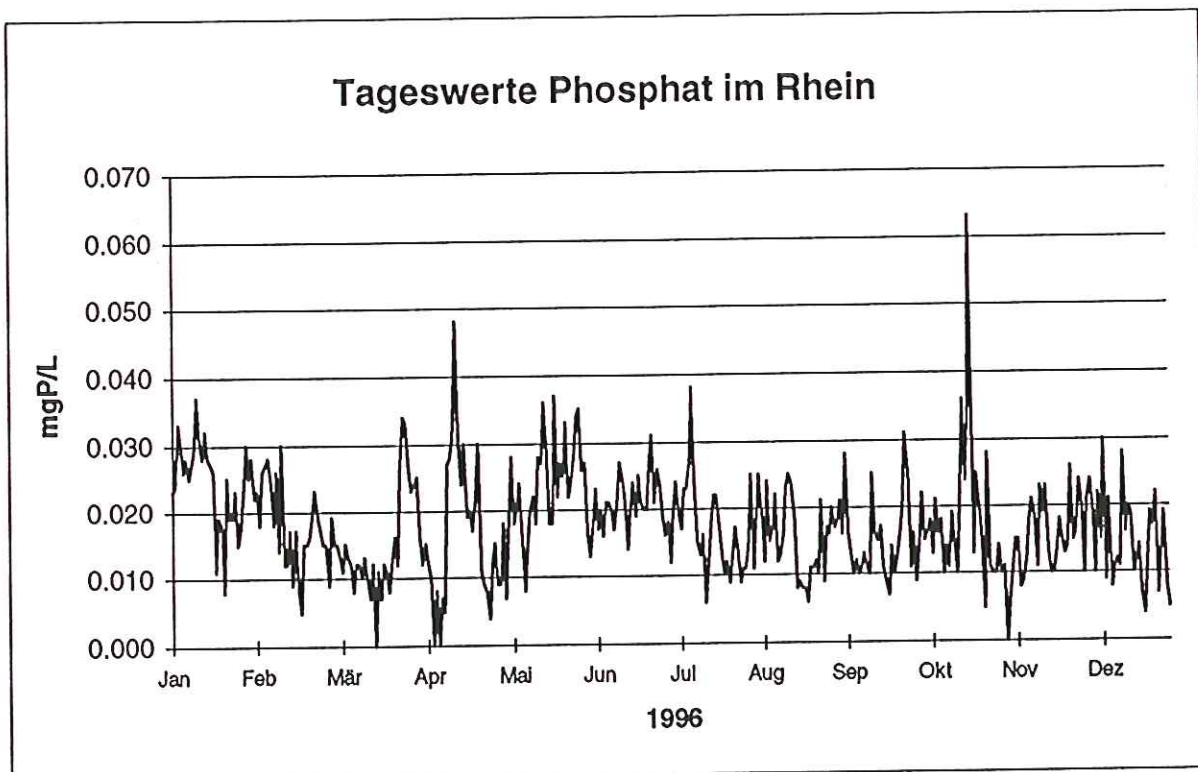
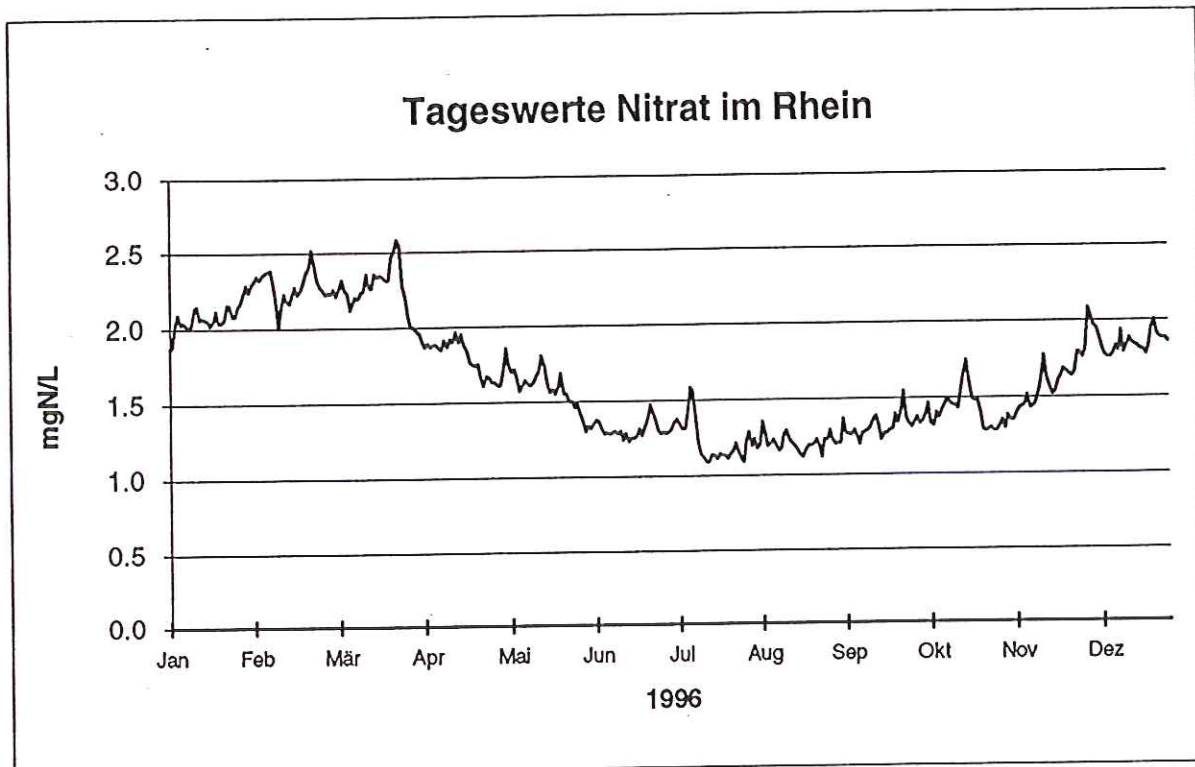
Im Gegensatz zum Vorjahr konnte keine der 8 Verbindungen bei allen Untersuchungen quantifiziert werden. Häufig traten auf: Dibutylzinn (21 mal) mit 9.6 µg Sn/kg im Mittel, Tributylzinn (20 mal) mit 4.4 µg Sn/kg und Triphenylzinn (17 mal) mit 2.8 µg Sn/kg. Die Konzentrationen schwanken im Bereich um 0.5 bis 40 µg/kg.

**I. Wasserphase**  
**I. 1 Abwasserinhaltsstoffe**

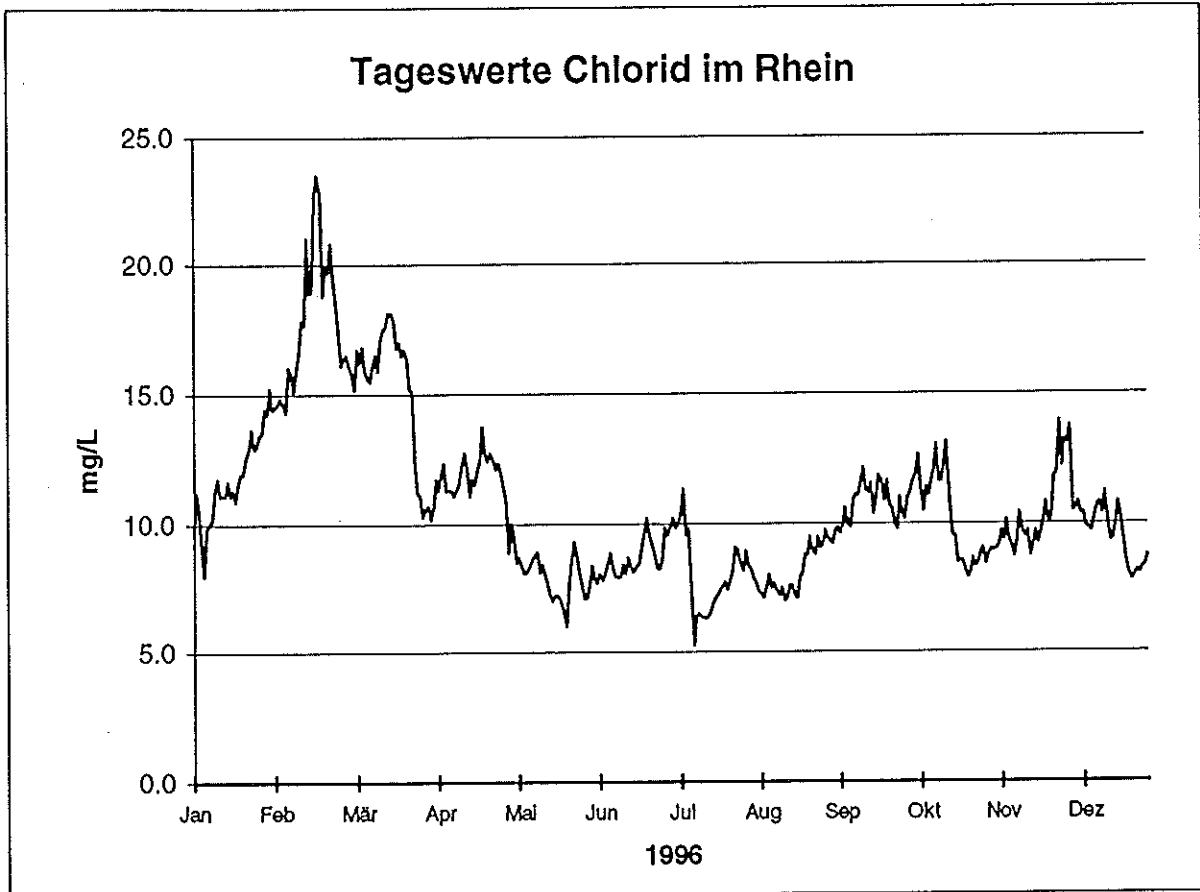




## I. 2 Pflanzennährstoffe



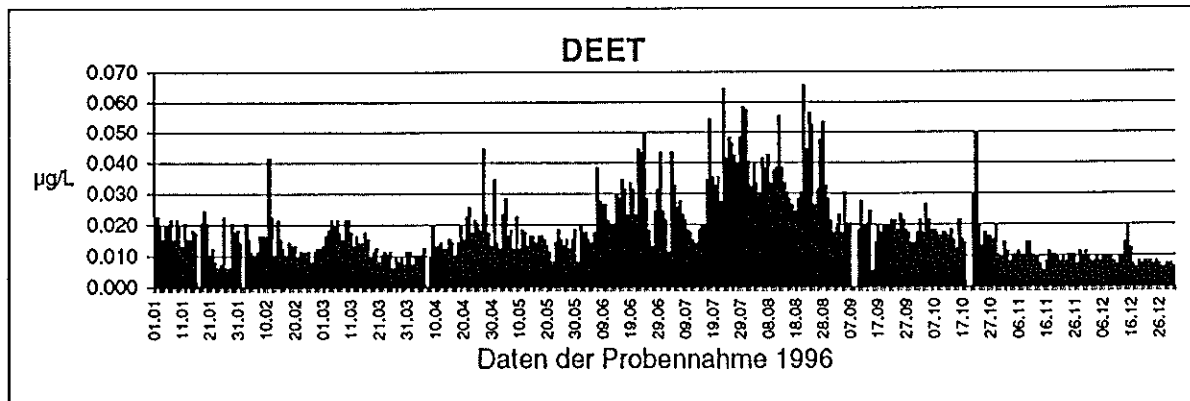
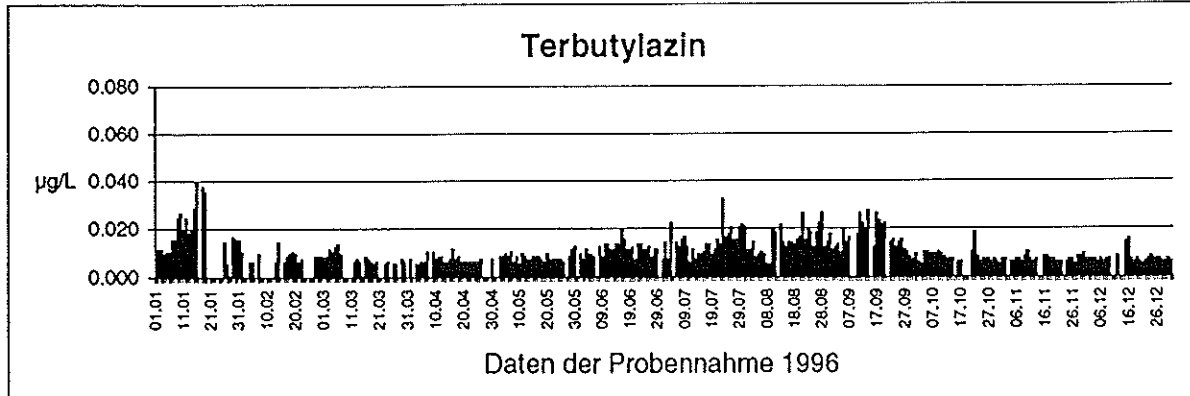
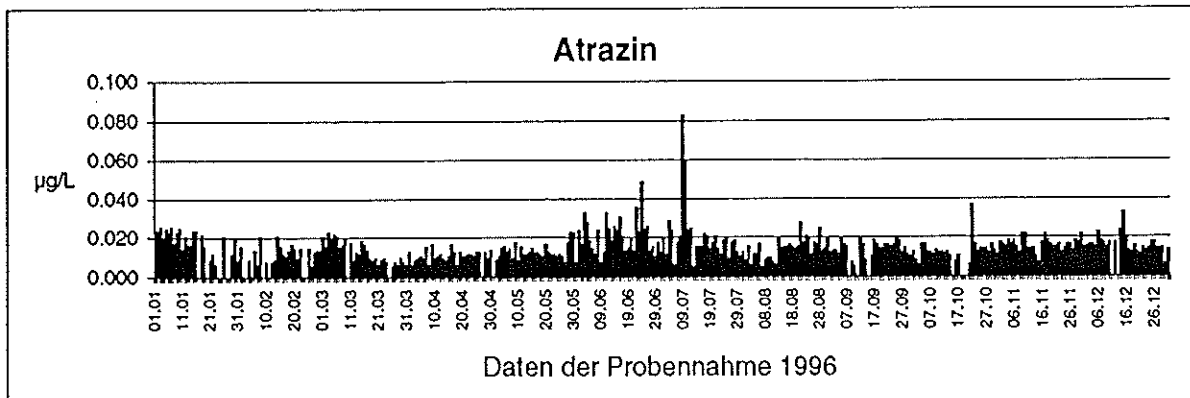
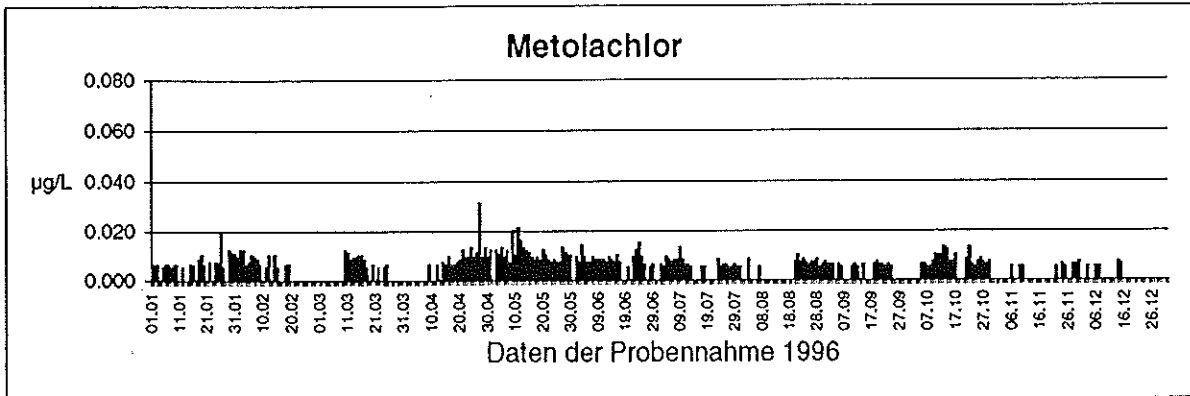
I. 3 Neutralsalze





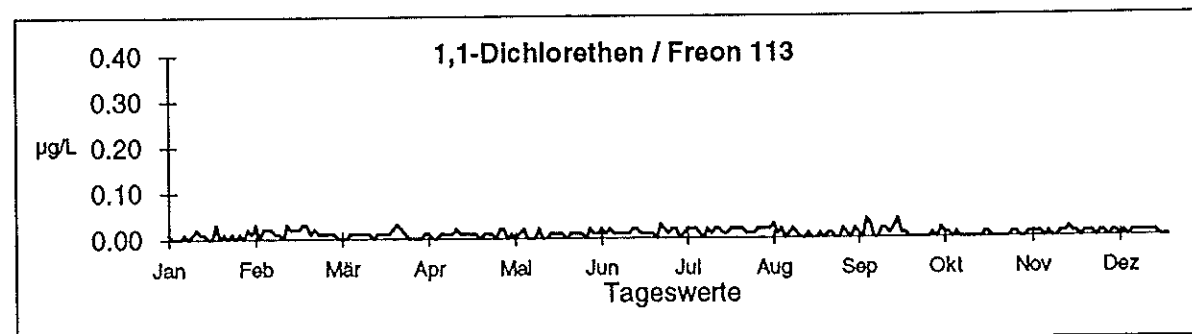
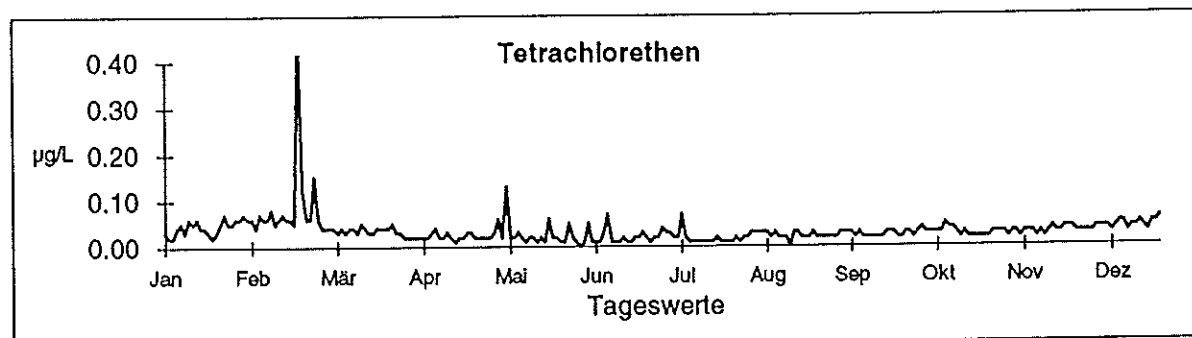
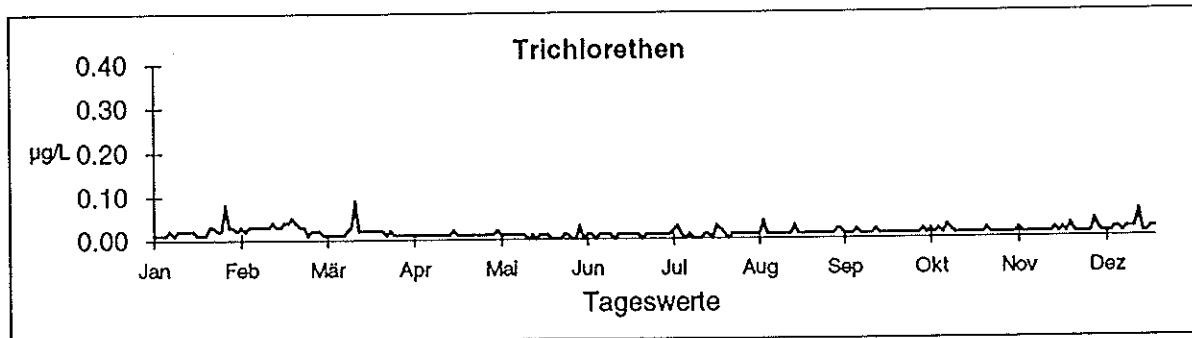
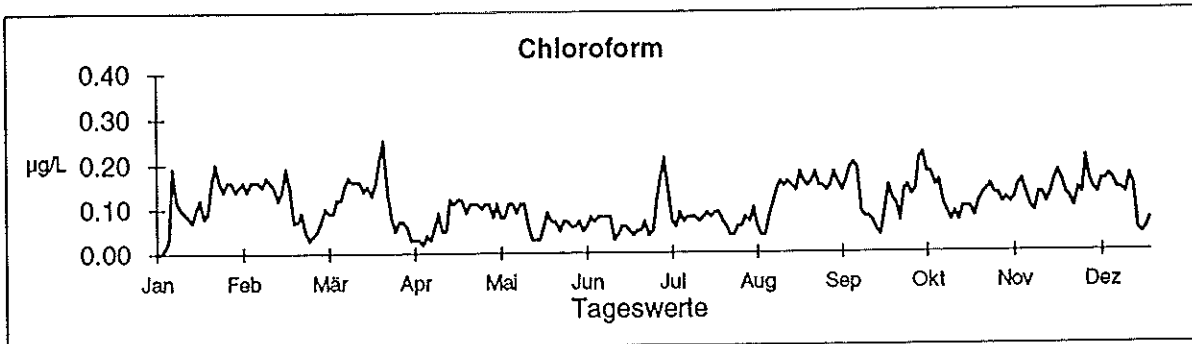
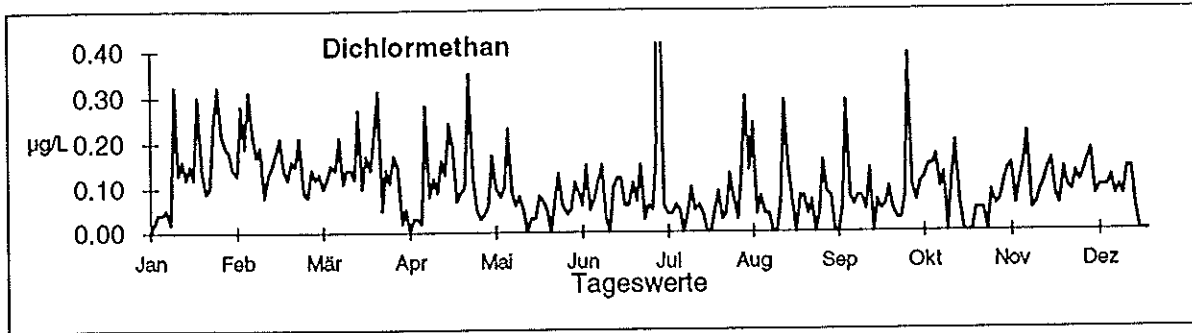


## I. 5 Organische Einzelstoffe Pestizide

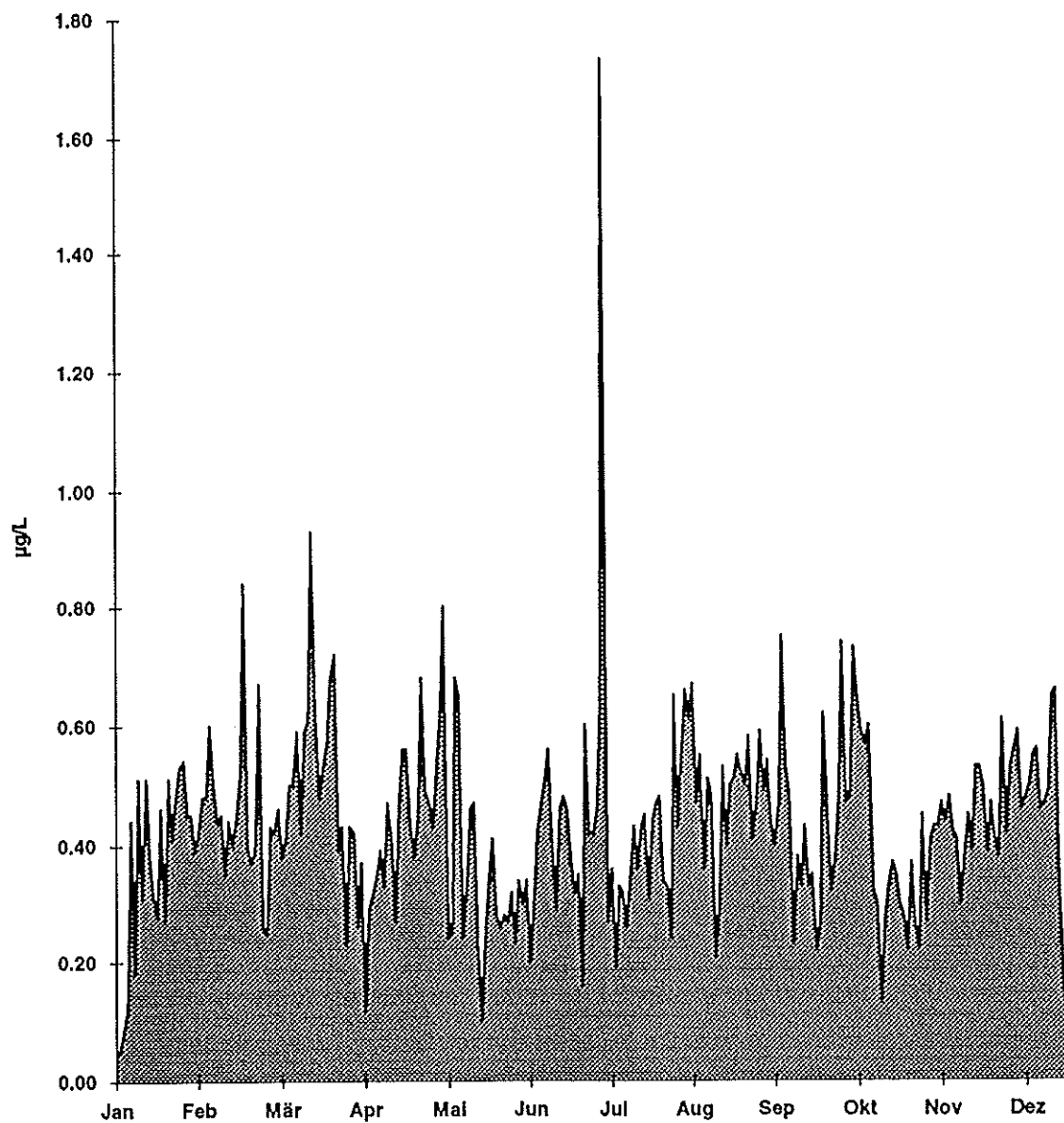


Wert = 0 gesetzt für Wert < Bestimmungsgrenze (BG)  
BG = 0.005 µg/L

**LHKW**

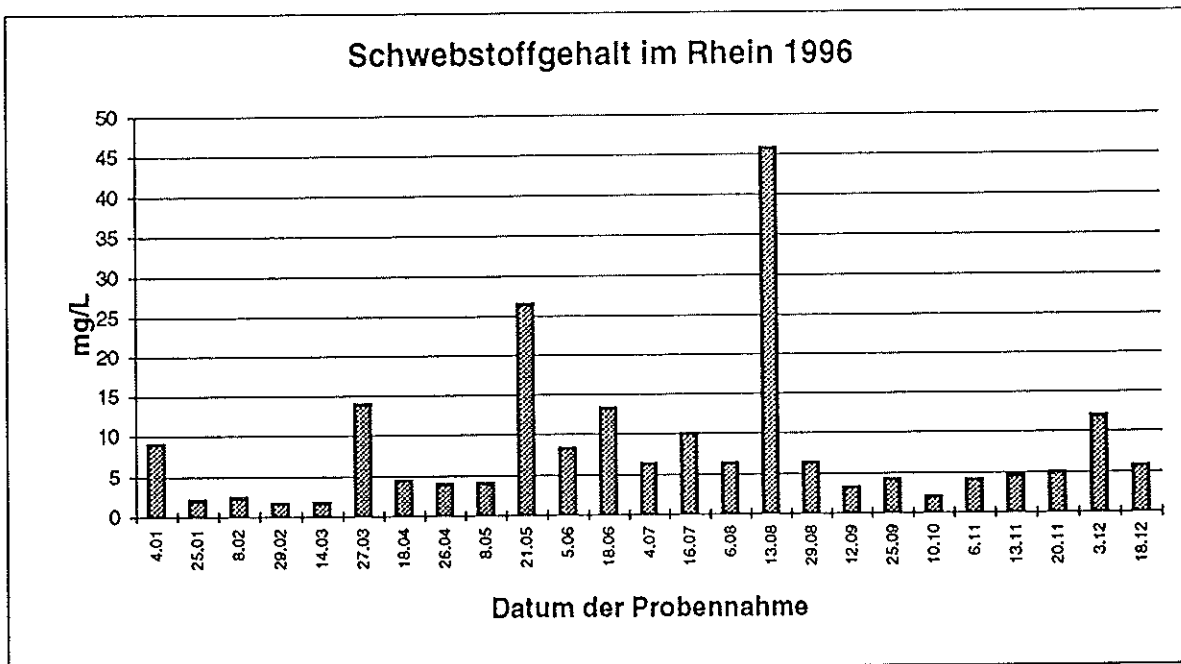
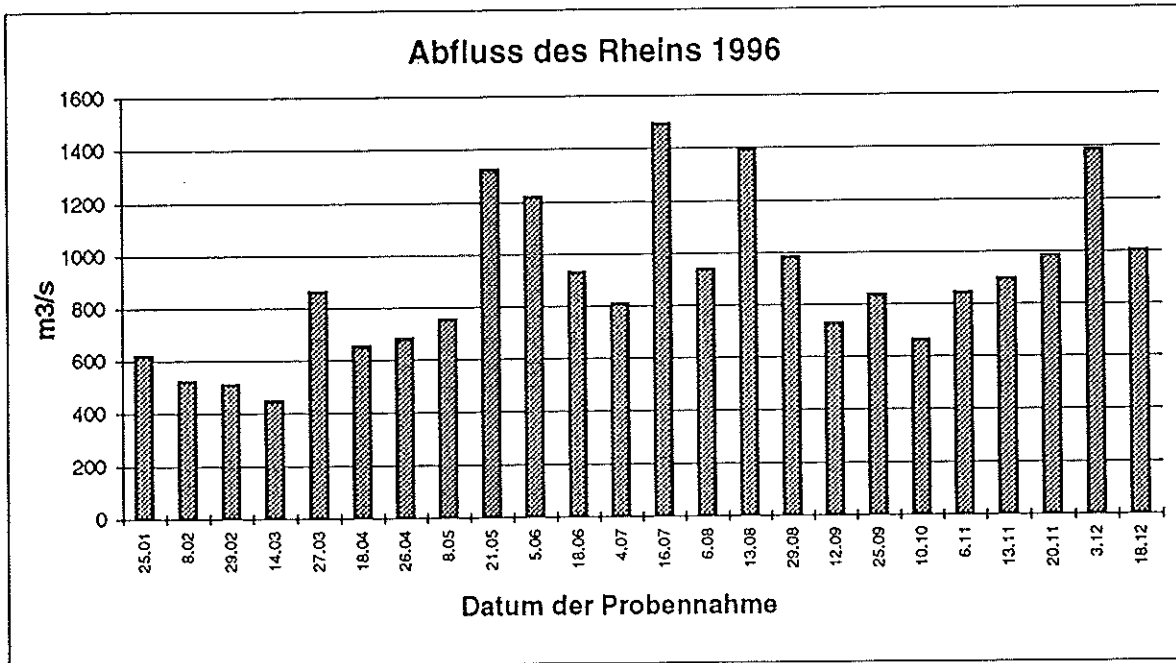


Summe der LHKW im Rhein, Tageswerte 1996

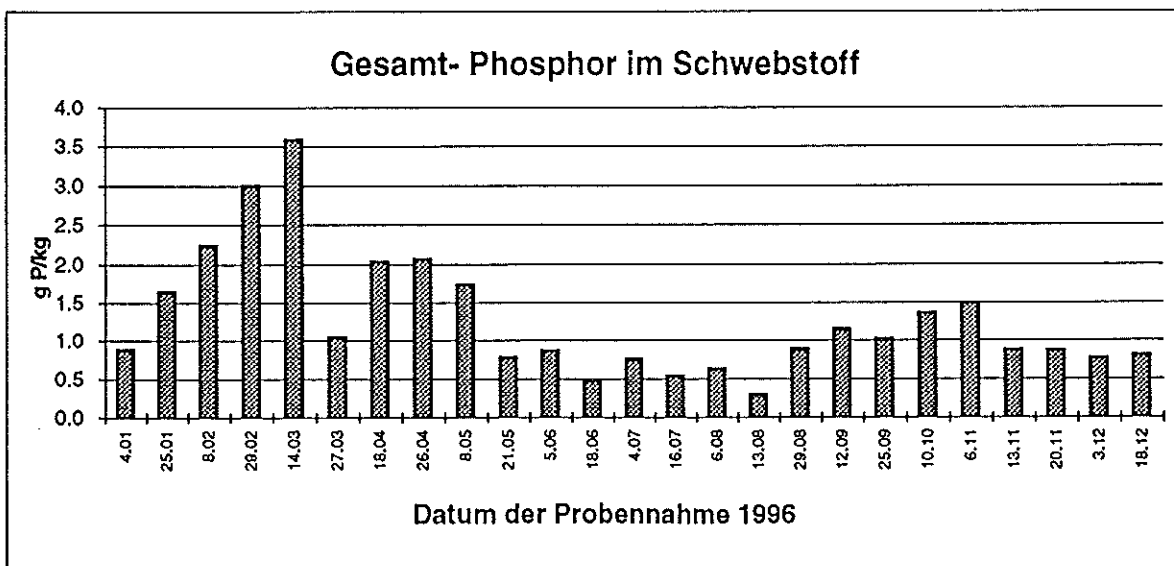
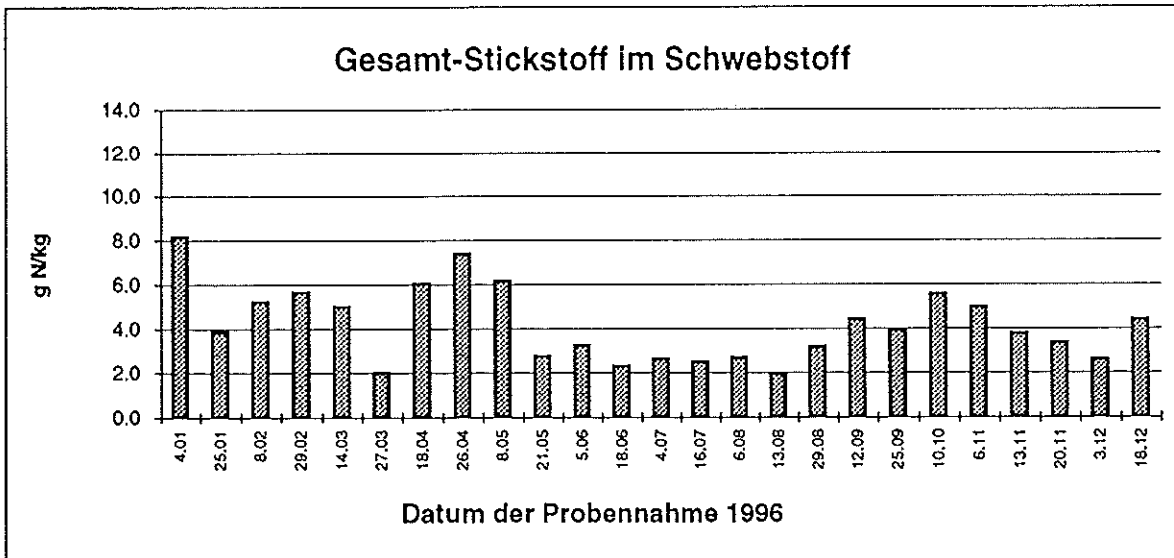
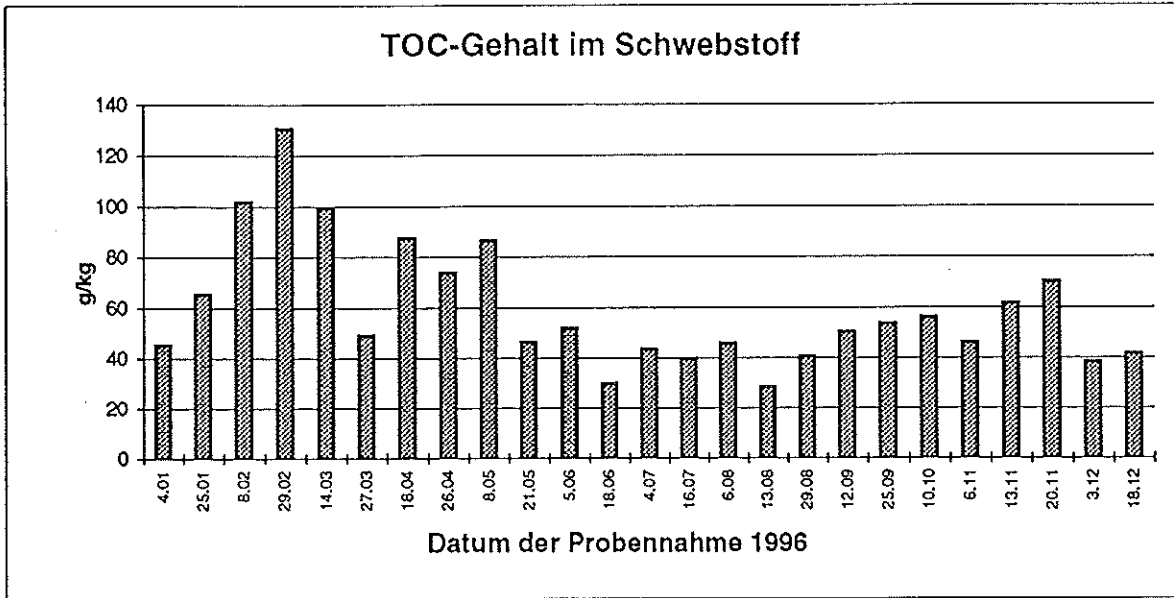


## II. Schwebstoffphase

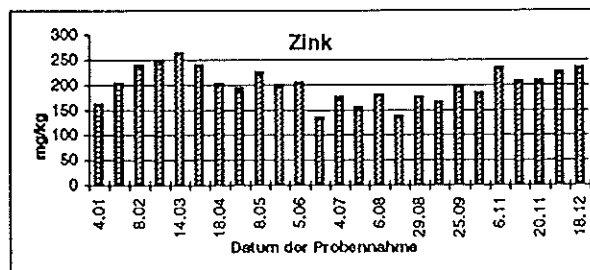
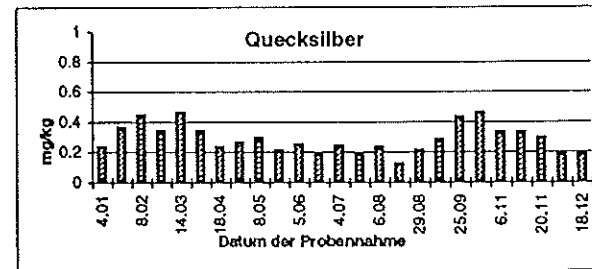
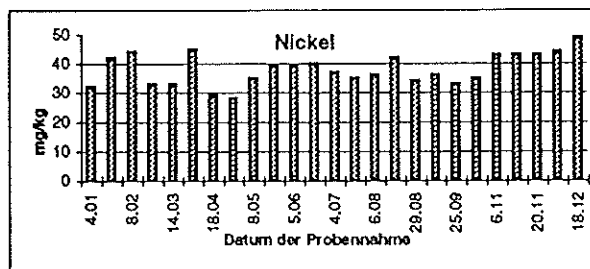
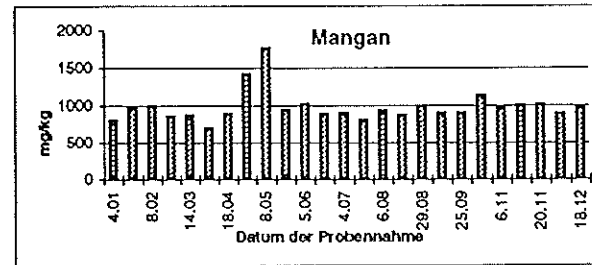
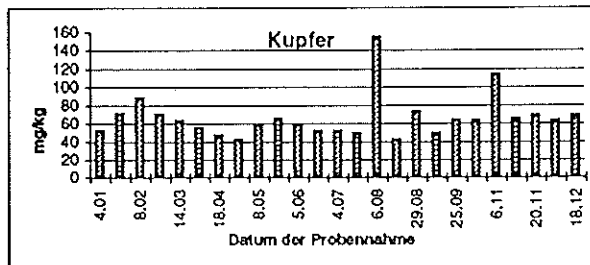
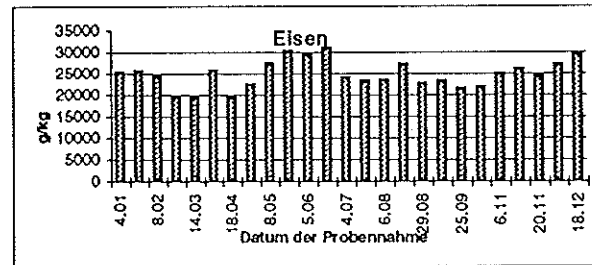
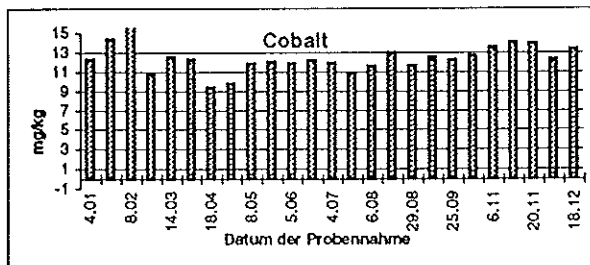
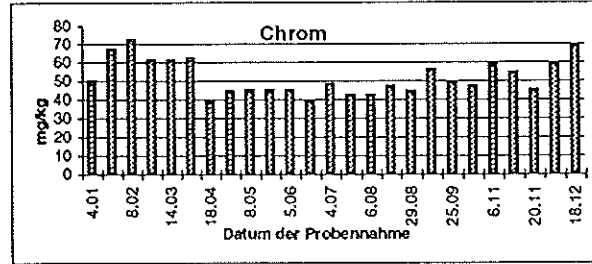
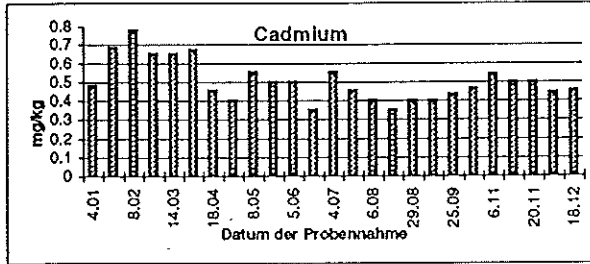
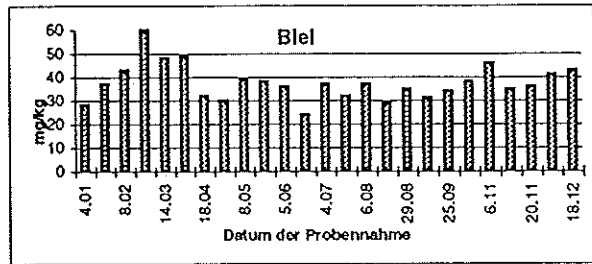
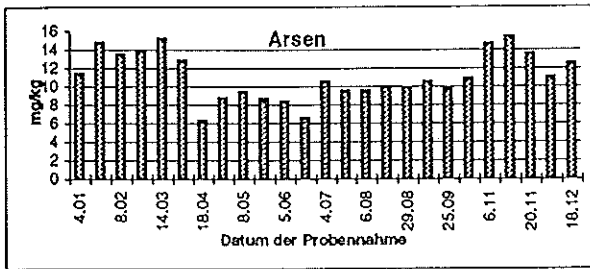
### II. 1 Allgemeine Zusammensetzung und Summenparameter



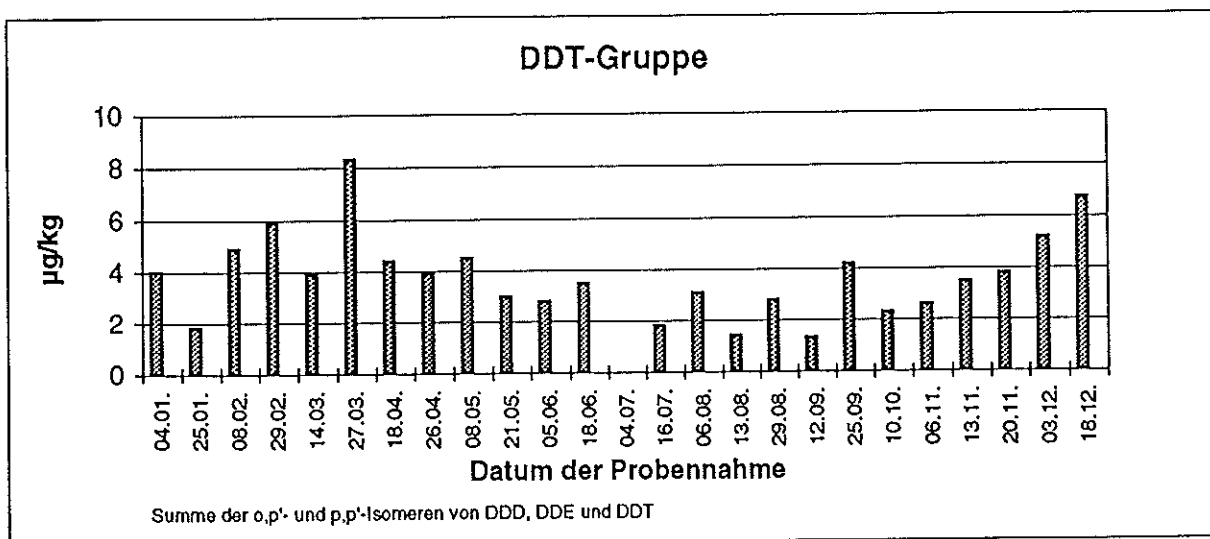
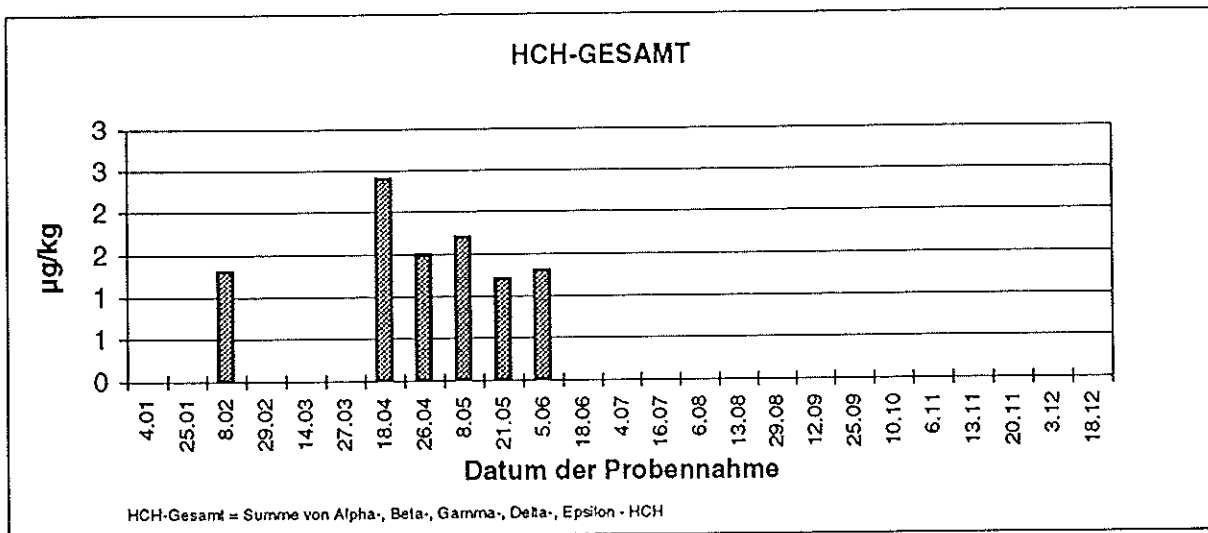
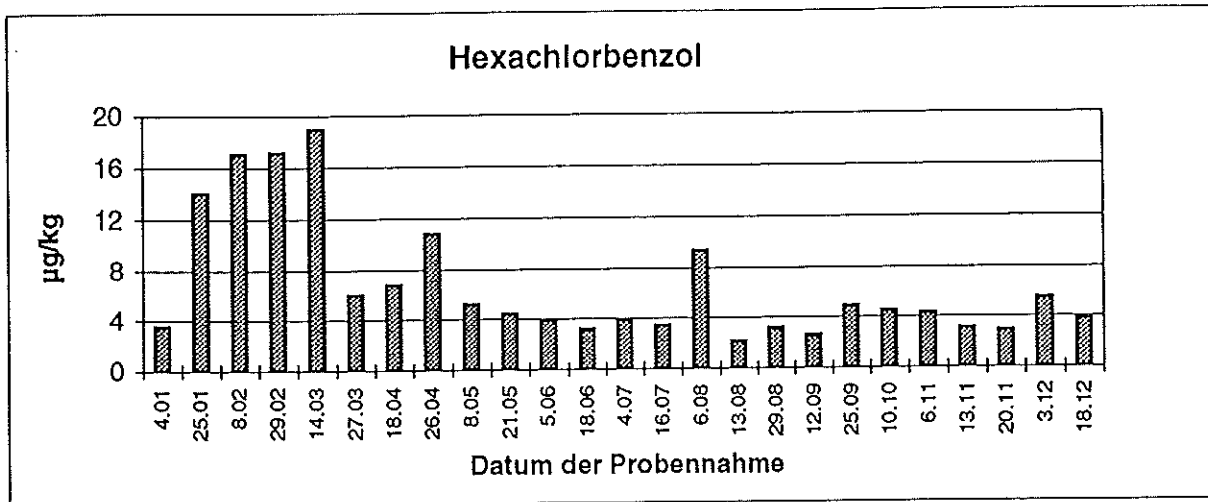




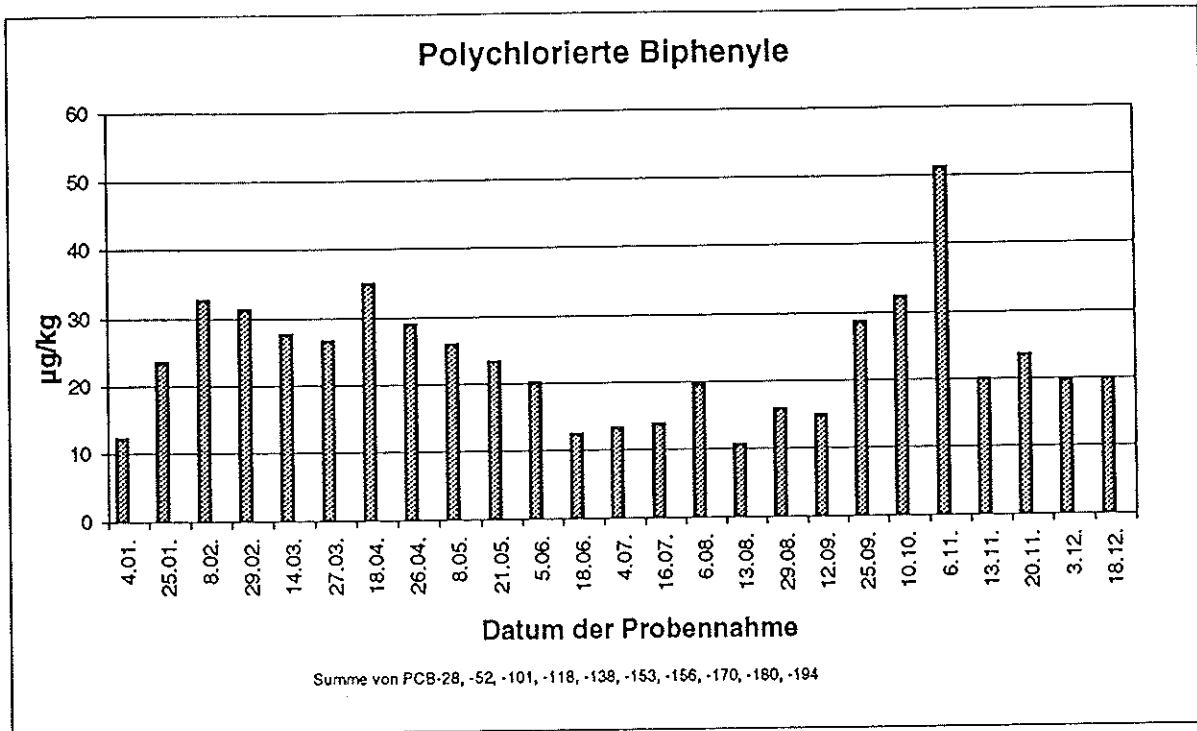
**II. 2 Metalle**



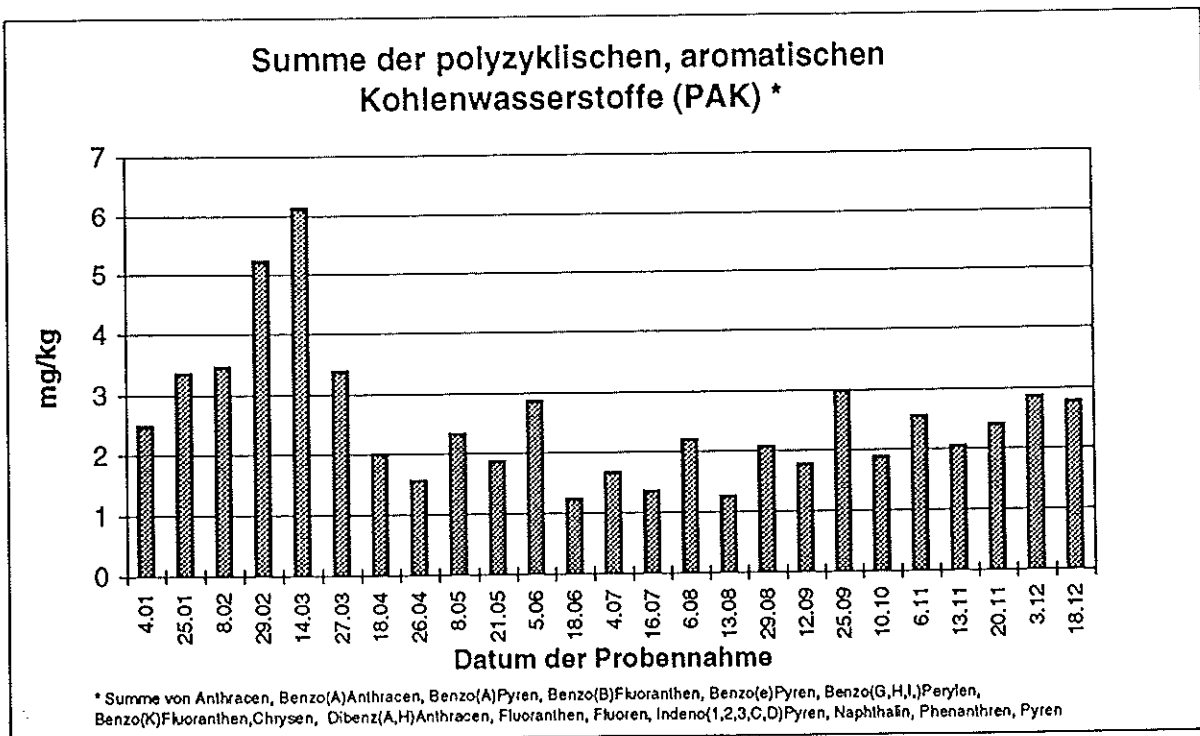
### II. 3 Organochlor-Pestizide



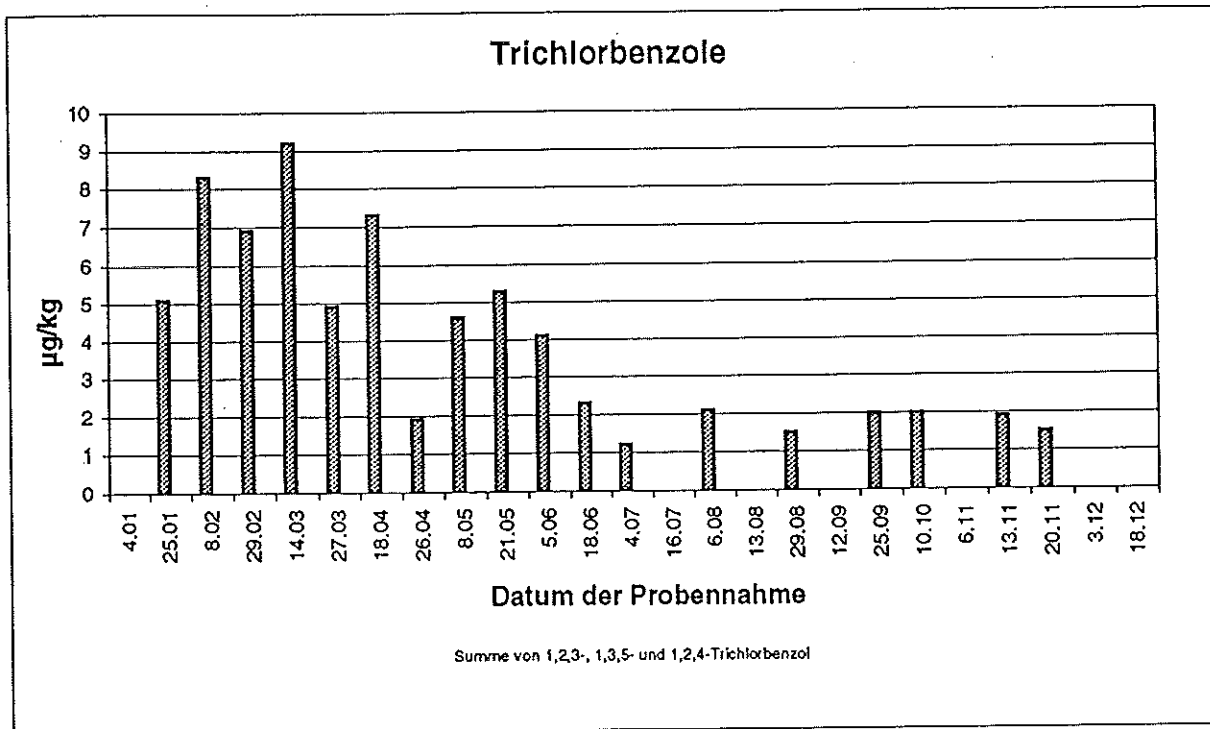
### II. 4 Polychlorierte Biphenyle



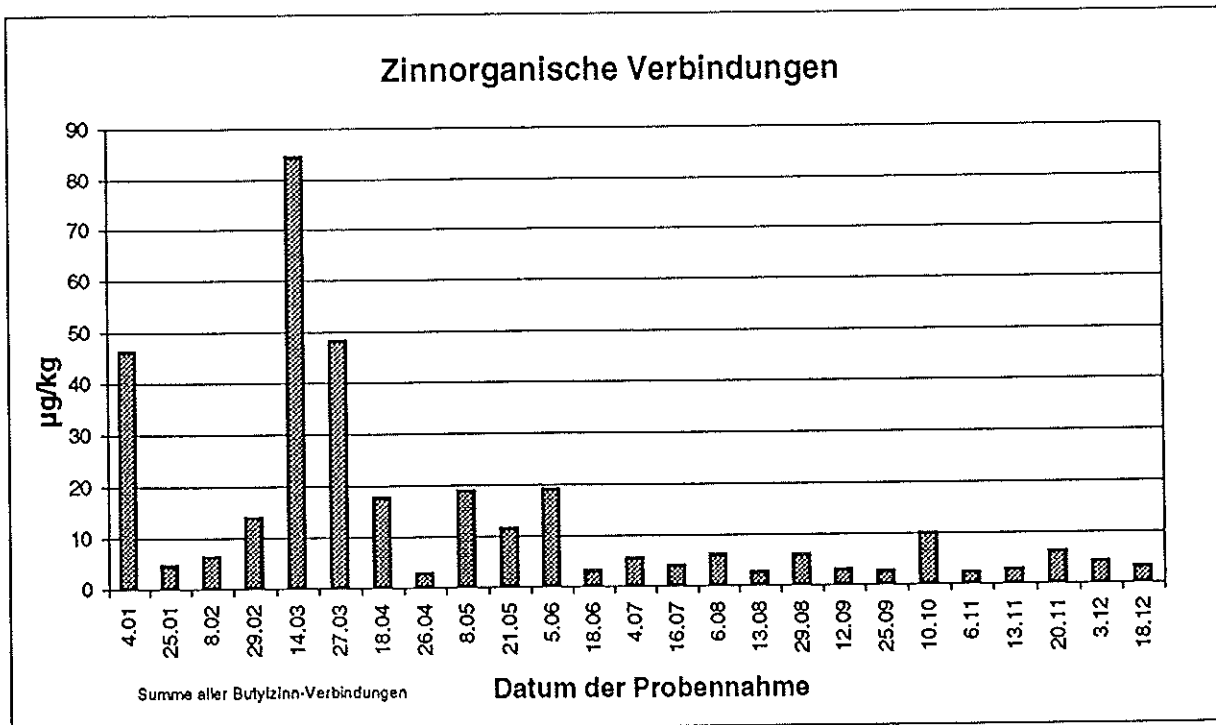
### II. 5 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)



## II. 6 Schwerflüchtige chlorierte Verbindungen



## II. 7 Zinnorganische Verbindungen



## Erläuterungen zu den aufgeführten Messparametern

### I. Wasserphase

#### **1. Abwasserinhaltsstoffe**

##### DOC

Mit der Messung des gelösten organischen Kohlenstoffes (engl. "dissolved organic carbon" oder abgekürzt DOC) wird die Gesamtheit des gelösten organischen Materials erfasst. Die Herkunft von organischem Material in Flüssen ist einerseits natürlichen Ursprungs (Abbau von biologischem Material aus Seen, Mooregebieten und Fließgewässern), andererseits bedingt durch Einleitung von Abwasser, das neben abbaubaren Stoffen auch schwerabbaubare Substanzen aus chemisch-synthetischer Herstellung enthält.

##### SAK-254

Der spektrale Absorptionskoeffizient bei 254 nm (SAK-254) ist eine mit dem DOC vergleichbare Messgrösse, die auf gelöste organische Stoffe anspricht. (Er lässt sich umschreiben mit "Lichtabsorption im UV-Bereich"). Auch der SAK-254 setzt sich aus einem natürlichen Teil und einem Teil zusammen, der auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen ist.

##### Ammonium

Ammonium ist ein wassergefährdender Stoff, aus dem je nach Witterungs- und Milieubedingungen (Temperatur, pH) durch Dissoziation Ammoniak, ein starkes Fischgift, entsteht. Quellen des Ammoniaks sind Dünger aus der Landwirtschaft, häusliche Abwässer und Exkremente von Tier und Mensch. Ammoniak wird wegen des hohen Dampfdruckes auch in die Atmosphäre emittiert und gelangt durch Regen in die Gewässer.

##### AOX

Mit der Messung von AOX (an Aktivkohle adsorbierbare organische Halogenverbindungen) erfasst man eine weitere Gruppe organischer Verbindungen. Sie enthalten ein oder mehrere Halogenatome (meist Chlor) und sind vorwiegend anthropogenen Ursprungs: Chlorbleichungsprozesse, Chlorungsprodukte und chlorhaltige Chemikalien.

#### **2. Pflanzennährstoffe**

##### Nitrat

Nitrat ist ein Pflanzennährstoff und wird in Düngern verwendet.

##### ortho-Phosphat

Ortho-Phosphat als wichtiger Bestandteil von Düngern wird von Pflanzen direkt aufgenommen und führt zu vermehrtem Wachstum. Der Ausbau der Abwasserreinigung und das in der Schweiz geltende Phosphatverbot in Textilwaschmitteln (1986) haben zu einer Reduktion der Phosphatkonzentration in den Oberflächengewässern geführt.

#### **3. Neutralsalze**

##### Chlorid

Chlorid, als Teil des Kochsalzes, ist an sich nicht schädlich, solange der natürliche Gehalt nicht wesentlich überschritten wird. Neben dem natürlichen Chloridgehalt im Wasser sind als künstliche Quellen von Chlorid der Winterdienst auf Strassen sowie die Haushalte und Gewerbebetriebe zu nennen.

#### 4. Metalle

Cadmium (Cd), Blei (Pb), Zink (Zn), Kupfer (Cu), Chrom (Cr), Nickel (Ni), Quecksilber (Hg)

Von der Vielzahl an Metallen wurden diese sieben wegen ihrer Ökorelevanz ausgesucht. Einige von ihnen sind prinzipiell (Hg, Cd, Pb, Cr) andere nur in grösseren Mengen oder nur für bestimmte Organismengruppen giftig (Zn, Ni, Cu). Quellen sind z.B. metallverarbeitende Betriebe, die chemische Industrie, aber auch Wasserleitungen, Dachrinnen bei Zn und Cu.

#### 5. Organische Einzelstoffe

##### Pestizide

Unter dem Begriff „Pestizide“ werden verschiedene Klassen von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln geführt. Die wichtigsten sind:

Herbizide	zur Unkrautbekämpfung in der Landwirtschaft.
Insektizide	zur Bekämpfung von schädlichen Insekten.
Fungizide	Stoffe zur Abtötung oder Wachstumshemmung von Pilzen und Sporen. (Saatgut wird prophylaktisch mit Fungiziden gebeizt).
Akarizide	sind chemische Mittel zur Bekämpfung von pflanzlichen und tierparasitären Milben im Obst-, Citrus-, Wein-, Hopfen-, Baumwollanbau.

Durch Abschwemmungen behandelter Kulturlächen gelangen Pestizide teilweise in Gewässer und werden unterschiedlich schnell abgebaut (Metabolisierung). Durch landwirtschaftliche und private Anwendung sowie bei Herstellung und Formulierung von Pestiziden können diese in Gewässer gelangen.

##### *N/P-Pestizide*

##### - Herbizide:

s-Triazine:	Ametryn, Atrazin, Simazin, Terbutylazin, Terbutryn
Metabolite von s-Triazinen:	Desethyl-Atrazin, Desethyl-Terbutylazin
Chloracetamide:	Metolachlor, Metazachlor
Phenylharnstoffherbizide:	Monolinuron
andere:	Ethofumesat, Diaceton-L-Sorbose

##### - Insektizide:

Thiophosphate:	Diazinon
Phosphorsäureester:	Mevinphos

- Fungizide: Penconazol, Metalaxyl, Vinclozolin, Propiconazol, Oxadixyl, Triadimefon

- Repellents: DEET (Diethyltoluamid oder N,N-Diethyl-m-toluamid)

##### *Organochlor-Pestizide*

Hierbei handelt es sich vorwiegend um hochchlorierte, lipophile Insektizide, die in der Umwelt nur langsam abgebaut werden und hoch toxisch sind. Da die Insektizide stark zur Adsorption an Partikel neigen, sind sie vorwiegend an die Schwebstoff- und Sedimentphase gebunden.

##### Phenole

Zu dieser Gruppe gehört neben dem hochtoxischen Pentachlorphenol Phenol selbst sowie alle anderen chlorierten Phenole.



Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW oder CKW)

Leichtflüchtige organische Substanzen sind in Haushalt, Gewerbe und Industrie weit verbreitet; sie werden verwendet als Lösungsmittel für Farben, Lacke, Beizmittel, Industrieprodukte, als Kühlmittel und als Reiniger aller Art. In diese Gruppe gehören Trichlormethan (Chloroform), Dichlormethan (Methylenchlorid), Tetrachlorethen (Per), Trichlorethen (Tri), 1,1-Dichlorethen bzw. Freon 113 (1,1,2-Trichlor-trifluorethan), Tribrommethan (Bromoform), Trans-1,2-Dichlorethen.

Leichtflüchtige nichthalogenierte Kohlenwasserstoffe (BTX-Aromaten)

Darunter fallen insbesondere die niederen Aromaten Benzol, Toluol, Ethylbenzol sowie drei Xylol-Isomere und Trimethylbenzole (Hemellit, Pseudocumol, Mesitylen).

Schwerflüchtige organische Verbindungen

Diese Substanzen kommen aus ähnlichen Quellen wie die LHKW's. Zu dieser Gruppe gehören Pentachlorbenzol, 1,2-Dichlorbenzol und alkylierte Aniline.

**6. C18 Screening**

Die tägliche Screening-Analyse gibt den Überblick über Stossbelastungen des Rheins mit einer Vielzahl künstlicher, organischer Verbindungen meist unbekannter Struktur. Deren Nachweis erfolgt mit der GC-MS-Technik. Bei guter Übereinstimmung mit Bibliotheksspektren wird versucht, über Referenzsubstanzen die Identität der Stoffe festzustellen. Dies gelingt nur in vereinzelt Fällen, jedoch lassen sich aus den gewonnenen Massenspektren toxische Stoffe (insbesondere chlorierte, nitrierte Verbindungen) leicht erkennen. Die Identifikation unbekannter Stoffe ist äusserst schwierig, da neben den bekannten und gut charakterisierten Umweltchemikalien eine Vielzahl unbekannter Stoffe erfasst werden. Es sind Stoffe, die einerseits durch menschliche Aktivitäten in die Umwelt gelangen, andererseits aus natürlichen Quellen stammen oder durch Prozesse (Abbau, Erosion, u.ä.) in der Umwelt umgelagert und umgewandelt werden.

Die folgenden Einzelstoffe konnten zweifelsfrei mit GC/MS identifiziert werden:

Stigmasterin (engl.: Stigmasterol): Stigmasterin ist ein Sterol vorwiegend pflanzlichen Ursprungs. Es wird in grosstechnischem Masstab aus Sojabohnen gewonnen und dient als Ausgangsprodukt zur Synthese von Steroidhormonen. Es stammt aus kommunalen Kläranlagen: Stigmasterin gelangt zur Hauptsache beim Konsum von pflanzlichen Speisölen ins Abwasser.

Sitosterin (engl.: Sitosterol): Sitosterin ist ein Sterol pflanzlichen Ursprungs. Es wird aus Soja- oder Maisöl etc. gewonnen und dient als Ausgangsprodukt zur Synthese von Androstanen (Hormonpräparate). Wie beim Stigmasterin sind Haushalte die Hauptquelle.

4,4'-Thiobis(2-tert. Butyl-5-methylphenol): Es dient als Antioxidans für Kunststoffe (PVC, Polyamide, Polyester, Polyolefine und Polystyrole) und ist ein wichtiger Ausgangsstoff zur Synthese anderer Antioxidantien.

**7. Phenoxyalkankarbonsäuren**

Es handelt sich um saure Herbizide und Entlaubungsmittel mit gemeinsamer Grundstruktur (kernchlorierte Phenoxyessig- oder Phenoxypropionsäuren). Acht der wichtigsten Vertreter wurden ab Sommer 1996 zweimal monatlich im Rheinwasser untersucht. Es sind dies u.a.: 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure, 2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure, Mecoprop. Ihre Toxizität beruht vorwiegend auf Verunreinigungen bei der Herstellung (polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane).



## II. Schwebstoffphase

### 1. Allgemeine Zusammensetzung und Summenparameter

Der Schwebstoffgehalt ist abflussabhängig bzw. wetterabhängig; er wird durch Bodenerosion (Abschwemmungen von un bebauten und landwirtschaftlich genutzten Böden) und durch biologische Prozesse in den Gewässern (Algen, tierische Ausscheidungen) beeinflusst. Die Nährelemente Phosphor und Stickstoff gehören zu den wichtigsten Pflanzendüngern und sind in relativ hoher Konzentration in Schwebstoffen enthalten.

TOC: Der organische Anteil der Schwebstoffe wird mit dem organische Kohlenstoffanteil, ausgedrückt in TOC (Totaler organisch gebundener Kohlenstoff) erfasst.

KWS: Kohlenwasserstoffe aus Ölen und Benzin werden mit dem Gesamt-Kohlenwasserstoffgehalt erfasst.

### 2. Metalle

11 Metalle sind regelmässig in den Schwebstoffen quantifiziert worden. Abgesehen von Kobalt (Co) und den zwei Mengenelementen Eisen (Fe) und Mangan (Mn) handelt es sich bei allen anderen Metallen um prioritär behandelte Schadstoffe der IKSR. Die Belastung des Rheins mit diesen Metallen soll gemäss dem „Aktionsprogramm Rhein“ der IKSR bis zum Jahr 2000 soweit verringert werden, dass bestimmte Konzentrationen, sogenannte Zielvorgaben (ZV), eingehalten werden.

### 3. Organochlor-Pestizide

Im Gegensatz zur Wasserphase sind einzelne Vertreter dieser hochtoxischen Chlorinsektizide aufgrund ihrer starken Akkumulierfähigkeit an Schwebstoffen angereichert. Die wichtigsten Vertreter sind Lindan und isomere Verbindungen ( $\gamma$ -HCH (Lindan),  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH und  $\epsilon$ -HCH), DDT und Metaboliten, Hexachlorbenzol (HCB), Drine (Aldrin u.a.).

### 4. Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Durch die breite Anwendung dieser Verbindungen als Kondensator- und Hydraulikflüssigkeiten sind weltweit grosse Mengen an PCB in die Umwelt gelangt. Sie finden sich deshalb auch in den Schwebstoffen des Rheins wieder. PCB können auf Lebewesen erbgutverändernd wirken. Herstellung, Abgabe, Einfuhr und Verwendung dieser Stoffe sind (in der Schweiz seit 1986) verboten.

Von den über 200 bekannten Verbindungen dieser Gruppe wurden stellvertretend 10 einzelne Verbindungen unterschiedlichen Chlorierungsgrades in den Schwebstoffen bestimmt (PCB-Kongeneren: 28, 52, 101, 118, 138, 153, 156, 170, 180 und 194)

### 5. Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Die PAK sind aufgrund ihrer teilweise krebserregenden Wirkung bei Säugern als problematische Verbindungen einzustufen. Sie werden vorwiegend bei der Anwendung von Steinkohlenteer (z.B. Schifffahrt) sowie bei Verbrennungsprozessen (Holz, Steinkohle, Erdöl) freigesetzt und gelangen via Atmosphäre und Abschwemmungen von Strassen auch in die Gewässer. Sie werden an den Schwebepartikeln stark angereichert. Es wurden 15 Vertreter der PAK in den Schwebstoffen untersucht.

### 6. Schwerflüchtige chlorierte Verbindungen

Siehe Wasserphase

## 7. Zinnorganische Verbindungen

Tributyl- und Triphenylzinn gehören zu den für Wasserorganismen giftigsten Umweltchemikalien. Schon bei Konzentrationen von wenigen 100 ng/L beeinträchtigen sie die Fortpflanzung von Muscheln, Algen und Zooplankton. Bei Fischen liegt die akute Toxizität im unteren µg/L Bereich. Ihre potente Wirkung gegen Bakterien und Algen ist gut bekannt und fand deshalb Anwendung bei der Behandlung von Schiffsrümpfen (Antifouling-Anstriche); seit Mitte 1989 ist diese Anwendung in der Schweiz verboten. Es gelangten erhebliche Mengen dieser Gifte in die Gewässer. Sie sind vorwiegend an Festpartikel angelagert (Schwebstoffe, Sedimente).