

# Rhein Überwachungs- Station Weil am Rhein

**Jahresbericht 1997**

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 1997

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

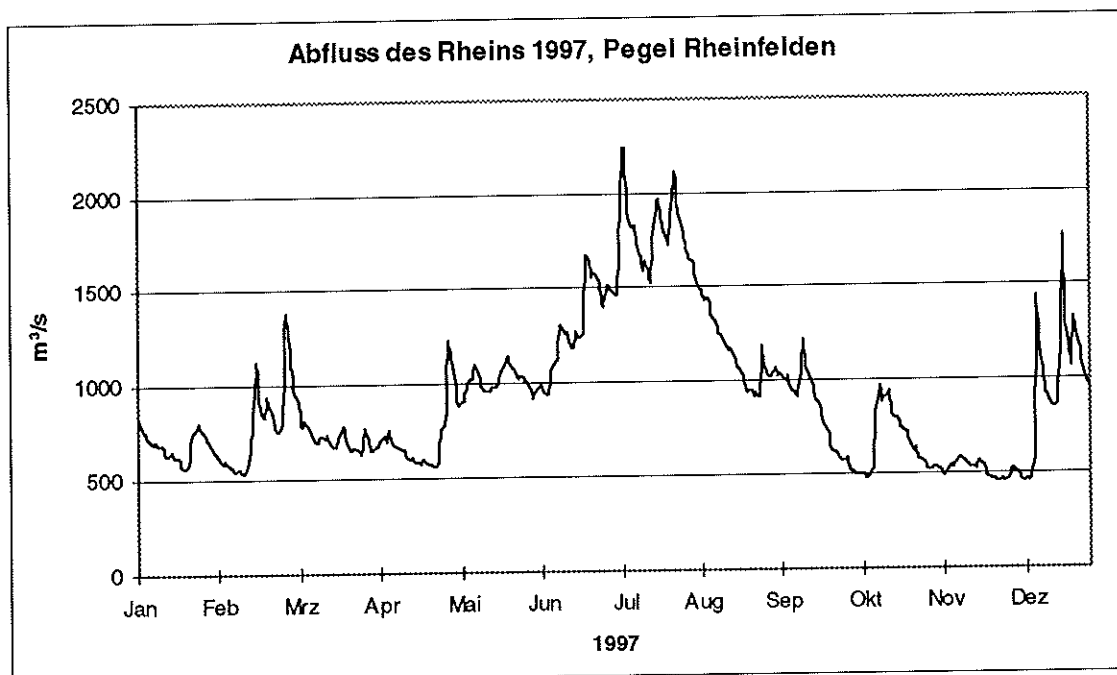
Das Rheinwasser wird permanent untersucht, die Rhein-Schwebstoffe zweimal im Monat. Das Untersuchungsprogramm ist dem der Internationale Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR) angegliedert. Die Station läuft seit Mai 1993 im Routinebetrieb.

### Zusammenfassung

Wie im Vorjahr kann auch 1997 die Beschaffenheit des Rheins bei Basel als gut bezeichnet werden. Toxische Schwermetalle und toxische 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 über Jahre im Sediment angereichert hatten und jetzt schubweise mit dem Hochwasser wieder mobilisiert werden können. 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  $930 \text{ m}^3/\text{s}$  war der Abfluss etwas höher als im Vorjahr, aber tiefer als im langjährigen Mittel (1996:  $890$ , Mittel der Jahre 1935 -1993:  $1032 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Grosse Hochwasserereignisse gab es 1997 nicht.



## I. Wasserphase

*Erläuterungen zu den aufgeführten Messparametern befinden sich im Anhang*

### **1. Abwasserinhaltsstoffe**

#### DOC (Datenbasis: 365; 24-Stunden-Mischproben)

Der DOC wird täglich gemessen. Die Belastung des Rheins mit DOC bei einem Mittelwert von 2.1 mg Kohlenstoff pro Liter ist typisch für Fließgewässer unterhalb der grösseren Seen (1.5 bis 4.0 mg C/L).

#### SAK-254 (Datenbasis: 365; 24-Stunden-Mischproben)

Er wird täglich gemessen und zeigt eine gewisse Abflussabhängigkeit (Niederschlag). Der SAK-254 betrug im Mittel 5.0 Absorption pro Meter (3.5 bis 11.5 m<sup>-1</sup>).

#### Ammonium (Datenbasis: 365; 24-Stunden-Mischproben)

Die mittlere Konzentration von 0.08 mg Ammonium-Stickstoff pro Liter (0.01 bis 0.25 mg N/L) belegt die geringe Belastung des Rheins mit Ammonium.

#### AOX (Datenbasis: 53 Wochen-Mischproben)

Die Belastung des Rheins mit AOX ist gering. Der Mittelwert betrug 0.0067 mg Chlor pro Liter, der Konzentrationsbereich lag zwischen 0.0035 bis 0.0112 mg Cl/L.

### **2. Pflanzennährstoffe**

#### Nitrat (Datenbasis: 365; 24-Stunden- Mischproben)

Der Mittelwert für Nitrat von 1.5 mg Stickstoff pro Liter (0.9 bis 2.4 mg N/L) zeigt die mässige Belastung des Rheins bei Basel mit diesem Nährstoff.

#### ortho-Phosphat (Datenbasis: 365; 24-Stunden- Mischproben)

Ebenso kann die Belastung des Rheins bei Basel mit ortho-Phosphat mit einem Mittelwert von 0.02 mg Phosphor pro Liter (0.004 bis 0.051 mg P/L) als gering bezeichnet werden.

### **3. Neutralsalze**

#### Chlorid (Datenbasis: 365; 24-Stunden-Mischproben)

Im Vergleich zu Messstationen rheinabwärts fiel die mittlere Chloridkonzentration im Rhein bei Basel mit 11.0 mg/L niedrig aus. Die Konzentrationen lagen zwischen 5.6 und 18.1 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: 53 Wochen-Mischproben)

In allen Proben lag der Gehalt an Hg unter der Bestimmungsgrenze von 0.01 µg/L. Der Gehalt an Cd lag meistens unter der Bestimmungsgrenze ( Cd: <0.02 µg/L). Somit ist die Angabe einer mittleren Konzentration für Cd nicht sinnvoll (Maximalwert: 0.06 µg/L). Die Gehalte an Cr und Pb lagen zeitweise unter den Bestimmungsgrenzen (Pb < 0.1, Cr < 0.2 µg/L; Jahresmittelwert Pb: 0.19, Cr: 0.38 µg/L). Eine dauernde Grundlast war festzustellen bei Zn (Jahresmittelwert: 5.2 µg/L), Cu (Jahresmittelwert: 5.3 µg/L), Ni (Jahresmittelwert: 1.1 µg/L). Insgesamt handelt es sich um niedrige Metallkonzentrationen im Rheinwasser bei Basel.

## 5. Organische Einzelstoffe

### 5.1 Pestizide

#### 5.1.1 Täglich gemessene Pestizide (Datenbasis: 365; 24-Stunden-Mischmuster)

Es wird auf ca. 70 der meist bekannten N/P-Pestizide geprüft. Davon traten 23 Wirkstoffe bzw. Metaboliten in einer Häufigkeit von 1 bis 352 mal in quantifizierbaren, jedoch geringen Mengen auf:

Das Herbizid Atrazin war 350 mal, Terbutylazin und Simazin je ca. 250 mal; Metolachlor und Diazinon je ca. 150 mal im Spurenbereich bestimmbar. Der Insektenrepellent DEET konnte 352 mal quantifiziert werden. Auch war Desethyl-Atrazin häufig im Rheinwasser enthalten.

Die Konzentrationen der Pestizide lagen zwischen 0.01 bis 0.15 µg/L und sind als gering einzustufen.

#### 5.1.2 14-Täglich gemessene Pestizide (Datenbasis: 24 Proben als 24-Stunden-Mischprobe 2 x monatlich)

Von den untersuchten 14 Phenylharnstoff-Herbiziden konnten insgesamt 6 vereinzelt nachgewiesen werden. Die Konzentrationen lagen zwischen 0.04 bis 0.07 µg/L.

Auf 8 Substanzen der sauren Phenoxyalkankarbonsäure-Herbizide wird das Rheinwasser untersucht. Einzig MCPA (0.06 µg/L) und Mecoprop (0.05 µg/L) konnten je einmal quantifiziert werden.

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

Die untersuchten Nitrophenol-Herbizide/Insektizide Dinoseb, Dinoterb, DNOC sowie 2,4-Dinitrophenol konnten im Rheinwasser nie nachgewiesen werden (<0.05 µg/L).

Von den 17 untersuchten Phenolen wurden nur Pentachlorphenol mit 0.05 µg/L und Phenol selbst mit 0.13 µg/L je 1 mal im Rhein quantifiziert.

#### 5.2 Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW oder CKW) (Datenbasis: 257; 24-Stunden-Mischproben bzw. 3-Tage-Mischproben)

Die tägliche Analyse auf chlorierte Lösungsmittel wies eine dauernde, jedoch geringe Belastung des Rheins mit Trichlormethan, Dichlormethan, Tetrachlorethen und Trichlorethen auf. Zeitweilig wurden auch Spuren von Tetrachlormethan, Tribrommethan, 1,1,1-Trichlorethan, Trans-1,2-Dichlorethen u.a. festgestellt.

Insgesamt können die ermittelten Konzentrationen von LHKW als niedrig bezeichnet werden. Der Summen-Mittelwert betrug 0.33 µg gesamt-LHKW pro Liter.

#### 5.3 Leichtflüchtige nichthalogenierte Kohlenwasserstoffe (BTX-Aromaten) (Datenbasis: 257; 24-Stunden-Mischproben bzw. 3-Tage-Mischproben)

Alle Einzelstoffe lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0.5 µg/L.

#### 5.4. Schwerflüchtige organische Verbindungen (Datenbasis: 26 Proben als 24-Stunden-Mischprobe 2 x monatlich)

Alle Verbindungen dieser Stoffklasse lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0.01 µg/L .

## 6. C18 Screening (Datenbasis: 365; 24-Stunden-Mischproben)

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

Folgende Einzelstoffe konnten 1997 anhand von Referenzsubstanzen mit GC/MS identifiziert werden:

Stigmasterin (engl.: Stigmasterol, 3 Befunde über 0.5 µg/L)

γ-Sitosterin (engl.: γ-Sitosterol, 10 Befunde über 0.5 µg/L)

4,4'-Thio-bis(2-tert.butyl-5-Methylphenol) (10 Befunde über 0.5 µg/L)

Fucosterin (engl.: Fucosterol, 9 Befunde über 0.5 µg/L)

Cholesterin (engl.: Cholesterol, 1 Befund über 0.5 µg/L)

2,4,7,9-Tetramethyl-5-decin-4,7-diol (Surfynol E 102, 10 Befunde über 0.5 µg/L)

4,6-Di(tert.butyl)-4-methylphenol (BHT, 11 Befunde über 0.5 µg/L)

N-(1-Phenylethyl)-acetamid (1 Befund über 0.5 µg/L)

1,5-Bis(T-Butyl),3,3-Dimethylbicyclo-[3,1,0]-Hexan-2-on (1 Befund über 0.5µg/L)

Isopropylmethylbenzoat (1 Befund über 0.5 µg/L)

Isopropylpalmitat ( 8 Befunde über 0.5 µg/L)

1-Methyl-2-pyrrolidinon (m-Pyrrol, 2 Befunde über 0.5 µg/L)

Dibutylphthalat (1 Befund über 0.5 µg/L)

Diisooctylphthalat ( 15 Befunde über 0.5 µg/L)

Die nicht identifizierten Signale entsprechen keinen derzeit bekannten umweltgefährdenden Stoffen.

## II. Schwebstoffphase

*Erläuterungen zu den aufgeführten Messparametern befinden 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. Ein Teil des Schwebstoffs wird gefriergetrocknet und gemahlen, ein anderer Teil wird direkt als nasse Probe untersucht. Angegebene Gehalte beziehen sich immer auf die Trockensubstanz.

### **1. Allgemeine Zusammensetzung und Summenparameter (Datenbasis: 24 Untersuchungen)**

Der Rhein bei Basel enthielt 1997 im Mittel 5.8 mg Schwebstoffe pro Liter Wasser, was zwischen den Vorjahreswerten liegt (1994: 5.6 mg/L; 1995: 13.3 mg/L; 1996: 8.3 mg/L). Der Schwebstoffgehalt ist abflussabhängig bzw. wetterabhängig.

Phosphor und Stickstoff waren in relativ hoher Konzentration in Schwebstoffen enthalten: im Jahresmittel 2.3 g Phosphor und 8.5 g Stickstoff pro kg Schwebstoff. Der TOC betrug bei Basel durchschnittlich 6.7 % der Schwebstoffmasse. Der mittlere Gehalt an Gesamtkohlenwasserstoffen lag bei 517 mg/kg.

### **2. Metalle (Datenbasis: 24 Untersuchungen, 11 Einzelstoffe)**

Die Zielvorgaben 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 Zielvorgabe, die für Kupfer (Cu) darüber.

<b>Resultate 1997</b>				
<b>Metalle in Schwebstoffen</b>				
Metall	Einheit	mittlere Konzentration	Median	Zielvorgabe der IKSR
Eisen	g/kg	23	23	
Mangan	g/kg	0.9	0.9	
Zink	mg/kg	208	190	200
Chrom	mg/kg	45	43	100
Kupfer	mg/kg	61	55	50
Blei	mg/kg	43	39	100
Nickel	mg/kg	43	44	50
Cobalt	mg/kg	11	11	
Arsen	mg/kg	11	11	40
Cadmium	mg/kg	0.5	0.5	1.0
Quecksilber	mg/kg	0.3	0.3	0.5

### **3. Organochlor-Pestizide** (Datenbasis: 24 Untersuchungen, 24 Einzelstoffe)

Dominierend war Hexachlorbenzol (HCB). Bei 23 Positivbefunden ergab sich ein Mittelwert von 10.5 µg/kg, der Maximalwert erreichte 103 µg/kg.

Aus der Gruppe der Hexachlorcyclohexane ( $\gamma$ -HCH,  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH und  $\epsilon$ -HCH) war gegenüber den Vorjahren nur noch das  $\alpha$ -HCH und  $\beta$ -HCH quantifizierbar (Mittelwert 3 µg/kg bei 13 Positivbefunden).

Das Insektizid DDT und seine Metaboliten DDD und DDE waren 1997 trotz langjährigem Verbot mit 1 - 3 µg/kg im Mittel im Schwebstoff enthalten. Dominant waren p,p'-DDE und p,p'-DDT mit je 23 Positivbefunden.

### **4. Polychlorierte Biphenyle (PCB)** (Datenbasis: 24 Untersuchungen, 10 Einzelverbindungen)

Von den 10 ausgewählten Einzelverbindungen waren 5 immer quantifizierbar (PCP-101, PCB-118, PCP-138, PCP-153, PCB-180). Die mittleren Konzentrationen betragen 1997 zwischen 1 und 13 µg/kg je nach Verbindung. Weiter war PCB-52 20 mal (Mittelwert 2.0 µg/kg) und PCB-170 12 mal (Mittelwert 1.5 µg/kg) bestimmbar.

### **5. Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)** (Datenbasis: 24 Untersuchungen, 17 Einzelstoffe)

Von den untersuchten Vertreter der PAK waren 15 in Konzentrationen zwischen 0.1 und 0.5 mg/kg im Mittel enthalten, wobei Anthracen, Fluoren, Benzo(E)pyren und Indeno(1,2,3,CD)pyren seltener nachgewiesen wurden.

### **6. Schwerflüchtige chlorierte Verbindungen** (Datenbasis: 24 Untersuchungen, 14 Einzelstoffe)

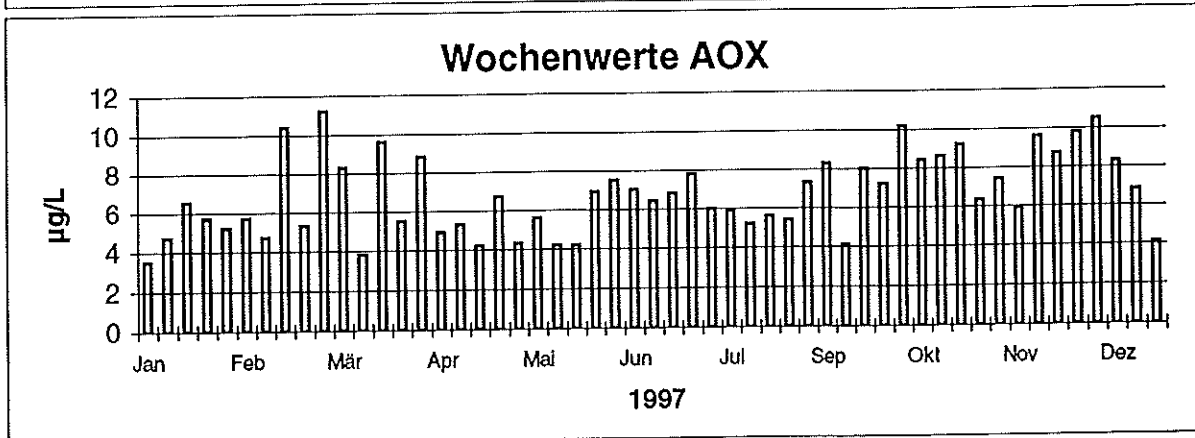
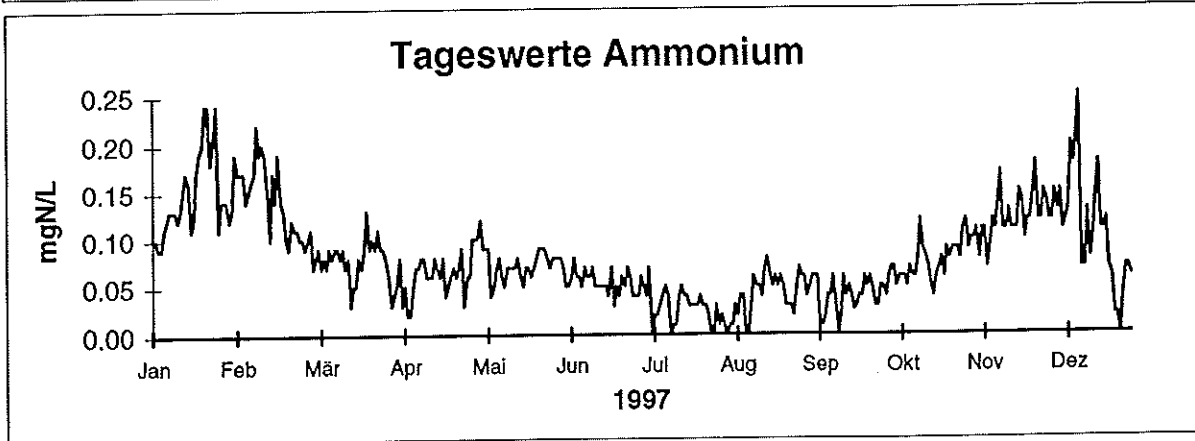
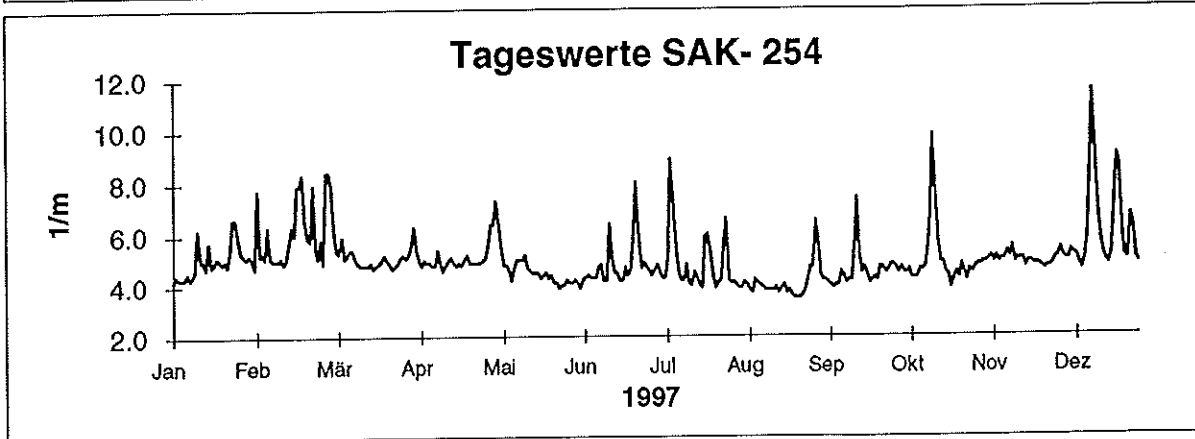
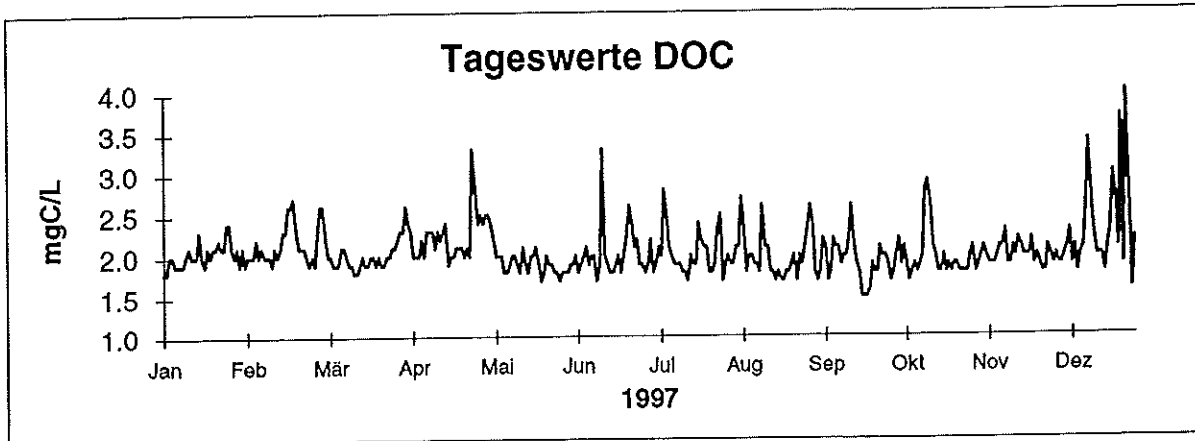
Von den Trichlorbenzolen war das 1,2,4-Trichlorbenzol am häufigsten in den Schwebstoffen enthalten (im Mittel zu 2.2 µg/kg bei 13 Positivbefunden). Das Pentachlorbenzol konnte in 21 Proben nachgewiesen werden (Mittelwert: 2.4 µg/kg). Weitere vereinzelt Positivbefunde ergaben sich für Pentachloranisol und 1,2,4,5-Tetrachlorbenzol.

### **7. Zinnorganische Verbindungen** (Datenbasis: 24 Untersuchungen, 8 Verbindungen)

Bei allen Untersuchungen konnte Tributylzinn (Mittelwert: 7.2 µg Sn/kg) quantifiziert werden. Häufig traten auf: Dioctylzinn (11 mal) mit 1.3 µg Sn/kg im Mittel und Triphenylzinn (18 mal) mit 2.3 µg Sn/kg im Mittel. Die Konzentrationen schwankten im Bereich von 0.5 bis 110 µg Sn/kg.

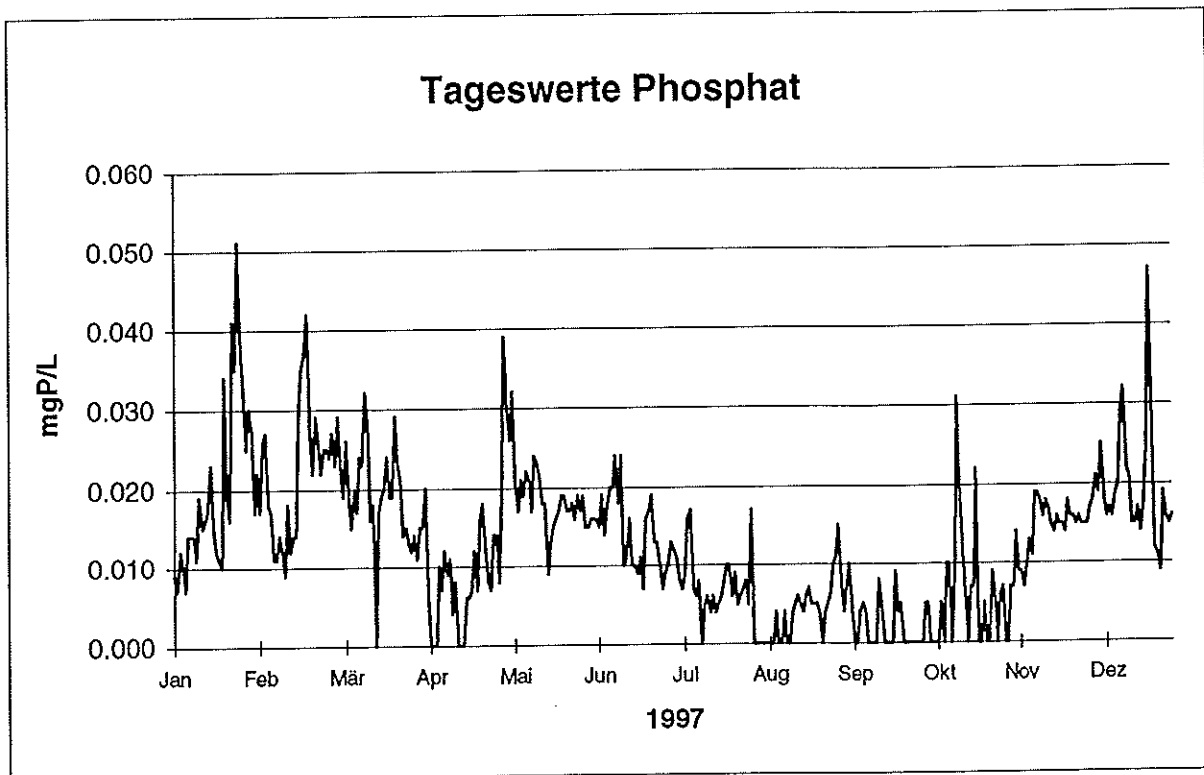
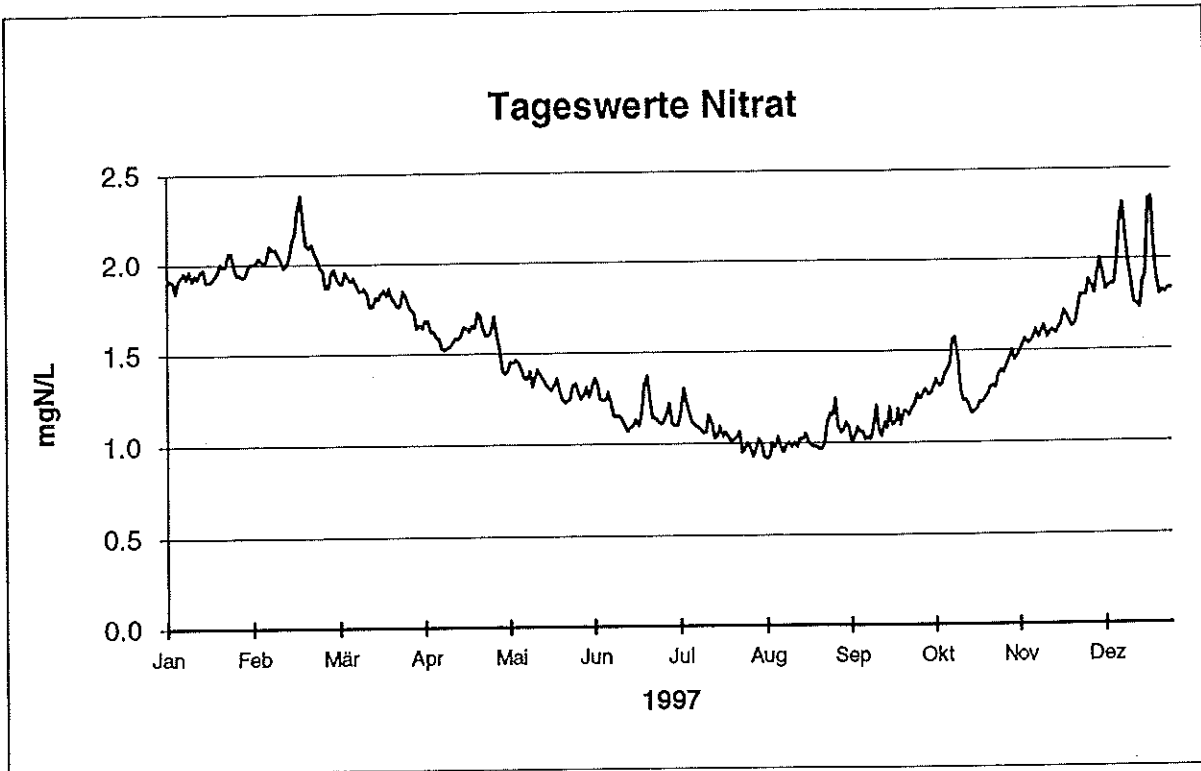
# I. Wasserphase

## I. 1 Abwasserinhaltsstoffe

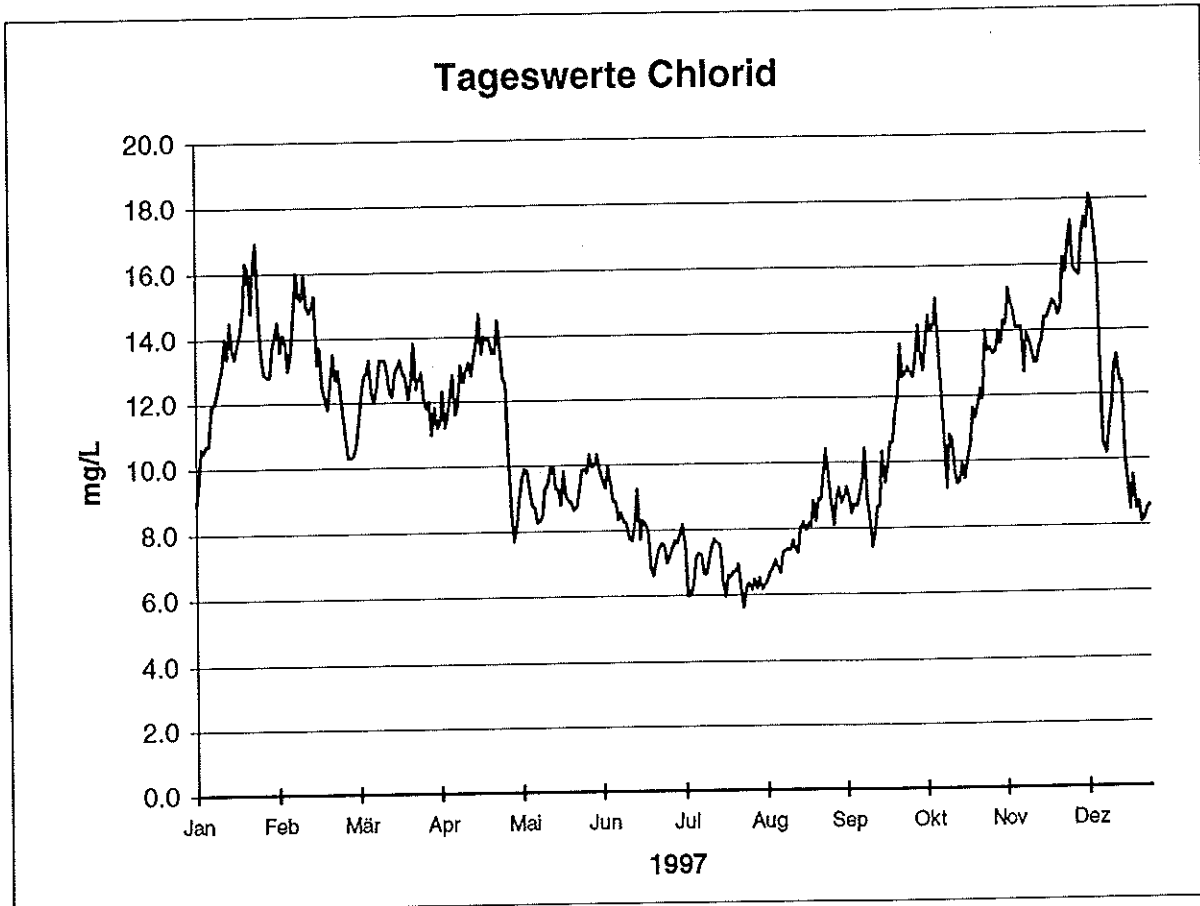




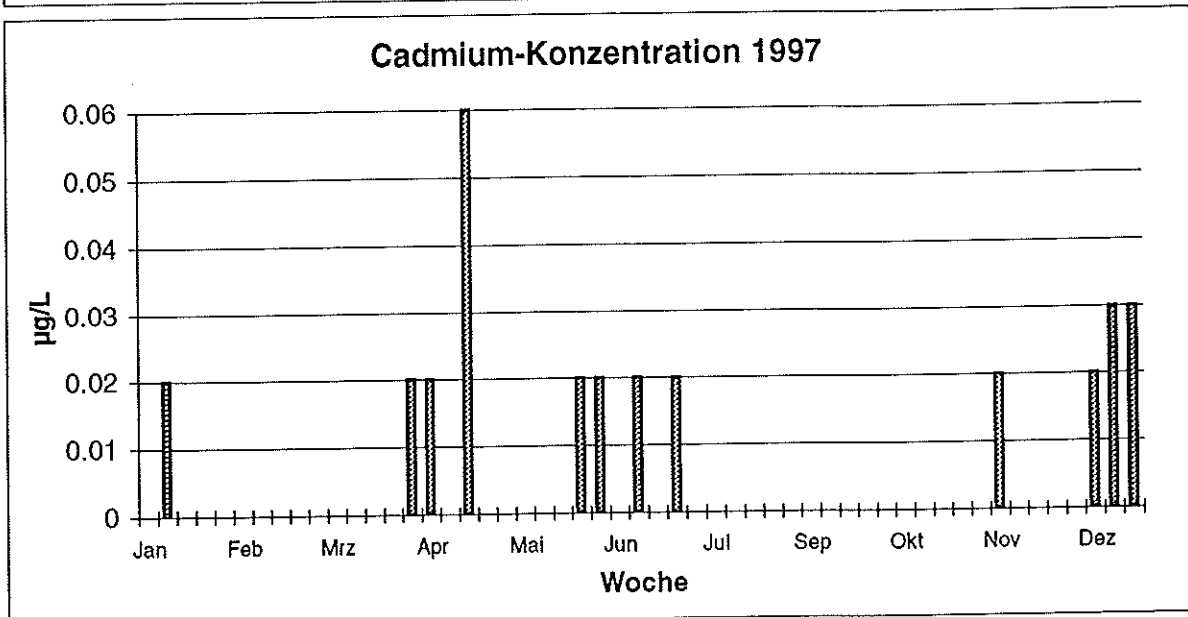
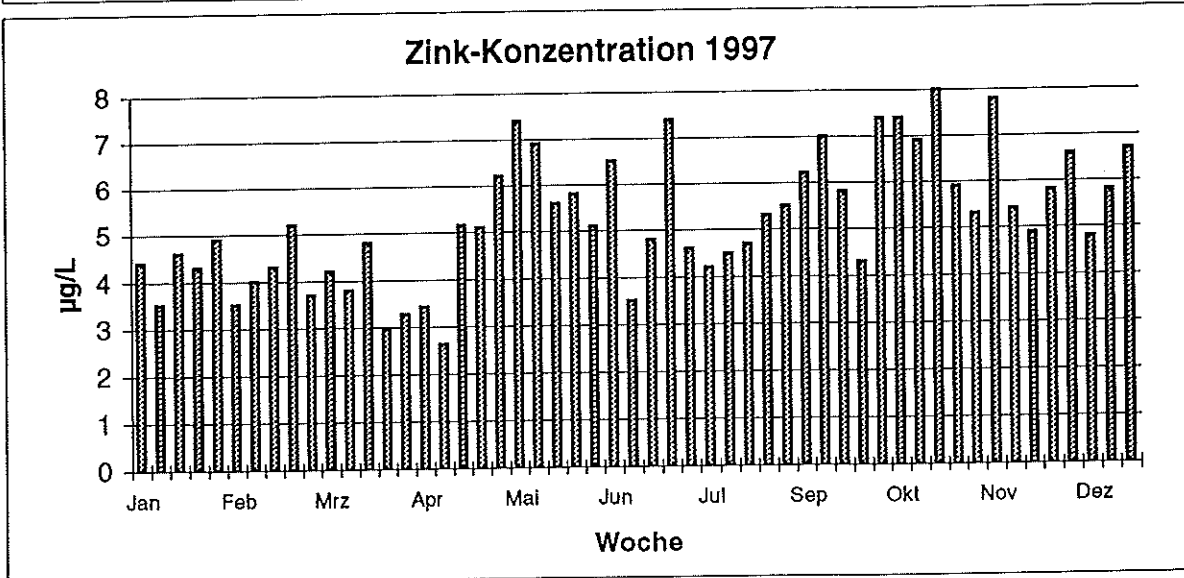
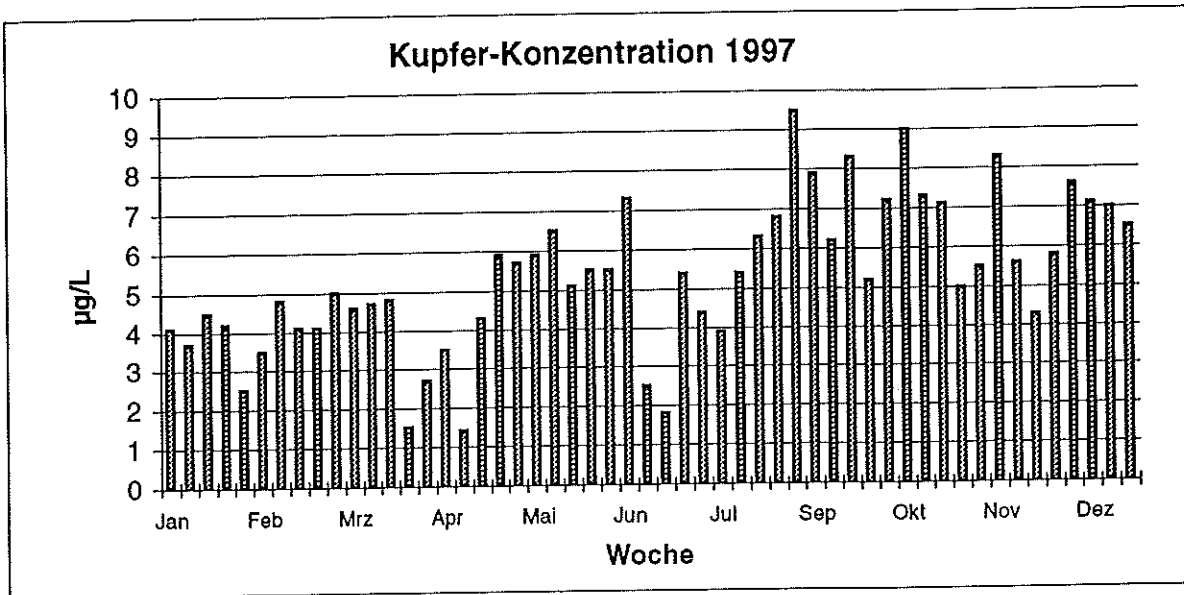
### I. 2 Pflanzennährstoffe



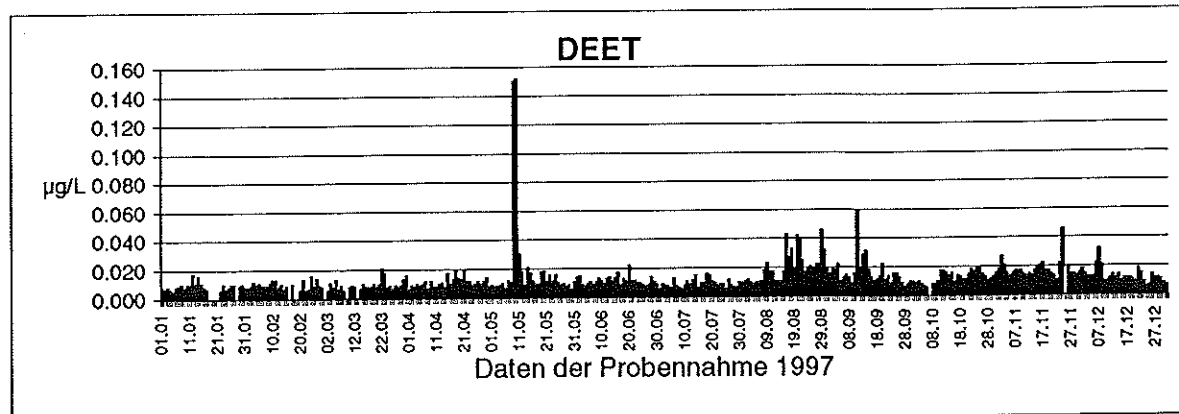
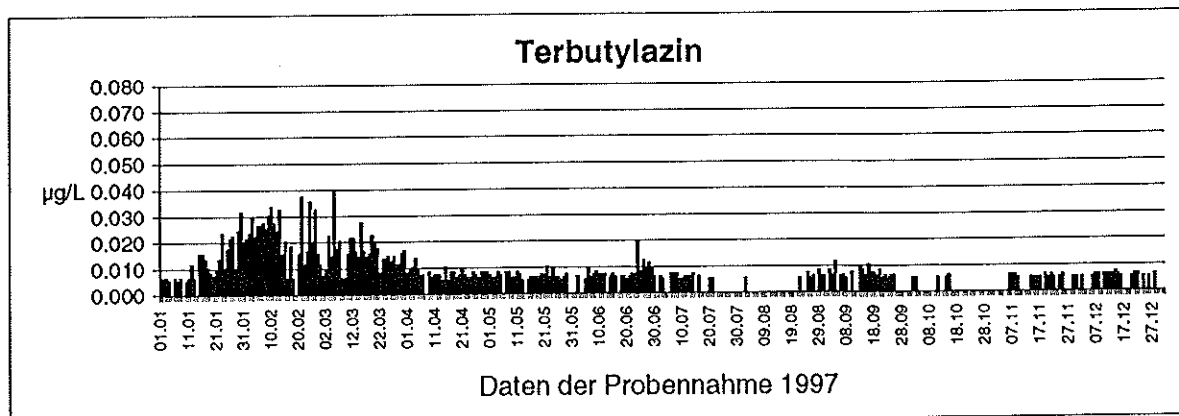
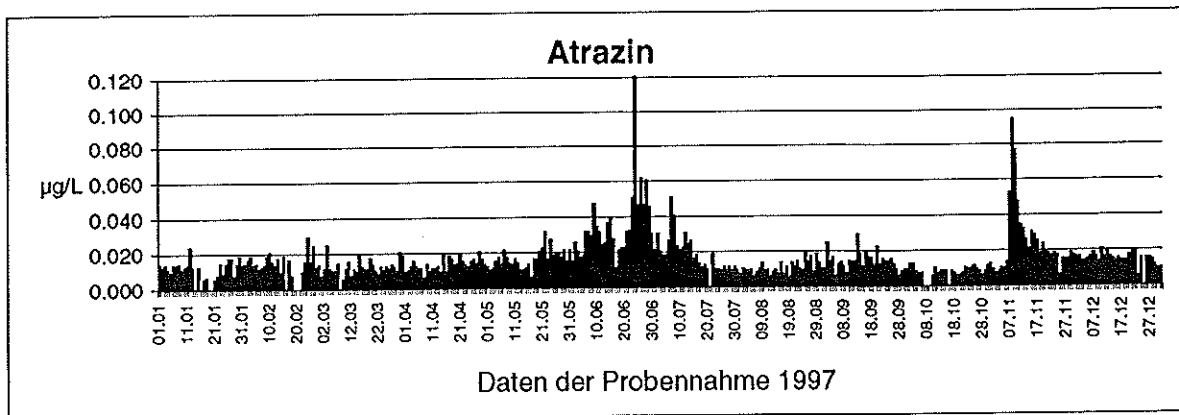
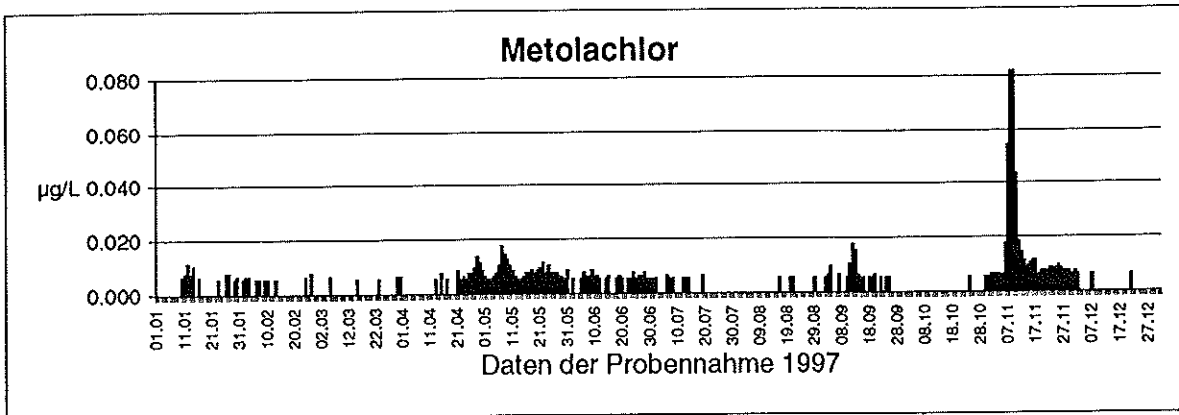
**I. 3 Neutralsalze**





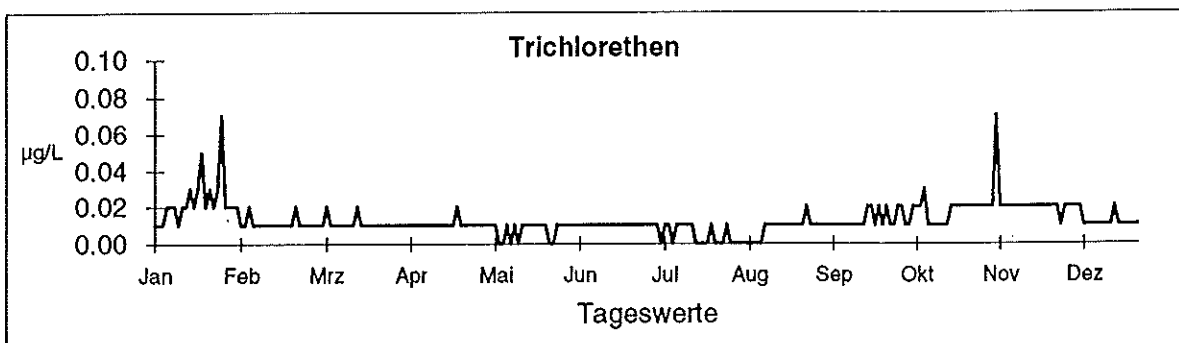
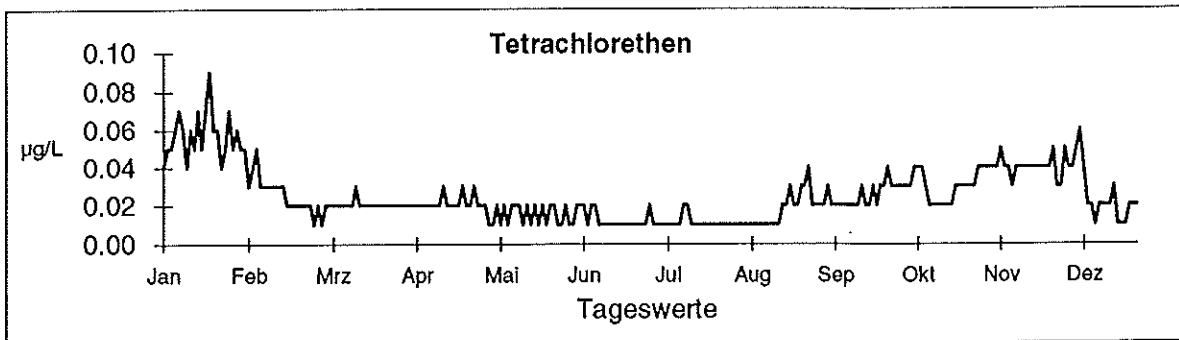
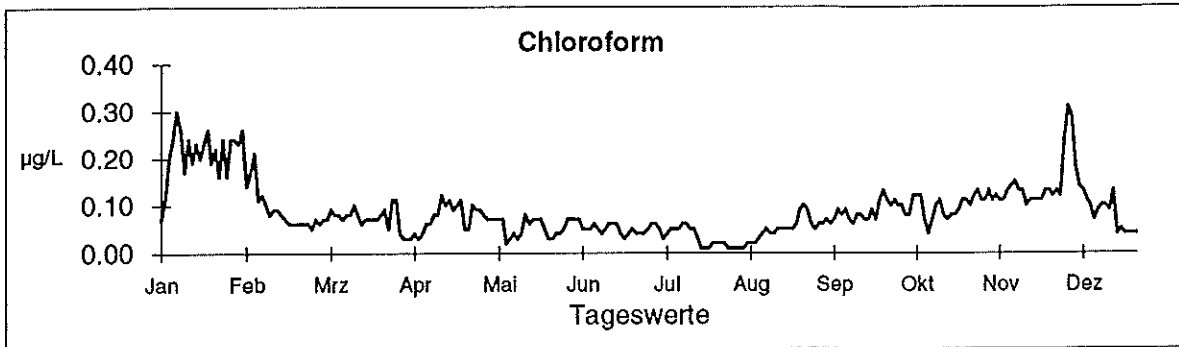
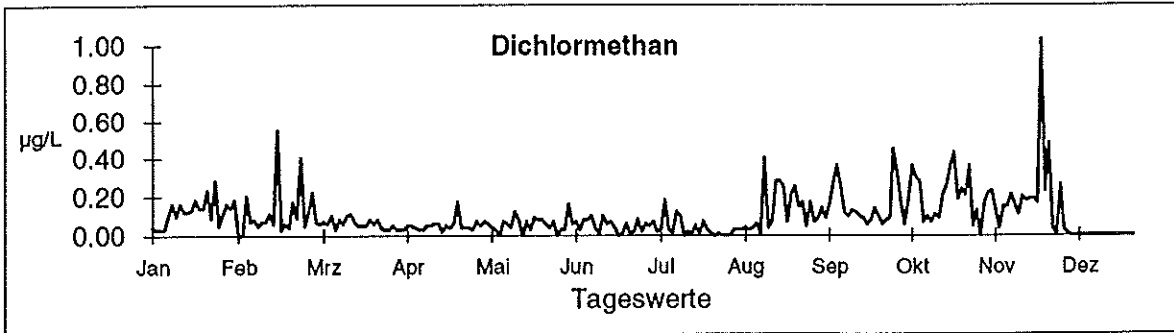


## I. 5 Organische Einzelstoffe Pestizide

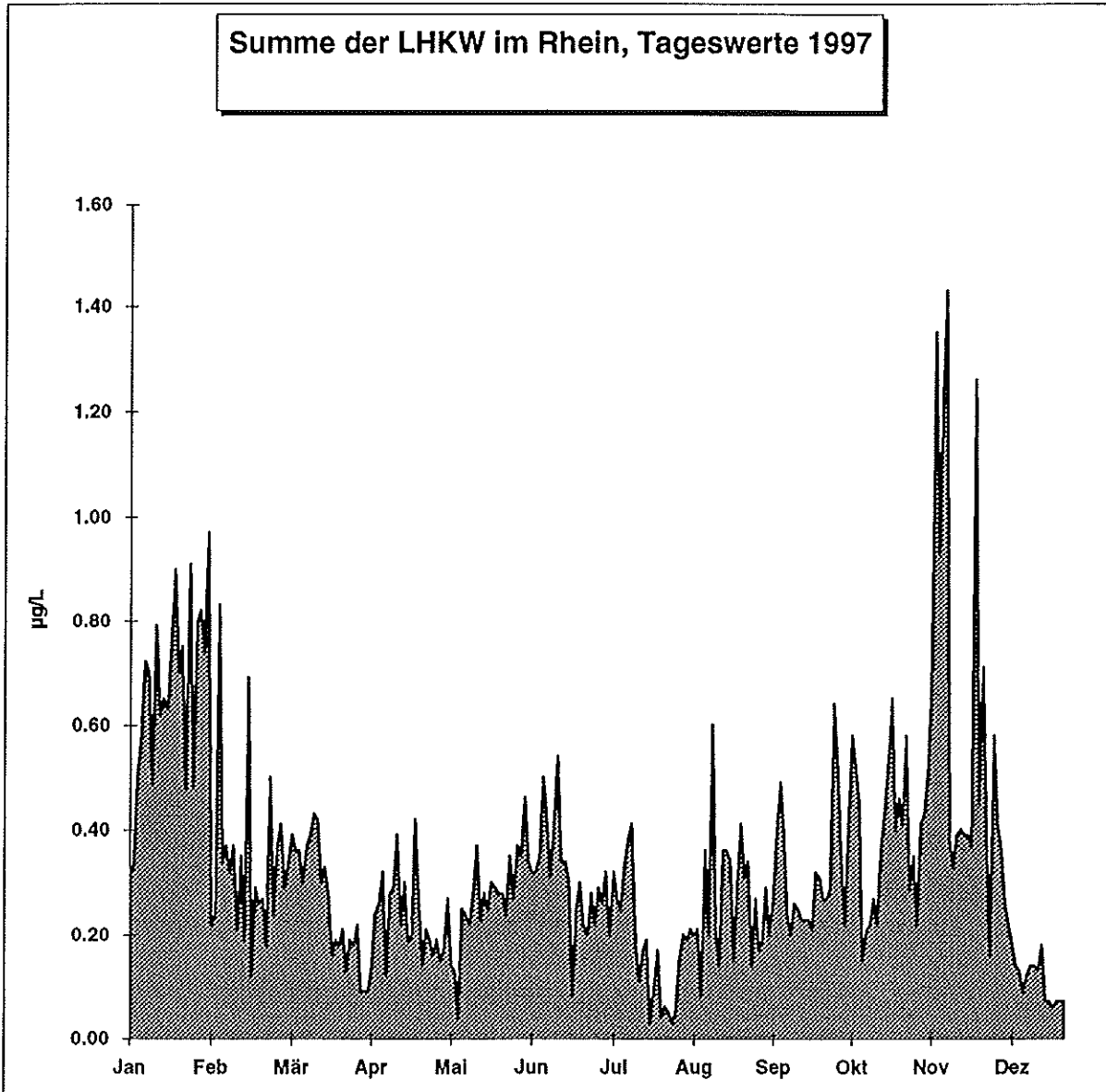


Wert = 0 gesetzt für Wert < Bestimmungsgrenze (BG)  
BG = 0.005 µg/L

**LHKW**

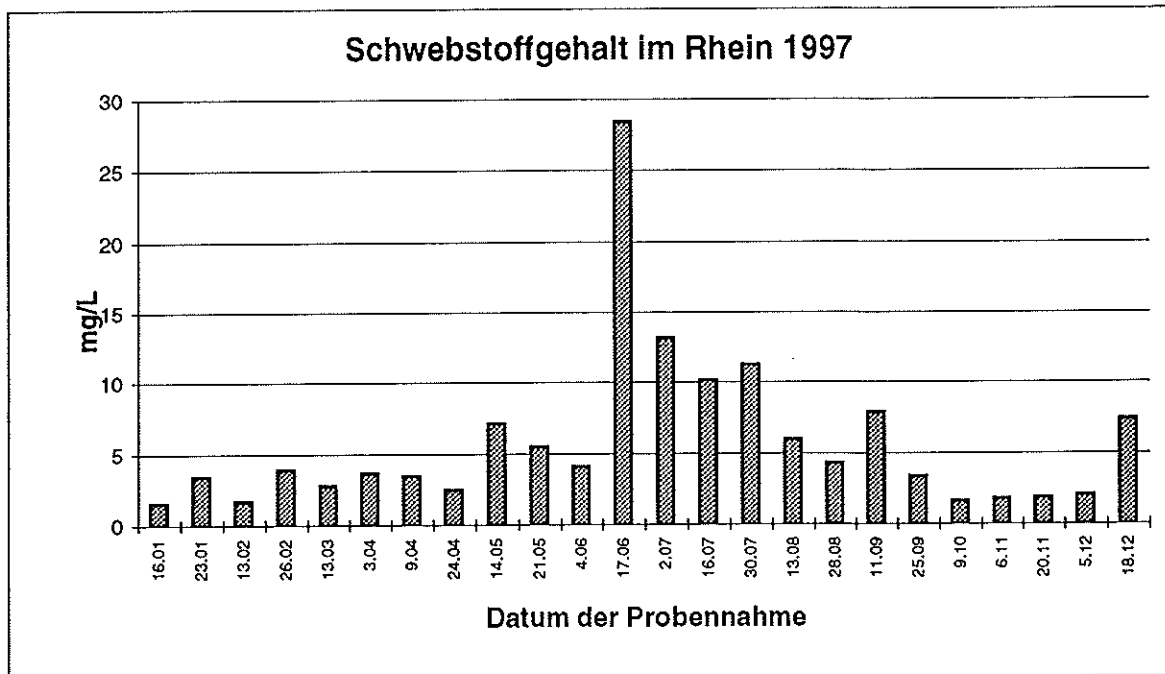
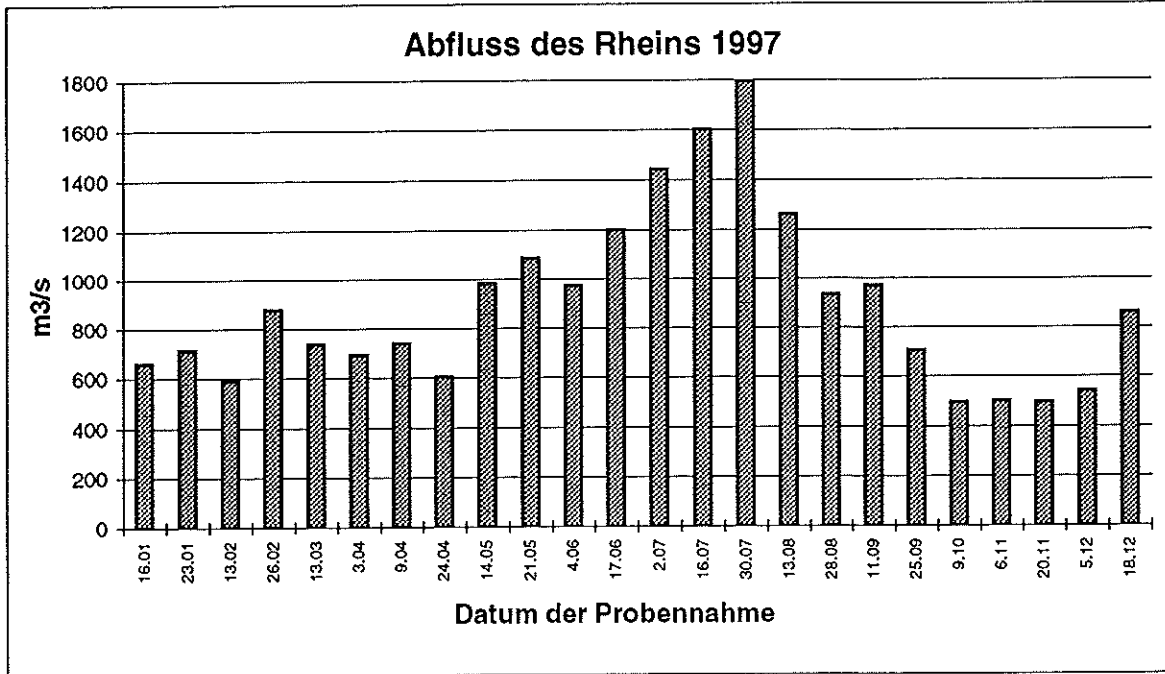


Grafik "1,1-Dichlorethen/Freon 113" entfällt wegen zuwenig Positivbefunde

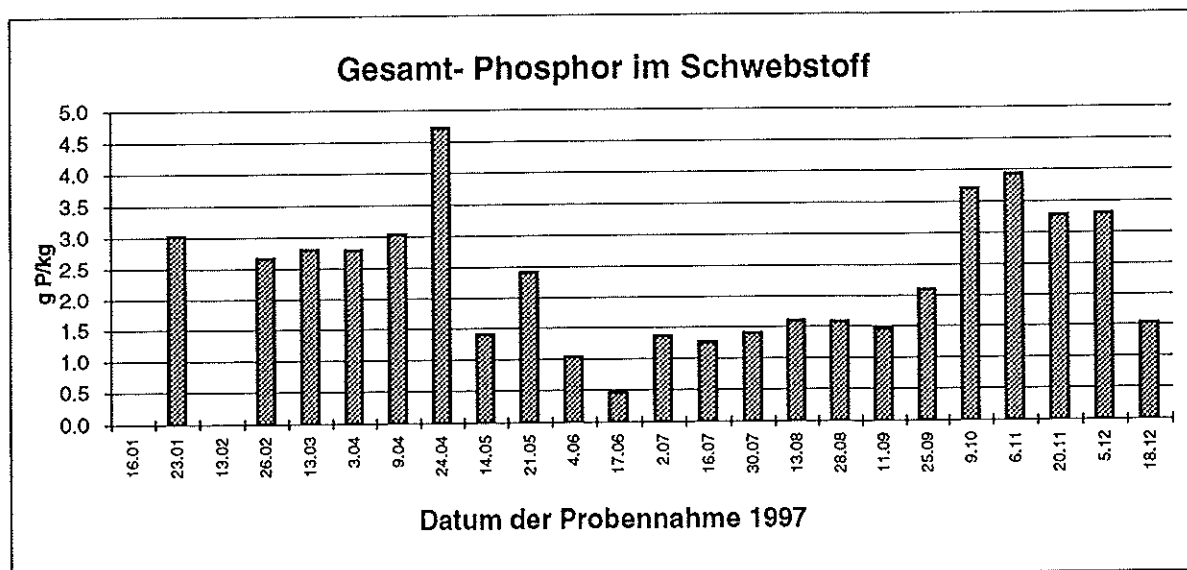
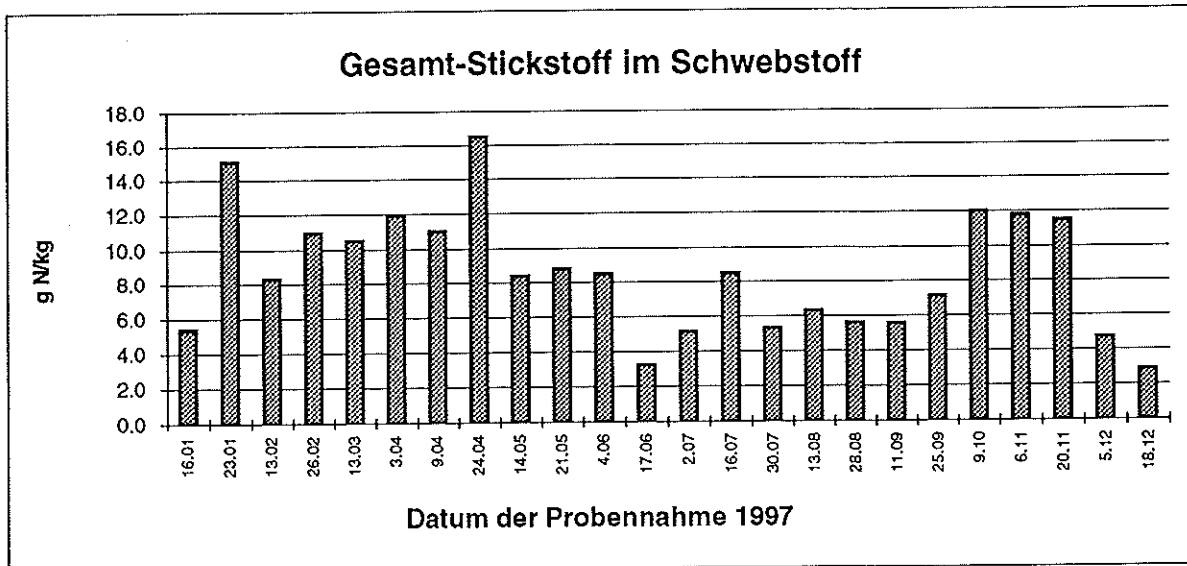
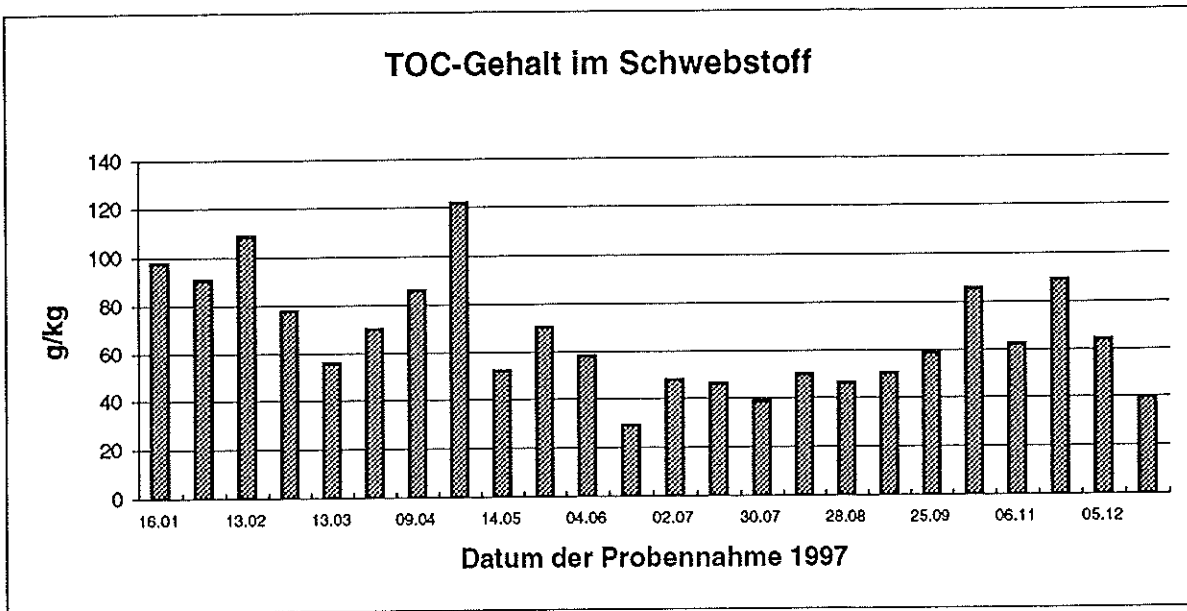


## II. Schwebstoffphase

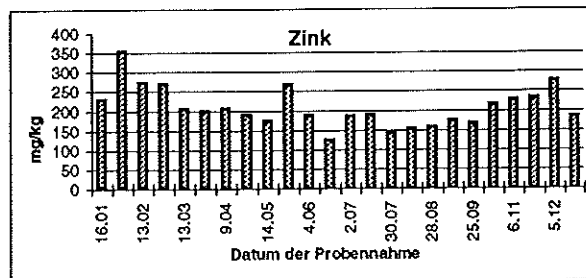
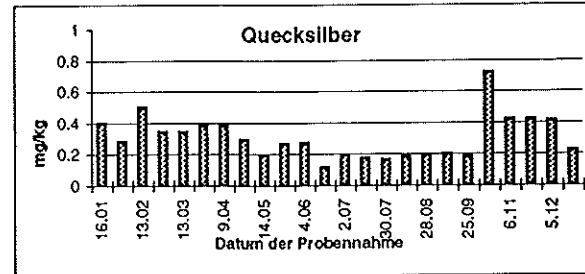
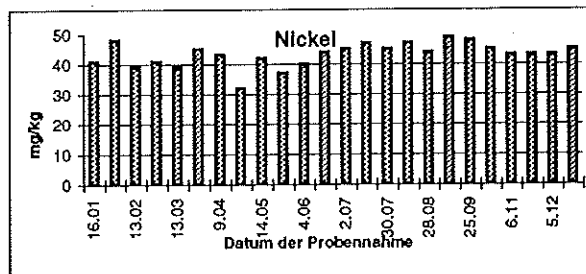
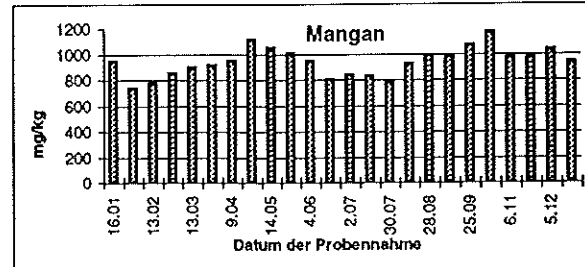
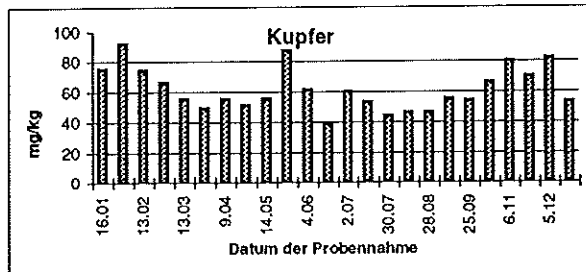
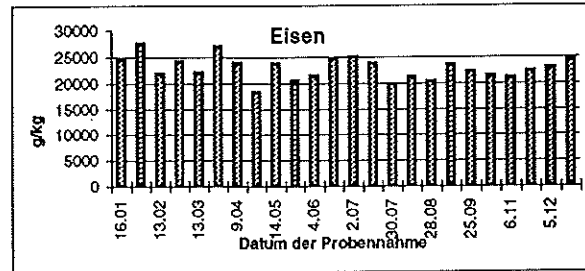
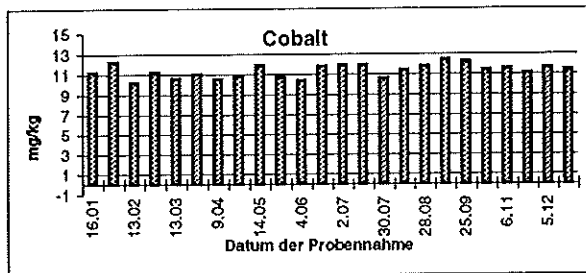
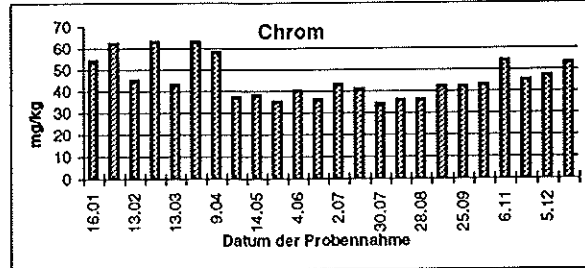
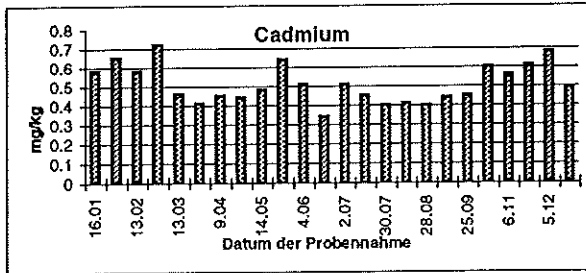
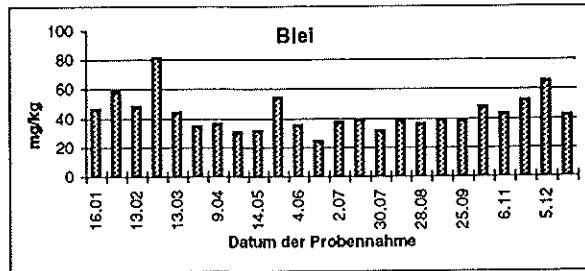
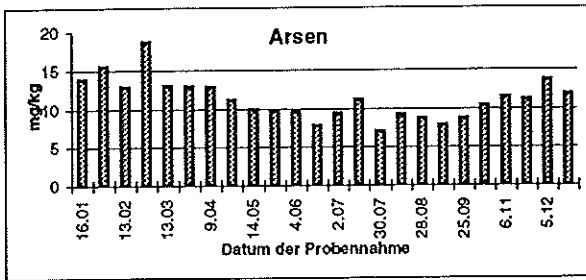
### II. 1 Allgemeine Zusammensetzung und Summenparameter



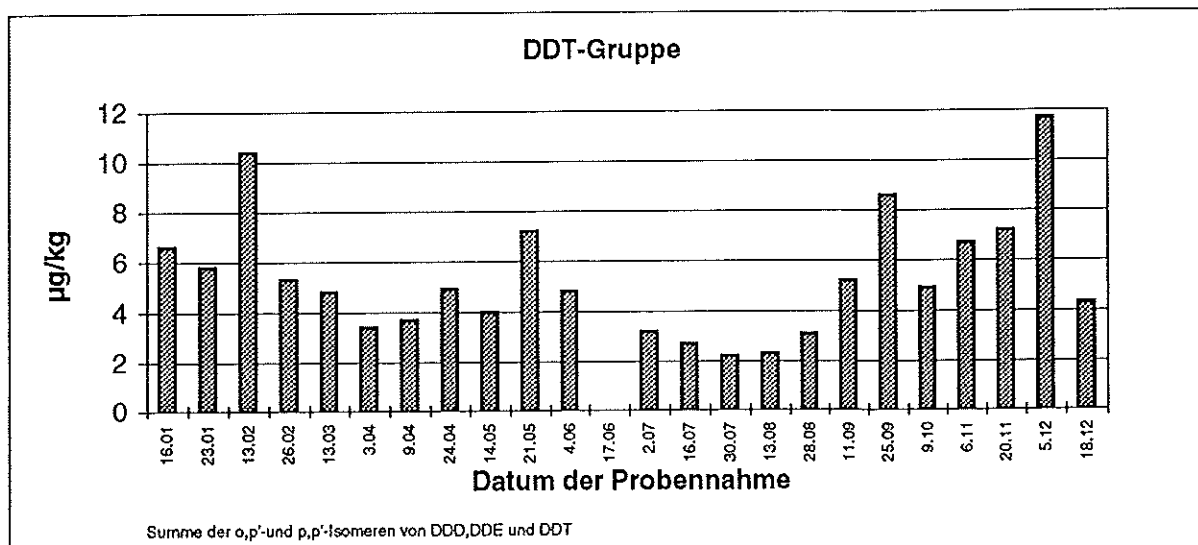
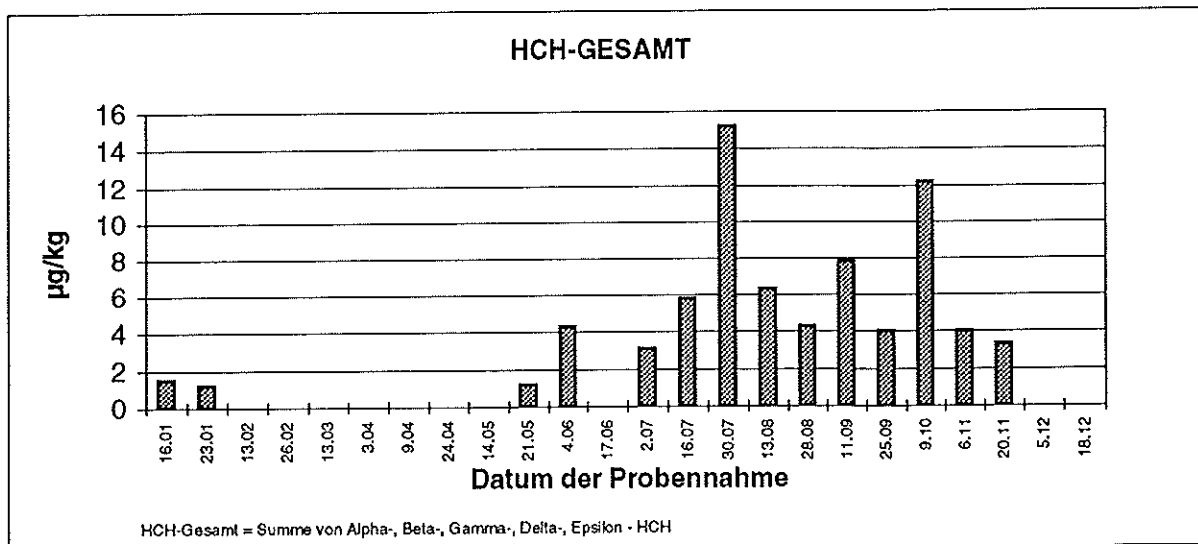
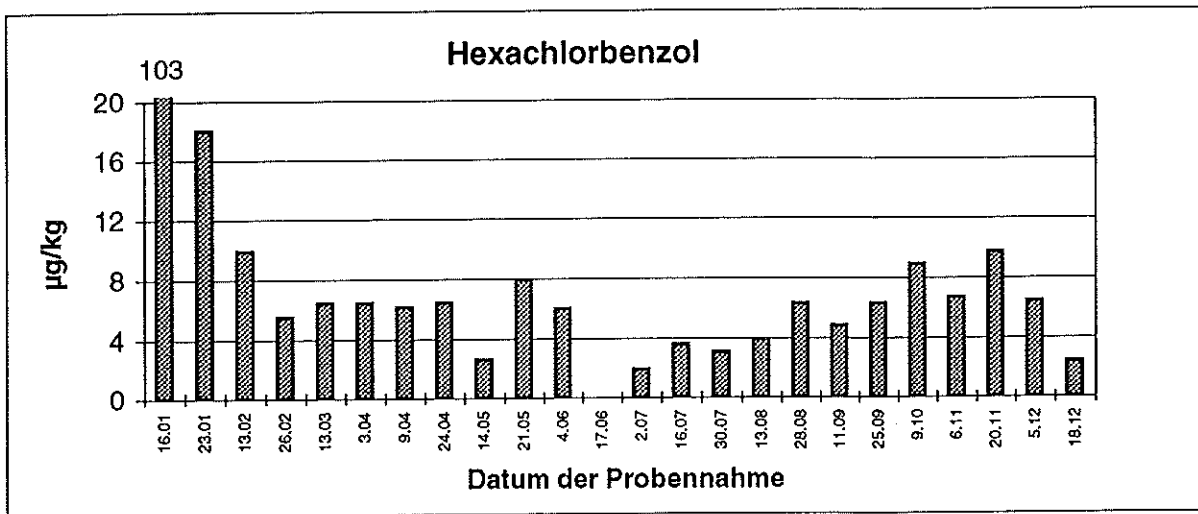




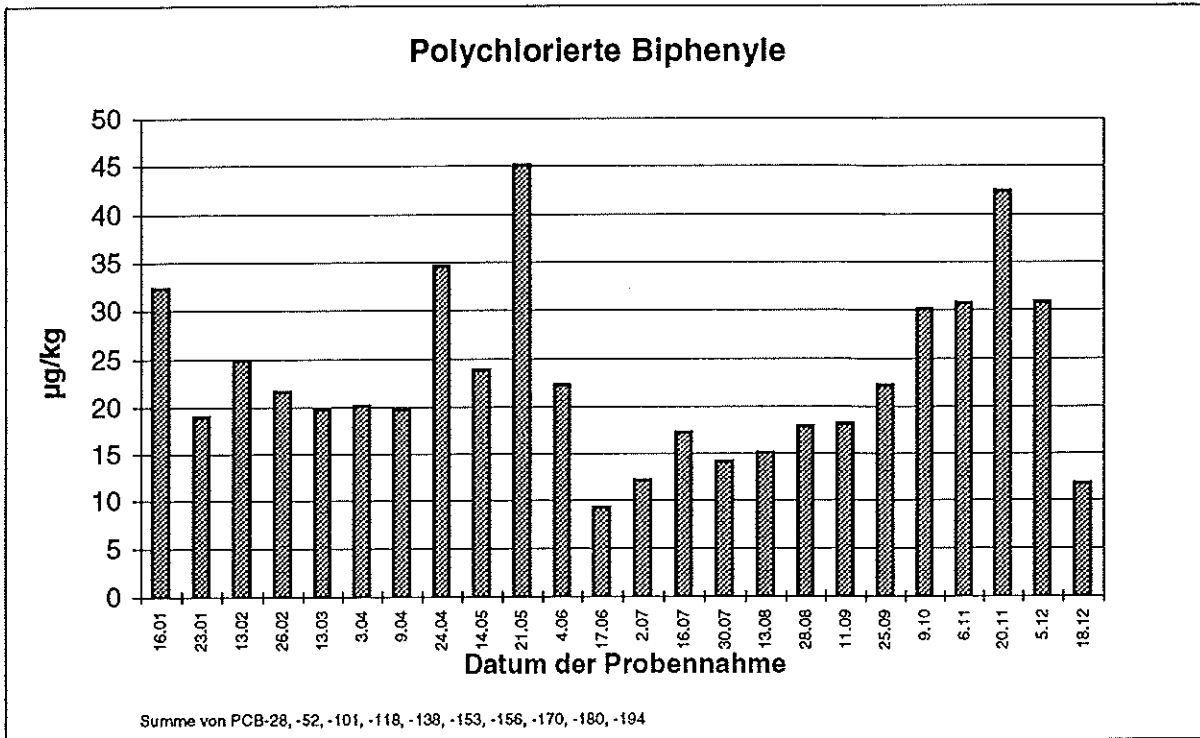
**II. 2 Metalle**



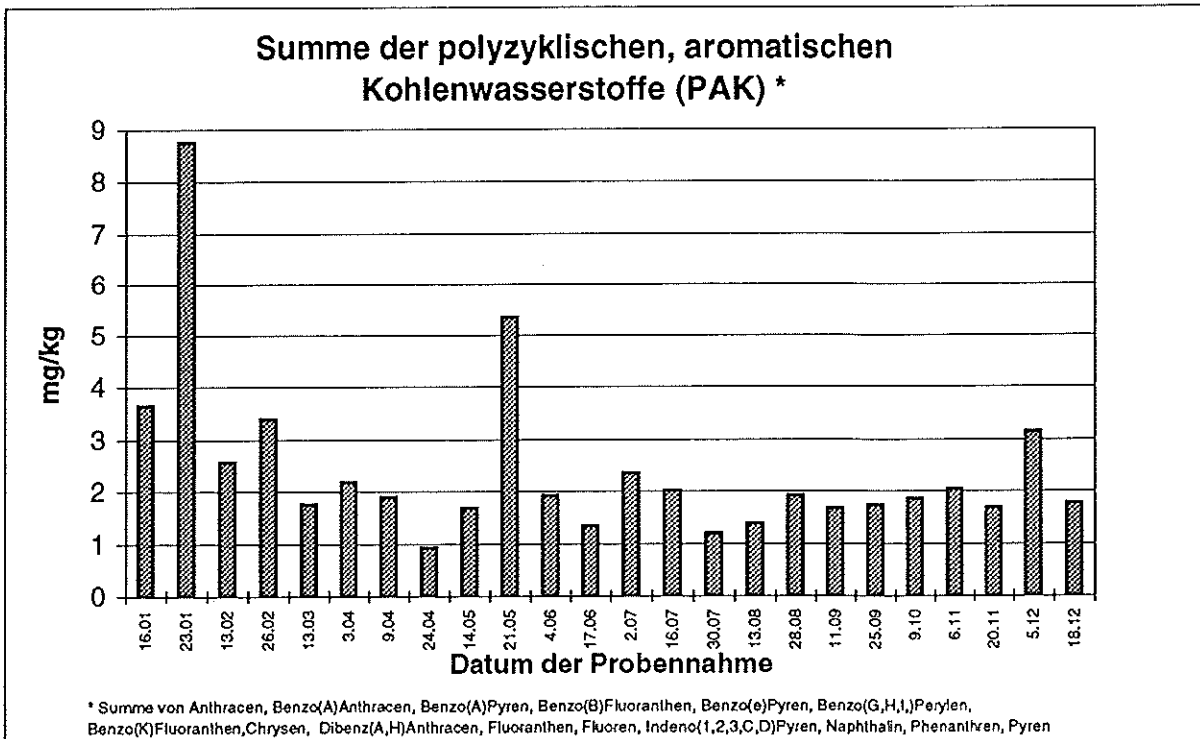
### II. 3 Organochlor-Pestizide



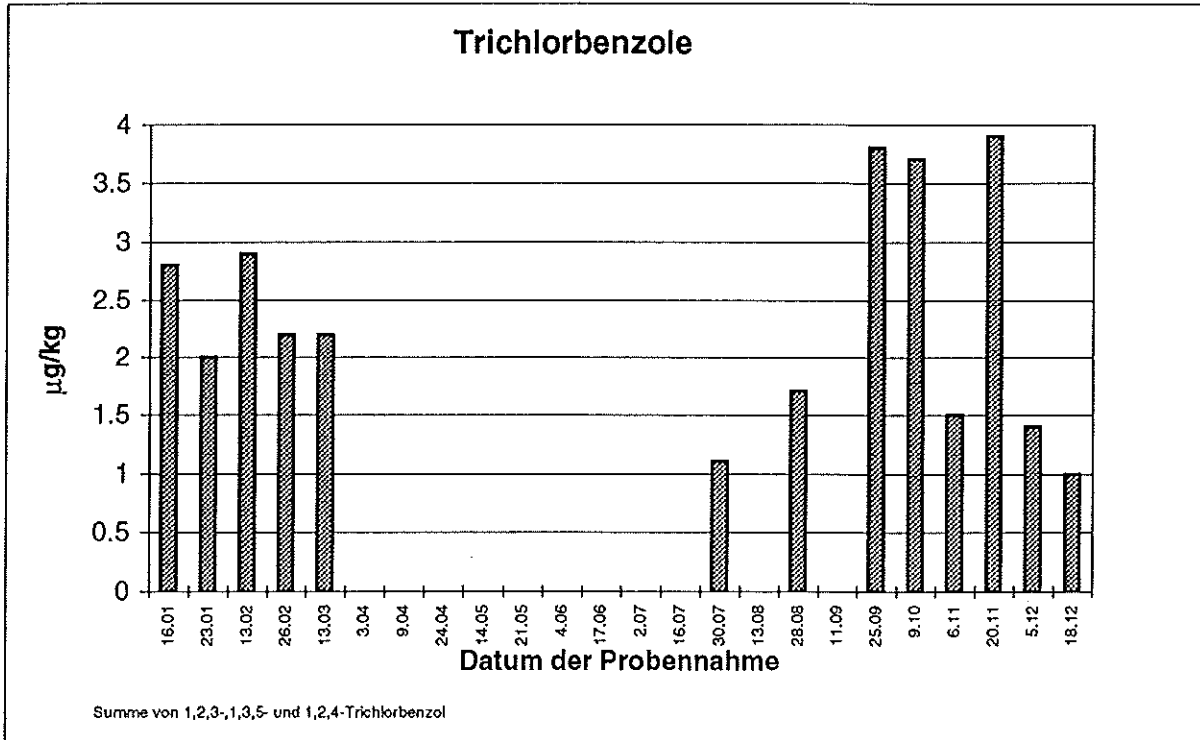
**II. 4 Polychlorierte Biphenyle**



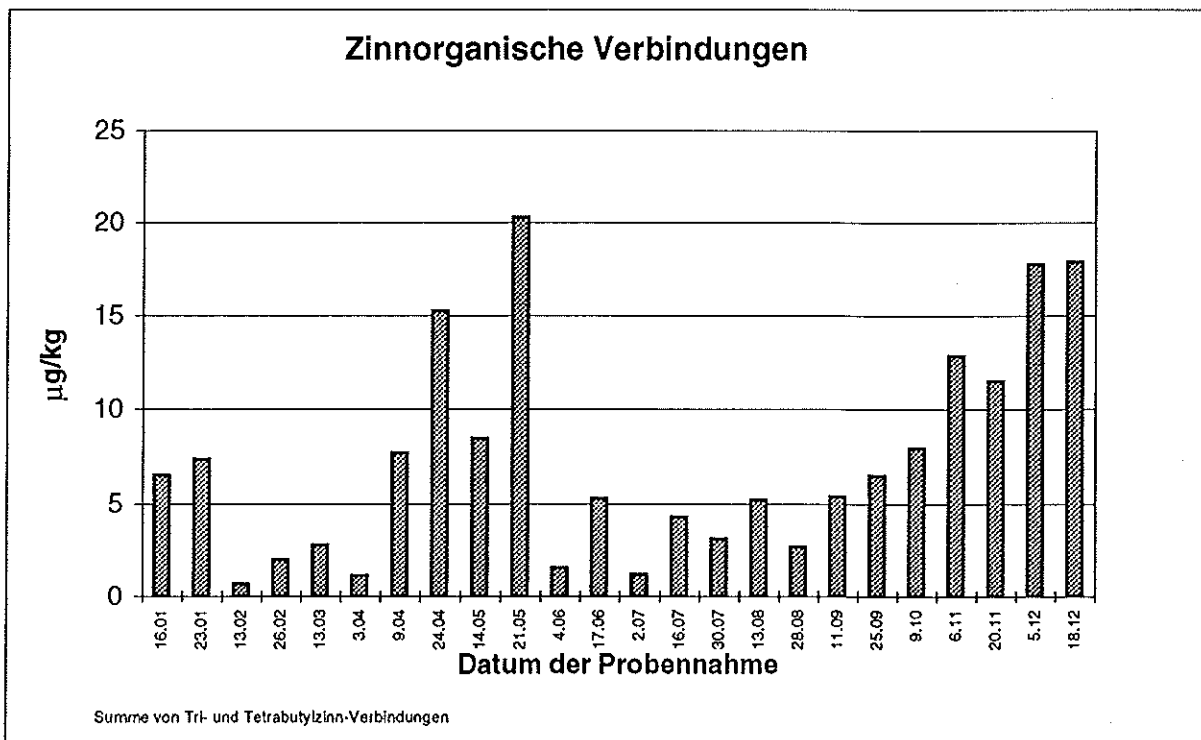
**II. 5 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)**



**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 schwer abbaubare 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 Ammoniums sind Dünger aus der Landwirtschaft, häusliche Abwässer und Exkremente von Tier und Mensch. Ammoniak wird wegen seines 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

Erhöhte Nitratgehalte lassen meist auf die Einleitung von kommunalen Abwässern sowie insbesondere auf Abschwemmungen und Auswaschung von landwirtschaftlich genutzten Flächen schliessen.

##### 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 als stark ökotoxisch einzustufen (Hg, Cd, Pb, Cr). Andere sind nur in grösseren Mengen oder nur für bestimmte Organismengruppen ökotoxisch relevant (Zn, Ni, Cu). Wegen der Vorschriften für Import, Verwendung und Entsorgung von Hg und Cd sind diese beiden Schwermetalle heute kaum mehr problematisch. Das gilt wegen der rückläufigen Verwendung verbleiten Benzins und wegen des nur noch geringen Verbrauchs an Steinkohle auch für Pb. Kupfer und Zink gelangen aus der Dachentwässerung und aus der Verwendung entsprechender Rohre bei der Trinkwasserverteilung in Gebäuden in die Gewässer. Cu wird auch als Fungizid im Weinbau und als Futterzusatz bei der Schweinezucht eingesetzt.

### 5. Organische Einzelstoffe

#### 5.1 Pestizide

Der Begriff „Pestizide“ umfasst verschiedene Klassen von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln. Die wichtigsten sind:

Herbizide	zur Unkrautbekämpfung in der Landwirtschaft.
Insektizide	zur Bekämpfung von schädlichen Insekten.
Fungizide	Stoffe zur Abtötung oder Wachstums hemmung 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 Kulturflächen sowie in wesentlich kleinerem Ausmass aus Herstellung und Formulierung gelangen Pestizide in Gewässer; sie werden dort unterschiedlich schnell abgebaut (Metabolisierung). Die Toxizität der verschiedenen Substanzen kann je nach Organismengruppe um mehrere Grössenordnungen verschieden sein.

### 5.1.1 Täglich gemessene Pestizide

Einige der wichtigsten Vertreter sind:

#### *N/P-Pestizide*

Die Stoffe Ametryn, Atrazin, Methoprotryn, Simazin, Terbutylazin, Terbutryn aus der s-Triazin-Gruppe sind Herbizide. Desethyl-Atrazin, Desisopropyl-Atrazin, Desethyl-Terbutylazin sind deren wichtigste Metaboliten.

Metolachlor, Metazachlor sind Chloracetamid-Herbizide.

Diazinon ist ein Insektizid der Thiophosphat-Gruppe.

Penconazol, Metalaxyl, Oxadixyl sind Fungizide.

DEET (N,N-Diethyl-m-Toluamid) ist ein Insekten Repellent (d.h. ein Insekten abwehrender Stoff).

### 5.1.2 14-Täglich gemessene Pestizide

Einige der wichtigsten Vertreter sind:

#### *Phenylharnstoff-Herbizide:*

Chlorbromuron, Chloroxuron, Chlortoluron, Diuron, Fenoxuron, Fenuron, Fluometuron, Isoproturon, Linuron, Methabenzthiazuron, Metobromuron, Metoxuron, Monolinuron, Monuron

#### *Phenoxyalkankarbonsäuren*

Es handelt sich um saure Herbizide und Entlaubungsmittel mit gemeinsamer Grundstruktur (kernchlorierte Phenoxyessig- oder Phenoxypropionsäuren). Es sind dies u.a.: Mecoprop; MCPA [(4-Chlor-2-Methylphenoxy)essigsäure]; 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure; 2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure.

#### *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 (s. dort).

#### *Nitrophenole*

Wirkstoffe mit Nitrophenolstruktur werden als Herbizide im Getreideanbau und als Insektizide gegen Blattläuse etc. eingesetzt. Im Untersuchungsprogramm sind vier wichtige Vertreter enthalten: Dinoseb (4,6-dinitro-2-sec.butylphenol), Dinoterb (2,4-dinitro-6-tert.butylphenol), DNOC (4,6-dinitro-2-methylphenol) und 2,4-Dinitrophenol.

#### *Phenole*

Zu dieser Gruppe gehören Phenol selbst, das hochtoxische Pentachlorphenol sowie alle anderen chlorierten Phenole. Pentachlorphenol gilt als Fungizid, Insektizid und Herbizid.



### 5.2. 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, Freon 113 (1,1,2-Trichlor-trifluorethan), Tribrommethan (Bromoform), Trans-1,2-Dichlorethen, Dichlorbenzole.

### 5.3. Leichtflüchtige nichthalogenierte Kohlenwasserstoffe (BTX-Aromaten)

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

### 5.4. Schwerflüchtige organische Verbindungen

Diese Substanzen kommen aus ähnlichen Quellen wie die LHKW's. Zu dieser Gruppe gehören chlorierte und/oder nitrierte Benzole und Toluole, sowie alkylierte bzw. chlorierte Aniline.

## **6. C18 Screening**

Die tägliche Screening-Analyse gibt den Überblick über Stossbelastungen des Rheins mit einer Vielzahl natürlicher oder 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 vereinzelten 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 wird. 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 Quantifizierung kann wegen einer fehlenden Eichung immer nur eine grobe Schätzung bleiben.

## II. Schwebstoffphase

### 1. Allgemeine Zusammensetzung und Summenparameter

Der Schwebstoffgehalt ist abflussabhängig bzw. wetterabhängig; er wird durch Bodenerosion (Abschwemmungen von unbebauten 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 drückt sich im organische Kohlenstoffgehalt TOC (engl. "total organic carbon" oder abgekürzt TOC) aus. Er ist mehrheitlich natürlichen Ursprungs.

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

### 2. Metalle

11 Metalle sind regelmässig quantifiziert worden. Abgesehen von Kobalt (Co) und den zwei Mengenelementen Eisen (Fe) und Mangan (Mn) handelt es sich bei allen anderen Metallen um von der IKSr als prioritär eingestufte Schadstoffe. 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), o,p'- und p,p'-DDT und die entsprechenden Metaboliten, Hexachlorbenzol (HCB), Drine (Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin und Telodrin). Die Verwendung von DDT ist in der Schweiz seit 1971 verboten.

### 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-Kongenere: 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 (Holzkonservierung, Strassenbeläge, Schiffsbau) sowie bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen, Hausmüll etc. freigesetzt und gelangen via Atmosphäre und Abschwemmungen von Strassen auch in die Gewässer. Sie werden an den Schwebepartikeln stark angereichert. Es wurden 17 Vertreter der PAK in den Schwebstoffen untersucht.

## 6. Schwerflüchtige chlorierte Verbindungen

Ausser Organochlor-Pestizide und PCB's (s.o.) gehören zu dieser Gruppe chlorierte einfache Aromaten wie Benzole, Nitrobenzole und ähnliche. Sie stammen aus Haushalt, Gewerbe und Industrie. Sie sind schwer abbaubar und zum Teil toxisch bzw. krebserregend. Deshalb ist die Herstellung und der Handel mit vielen Vertretern dieser Stoffgruppe eingeschränkt oder verboten.

## 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. Davor gelangten erhebliche Mengen dieser Gifte in die Gewässer. Sie sind schwer abbaubar und deshalb immer noch in Schwebstoffen und Sedimenten nachweisbar, da sie an Festpartikel angelagert sind.

