



Rhein- überwachungs- Station Weil am Rhein

Jahresbericht 2002

Im Auftrag von:

Ministerium für
Umwelt und Verkehr
Baden-Württemberg

Bundesamt für Umwelt,
Wald und Landschaft



Stuttgart



Bern

Betreiber der Station:



Amt für Umwelt und
Energie Basel-Stadt

Die Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein (RÜS)

- Geschichte:** Der Anfang der Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein findet sich Ende der 80er Jahre, welche in Basel durch die Brandkatastrophe von Schweizerhalle geprägt waren.
- Grundlage:** Die Grundlage für die Rheinüberwachungsstation in Weil am Rhein (Rhein-km 171,370) wurde im Staatsvertrag vom 17. Mai 1990 zwischen der Schweiz (BUWAL) und dem Ministerium für Umwelt und Verkehr (UVM) des Bundeslandes Baden-Württemberg wie folgt festgelegt:
- Trägerschaft:**
- Schweizerische Eidgenossenschaft
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)
 - Land Baden-Württemberg
Umweltministerium / Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
In Karlsruhe (LfU)
- Unterhalt:**
- Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein / Hochrhein
Bereich Waldshut-Tiengen (GWD)
- Messbetrieb:**
- Amt für Umwelt und Energie Basel-Stadt (AUE)

Der Rheinüberwachungsstation wurde als Kontroll- und Führungsorgan ein sogenannter Beirat vorgestellt. Der Beirat verabschiedet das Budget und die Jahresrechnung und beschliesst die Investitionen. Die Mitglieder des Beirates sind zur Zeit:

- Beirat RÜS¹:**
- BUWAL, Bern
Dr. Paul Liechti
 - LfU, Karlsruhe
Istvan Pintér
 - GWD Südlicher Oberrhein / Hochrhein
Bereich Waldshut / Tiengen
Heinz Dieter Starkmann
Marita Zieringer
 - Amt für Umwelt und Energie BS
Manfred Beubler
Reto Dolf
Dr. Jan Mazacek

Bezugsadresse Bericht (Unkostenbeitrag 15.- SFr / 10.- €):
Amt für Umwelt und Energie Basel-Stadt
Abt. Labor und Rheinüberwachungsstation
Hochbergerstrasse 158
4019 Basel

reto.dolf@bs.ch

oder als PDF-Download über unsere Homepage: www.aue-bs.ch/de/gewaesser/rheinueberwachung/menu_gg_6_2.html

¹ Vertrag über den Betrieb der Station Weil vom 03.09.91 Artikel 3

INHALT

ÜBERWACHUNG DES RHEINS BEI WEIL AM RHEIN IM JAHR 2002 3

ZUSAMMENFASSUNG 3

ABFLUSS 3

1. WASSERPHASE 4

1.1 ABWASSERINHALTSSTOFFE 4

1.2 PFLANZENNÄHRSTOFFE 4

1.3 NEUTRALSALZE 5

1.4 METALLE 5

1.5 ORGANISCHE EINZELSTOFFE 6

1.6 C18 SCREENING UND ERHÖHTE KONZENTRATIONEN 11

2. SCHWEBSTOFFPHASE 15

2.1 ALLGEMEINE ZUSAMMENSETZUNG UND SUMMENPARAMETER 15

2.2 METALLE 15

2.3 ORGANOCHLOR-PESTIZIDE 16

2.4 POLYCHLORIERTER BIPHENYLE (PCB) 16

2.5 POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOHLENWASSERSTOFFE (PAK) 16

2.6 SCHWERFLÜCHTIGE CHLORIERTER VERBINDUNGEN 16

2.7 ZINNORGANISCHE VERBINDUNGEN 17

3. TECHNISCHE ÄNDERUNGEN IN DER RÜS 18

3.1 STANDZEITEN VON STRÄNGEN IM JAHR 2002 18

3.2 BAUARBEITEN 19

3.3 PROBENNAHME 19

GRAFISCHE DARSTELLUNGEN

I. WASSERPHASE 20

I.1 ABWASSERINHALTSSTOFFE 20

I.2 PFLANZENNÄHRSTOFFE 22

I.3 NEUTRALSALZE 23

I.4 METALLE 25

I.5 ORGANISCHE EINZELSTOFFE 28

II. SCHWEBSTOFFPHASE 33

II.1 ALLGEMEINE ZUSAMMENSETZUNG UND SUMMENPARAMETER 33

II.2 METALLE 35

II.3 ORGANOCHLOR-PESTIZIDE 36

II.4 POLYCHLORIERTER BIPHENYLE 37

II.5 SCHWERFLÜCHTIGE CHLORIERTER VERBINDUNGEN 38

II.6 POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOHLENWASSERSTOFFE (PAK) 39

II.7 ZINNORGANISCHE VERBINDUNGEN 39

ANHANG 40

ERLÄUTERUNGEN ZU DEN AUFGEFÜHRTEN MESSPARAMETERN 40

MESSPROGRAMM 2002 47

POSITIVE BEFUNDE IN DER WASSERPHASE 2002 48

Überwachung des Rheins bei Weil am Rhein im Jahr 2002

Die Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein (RÜS) dient der Qualitätskontrolle des Rheinwassers unterhalb von Basel.

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

Zusammenfassung

Auch im Jahr 2002 war die Qualität des Rheinwassers bei Basel vergleichbar mit der des Vorjahres.

In der Wasserphase waren toxische Schwermetalle und toxische organische Stoffe lediglich in Spuren enthalten.

In der Schwebstoffphase waren sie hingegen aufgrund von Adsorptionseffekten in höherer Konzentration als in der Wasserphase feststellbar. Teilweise handelt es sich um Altlasten heute verbotener Substanzen, die über Jahre im Sediment angereichert wurden und jetzt schubweise bei Hochwasserereignissen wieder mobilisiert werden können. Für einige dieser Stoffe liegen Zielvorgaben der IKSR vor. Die meisten der gemessenen Werte liegen unter oder im Bereich dieser Zielvorgaben.

Abfluss

Die in Abb. 1 dargestellten Abflusswerte wurden am Pegel Rheinhalle (Basel) gemessen. Mit einem Jahresmittel von $1242 \text{ m}^3/\text{s}$ war der Abfluss niedriger als im Hochwasserjahr 1999 jedoch um ca. 18 Prozent höher als im langjährigen Mittel (1999: $1423 \text{ m}^3/\text{s}$, Mittel der Jahre 1891 - 2002 : $1056 \text{ m}^3/\text{s}$). Extreme Hochwassersituationen gab es 2002 keine.

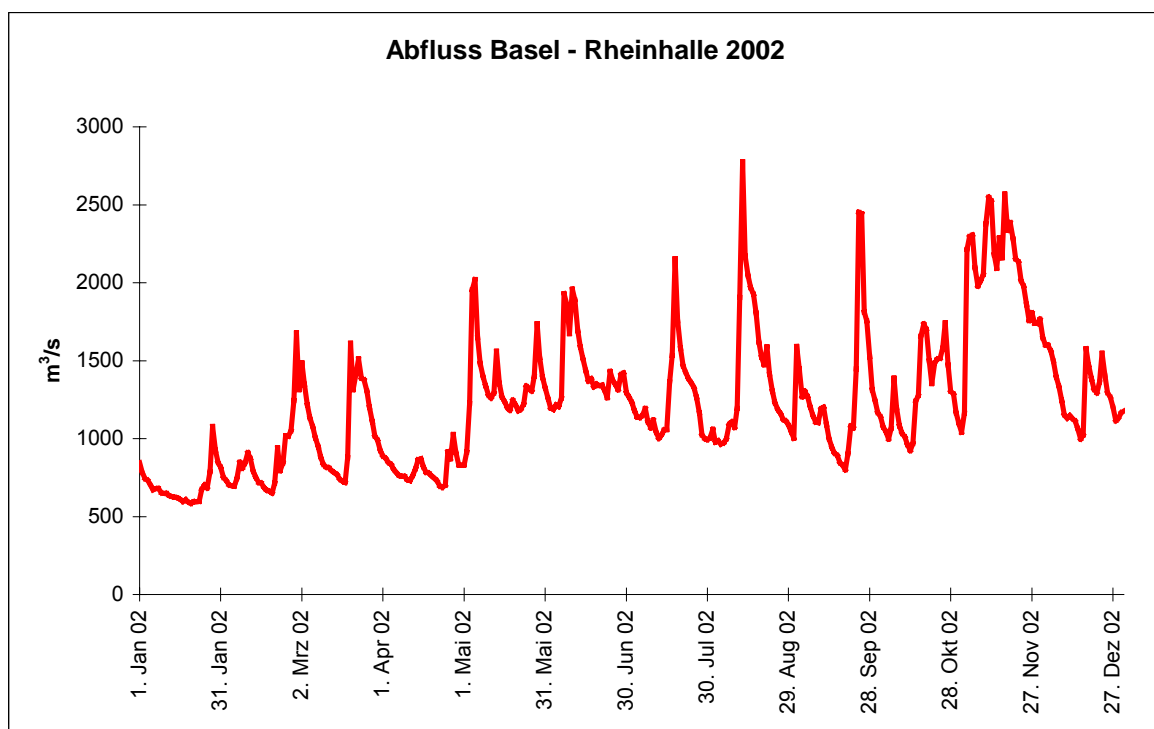


Abb. 1: Abfluss in m^3/s des Rheins bei Basel

1. Wasserphase²

Jahresmittelwerte von Konzentration werden generell als IKSR-Jahresmittelwerte angegeben. Die Definition des IKSR-Jahresmittels ist im Anhang aufgeführt.

1.1 Abwasserinhaltsstoffe

DOC (Datenbasis: 26; 24-Stunden-Mischprobe alle 14 Tage)

Der DOC wurde im Jahr 2002 alle 14 Tage in einer Tagesmischprobe gemessen. Der Jahresmittelwert von 2.0 mg Kohlenstoff pro Liter (1.5 bis 2.8 mg C/L)³ ist typisch für Fliessgewässer unterhalb grösserer Seen. Dies entspricht den Anforderungen für Grundwasser zur Trinkwassergewinnung (Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998, Anhang 2, Ziffer 22).

Ammonium (Datenbasis: 27; 24-Stunden-Mischprobe alle 14 Tage)

Ammonium wurde im Jahr 2002 alle 14 Tage bestimmt. Das Jahresmittel ergibt eine Konzentration von 0.056 mg Ammonium-Stickstoff pro Liter (0.03 bis 0.10 mg N/L) und belegt die geringe Belastung des Rheins mit Ammonium.

Nitrit (Datenbasis: 27; 24-Stunden-Mischprobe alle 14 Tage)

Nitrit wurde im Jahr 2002 alle 14 Tage bestimmt. Das Jahresmittel ergibt eine Konzentration von 0.013 mg Nitrit-Stickstoff pro Liter (0.008 bis 0.02 mg N/L).

AOX (Datenbasis: 52; Wochen-Mischproben)

Die Belastung des Rheins mit AOX ist gering. Das Jahresmittel betrug 0.0066 mg Chlor pro Liter (0.0029 bis 0.0101 mg Cl/L).

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

Der SAK-254 wird täglich gemessen und zeigt eine Abflussabhängigkeit (Niederschlag). Er korrespondiert gut mit der Abfluss-Ganglinie des Rheins. Der SAK-254 betrug im Mittel 5.23 pro Meter (3.62 bis 11.12 m⁻¹).

SAK-436 (Datenbasis: 365; 24-Stunden-Mischproben)

Der SAK-436 wird täglich gemessen und korrespondiert sehr gut mit dem SAK 254. Somit ist auch die Abflussabhängigkeit gegeben. Der SAK-436 betrug im Mittel 0.34 pro Meter (0.17 bis 1.0 m⁻¹).

1.2 Pflanzennährstoffe

Die Pflanzennährstoffe sowie die Neutralsalze wurden im Jahr 2002 alle 14 Tage bestimmt.

Gesamt-Stickstoff (Datenbasis: 26; 24-Stunden-Mischprobe alle 14 Tage)

Das Mittel für den Gesamt-Stickstoff beträgt 1.61 mg Stickstoff pro Liter (1.16 bis 2.29 mg N/L).

Nitrat (Datenbasis: 26; 14-Tage-Mischproben)

Der Mittelwert für Nitrat von 1.38 mg Stickstoff pro Liter (0.87 bis 1.88 mg N/L) zeigt die geringe Belastung des Rheins bei Basel mit diesem eutrophierenden Stoff. Der Nitrat-Stickstoff Wert bestimmt nahezu den Gesamt-Stickstoff Wert. Gegenüber dem Vorjahr hat er sich erfreulicherweise um 8 Prozent verringert.

² Erläuterungen zu den aufgeführten Messparametern befinden sich im Anhang.

³ In Klammern sind jeweils der Minimal- und Maximalwert angegeben.

Gesamt-Phosphor (Datenbasis: 27; 24-Stunden-Mischprobe alle 14 Tage)

Das Mittel für den Gesamt-Phosphor beträgt 0.041 mg Phosphor pro Liter (0.024 bis 0.084 mg P/L). Der Gesamt-Phosphor-Gehalt wird in mg Phosphor angegeben und stellt die Summe von ortho- und Polyphosphaten dar. Der Gehalt entspricht demjenigen des Jahres 2001, die Werte weisen eine engere Verteilung auf.

ortho-Phosphat (Datenbasis: 27; 24-Stunden-Mischprobe alle 14 Tage)

Ebenso kann die Belastung des Rheins bei Basel durch ortho-Phosphat mit einem Mittelwert von 0.02 mg Phosphor pro Liter (0.009 bis 0.058 mg P/L) als gering bezeichnet werden.

1.3 Neutralsalze

Chlorid (Datenbasis: 27; 14-Tage-Mischproben)

Das Mittel der Chloridkonzentration beträgt 8.7 mg Cl⁻ pro Liter (6.2 bis 14.6 mg Cl⁻/L) und liegt somit im Bereich des Vorjahres. Deutlich ist ein Konzentrationsanstieg im Winter zu erkennen, was auf einen Eintrag durch den Winterdienst zurückzuführen ist. Ebenso ist das Verhältnis Chlorid zu Fluorid in den Wintermonaten unabhängig vom Abfluss höher.

Fluorid (Datenbasis: 27; 14-Tage-Mischproben)

Das Mittel der Fluoridionenkonzentration beträgt 0.053 mg F⁻ pro Liter (0.039 bis 0.067 mg F⁻/L). Die Fluorid-Konzentration kann über das Jahr hindurch als stabil betrachtet werden. Sie ist unabhängig vom Abfluss.

Bromid (Datenbasis: 27; 14-Tage-Mischproben)

Das Mittel der Bromidkonzentration beträgt 0.057 mg Br⁻ pro Liter (0.030 bis 0.13 mg Br⁻/L). Der Bromid-Gehalt folgt weder einer Abfluss-, noch einer Jahreszeit-Ganglinie. Eine Korrektur allfälliger Schwankungen unter Verwendung von Fluorid als internem Standard ermöglicht auch keine Interpretation. Der Ursprung muss somit in industriellen, kampagnenmässig durchgeführten Prozessen liegen.

Sulfat (Datenbasis: 27; 14-Tage-Mischproben)

Das Mittel der Sulfatkonzentration beträgt 24.7 mg SO₄²⁻ pro Liter (18.8 bis 30.1 mg SO₄²⁻/L).

1.4 Metalle

1.4.1 Alkali- und Erdalkalimetalle

Natrium (Na), Kalium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg) (Datenbasis: 26, 14-Tages-Mischproben). Die häufigsten Alkali- und Erdalkalimetalle wurden neu im 14-Tage-Rhythmus untersucht und nicht mehr in einer Monatsmischprobe.

Natrium wurde im Mittel mit 7.3 mg Na⁺ pro Liter (5.3 bis 11.9 mg Na⁺/L),

Kalium mit 1.6 mg K⁺ pro Liter (1.0 bis 2.1 mg K⁺/L),

Calcium mit 54.3 mg Ca²⁺ pro Liter (46.2 bis 60.9 mg Ca²⁺/L) und

Magnesium mit 7.4 mg Mg²⁺ pro Liter (6.4 bis 9.1 mg Mg²⁺/L) bestimmt.

Beim Natriumgehalt lässt sich der Winterdienst gut beobachten. Der Wert ist um 6 Prozent zum Vorjahreswert angestiegen. Die übrigen Alkali- und Erdalkalimetalle zeigen keine Auffälligkeiten in ihren Ganglinien.

1.4.2 Schwermetalle

Metalle sauer gelöst (auch als Metalle gesamt bezeichnet): Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Quecksilber (Hg), Blei (Pb), (Datenbasis: 26, 14-Tage-Mischproben)

Zink (Zn) neutral gelöst / sauer gelöst

(Datenbasis: 5 Momentanproben / 7 14-Tage-Mischproben)

Im Gegensatz zu den Jahren 1993 bis 2000, wurden bei den Schwermetallen die Gesamtgehalte bestimmt. Ein Vergleich ist nur mit den 2001 erhobenen Werten möglich.

Hg wurde in keiner der 26 Proben nachgewiesen. Der Gehalt ist <0.01 µg/L.

Cadmium konnte in 8 von 26 Mischproben bestimmt werden. Das Mittel beträgt 0.015 µg Cd pro Liter (<0.02 bis 0.037 µg Cd / L) und entspricht dem Vorjahreswert.

Die weiteren Schwermetalle fanden sich in allen Mischproben in unterschiedlichen Gehalten. Kupfer mit einem Mittel von 1.85 µg Cu / L (1.4 bis 2.8 µg Cu / L) und Nickel mit 2.1 µg Ni / L (0.98 bis 3.7 µg Ni / L) lagen leicht über den Vorjahreskonzentrationen. Das Jahresmittel für Blei beträgt 0.87 µg Blei / Liter (0.4 bis 1.9 µg Pb / L) und das für Chrom 0.59 µg Chrom / Liter (0.31 bis 3.0 µg Cr / L). Die Belastung mit gelöstem Zink wurde anhand von 5 Momentanproben und ermittelt und liegt im Mittel bei 3.8 µg Zink gelöst / Liter (1.8 bis 5.3 µg Zn / L). Die Gesamtbelastung mit Zink wurde anhand von 7 14-Tage-Mischproben ermittelt und beträgt 4.1 µg Zink gesamt / Liter (2.4 bis 6.0 µg Zn / L). Im Jahr 2002 ist ein leichter Anstieg der vergleichbaren Metallwerte zu verzeichnen. Insgesamt sind die Metallkonzentrationen im Rheinwasser bei Basel jedoch als niedrig zu betrachten.

1.5 Organische Einzelstoffe

1.5.1 Pestizide

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

Es wurde auf 60 der meist bekannten N/P-Pestizide geprüft. Davon traten 25 Wirkstoffe bzw. Metaboliten in einer Häufigkeit von 1 bis 365 mal in quantifizierbaren (≥ 0.005 µg/L), jedoch geringen Mengen auf. Tabelle 1 gibt die Häufigkeiten und die Maximalkonzentrationen der einzelnen im Jahr 2002 nachgewiesenen Pflanzenschutzmittel wieder:

PFLANZENSCHUTZMITTEL	NACHWEIS AN TAGEN IM JAHR 2002	MAXIMALKONZENTRATION
ATRAZIN	365	0.069
DESETHYLATRAZIN	344	0.021
SIMAZIN	133	0.02
METOLACHLOR	107	0.125
DIAZINON	62	0.008
TEBUCONAZOL	49	0.01
ETHOFUMESATE	32	0.015
PENCONAZOL	32	0.019
PROSULFOCARB	15	0.011
ORBENCARB	13	0.02
TEBUTAM	9	0.007
DIMETHENAMID	6	0.007
ALACHLOR	5	0.01
METAMITRON	4	0.017
FENPROPIMORPH	3	0.017
TERBUTHYLAZIN	3	0.006
HEXAZINON	2	0.007
OXADIXYL	2	0.007
PROPYZAMID	2	0.006
PYRAZOPHOS	2	0.021
DESIISOPROPYLATRAZIN	1	0.034
METALAXYL	1	0.005
METAZACHLOR	1	0.006
VINCLOZOLIN	1	0.005

Tabelle 1: Im Jahr 2002 im täglichen Untersuchungsprogramm in Konzentrationen von $\geq 0.005 \mu\text{g/L}$ nachgewiesene Pflanzenschutzmittel

Die Häufigkeiten der Detektion sind ein Mass für die Anwendungsbreite und -menge im Einzugsgebiet, sowie für die Abbaubarkeit der jeweiligen Wirkstoffe⁴. Ein Überblick über die in den letzten 9 Jahren nachgewiesenen Wirkstoffe wird in Tabelle 2 wiedergegeben. Rückläufig scheint der Einsatz von Diazinon, Metolachlor, Simazin und Terbutylazin zu sein. Im Kommen sind die Wirkstoffe Ethofumesat und Orbencarb. Der vermehrte Nachweis von Penconazol ist vor allem auf dessen längere Produktion zurückzuführen.

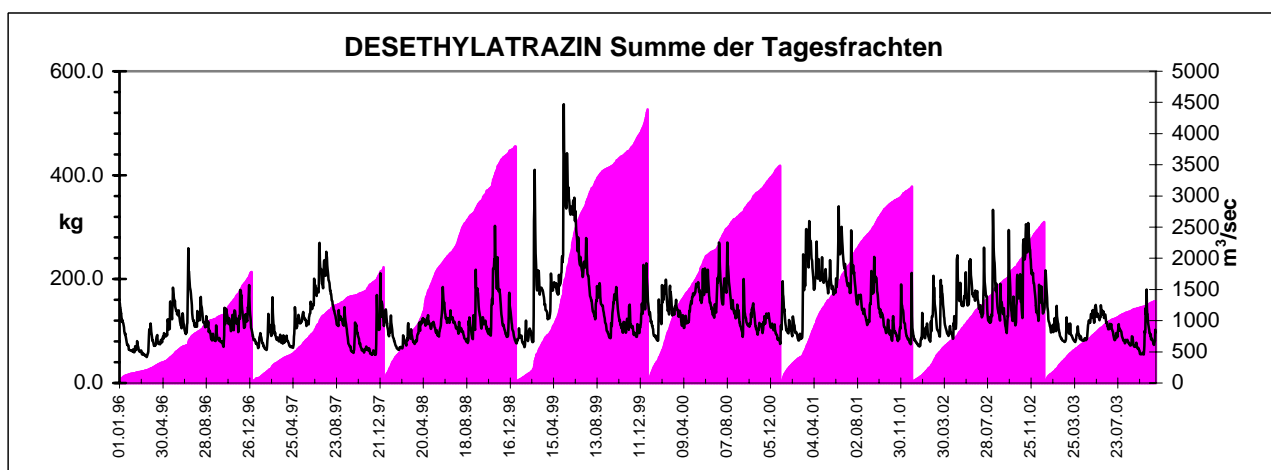
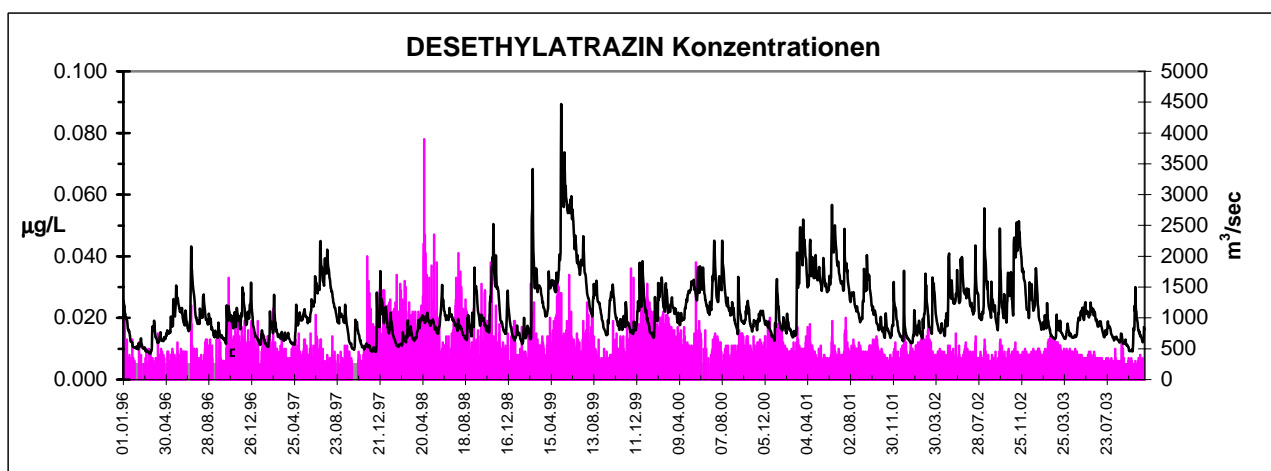
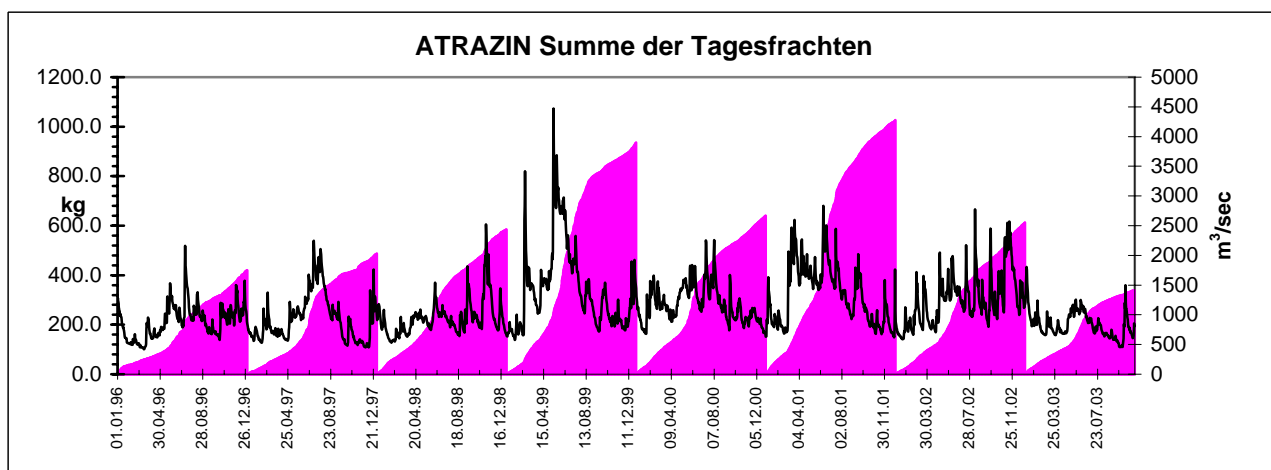
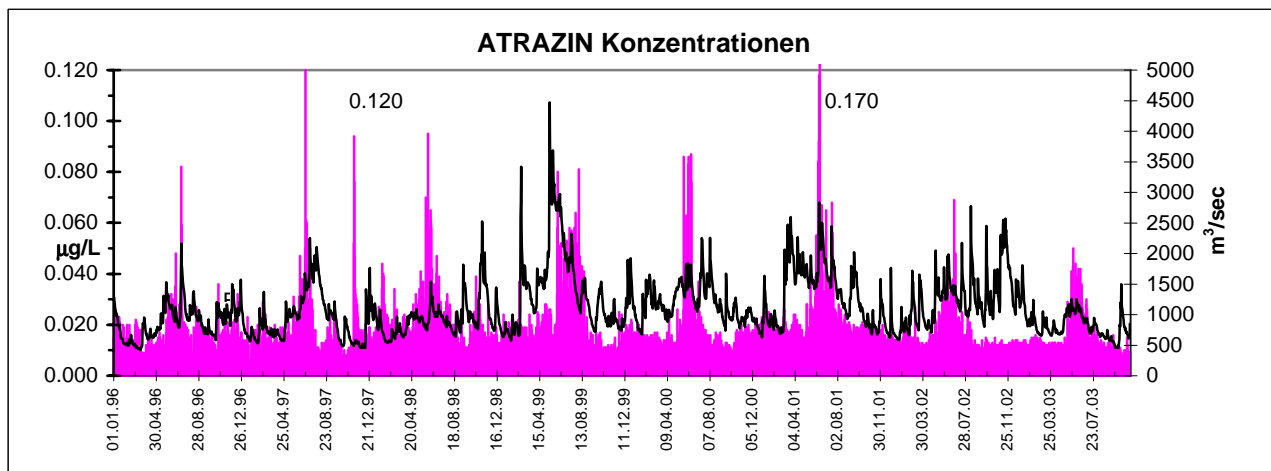
COMPONENT	1995	1995	1995	1996	1996	1997	1997	1997	1998	1998	1999	1999	2000	2000	2000	2001	2001	2001	2002	2002	2002	2003	2003	2003				
	ANZAHL > BG	MAXIMALGEHALT	MITTELWERT	ANZAHL > BG	MAXIMALGEHALT	MITTELWERT	ANZAHL > BG	MAXIMALGEHALT	MITTELWERT	ANZAHL > BG	MAXIMALGEHALT	MITTELWERT	ANZAHL > BG	MAXIMALGEHALT	MITTELWERT	ANZAHL > BG	MAXIMALGEHALT	MITTELWERT	ANZAHL > BG	MAXIMALGEHALT	MITTELWERT	ANZAHL > BG	MAXIMALGEHALT	MITTELWERT				
ALACHLOR																23	0.027	0.008	3	0.008	0.006	5	0.01	0.007				
AMETRYN	7	0.028	0.021	1	0.007	0.007										1	0.011	0.011	3	0.019	0.013							
ATRAZIN	143	0.109	0.019	340	0.082	0.015	350	0.12	0.016	362	0.095	0.020	357	0.081	0.019	361	0.087	0.017	365	0.170	0.022	365	0.069	0.015	301	0.05	0.015	
AZINPHOS-METHYL																									4	0.019	0.012	
CARBOFURAN	1	0.018	0.018													1	0.006	0.006										
DEET	157	0.158	0.030	359	0.065	0.019	352	0.151	0.013	337	0.065	0.015	260	0.063	0.009	346	0.07	0.012	364	0.228	0.016	358	0.086	0.013	307	0.23	0.019	
DESETHYLATRAZIN	79	0.022	0.010	241	0.033	0.009	269	0.04	0.010	346	0.078	0.016	322	0.036	0.012	320	0.038	0.013	348	0.02	0.009	344	0.021	0.008	259	0.014	0.008	
DESETHYLTERBUTHYL	7	0.008	0.006	19	0.009	0.006	1	0.005	0.005	1	0.005	0.005				7	0.023	0.010	14	0.006	0.005							
DESISOPROPYLATRAZI							1	0.005	0.005				1	0.006	0.006	1	0.006	0.006				1	0.034	0.034	5	0.059	0.044	
DIAZINON	47	0.032	0.008	293	0.027	0.008	147	0.022	0.007	85	0.022	0.009	68	0.014	0.007	45	0.014	0.007	125	0.017	0.007	62	0.008	0.006	63	0.012	0.007	
DICHLORBENZAMID																									4	0.006	0.006	
DICHLORVOS	1	0.021	0.021																									
DIMETHENAMID																				6	0.007	0.006	6	0.01	0.007			
ETHOFUMESATE				2	0.009	0.007	22	0.035	0.014	43	0.025	0.010	23	0.012	0.008	14	0.019	0.008	20	0.014	0.007	32	0.015	0.008	39	0.03	0.010	
FENITROTHION																									4	0.007	0.007	
FENPROPIOMORPH													1	0.014	0.014							3	0.017	0.012				
GAMMA-HCH	2	0.01	0.007																									
HEXAZINON																			5	0.005	0.005	2	0.007	0.006				
LINURON										6	0.01	0.006																
MALATHION																									1	0.009	0.009	
METALAXYL	2	0.019	0.016	4	0.026	0.017	12	0.01	0.007	10	0.016	0.009	1	0.007	0.007	1	0.005	0.005				1	0.005	0.005	14	0.036	0.017	
METAMITRON																								4	0.017	0.011		
METAZACHLOR	4	0.021	0.012	10	0.019	0.010	2	0.007	0.006	13	0.011	0.006	2	0.006	0.006	5	0.008	0.006	12	0.01	0.007	1	0.006	0.006	3	0.006	0.006	
METHIDATHION													4	0.006	0.006													
METHOPROTRYN							3	0.019	0.016																			
METOLACHLOR	112	0.069	0.008	212	0.031	0.008	160	0.103	0.009	137	0.03	0.008	109	0.035	0.008	111	0.112	0.011	90	0.02	0.008	107	0.125	0.010	79	0.018	0.008	
MEVINPHOS	1	0.012	0.012	1	0.012	0.012										1	0.008	0.008										
MONOLINURON				1	0.009	0.009				8	0.012	0.009																
NORFLURAZON				1	<0.2	0.005									7	0.013	0.007	6	0.021	0.012								
ORBENCARB																						13	0.02	0.008	30	0.021	0.009	
OXADIXYL				5	0.009	0.007	9	0.014	0.008	1	0.005	0.005			25	0.047	0.016	2	0.006	0.006	2	0.007	0.006					
PARATHION-ETHYL																									3	0.075	0.052	
PARATHION-METHYL																									1	0.008	0.008	
PENCONAZOL	1	0.012	0.012	1	0.005	0.005	2	0.005	0.005	15	0.008	0.006			40	0.04	0.009	132	0.009	0.006	32	0.019	0.007	15	0.01	0.007		
PENDIMETHALIN															1	0.008	0.008											
PIRIMICARB																		1	0.005	0.005					3	0.025	0.021	
PROMETRYN	1	0.005	0.005																						1	0.006	0.006	
PROPICONAZOL				1	0.099	0.099																						
PROPYZAMID																						2	0.006	0.006	3	0.006	0.006	
PROSULFOCARB																						15	0.011	0.008	10	0.013	0.007	
PYRAZOPHOS															1	0.09	0.090					2	0.021	0.019				
SIMAZIN	44	0.022	0.013	254	0.032	0.010	277	0.029	0.009	343	0.046	0.013	260	0.054	0.010	215	0.043	0.008	357	0.053	0.008	133	0.02	0.006	116	0.012	0.006	
TEBUCONAZOL																						49	0.01	0.007	4	0.006	0.006	
TEBUTAM																						9	0.007	0.006	4	0.008	0.007	
TERBUTHYLAZIN	145	0.069	0.018	305	0.039	0.011	247	0.039	0.010	154	0.028	0.008	62	0.013	0.007	4	0.09	0.027	78	0.01	0.006	3	0.006	0.005	3	0.006	0.005	
TERBUTRYN	3	0.009	0.009	5	0.006	0.006	1	0.005	0.005	6	0.008	0.006	5	0.018	0.008	6	0.007	0.006	47	0.01	0.006				1	0.005	0.005	
TRIADIMEFON				3	0.016	0.015																						
VINCLOZOLIN	5	0.029	0.016	1	0.005	0.005									1	<0.005	0.004					1	0.005	0.005				

Tabelle 2: Häufigkeiten und Jahresmaxima der nachgewiesenen Pflanzenschutzmittel

Die Konzentrationen von Pestiziden liegen bis auf wenige Ausnahmen unter $0.1 \mu\text{g/L}$ und sind im Vergleich zu den Konzentrationen, die in kleinen Fließgewässern erreicht werden, als gering einzustufen. Dies wird jedoch allgemein bei Fließgewässern mit einem grossen Einzugsgebiet beobachtet und ist auf einen gewissen Verdünnungseffekt zurückzuführen.

Die Jahresfrachten hingegen sind hoch. Sie erreichten im Jahr 2002 bei Atrazin bemerkenswerte 600 kg und bei Desethylatrazin 300 kg (Vorjahr 1000 kg Atrazin und 400 kg Desethylatrazin). Die Abbildungen 1, 2, 3 und 4 zeigen die Entwicklung der Konzentrationen und Jahresfrachten von Atrazin und Desethylatrazin seit 1996.

⁴ Selbstverständlich vorausgesetzt, dass der Wirkstoff ins Untersuchungsprogramm aufgenommen ist.



Abbildungen 1 bis 4: Konzentrationen und Jahresfrachten von Atrazin und Desethylatrazin im Verhältnis zum Abfluss

Die in Abbildung 1 seit dem 1.1.96 dargestellten täglich gemessenen Konzentrationen an Atrazin belegen, dass das Verbot Atrazin in der zweiten Jahreshälfte anzuwenden, das seit dem Jahr 2000 in Kraft ist, Wirkung zeigt. Während noch im Jahr 1999 mit der Herbsthochwasserwelle die Konzentrationen von Atrazin anstiegen, haben die verschiedenen heftigen Regenereignisse im Herbst des Jahres 2002 zu keiner Konzentrationserhöhung beigetragen. Im Herbst war demnach kein neu eingetragenes und leicht auswaschbares Atrazin verfügbar.

Die in Abbildung 2 dargestellten Jahresfrachten von Atrazin lassen die Tendenz erkennen, dass sie sich nach dem gegen das Jahr 2000 hin verzeichneten Anstieg stabilisiert haben und nun leicht abnehmen.

In den Abbildungen 3 und 4 sind die Konzentrationen und Frachten des wichtigsten Metaboliten von Atrazin, dem Desethylatrazin, dargestellt. Die seit dem Jahr 1999 abnehmenden Frachten zeigen die erfreuliche Tendenz, dass die Menge des im Einzugsgebiet des Rheins verfügbaren Atrazins abnimmt. Bekanntlich werden nur max. ca. 5 % des ausgetragenen Atrazins über die Oberflächengewässer noch im selben Jahr ausgewaschen. Der Rest wird adsorbiert, ins Grundwasser ausgewaschen oder abgebaut.

Zur Zeit der unreglementierten Anwendung von Atrazin in der Schweiz wurden ca. 100 Jahrestonnen ausgetragen. Die ausgebrachte Menge wurde durch verschiedene Vorschriften auf unter 40 Jahrestonnen gesenkt. Dieser Effort macht sich nun mit einer gewissen Verzögerung auch in den gemessenen Konzentrationen und Frachten bemerkbar.

Sollte es zu einem Totalverbot von Atrazin im Einzugsgebiet des Rheins kommen, so werden wir noch sicher ein Jahrzehnt lang Atrazin nachweisen können. Ein Beispiel hierfür sind von der LfU durchgeführte Untersuchungen der Donau bei Ulm. Im Jahre 1998, also 7 Jahre nach dem Anwendungsverbot von Atrazin in Baden-Württemberg, wurde an dieser Stelle eine mittlere Jahreskonzentration⁵ von 0.02 µg/L Atrazin und eine von 0.02 µg/L Desethylatrazin nachgewiesen. Das heisst, dass selbst 7 Jahre nach einem Anwendungsverbot Atrazin noch nachweisbar war, wobei das Verhältnis von Atrazin zu seinem Abbauprodukt, Desethylatrazin, 1 zu 1 betrug. Bei unseren Daten beträgt der Jahresmedian 2002 des täglich bestimmten Verhältnisses von Atrazin zu Desethylatrazin 1 zu 1.7. Je höher der Faktor ist, desto mehr Atrazin wird im Verhältnis zu seinem Abbauprodukt frisch eingetragen.

b) 14-tägig gemessene Pestizide (Datenbasis: 27/26, 24-Stunden-Mischproben alle 14 Tage)

Von den untersuchten 10 Phenylharnstoff-Herbiziden wurden Chlortoluron in einer (Konzentration 0.033 µg/L), Isoproturon in zwei (Maximalkonzentration 0.127 µg/L), Metoxuron in drei (Maximalkonzentration 0.1 µg/L) und Methabenzthiazuron in acht Mischproben in Konzentrationen zwischen 0.03 und 0.084 µg/L gefunden. Im Berichtsjahr wurde somit gegenüber dem Vorjahr weniger häufig Isoproturon, dafür in mehr als doppelt so vielen Proben Methabenzthiazuron, jedoch in geringerer Konzentration festgestellt.

Von den 6 im Untersuchungsprogramm enthaltenen Phenoxyalkankarbonsäure-Herbiziden konnten keine Verbindungen nachgewiesen werden.

Ebenfalls konnte keines der 5 untersuchten Organochlor-Insektizide quantifiziert werden.

Von den untersuchten Nitrophenol-Herbiziden/-Insektiziden Dinoseb, Dinoterb, DNOC sowie 2,4-Dinitrophenol konnte keines nachgewiesen werden.

Die Anforderungen an die Wasserqualität für organische Pestizide werden in der schweizerischen Gewässerschutzverordnung mit 0.1 µg/L angegeben. Nur an wenigen Tagen im Jahr wurden diese überschritten. Diese zufriedenstellende Situation sagt jedoch nichts über die Belastung der im Einzugsgebiet liegenden Gewässer. Aus für andere Kantone durchgeführten Untersuchungen wissen wir, dass im Einzugsgebiet von kleineren Gewässern

⁵ Median des Jahres 1998.

nach dem Einsatz von Spritzmitteln in der Folge durch die Auswaschung des Regens regelmässig Konzentrationen im Bereich von über 10 µg/L erreicht werden.

1.5.2 Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW oder CKW)

(Datenbasis: 365; 24-Stunden-Mischproben)

Die tägliche Analyse auf 23 verschiedene chlorierte Lösungsmittel wies eine dauernde, jedoch geringe Belastung des Rheins mit Tetrachlorethen (PER), Trichlormethan und Dichlormethan auf. Zeitweilig wurden auch Spuren von E-1,2-Dichlorethen, 1,1-Dichlorethen, Trichlorfluormethan, 1,1,2-Trichlorethan, Tribrommethan, Trichlorethen (TRI), 1,1,2,2-Tetrachlorethan sowie 1,4-Dichlorbenzen festgestellt.

Die im Vorjahr festgestellten erhöhten Dichlormethan-Werte bewegen sich wieder im Bereich der früheren Jahre. Insgesamt können die ermittelten Konzentrationen von LHKW als niedrig bezeichnet werden. Der Summen-Mittelwert betrug übers Jahr 0.062 µg Gesamt-LHKW pro Liter.

1.5.3 Leichtflüchtige nichthalogenierte Kohlenwasserstoffe (BTEX-Aromaten)

(Datenbasis: 365; 24-Stunden-Mischproben)

Im 2002 wurden von den 8 untersuchten Einzelstoffen achtmal Toluol (Maximalkonzentration 1.26 µg/L) und je einmal Mesitylen und Xylol in Spuren festgestellt. Die übrigen BTEX-Aromaten lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0.5 µg/L.

1.5.4 Schwerflüchtige organische Verbindungen

(Datenbasis: 26, 24-Stunden-Mischproben alle 14 Tage)

Alle 32 Verbindungen dieser Stoffklasse lagen unter der Bestimmungsgrenze von 0.1 µg/L.

1.5.5 Komplexbildner

(Datenbasis: 13; 14Tages-Mischproben)

Die drei Komplexbildner wurden in Konzentration zwischen 0.5 bis 3.3 µg/L quantifiziert. NTA konnte 13, EDTA 13 und DTPA 9 Mal bestimmt werden.

1.6 C18 Screening und erhöhte Konzentrationen

(Datenbasis: 365; 24-Stunden-Mischproben)

Die 24-Stunden-Mischproben werden durch Festphasenextraktion um den Faktor 20'000 angereichert und mit der GC/MS-Technik im full-scan Modus analysiert. Werden organische Mikroverunreinigungen detektiert, erfolgt das weitere Vorgehen gemäss dem "Ablaufschema bei erhöhten Werten in der Analytik der RÜS": Je nach Konzentration wird eine Meldung per Fax an die Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) in Karlsruhe gesendet, oder es wird internationaler Rheinalarm ausgelöst. Die Meldeschwelle beträgt 0.1 µg/L bei Pestiziden und 1 µg/L bei den restlichen organischen Mikroverunreinigungen. Die Schwelle für einen internationalen Rheinalarm richtet sich auch nach der Fracht und ist somit abflussabhängig. Ein solcher Alarm musste im Jahr 2002 nicht ausgelöst werden.

1.6.1 Der LfU gemeldete Befunde (höherer Konzentrationsbereich)

Zeitpunkt der Welle		Substanz	Maximale Konzentration im Mischmuster vom	Maximale Konzentration µg/L	Gesamtfracht der Welle
von	bis				
03.01.02	05.01.02	Metolachlor	04.01.02	0.13	11 kg
9.01.02	10.01.02	Toluol	10.01.02	1.2	114 kg
26.04.02 nur eine Probe untersucht		Methabenzthiazuron ⁶	26.4.02	0.13	> 13 kg
13.09.02	24.09.02	Triethylglycoldichlorid	20.09.02	1.4	2000 kg
2.11.02	6.11.02	Isoproturon	5.11.02	0.16	79 kg
1.12.02	5.12.02	Dimethylanilin	4.12.02	0.54	150 kg

Tab. 3 Höhe, der LfU gemeldete Befunde

Metolachlor kommt von einer Firma aus dem Industrieareal Schweizerhalle im Kanton Basel-Landschaft.

Für die Emission von *Toluol* konnte keine Firma als Verursacher ermittelt werden. Interessanterweise wurde für den gleichen Zeitraum eine Einleitung von Tetrahydrofuran und die eines Amins aus dem Industrieareal Schweizerhalle gemeldet.

Die Belastung mit *Triethylglycoldichlorid* wurde durch eine Firma im Industrieareal Schweizerhalle verursacht. Diese hat eine in diesem Prozess noch nie eingesetzte Destillationskolonne in Betrieb genommen.

Methabenzthiazuron ist mit grösster Wahrscheinlichkeit auf Applikationen in der Landwirtschaft und anschliessende Auswaschung zurückzuführen. Methabenzthiazuron wird als Herbizid eingesetzt.

Das *Isoproturon* kommt mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht aus der Landwirtschaft und auch nicht aus einer ARA. Der Ort der Einleitung kann aufgrund der steil ansteigenden Konzentrationswelle und deren kurzer Dauer nicht weiter flussaufwärts als Koblenz liegen. Interessant ist, dass die Konzentration parallel mit dem Abfluss anstieg. Dieser stieg aufgrund von Regenerreignissen von ca. 1000 m³/sec auf ca. 2200 m³/sec an. Unsere Vermutung ist, dass das Isoproturon aus einem Gebinde mit dem starken Niederschlag über eine Direktentwässerung ins Gewässer ausgewaschen wurde.

Für die Belastung mit *Dimethylanilin* konnte eine Firma aus dem Industrieareal Schweizerhalle als verantwortlich bezeichnet werden (ARA Rhein).

⁶ Methabenzthiazuron gehört zu den Phenylharnstoffherbiziden. Diese werden alle 14 Tage bestimmt.

Im Verlaufe des Jahres 2002 wurden im Gegensatz zum Jahr 2001 keine erhöhten Konzentrationen an *Dichlormethan* gemessen. Die von uns im Raum Grenzach ermittelte Emissionsquelle konnte gestoppt werden.. Die gesamte Immission an Dichlormethan im Jahr 2001 betrug ca. 1.5 to. Im Jahr 2003, sind hingegen immer wieder kurze und niedrigere Konzentrationsspitzen nachgewiesen worden. Ein Verursacher konnte jedoch noch nicht ermittelt werden. Der Verlauf ist in Abbildung 5 dargestellt.

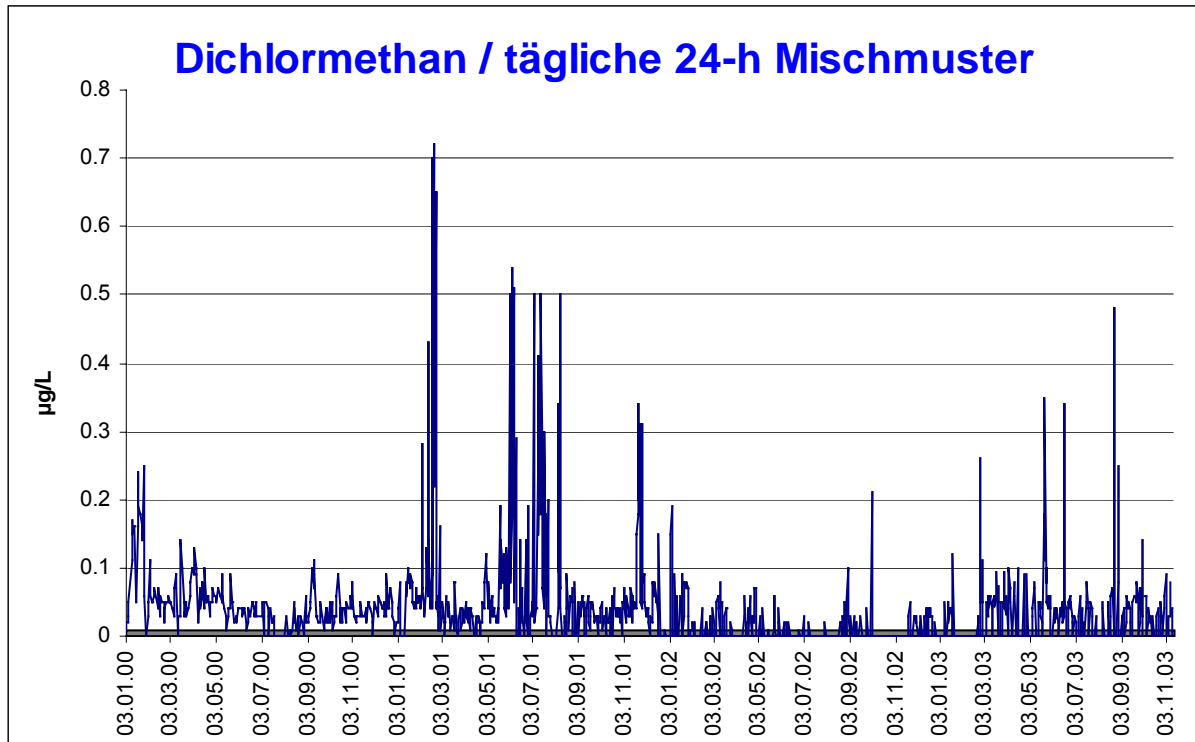


Abb. 5 Dichlormethan-Konzentrationen in Tagesmischmustern

1.6.2 Der LfU nicht gemeldete Befunde (tiefer Konzentrationsbereich)

Wie im zweiten Halbjahr 1999 begonnen, wurden auch 2002 die Detektionslimite für die im C18-Screening zu erfassenden nicht-Target-Verbindungen von 200 ng/l beibehalten. Dieser Wert entspricht im Totalionenstromchromatogramm einer Signalintensität der vierfachen Menge (50 ng/l) des eingesetzten internen Standards (Terbutylazin-D5).

Tabelle 4 enthält nun alle Substanzen, die über diesem Schwellenwert liegen.

Ziel dieser Auswertung ist es, Daten von Einleitungen relevanter Stoffe z.B. aus Abwasserreinigungsanlagen zu bekommen und über deren Frachten und Frequenzen bei Bedarf Aussagen machen zu können. Gleichzeitig steht diese Datenbasis interessierten KollegenInnen anderer Fachbereiche bei der Lösung allfälliger Probleme zu Verfügung.

KW	Wochentag	RT	RRT	Konz.	Mögliche Zuordnung zu Stoff / Stoffklasse gemäss NIST
				µg/L	
1	Dienstag	11.80	0.693	0.20	Nicotin
3	Donnerstag	14.15	0.773	0.21	Butylphosphat
5	Freitag	11.96	0.652	0.21	N-Methyl-acetanilid
5	Samstag	11.96	0.653	0.26	N-Methyl-acetanilid
5	Sonntag	11.97	0.653	0.27	N-Methyl-acetanilid
6	Montag	11.96	0.653	0.21	N-Methyl-acetanilid
6	Samstag	20.01	1.092	0.24	Coffein
6	Sonntag	20.03	1.093	0.23	Coffein
7	Montag	20.02	1.092	0.21	Coffein (Fasnachtsmontag)
8	Samstag	20.03	1.092	0.22	Coffein
8	Sonntag	20.03	1.093	0.27	Coffein
9	Montag	20.04	1.092	0.21	Coffein
9	Mittwoch	12.53	0.682	0.29	2-Methyl-5-(3-Methylbutyl)-pyridine
9	Freitag	20.05	1.093	0.25	Coffein
9	Samstag	19.99	1.092	0.23	Coffein
9	Sonntag	20.00	1.092	0.21	Coffein
10	Montag	20.01	1.092	0.21	Coffein
10	Donnerstag	14.62	0.798	0.40	Dimethylazelat
10	Freitag	19.99	1.092	0.32	Coffein
11	Dienstag	20.03	1.092	0.20	Coffein
11	Freitag	12.52	0.682	0.22	N-Ethylacetanilid
12	Dienstag	15.70	0.855	0.21	2,4,6-Trimethyl-Benzonitril
14	Sonntag	15.65	0.856	0.20	2,4,6-Trimethylbenzonitril
15	Sonntag	27.57	1.507	0.26	(Methylamphetamin) VENLAFAXIN
16	Montag	27.60	1.507	0.22	(Methylamphetamin) VENLAFAXIN
17	Samstag	19.50	1.090	0.23	Coffein
26	Mittwoch	12.01	0.691	0.24	Nicotine
26	Mittwoch	24.39	1.403	0.25	N,N-Dicyclohexylharnstoff
28	Dienstag	45.20	2.601	0.24	Terpenderiv.(Lycopersen)
28	Dienstag	45.32	2.608	0.64	Terpenderiv.(Lycopersen)
31	Mittwoch	21.19	1.220	0.21	Unbekannt
31	Donnerstag	21.17	1.219	0.21	Unbekannt
30	Montag	15.00	0.863	0.67	Unbekannt
30	Montag	21.51	1.238	0.43	Unbekannt
36	Dienstag	14.42	0.832	0.28	Fumarsäuredibutylester
38	Samstag	11.09	0.641	0.21	Triethyleneglycol dichlorid
38	Sonntag	11.09	0.641	0.67	Triethyleneglycol dichlorid
38	Montag	11.08	0.641	0.75	Triethyleneglycol dichlorid
38	Dienstag	11.09	0.642	0.96	Triethyleneglycol dichlorid
38	Mittwoch	11.09	0.641	0.82	Triethyleneglycol dichlorid
38	Donnerstag	11.09	0.641	0.52	Triethyleneglycol dichlorid
38	Freitag	11.09	0.641	1.44	Triethyleneglycol dichlorid
38	Samstag	11.09	0.641	0.59	Triethyleneglycol dichlorid
38	Sonntag	11.09	0.641	0.50	Triethyleneglycol dichlorid
39	Montag	11.09	0.641	0.75	Triethyleneglycol dichlorid

39	Dienstag	11.09	0.641	0.82	Triethyleneglycol dichlorid
39	Mittwoch	11.08	0.641	0.25	Triethyleneglycol dichlorid
39	Donnerstag	11.08	0.640	0.12	Triethyleneglycol dichlorid
39	Donnerstag	14.41	0.833	0.31	Fumarsäuredibutyl ester
39	Freitag	11.07	0.641	0.25	Triethyleneglycol dichlorid
40	Dienstag	21.08	1.219	0.36	Cycl. Alkan
47	Donnerstag	21.59	1.223	0.33	cycl. Alkan
48	Freitag	13.72	0.779	0.21	Tributylphosphat
48	Sonntag	9.96	0.566	0.25	Dimethylanilin
49	Montag	9.97	0.566	0.23	Dimethylanilin
49	Dienstag	9.89	0.561	0.54	Dimethylanilin
49	Mittwoch	9.96	0.566	0.38	Dimethylanilin

Tab. 4 Zusammenstellung von niedrigen Befunden im GC/MS-Screening

In Tabelle 4 sind Substanzen, die im Blindwert des Analyseverfahrens vorkommen, nicht aufgeführt. Es ist aber davon auszugehen, dass auch diese Stoffe zum Teil in recht beträchtlichen Mengen aus anthropogenen Quellen in den Rhein emittiert werden und umweltschädigende Wirkungen haben können.

2. Schwebstoffphase⁷

Alle 14 Tage werden mit einer Durchflusszentrifuge während 6 bis 72 Stunden ca. 100 g Schwebstoffe aus dem Rheinwasser gesammelt. Sie werden im Labor auf chemische Verbindungen untersucht, die sich stark an Schwebstoffe anlagern. Der gewonnene Schwebstoff wird gefriergetrocknet und gemahlen. In ansteigenden Hochwasserwellen werden zusätzliche Schwebstoffproben gezogen. Ein Hochwasser wird als solches behandelt, wenn der Pegel in Rheinfelden die Marke von 3.50m übersteigt. Dies entspricht einem Abfluss von mehr als 1800m³/s.

Angegebene Gehalte der Feststoffproben beziehen sich immer auf die Trockensubstanz.

2.1 Allgemeine Zusammensetzung und Summenparameter

(Datenbasis: 32 Untersuchungen)

Der Rhein bei Basel enthielt im Jahr 2002, während den Beprobungen, im Mittel 51.8 mg Schwebstoff pro Liter Wasser. Dieser hohe Wert (1995: 13.3, 1996: 8.3, 1997: 5.8, 1998: 12.7, 1999: 12.1 mg/L, 2000: 8.6 mg/L, 2001 21.6mg/L) ist hauptsächlich auf Baggerarbeiten im Bereich des Kraftwerkes Birsfelden in der Wo 34 (209.5 mg/L bei 1414 m³/s) und in der Wo 36 (834 mg/L bei 1447 m³/s) zurückzuführen. Lässt man diese beiden und die der zusätzlichen Hochwasserbeprobungen der Wo 33 und 39 für den Vergleich weg, so liegt der bereinigte Mittelwert bei 13.8 mg/L. Im Allgemeinen ist der Schwebstoffgehalt stark abfluss- bzw. wetterabhängig.

Der Phosphorgehalt in Schwebstoffen war mit 1.6 g Phosphor / kg Schwebstoff ca 30% geringer als im Vorjahr. Der TOC betrug bei Basel durchschnittlich 56.7 g Kohlenstoff / kg (5.7%C; min. 1.7 %C bis max 11.0 %C) der Schwebstoffmasse, erneut weniger als im Vorjahr (6.8% C / kg Schwebstoff).

2.2 Metalle

(Datenbasis: 32 Untersuchungen, 10 Einzelstoffe)

Legt man die strengen Beurteilungskriterien der IKSR zugrunde, ergibt sich folgendes Bild: Die Zielvorgaben des "Aktionsprogramms Rhein" der IKSR von 1990 sind erreicht. Bei den Metallen Blei (Pb), Chrom (Cr), Cadmium (Cd), Arsen (As) und Quecksilber (Hg) sind die Vorgaben deutlich erreicht, bei Zink (Zn), Kupfer (Cu) und Nickel (Ni) liegen die Werte im Bereich der IKSR-Zielvorgaben.

Resultate 2002 / Metalle in Schwebstoffen					
Metall	Einheit	mittlere Konzentration	90er Perzentil	50er Perzentil (Median)	Zielvorgabe der IKSR
Eisen	g/kg	22.6	25.8	22.4	
Mangan	g/kg	0.81	0.96	0.79	
Zink	mg/kg	158	215	155	200
Chrom	mg/kg	47.0	58.6	47.3	100
Kupfer	mg/kg	42.3	56.1	43.8	50
Blei	mg/kg	33.3	42.4	32.9	100
Nickel	mg/kg	40.2	44.1	39.5	50
Arsen	mg/kg	10.8	13.8	10.6	40
Cadmium	mg/kg	0.40	0.54	0.40	1.0
Quecksilber	mg/kg	0.23	0.28	0.18	0.5

Tab. 5 Auswertung der Schwermetallgehalte der Schwebstoffe

⁷ Erläuterungen zu den aufgeführten Messparametern befinden sich im Anhang

2.3 Organochlor-Pestizide

(Datenbasis: 32 Untersuchungen, 7 Einzelstoffe)

2002 waren α -, β -HCH und γ -HCH (Lindan) quantifizierbar α -HCH konnte 19-, β -HCH und Lindan fünfmal nachgewiesen werden. Die Tendenzen sind sowohl in Menge wie Häufigkeit der Befunde rückläufig bis auf das persistenteste der Isomere, dem β -HCH. Hier wurden neu 5 positive Werte registriert mit einer Maximalkonzentration von 54 $\mu\text{g}/\text{kg}$ β -HCH.

Die Werte für Hexachlorbenzol (HCB) waren tiefer als im Vorjahr. Bei nur noch 16 Positivbefunden ergab sich ein IKS-Mittelwert von 1.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (2001 4.7 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 2000: 4.8 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 1999: 11.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$), der Maximalwert betrug 4.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (17 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 2000: 46 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 1999: 36 $\mu\text{g}/\text{kg}$).

Auch 2002 wurde noch p,p'-DDT gefunden (IKS-Mittelwert 0.9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bei 12 Positivbefunden), ebenso der Metabolit p,p'-DDE (4 positive Befunde, IKS-Mittelwert 0.6 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Nicht bestimmt wurden die Metaboliten o,p'-DDD, p,p'-DDD und o,p'-DDE. Das Isomere o,p'-DDT (zu ca. 30% im technischen DDT enthalten) wurde mit einem Positivbefund in einer Konzentration von 1.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ detektiert.

2.4 Polychlorierte Biphenyle (PCB)

(Datenbasis: 32 Untersuchungen, 8 Einzelstoffe)

Von den 8 ausgewählten Kongeneren waren 6 immer bzw. fast immer quantifizierbar (PCB-153 (27x), PCB-138 (30x), PCB-180 (25x), PCB-101 (16x); PCB-118 (16x), PCB-170 (8x)). Die mittleren Konzentrationen lagen 2002 jeweils zwischen 1.4 und 3.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ je Kongener. Das PCB-52 wurde 3x (IKS-Mittelwert 0.59 $\mu\text{g}/\text{kg}$), das PCB-28 wurde in keiner Probe nachgewiesen. Werden die entsprechenden durchschnittlichen Gehalte der PCB-Kongeneren (28, 52, 101, 118, 138, 153 und 180) mit dem LAGA-Faktor verrechnet, erhält man einen angenäherten durchschnittlichen Gesamt-PCB Gehalt von 48 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (2001 95 $\mu\text{g}/\text{kg}$).

2.5 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

(Datenbasis: 32 Untersuchungen, 15 Einzelstoffe)

Von den untersuchten Vertretern der PAK waren 14 in Konzentrationen zwischen 0.027 bis 0.35 mg/kg im Mittel enthalten. Am häufigsten wurden Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)- und Benzo(k)fluoranthren, Benzo(ghi)perylen, Dibenz(a,h)anthracen, Fluoranthren, Phenantren, Chrysen und Pyren bestimmt. Anthracen, Indeno(1,2,3-cd)pyren und Naphthalin und Acenaphthen sind seltener, Fluoren konnte gar nicht nachgewiesen werden. Die Konzentrationen der Summe-PAK betragen im Mittel 2.0 mg/kg , gleichviel wie im 2001.

2.6 Schwerflüchtige chlorierte Verbindungen

(Datenbasis: 32 Untersuchungen, 7 Einzelstoffe)

Von den Trichlorbenzolen sind 1,2,4-Trichlorbenzol (24x, Mittelwert 3.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$; 2000 3.7 $\mu\text{g}/\text{kg}$), 1,2,3-Trichlorbenzol (1x, 1.6 $\mu\text{g}/\text{kg}$) und 1,3,5-Trichlorbenzol (1x, 9.3 $\mu\text{g}/\text{kg}$), Pentachlorbenzol (12x, Mittelwert: 2.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$) sowie 1,4-Dichlorbenzol (5x, Mittelwert 1.16 $\mu\text{g}/\text{kg}$) quantifiziert worden. Der Mittelwert der Summen der Chlorbenzole beträgt 5.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ gegenüber 37 $\mu\text{g}/\text{kg}$ im Vorjahr. Die Maxima der 1,2,4-Trichlorbenzol-Werte nahm von 9 Proben mit mehr als 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (max 65 $\mu\text{g}/\text{kg}$) im Vorjahr auf eine mit 13 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ab. 1,4-Dichlorbenzol wies nur noch 5 Befunde mit mittleren 1.16 $\mu\text{g}/\text{kg}$ auf und keine Spitzen von 68 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Pentachloranisol konnte nicht bestimmt werden.

2.7 Zinnorganische Verbindungen

(Datenbasis: 32 Untersuchungen, 5 Verbindungen)

Der Mittelwert des häufig vorkommenden Dibutylzinn (in 32 Proben quantifiziert) beträgt 1.7 µg Sn/kg (2001 1.4 µg/kg, 2000: 3.5 µg/kg). Dioctylzinn wurde achtmal Tricyclohexylzinn dreimal im Bereich zwischen 0.55 und 0.84 µg/kg bestimmt.

3. Technische Änderungen in der RÜS

3.1 Standzeiten von Strängen im Jahr 2002

Im 2002 verursachten Umschlussarbeiten im Zusammenhang mit dem Wechseln von Kunststoffleitungen, welche nach 10 Jahren brüchig wurden, längere Betriebsunterbrüche an Einzelsträngen der Mischung Kunststoff.

Infolge mehrerer Hochwasser (Rheinfeldern $\geq 1800 \text{ m}^3/\text{s}$) und in diesem Zusammenhang hoher Schwebstofffracht mussten 8 Mal die Druckerhöhungspumpen der Mischung Kunststoff tageweise ausgeschaltet werden. Die wiederholt hohen Schwebstoffanteile erforderten auch den Wechsel von zwei grossen und einer kleinen Kunststoffpumpe. In Tabelle 6 sind die Ausfallzeiten verschiedener Pumpen und die Stränge, deren Wasser zur Bildung von Mischung Stahl und Mischung Kunststoff verwendet wurde, dargestellt. In Tabelle 7 die Betriebszeiten.

Pumpen	Datum	Grund
MK alle	28.2.2002-4.3.2002	Druckerhöhungspumpen infolge hoher Trübung ausgeschaltet
MK alle	20.3.2002-26.3.2002	Druckerhöhungspumpen infolge hoher Trübung ausgeschaltet
MK alle	4.5.2002-6.5.2002	Druckerhöhungspumpen infolge hoher Trübung ausgeschaltet
K3 gross	22.5.2002 (Vormittag)	Pumpe K3 gross gewechselt
MK alle	10.6.2002-12.6.2002	Druckerhöhungspumpen infolge hoher Trübung ausgeschaltet
MK alle	16.7.2002-20.7.2002	Druckerhöhungspumpen infolge hoher Trübung ausgeschaltet
K2 gross	29.7.2002-30.7.2002	Pumpe K2 gross gewechselt
K3	26.8.2002-31.8.2002	Umschluss Kunststoffleitungen
MK alle	2.9.2002-4.9.2002	Druckerhöhungspumpen infolge hoher Trübung ausgeschaltet
K5	23.9.2002-7.10.2002	Umschluss Kunststoffleitungen
MK alle	24.9.2002-27.9.2002	Druckerhöhungspumpen infolge hoher Trübung ausgeschaltet
K4	7.10.2002-29.10.2002	Umschluss Kunststoffleitungen
K2	30.10.2002-22.11.2002	Umschluss Kunststoffleitungen
MK alle	11.11.2002-14.11.2002	Druckerhöhungspumpen infolge hoher Trübung ausgeschaltet
K3	22.11.2002	Fluss zu gering => Trennverstärker
K1	25.11.2002-9.12.2002	Umschluss Kunststoffleitungen
K5 klein	12.12.2002-16.12.2002	Pumpe K5 klein gewechselt

Tab. 6 Betriebsunterbrüche von Strängen im 2002

Datum	Mischwasser aus
1.1.2002 bis 31.12.2002	S1, S2, S3, S4, S5 K1, K2, K3, K4, K5
29.7.2002-30.7.2002	S1, S2, S3, S4, S5 K1, K3, K4, K5
26.8.2002-31.8.2002	S1, S2, S3, S4, S5 K1, K2, K4, K5
23.9.2002-7.10.2002	S1, S2, S3, S4, S5 K1, K2, K3, K4
7.10.2002-29.10.2002	S1, S2, S3, S4, S5 K1, K2, K3, K5
30.10.2002-22.11.2002	S1, S2, S3, S4, S5 K1, K3, K4, K5
22.11.2002	S1, S2, S3, S4, S5 K1, K2, K4, K5
25.11.2002-9.12.2002	S1, S2, S3, S4, S5 K2, K3, K4, K5
12.12.2002	S1, S2, S3, S4, S5 K1, K2, K3, K4

Tab. 7 Zusammensetzung des Mischwassers (MS und MK) im 2002

3.2 Bauarbeiten

Im Jahr 2002 wurde der Ersatz von PVC-Leitungen, welcher im 2001 begonnen wurde fortgesetzt. Die Kunststoffleitungen und insbesondere deren Klebstellen sind 10 Jahre nach der Installation spröde geworden und müssen durch neue ersetzt werden. Diese Arbeiten ziehen sich über drei Jahre hin und werden im 2003 abgeschlossen sein.

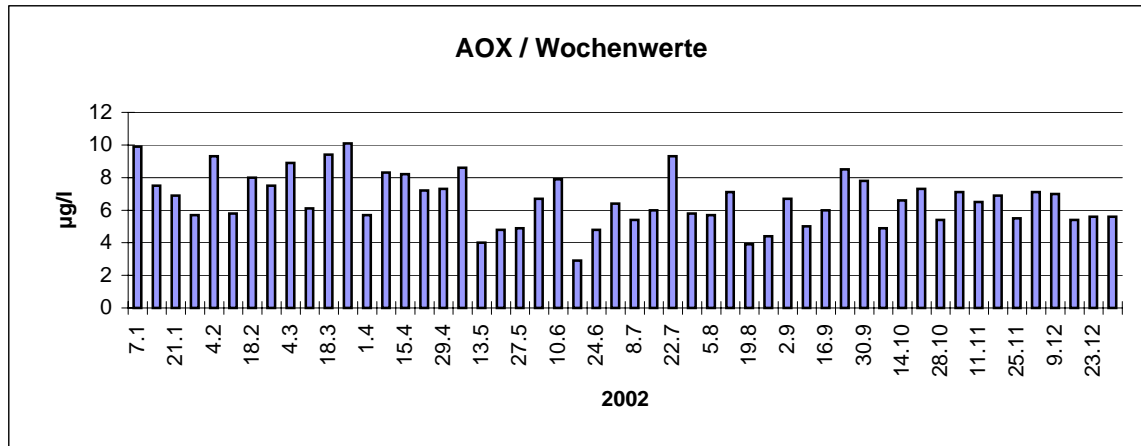
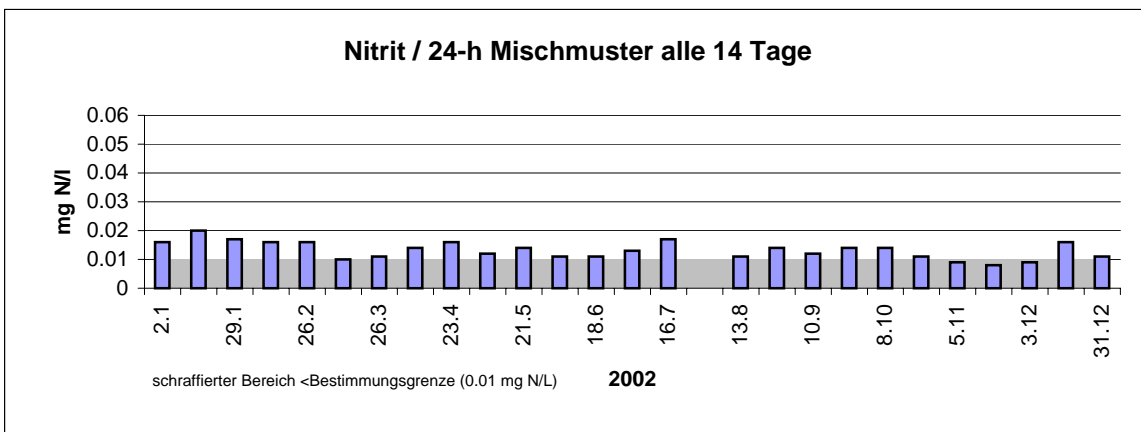
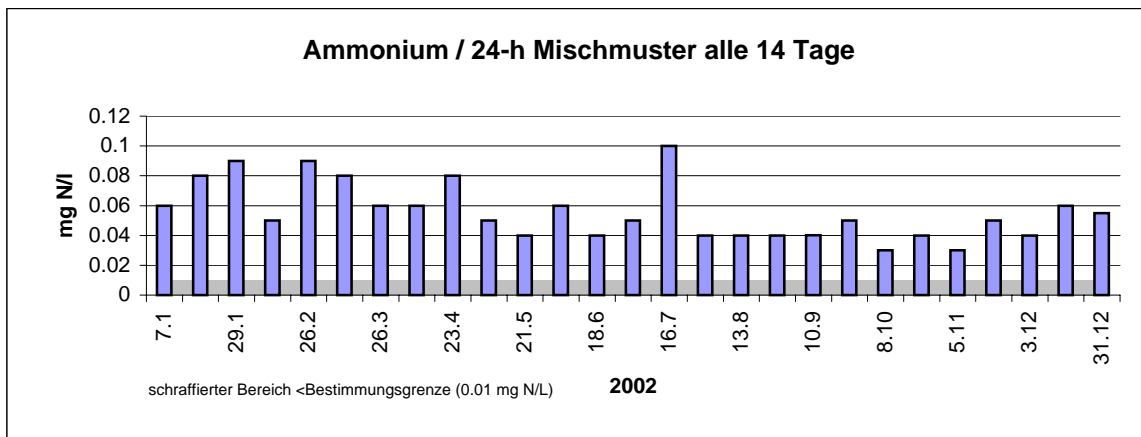
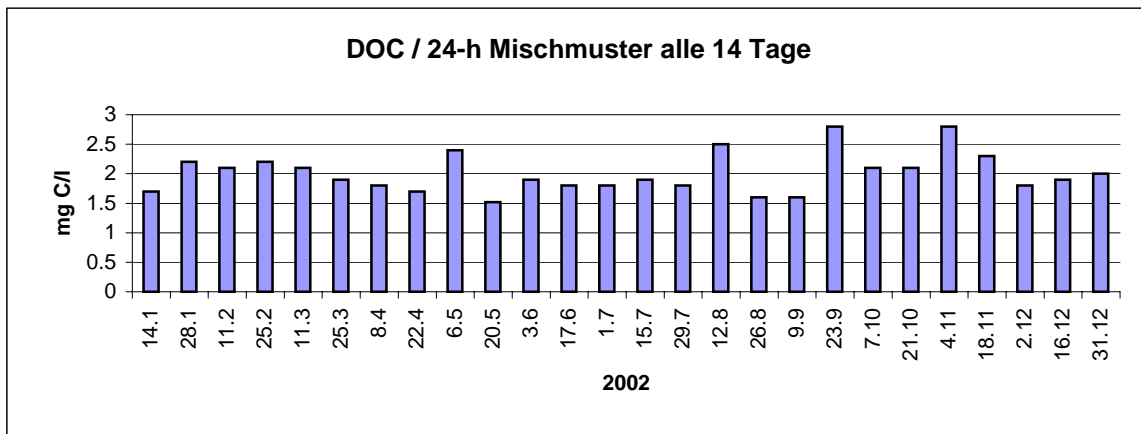
3.3 Probennahme

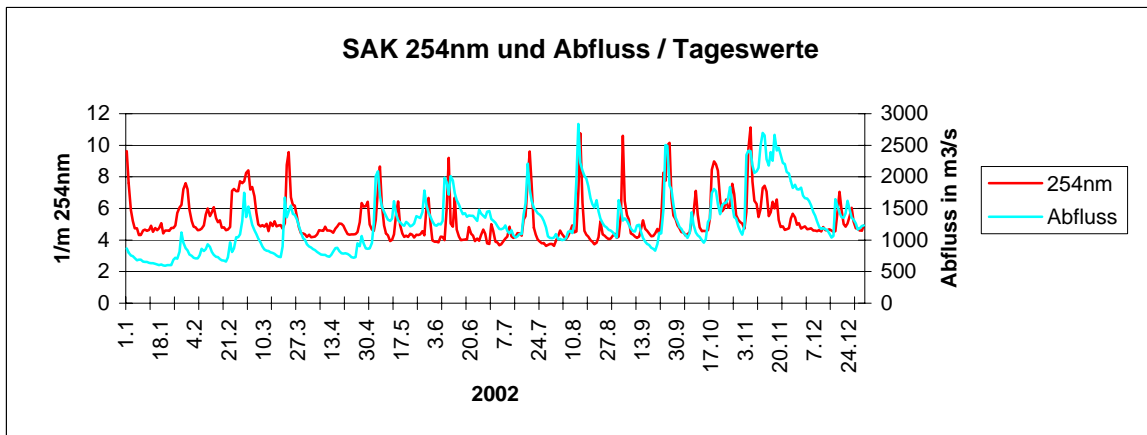
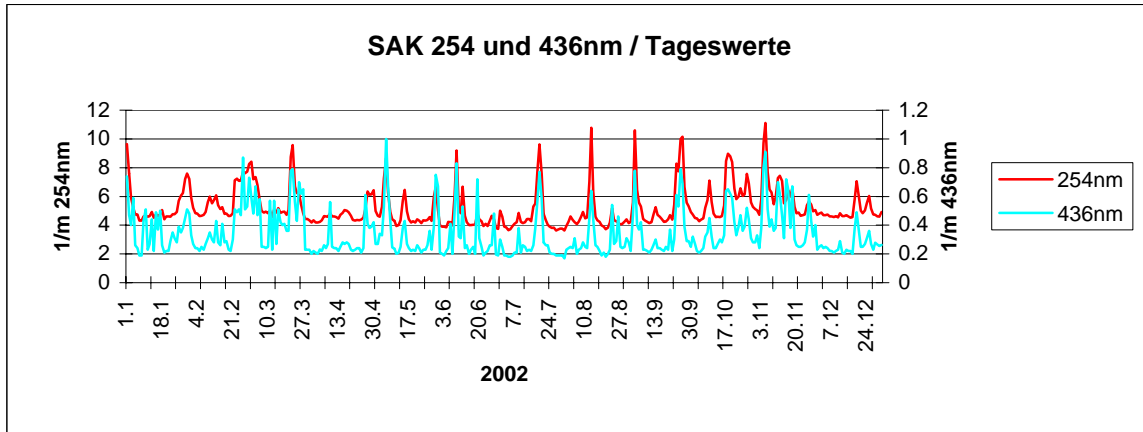
Um das durch den Umbau der Station strapazierte Budget nicht noch weiter zu belasten, wurde mit dem Ersatz von weiteren Bühler-Montec Ereignisprobennehmern⁸, welche schon seit 1993 im Dauerbetrieb stehen, durch solche von Water-Sam⁹, verzichtet. Bis Mitte 2001 konnten bisher zwei Water-Sam Probennehmer für 24 Proben in Betrieb genommen werden.

⁸ Die Ereignisprobennehmer sind automatische (Füllung und Entleerung), an jedem Strang montierte Probennehmer, die 11 Proben zu je 12 Stunden sammeln. Es wird somit jederzeit eine Rückverfolgbarkeit von 5.5 Tagen garantiert.

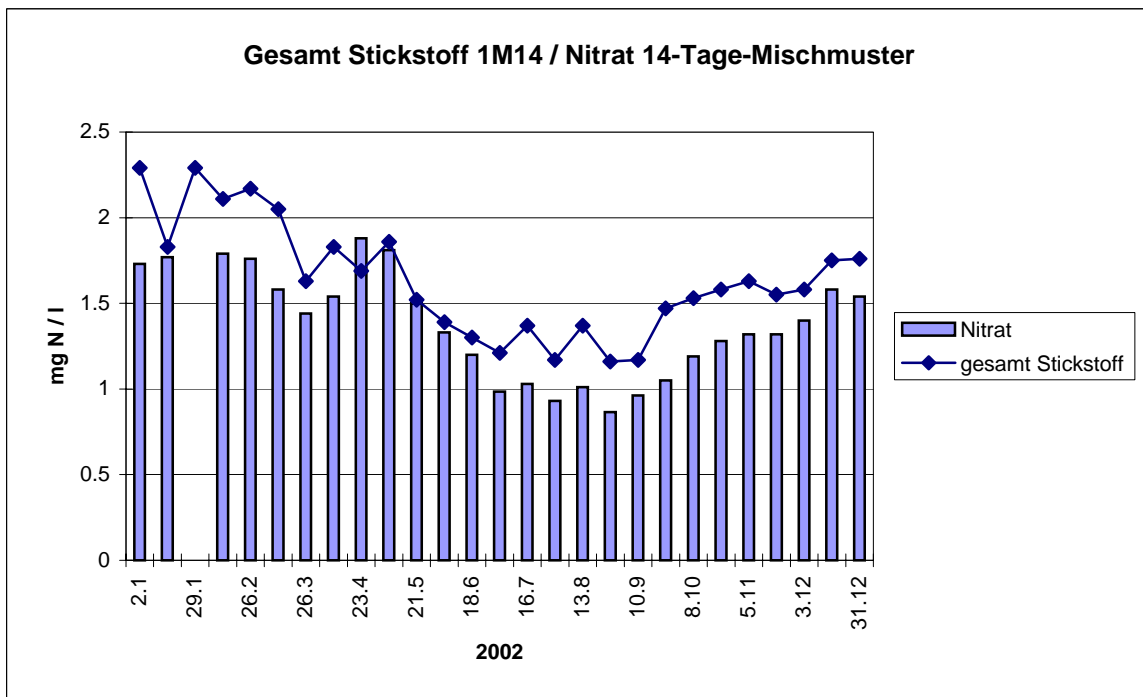
⁹ Die Water-Sam Probennehmer sind gekühlte, automatische (Füllung und Entleerung) an einem Strang montierte Probennehmer. Sie können in der 24er Version 23 Proben zu je 12 Stunden sammeln, haben also eine Rückverfolgung von 11.5 Tagen garantiert

I. Wasserphase
I.1 Abwasserinhaltsstoffe



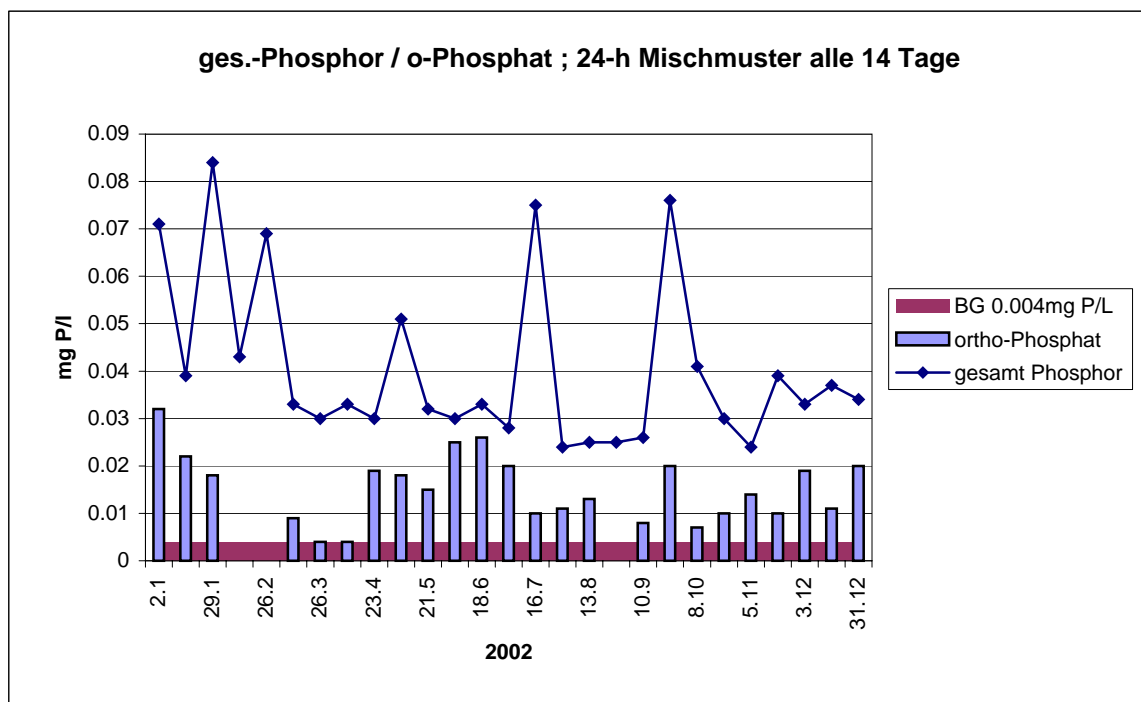


I.2 Pflanzennährstoffe

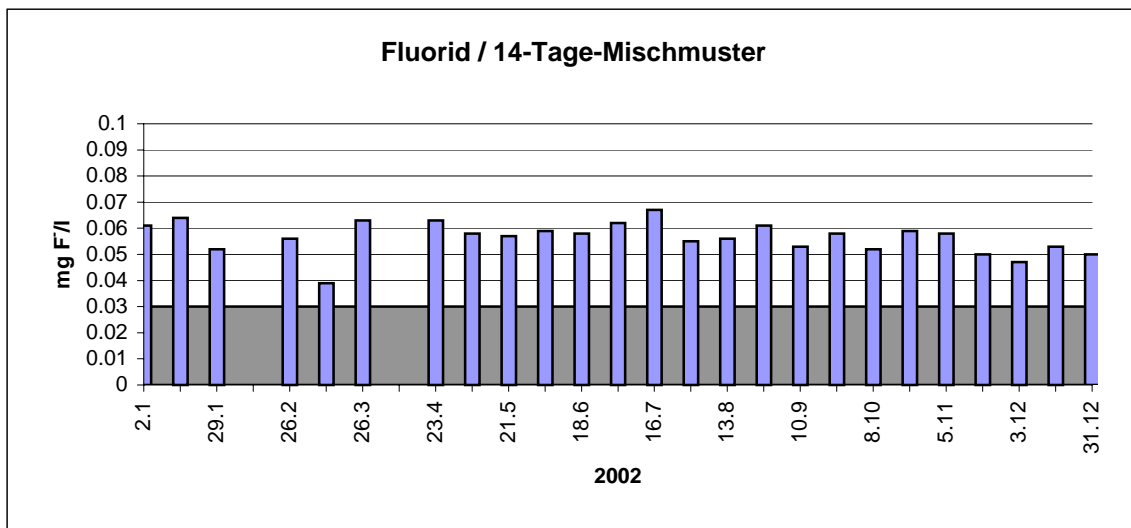
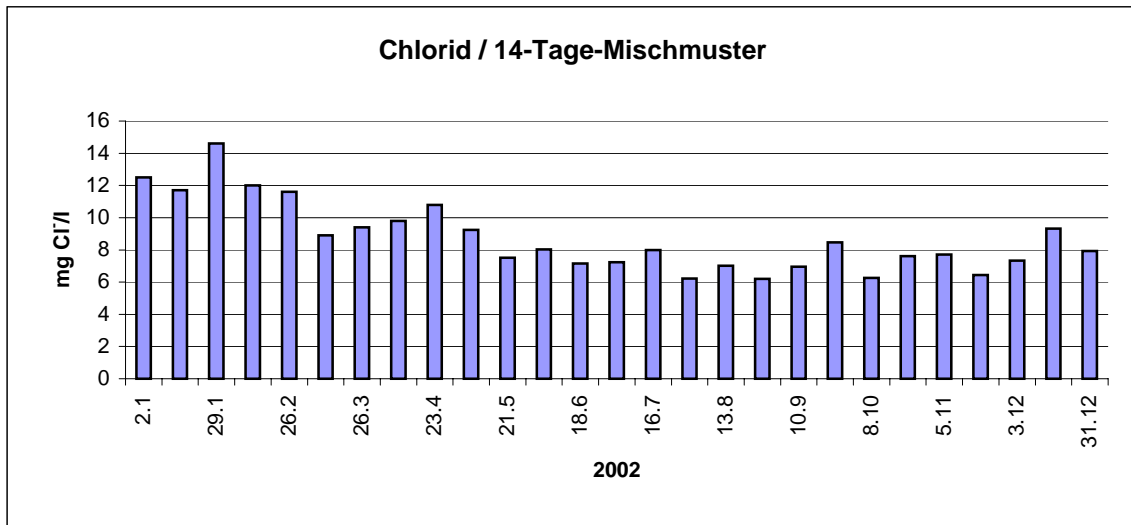


Nitrat-Wert vom 23.4.:

Nitrat wird in einer 14Tages-Mischprobe, Gesamtstickstoff in einer 24Stunden-Mischprobe bestimmt

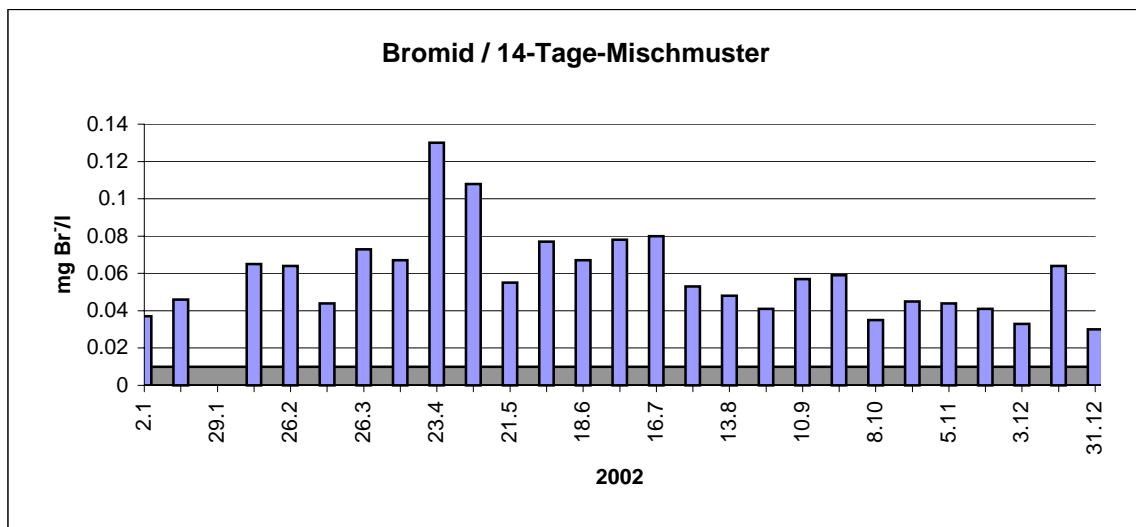


I.3 Neutralsalze



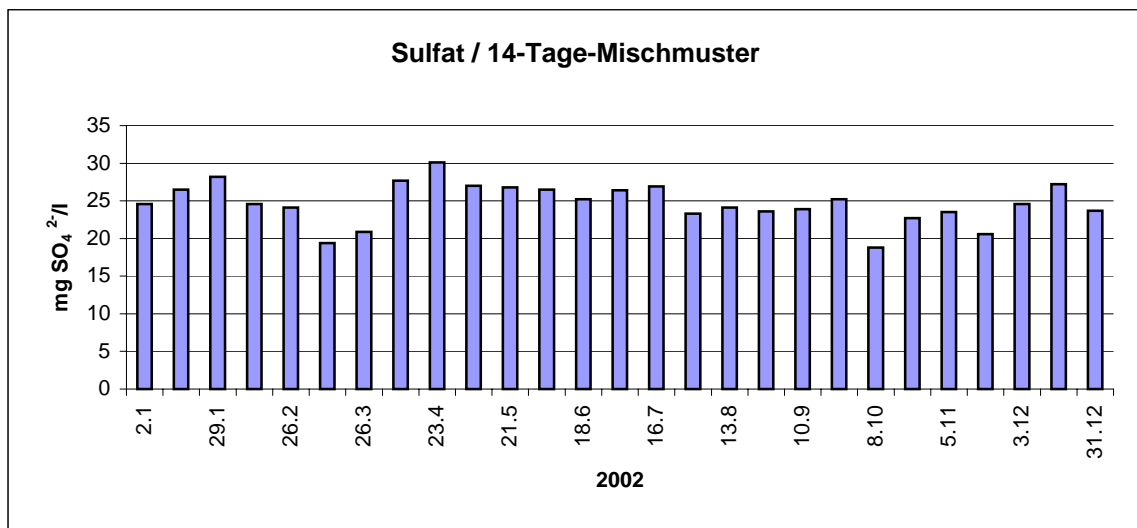
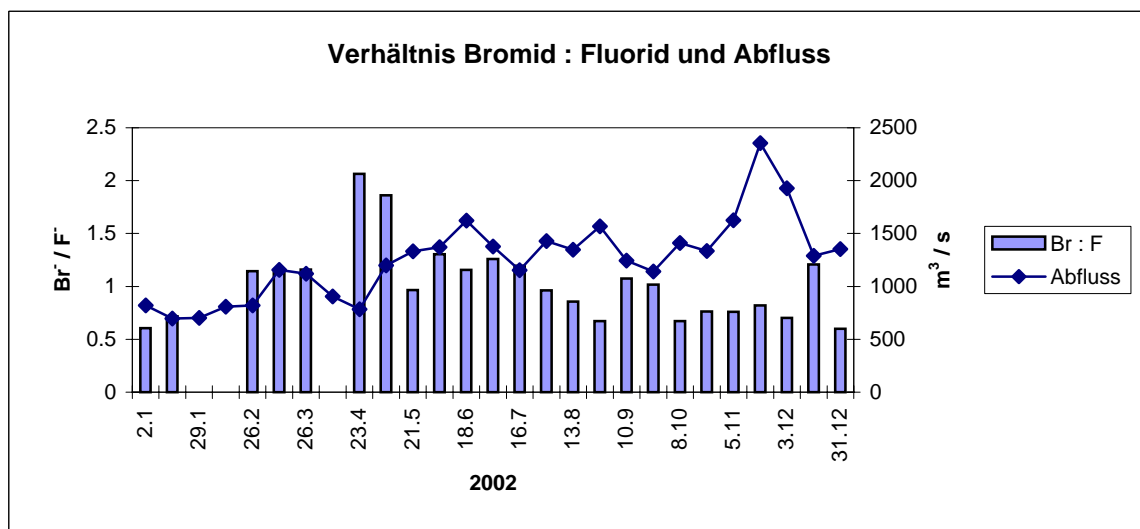
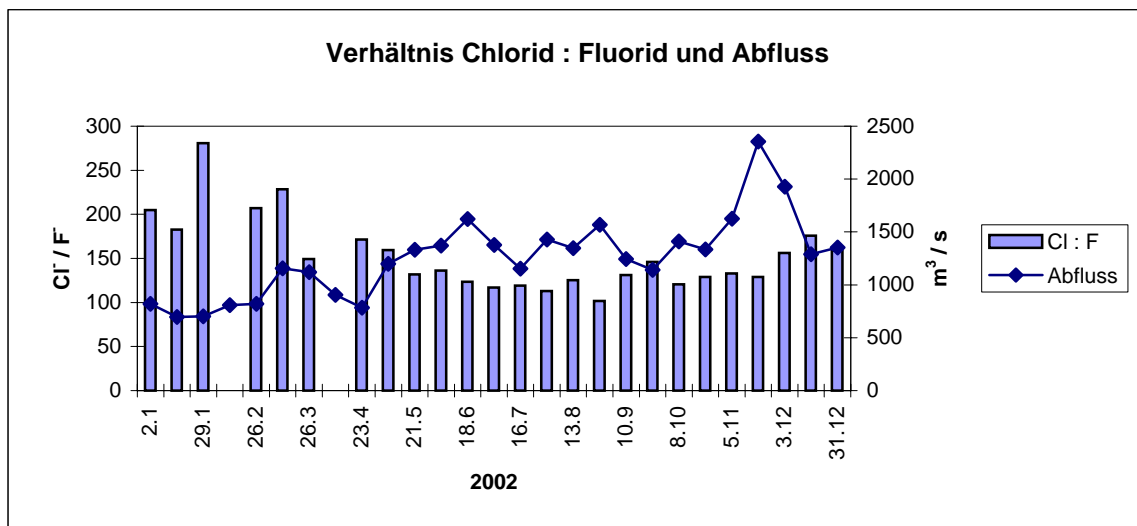
Bestimmungsgrenze (BG) = schraffierter Bereich

BG Fluorid = 0.03 mg/L

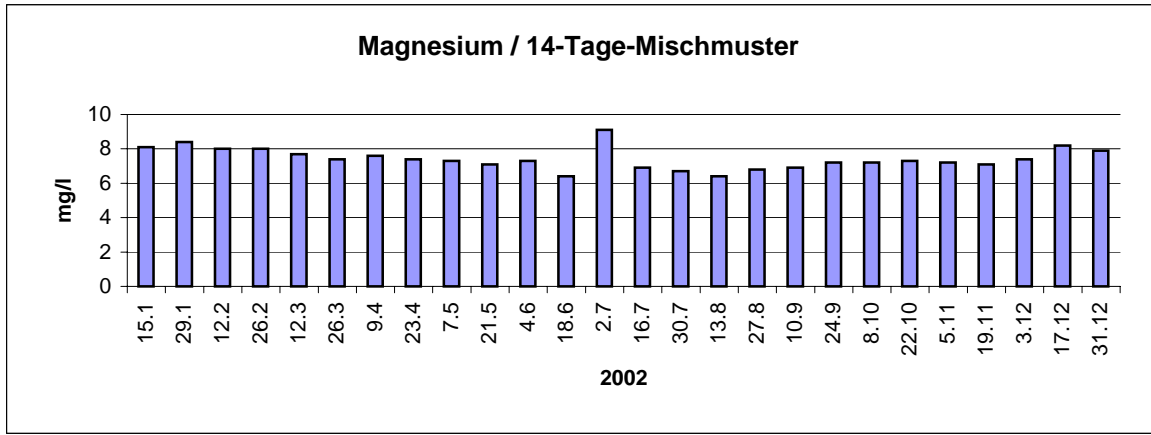
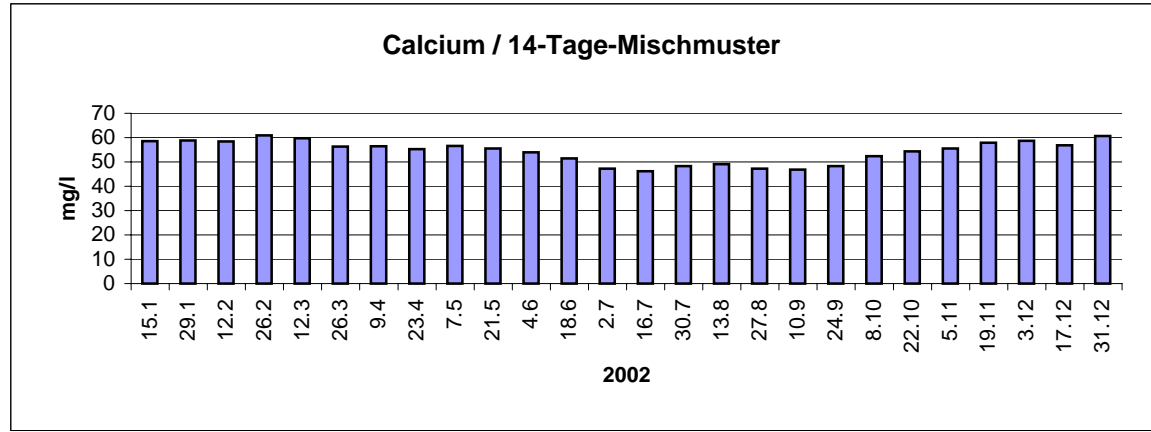
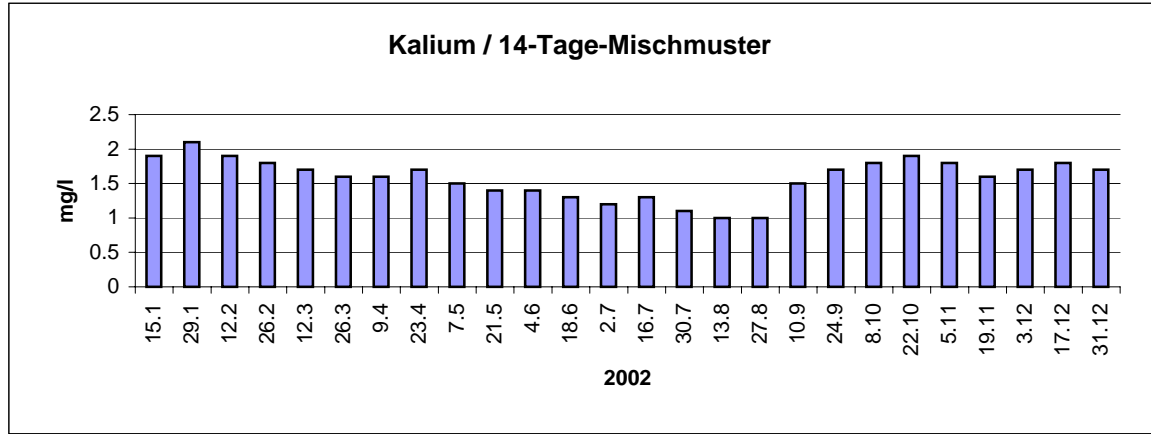
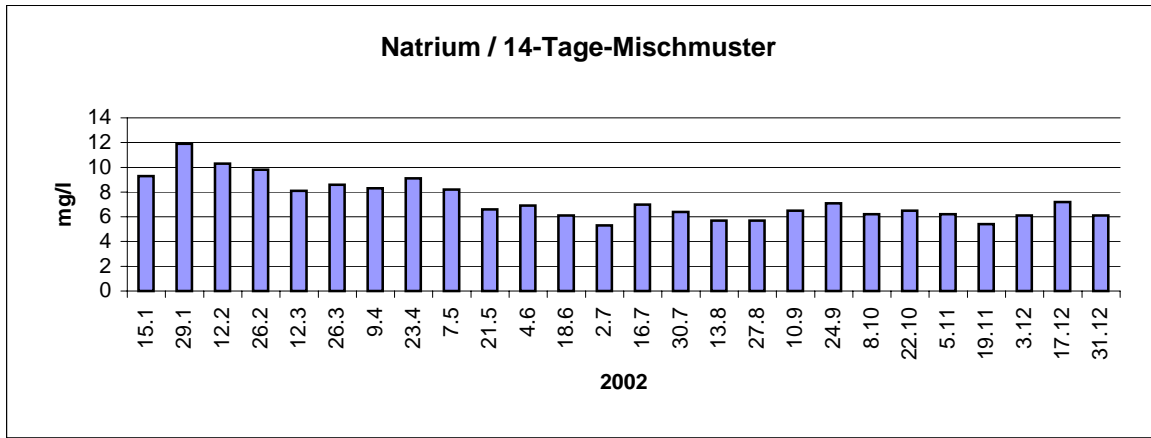


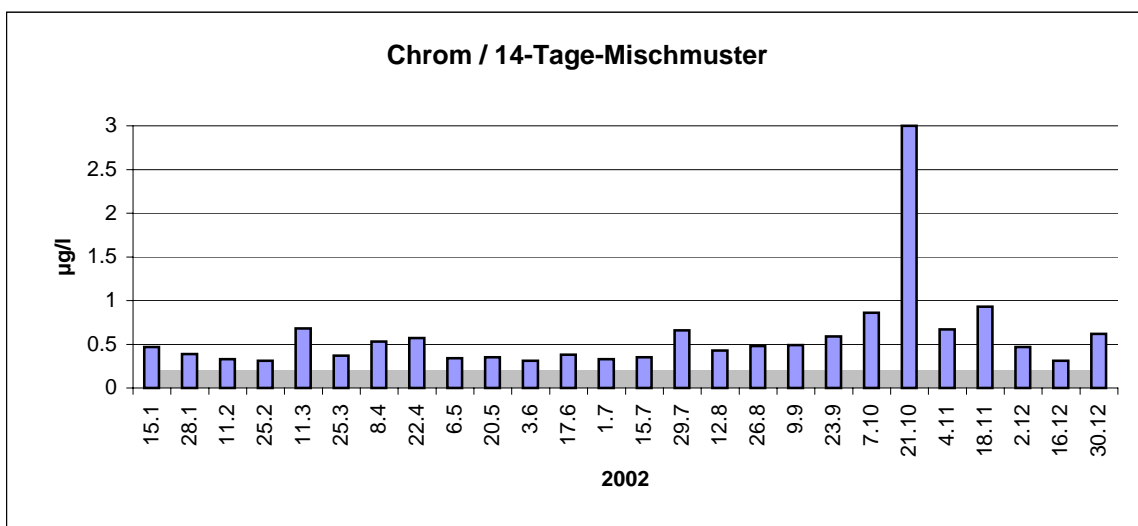
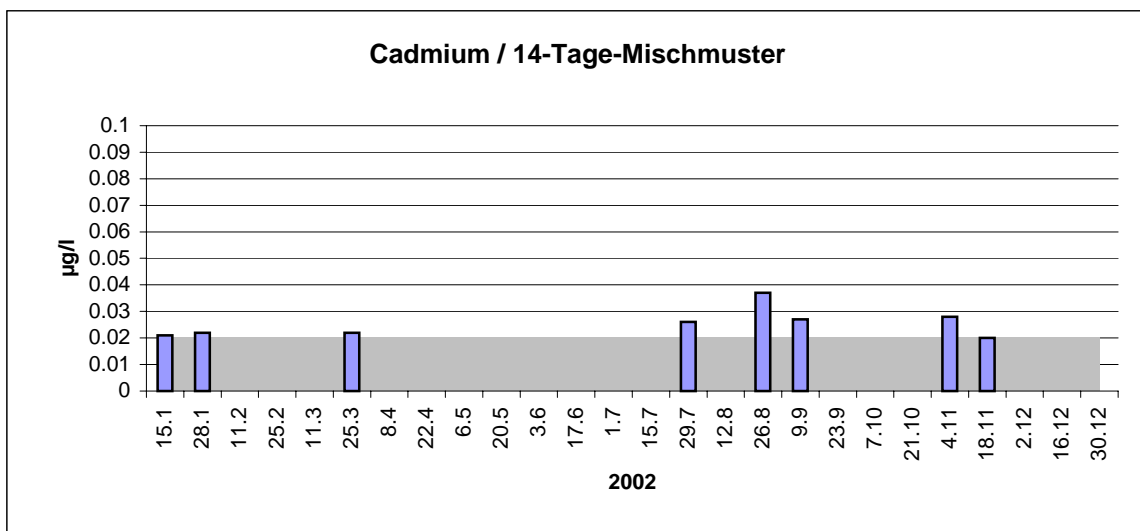
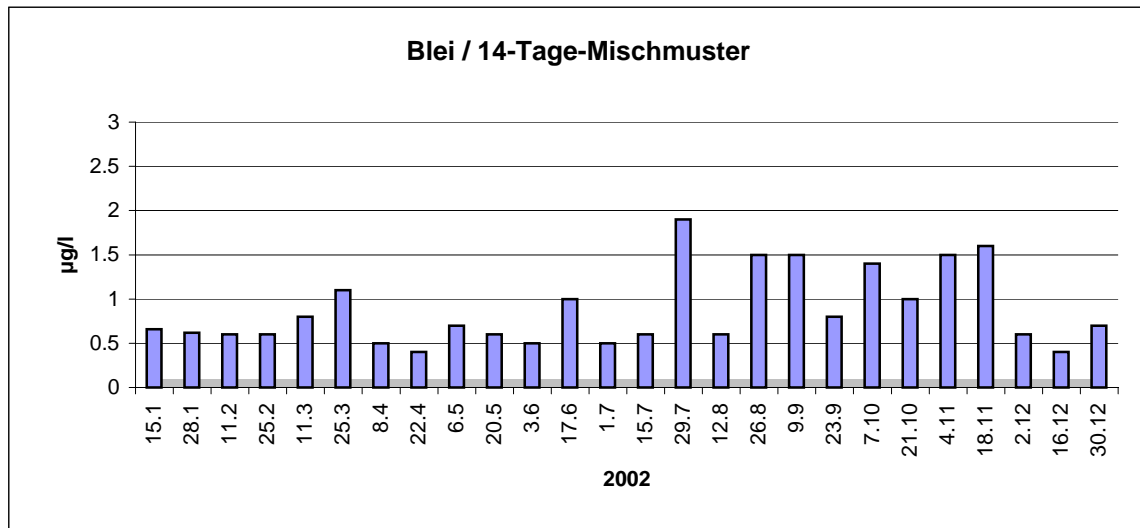
Bestimmungsgrenze (BG) = schraffierter Bereich

BG Bromid = 0.01 mg/L



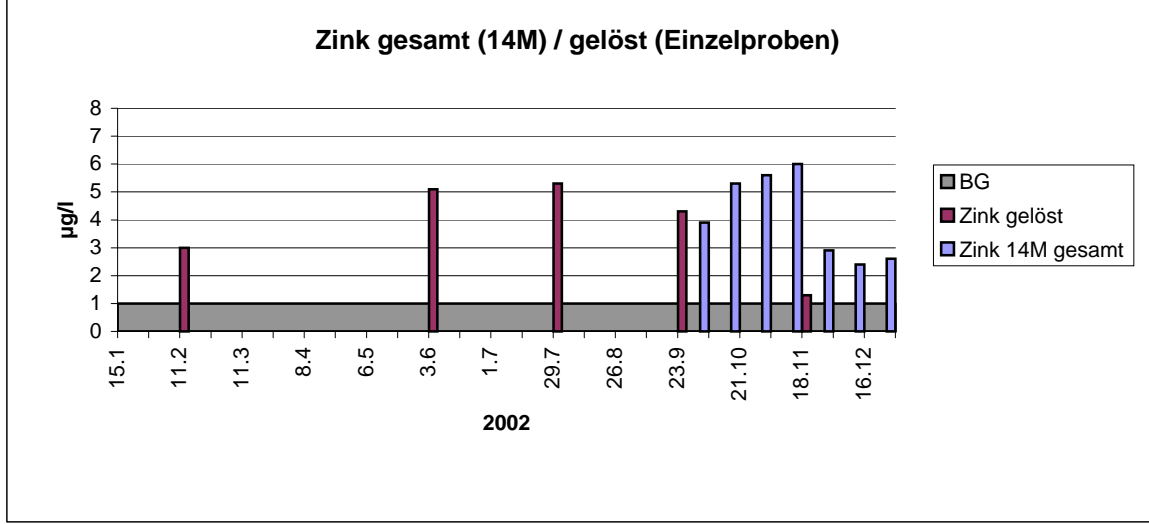
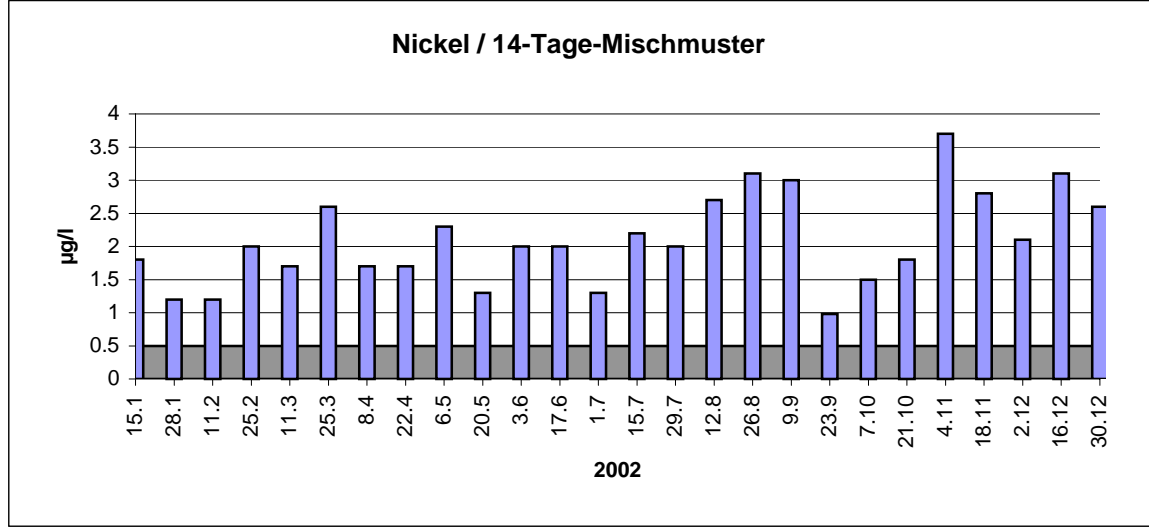
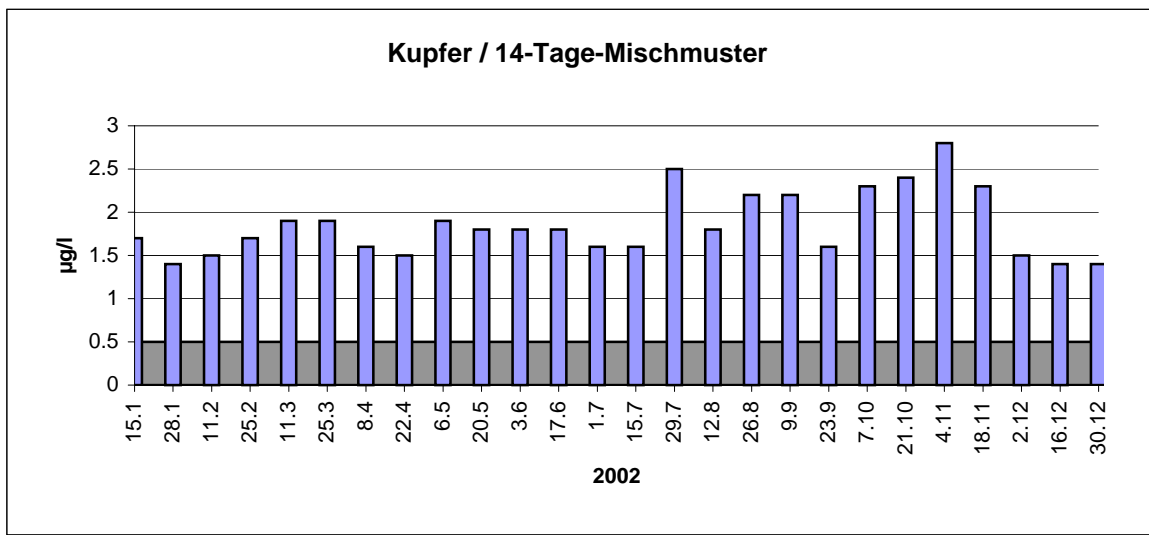
I.4 Metalle gelöst in Wasserphase





Bestimmungsgrenze (BG) = schraffierter Bereich

BG Blei = 0.1 µg/L; BG Cadmium = 0.02 µg/L; BG Chrom = 0.2 µg/L

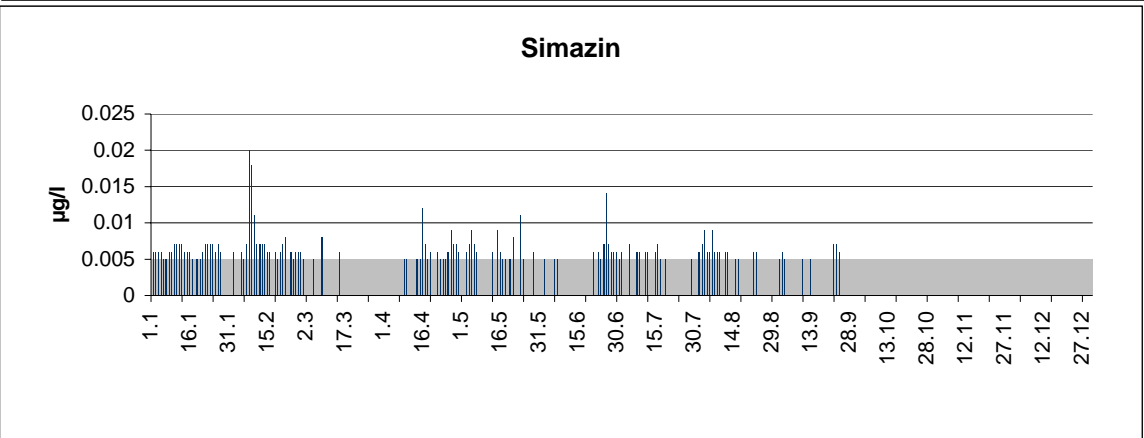
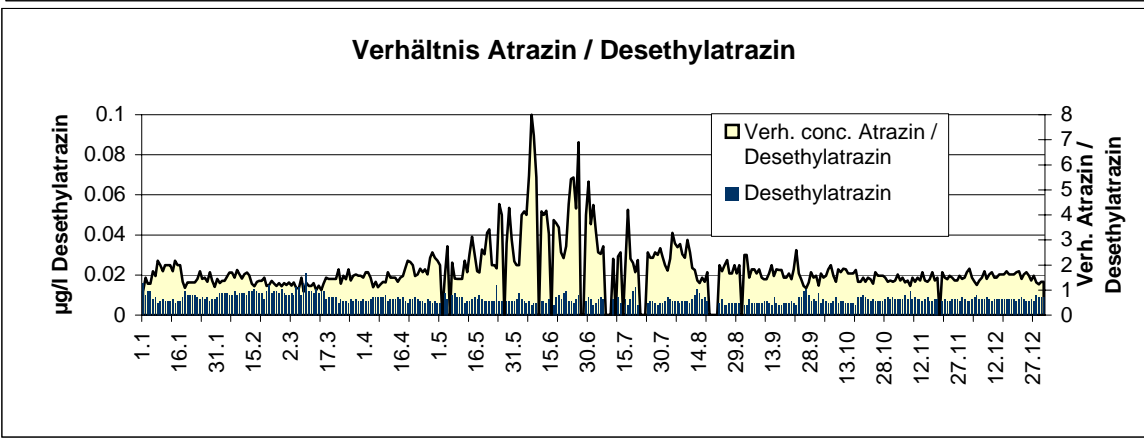
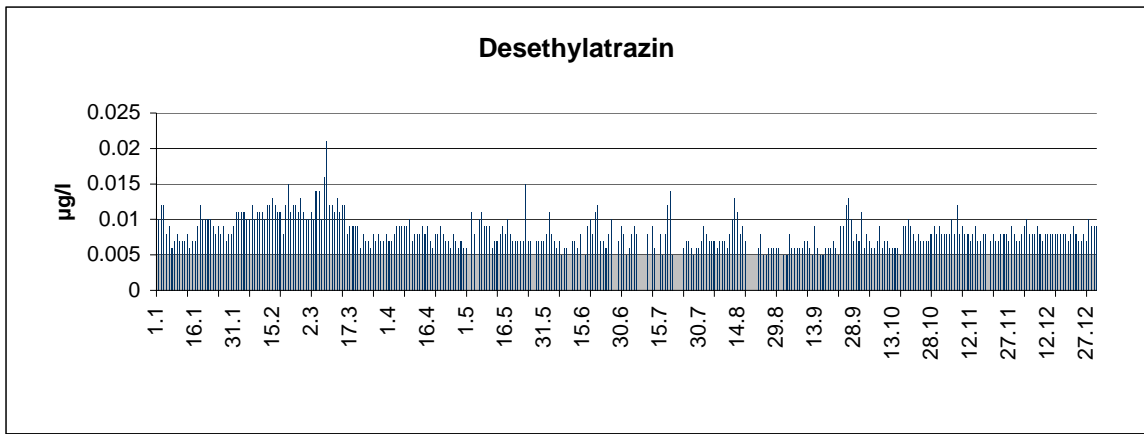
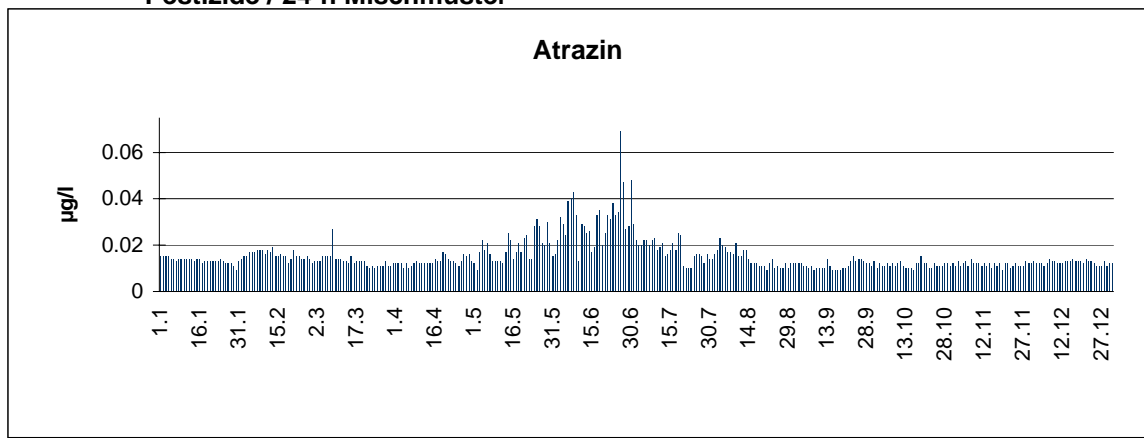


Bestimmungsgrenze (BG) = schraffierter Bereich

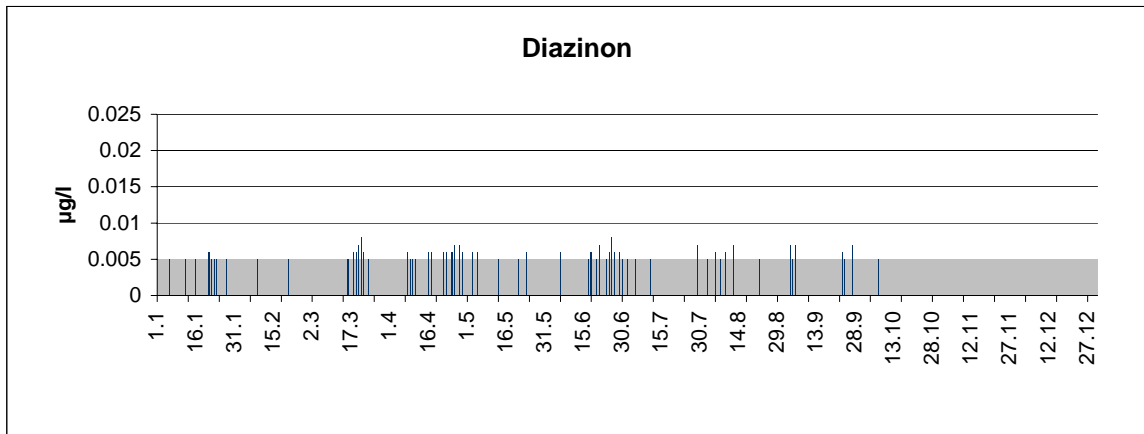
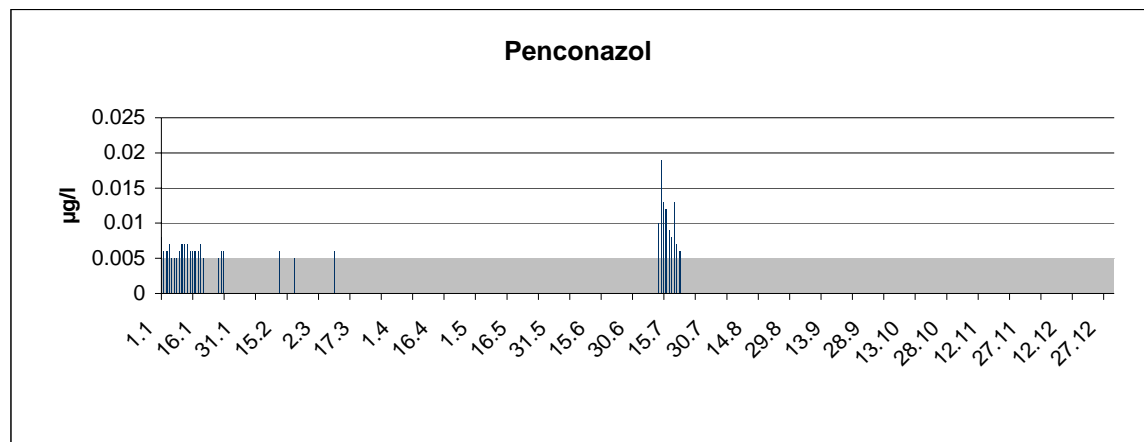
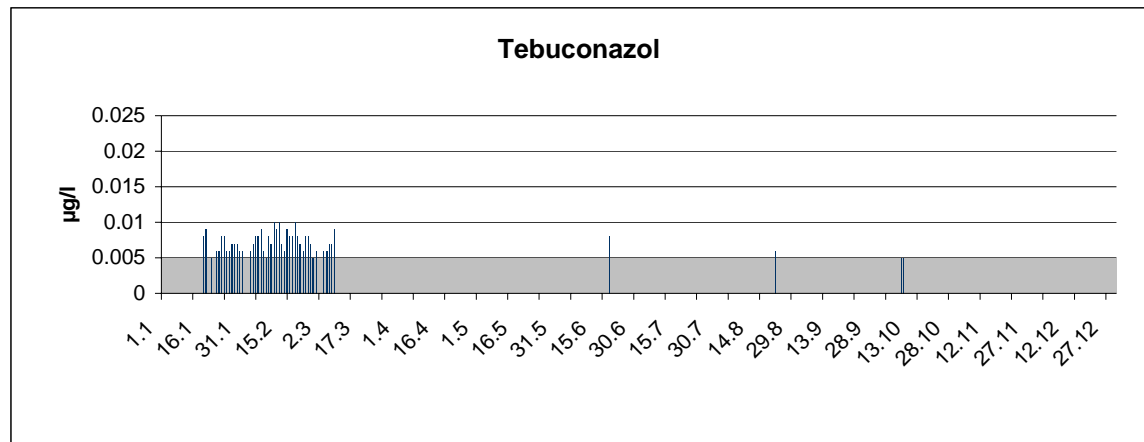
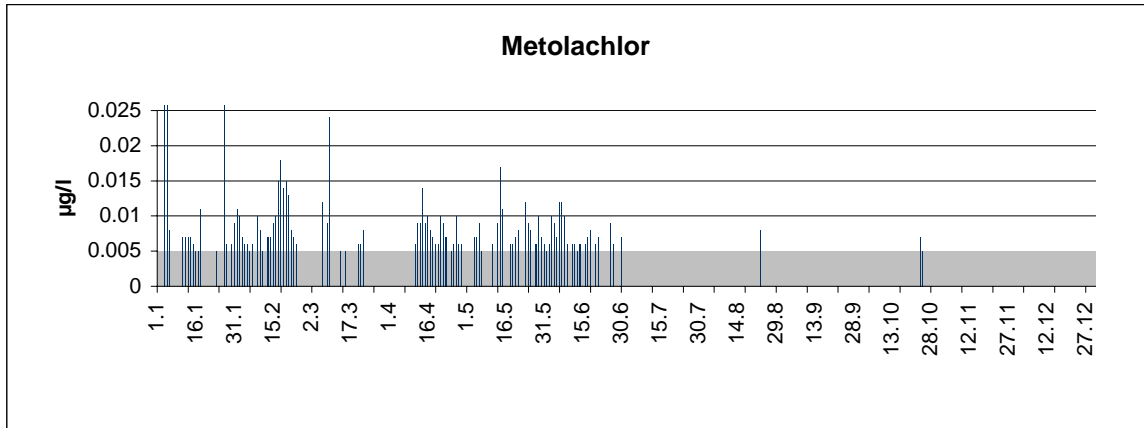
BG Kupfer = 0.5 µg/L; Nickel = 0.5 µg/L; BG Zink = 1 µg/L

Grafik für Quecksilber entfällt, da die Konzentration in keiner Bestimmung über der BG von 0.01 µg/L lag

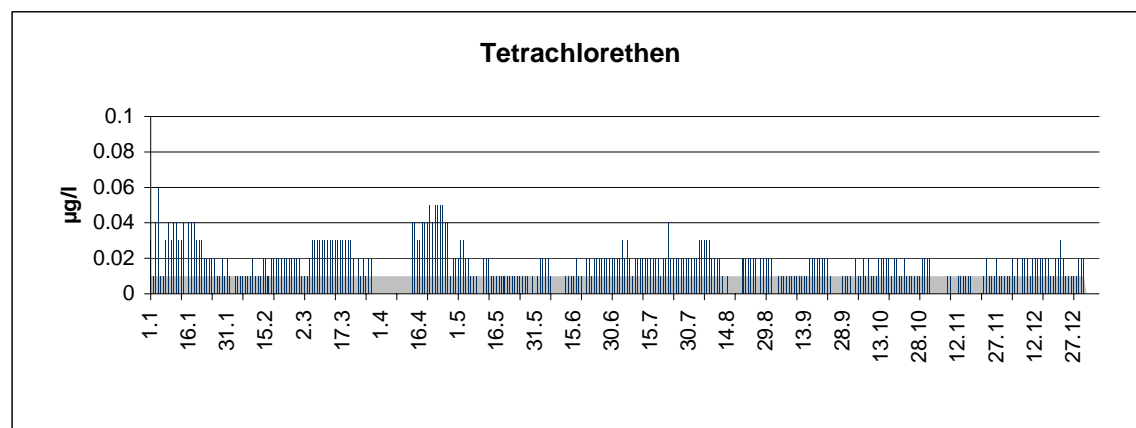
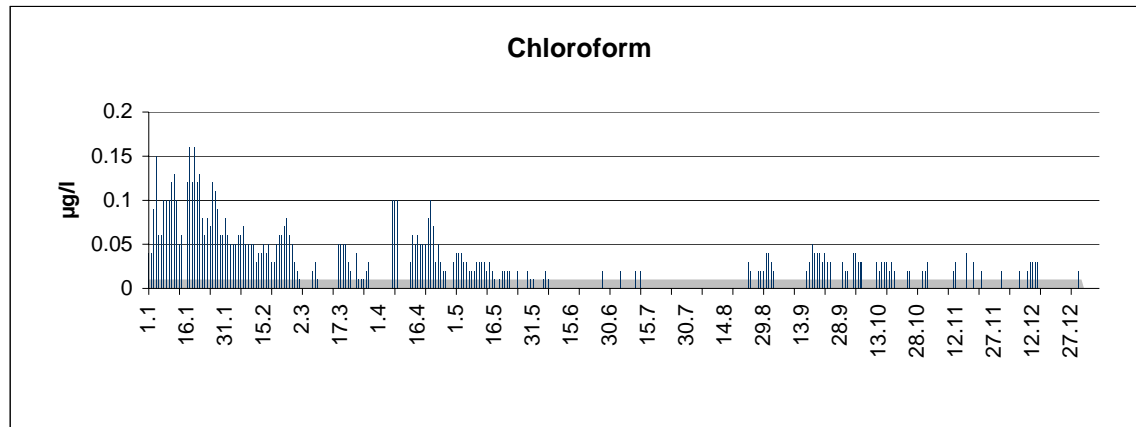
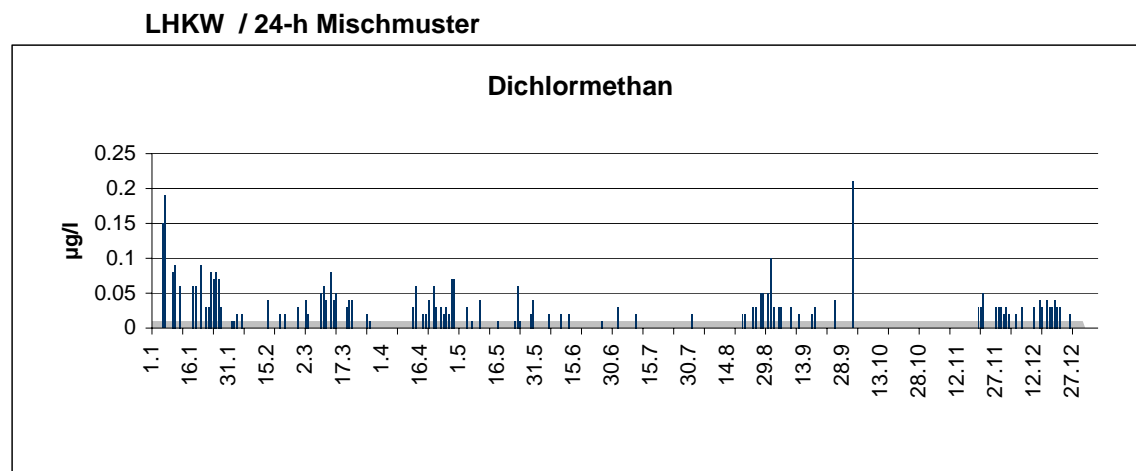
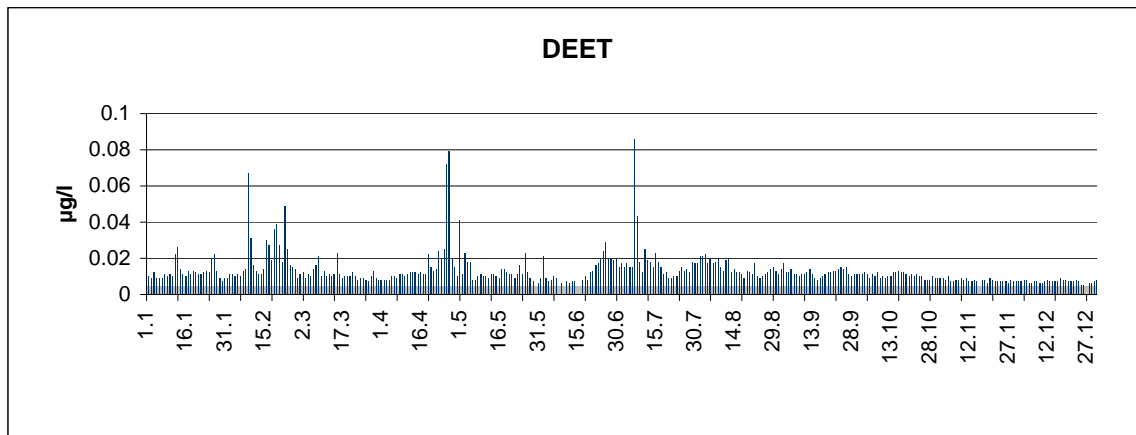
I.5 Organische Einzelstoffe
Pestizide / 24-h Mischmuster

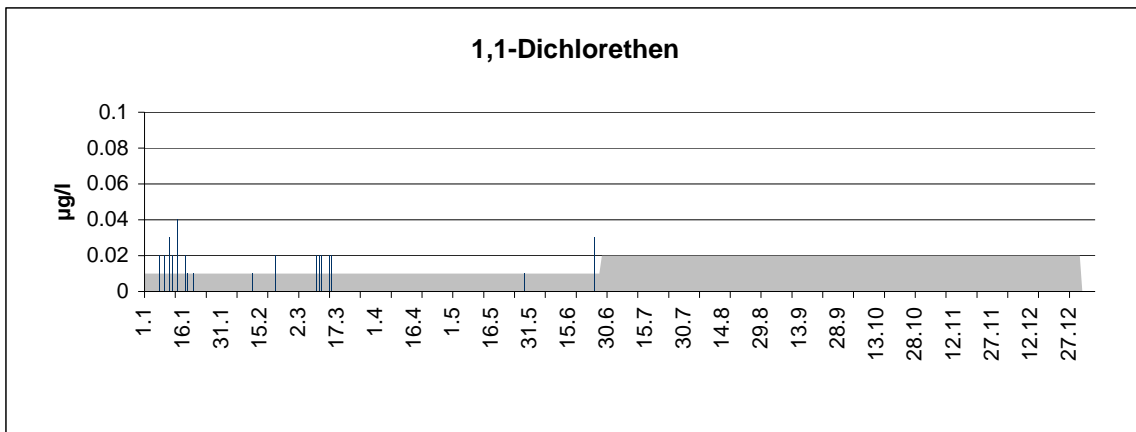
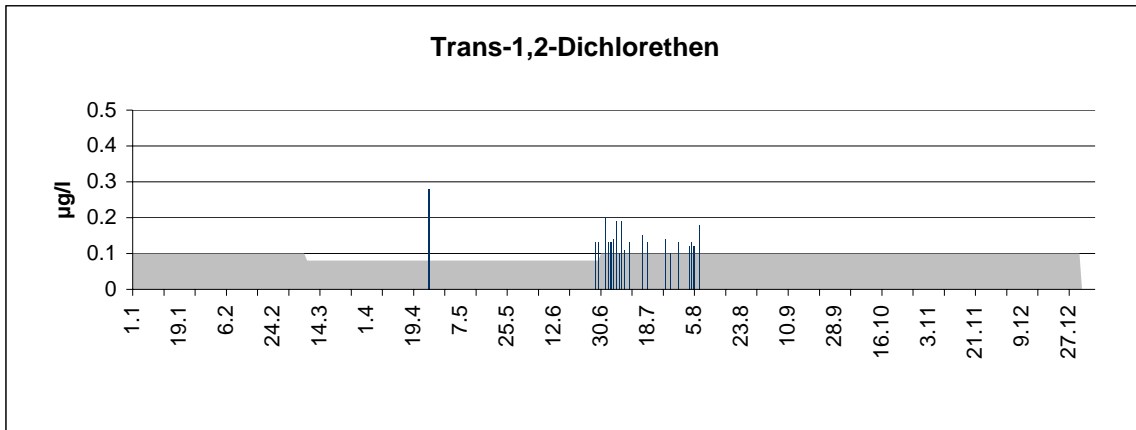


Bestimmungsgrenze (BG) = schraffierter Bereich



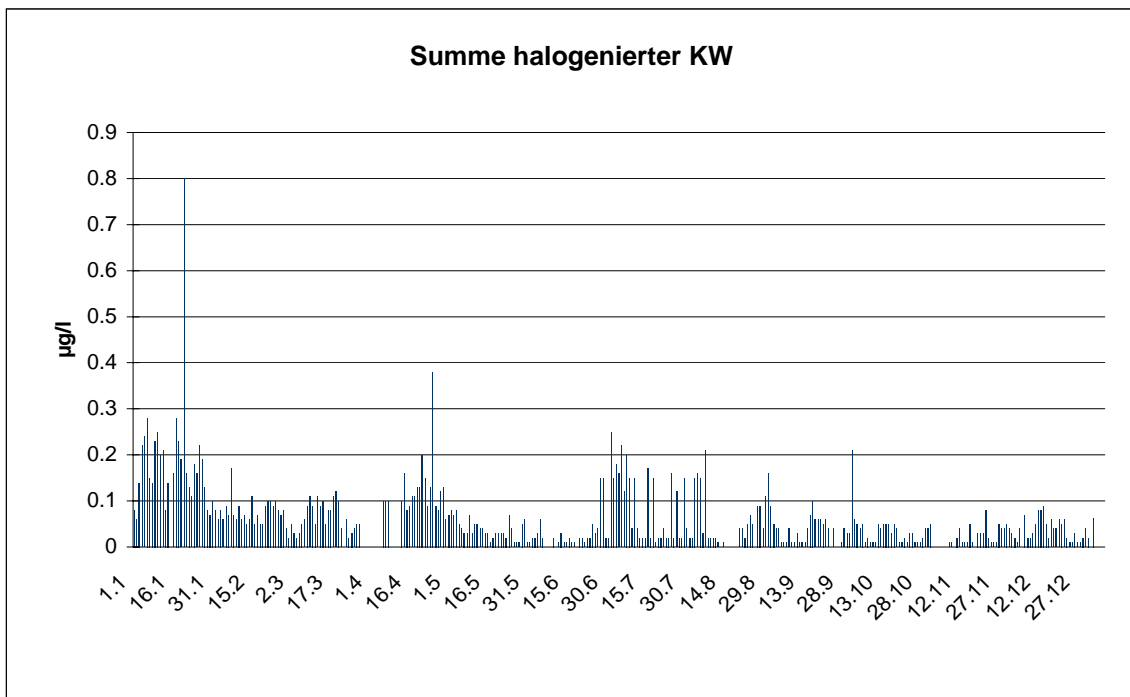
Bestimmungsgrenze (BG) = schraffierter Bereich

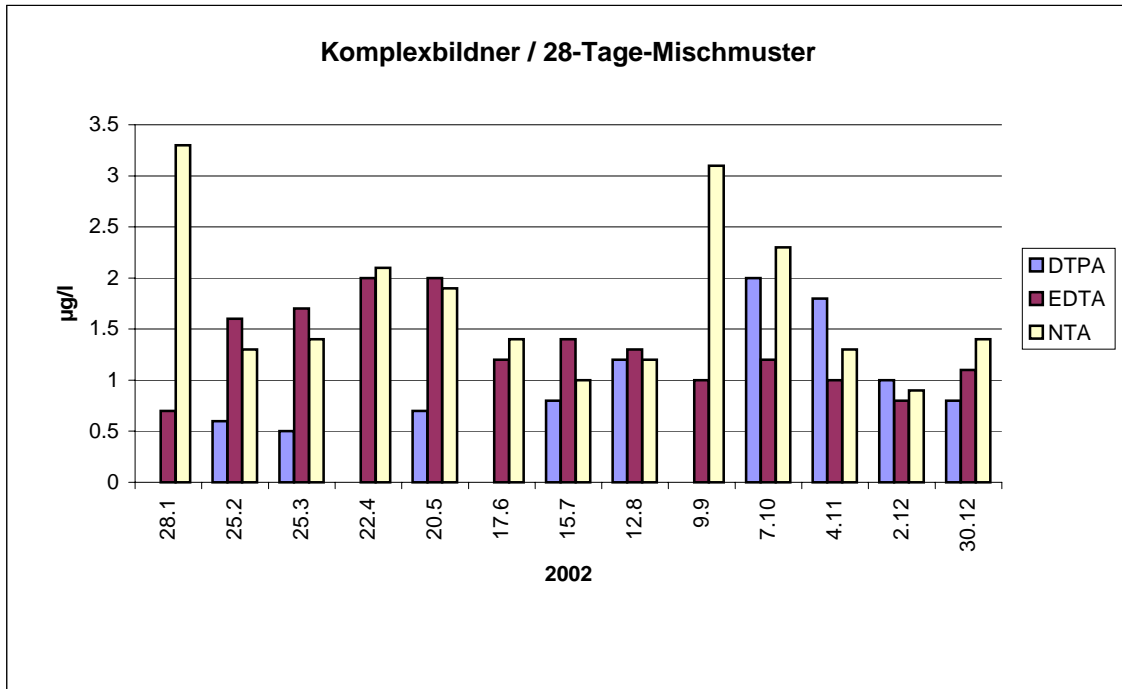




Bestimmungsgrenze (BG) = schraffierter Bereich

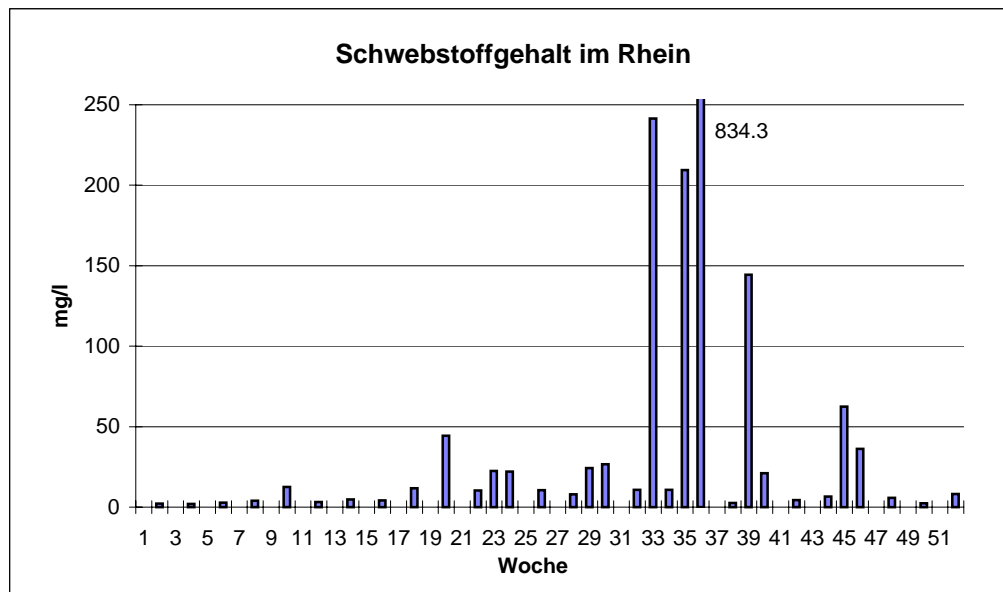
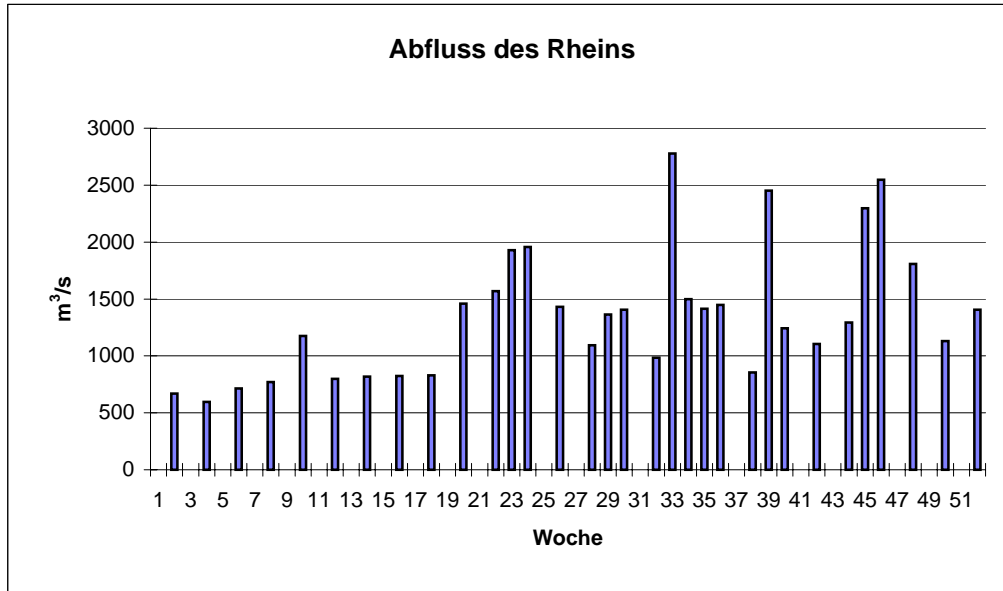
Summe der LHKW im Rhein, Tageswerte 2002

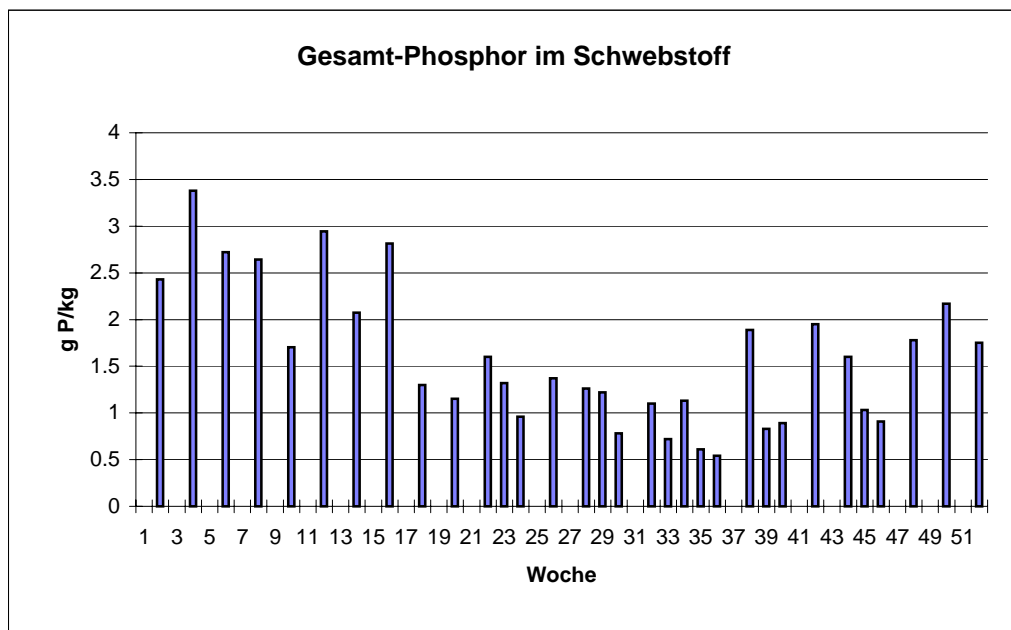
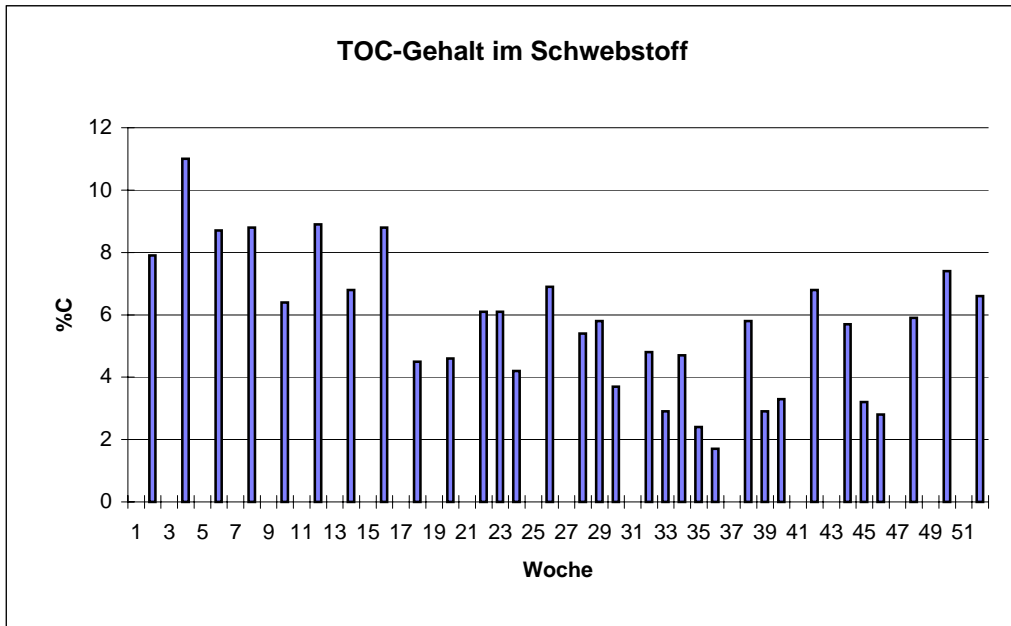




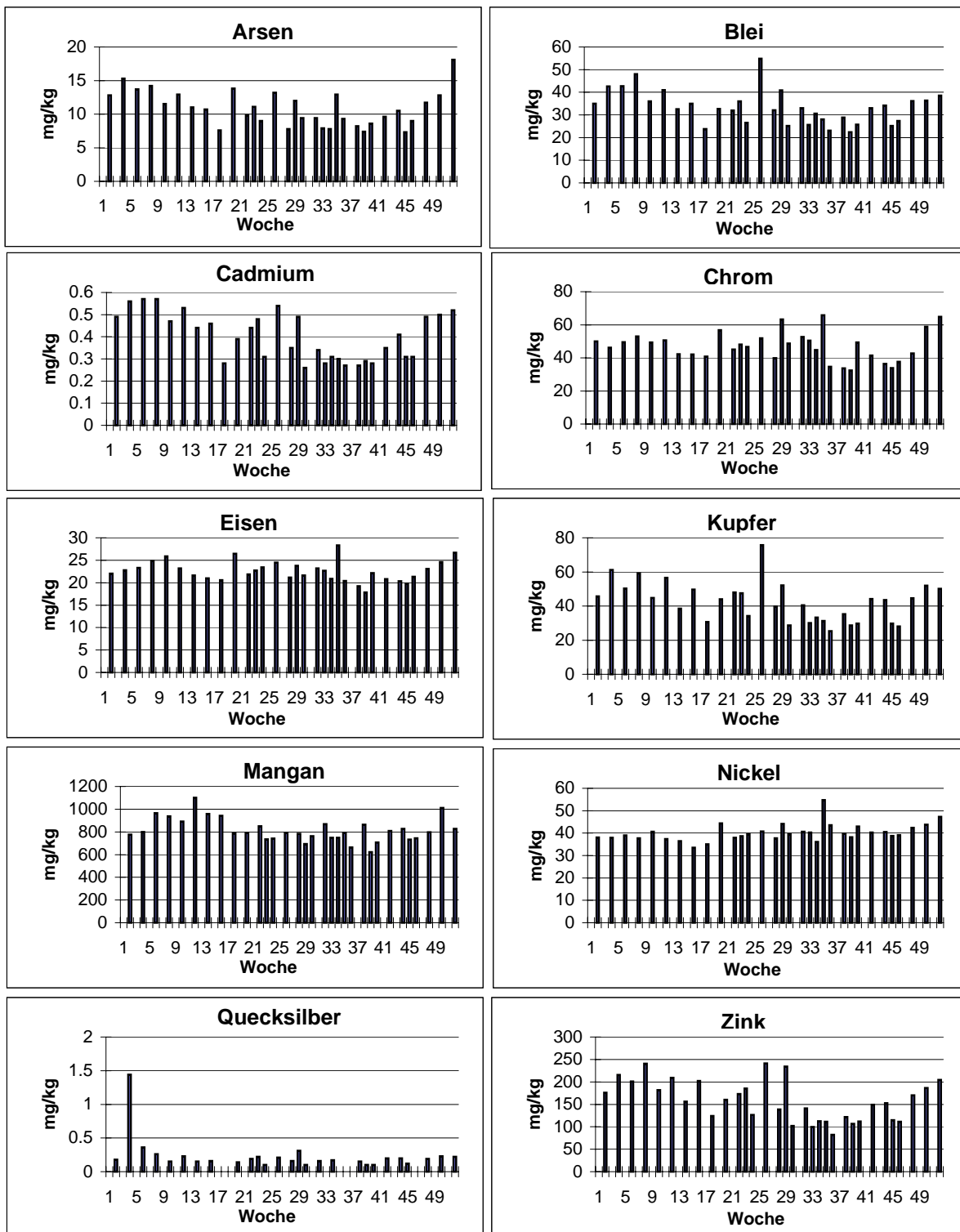
II. Schwebstoffphase

II.1 Allgemeine Zusammensetzung und Summenparameter

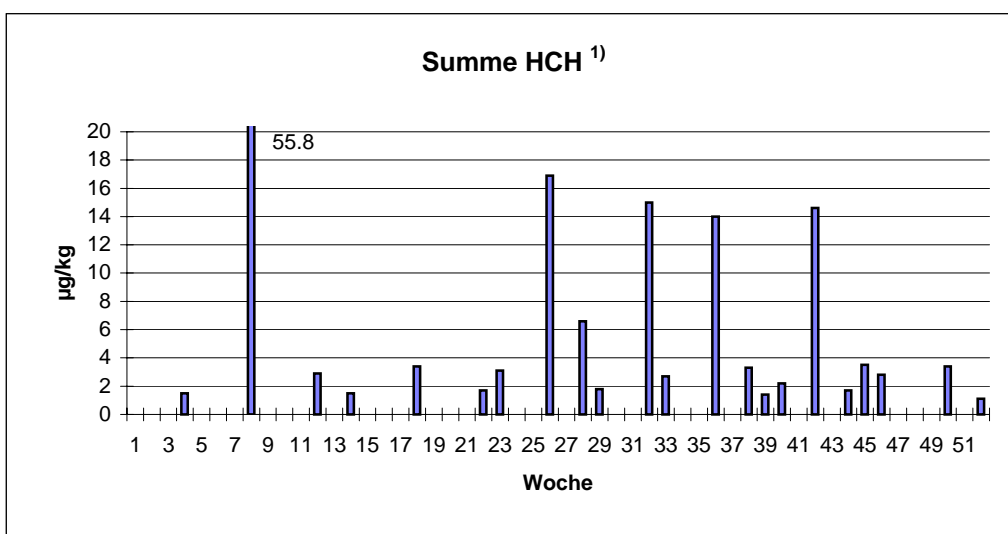
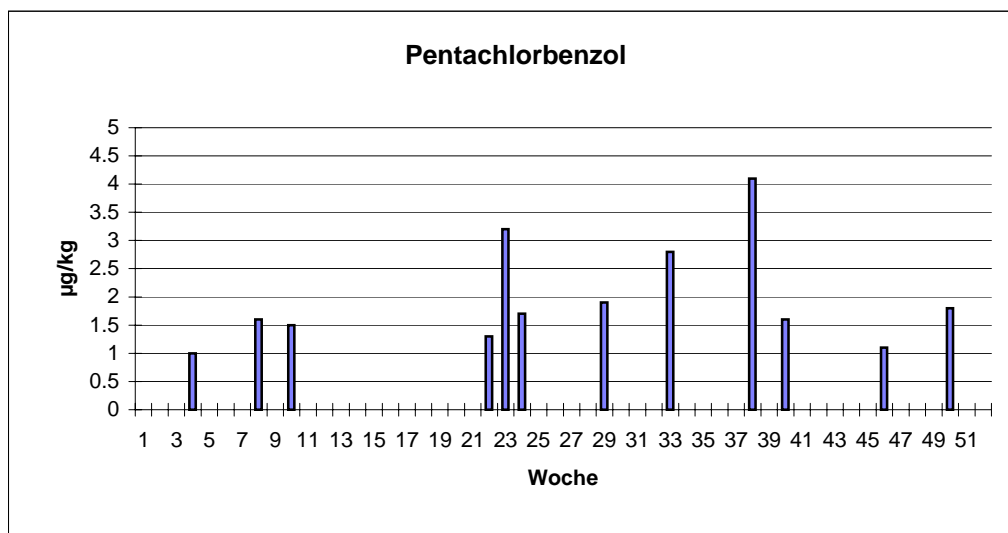
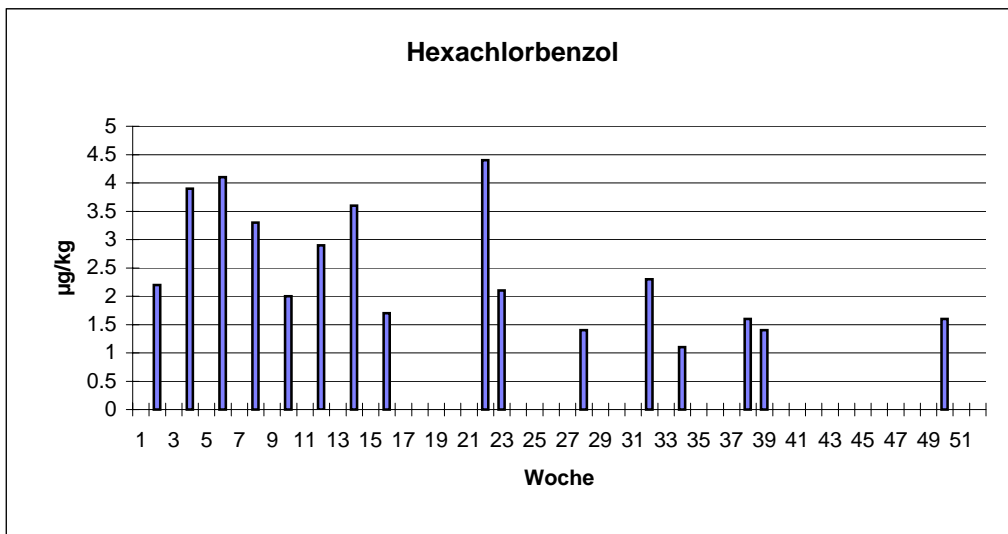




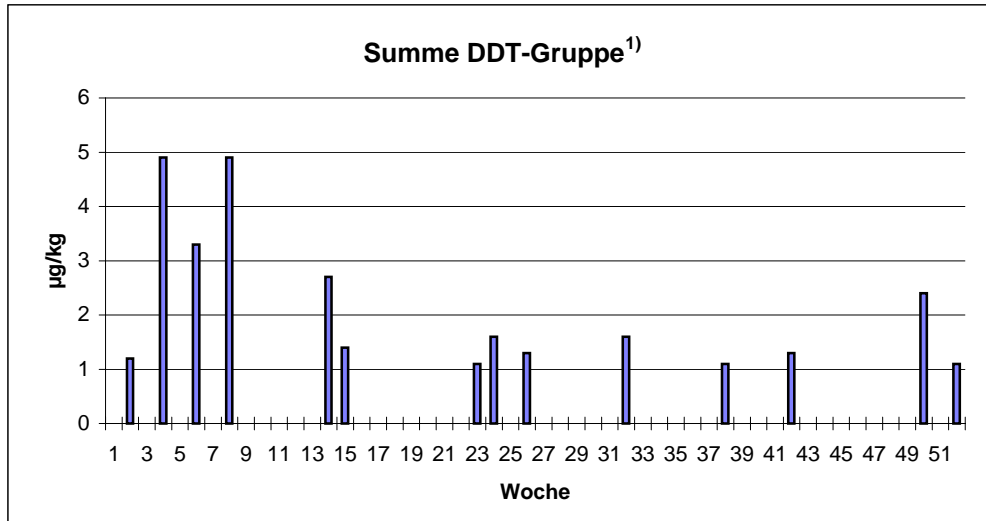
II.2 Metalle



II.3 Organochlor-Pestizide

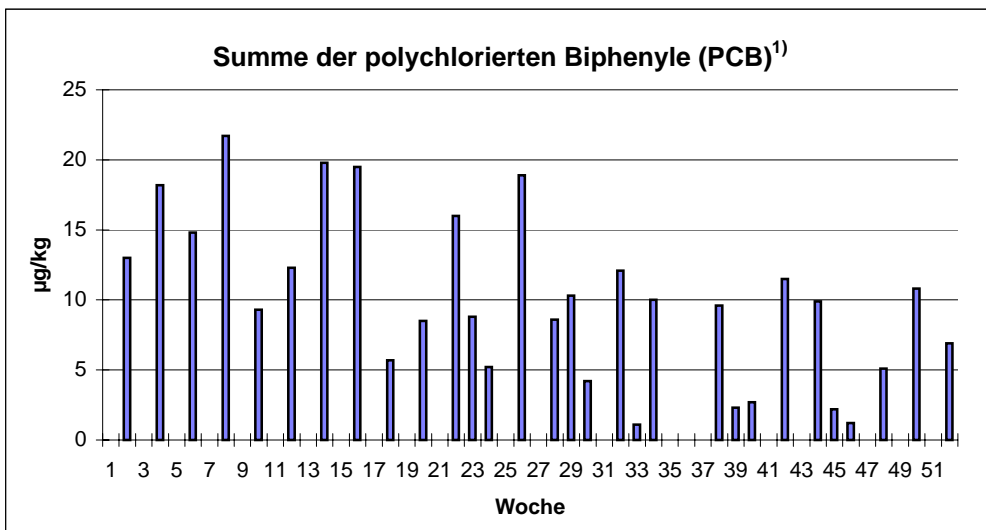


¹⁾ Nur Alpha-, Beta- und Gamma-HCH; Delta-HCH wurde nicht nachgewiesen (s. Text).



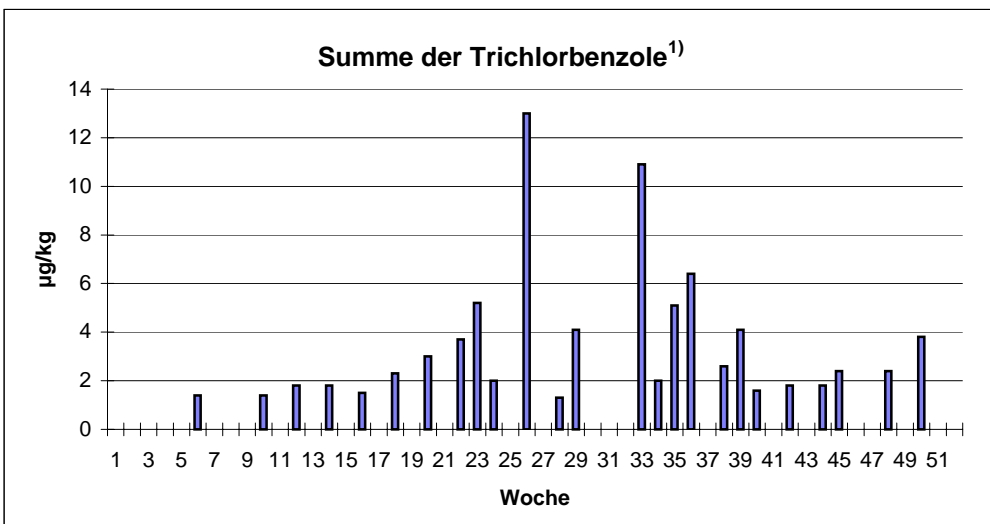
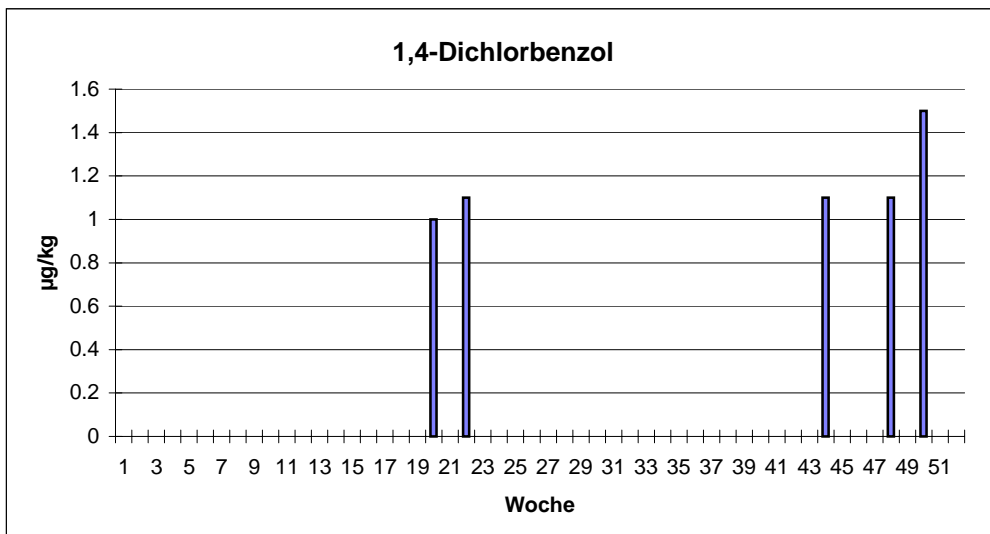
¹) o,p'- und p,p'-DDT und p,p'-DDE

II.4 Polychlorierte Biphenyle

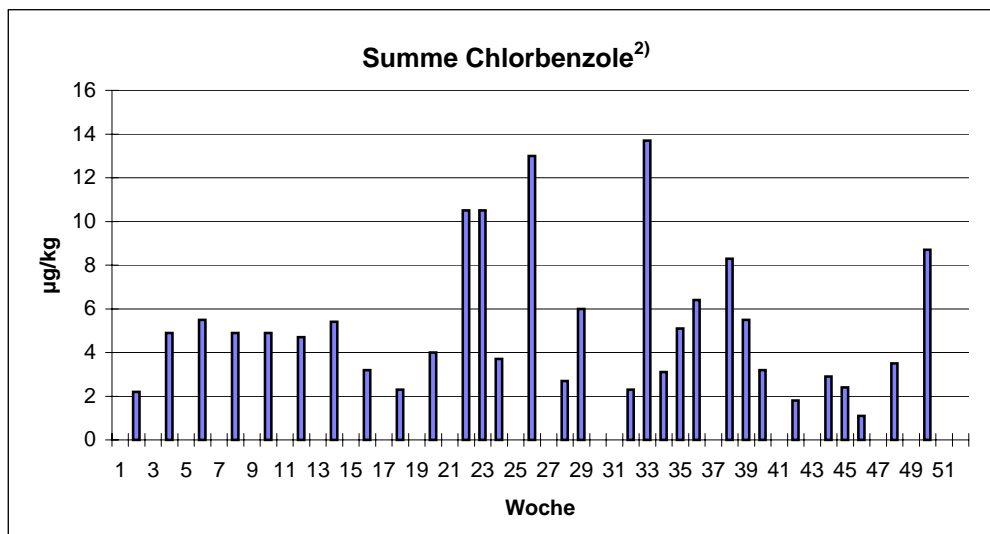


¹) PCB-28, -52, -101, -118, -138, -153, -170, -180

II.5 Schwerflüchtige chlorierte Verbindungen

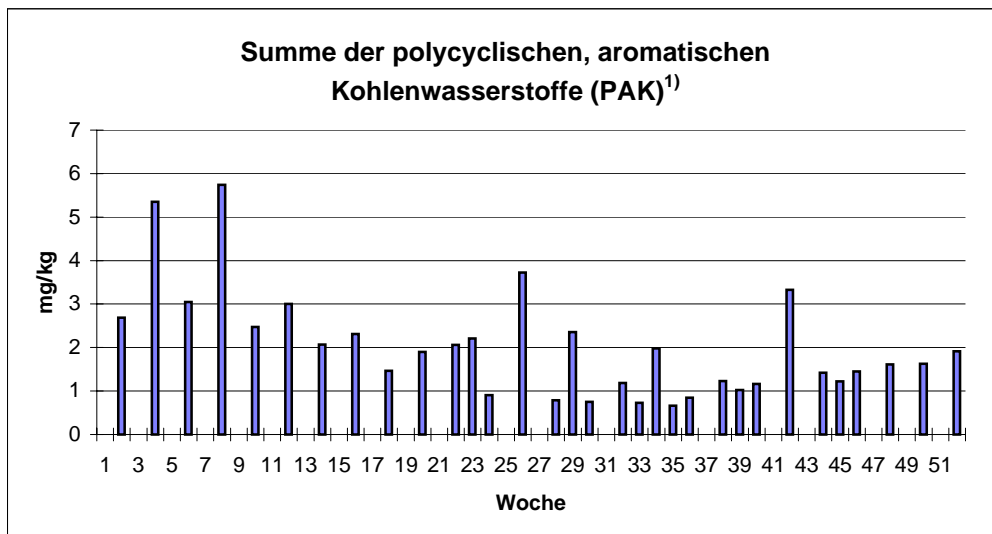


1) 1,2,3-, 1,3,5- und 1,2,4-Trichlorbenzol



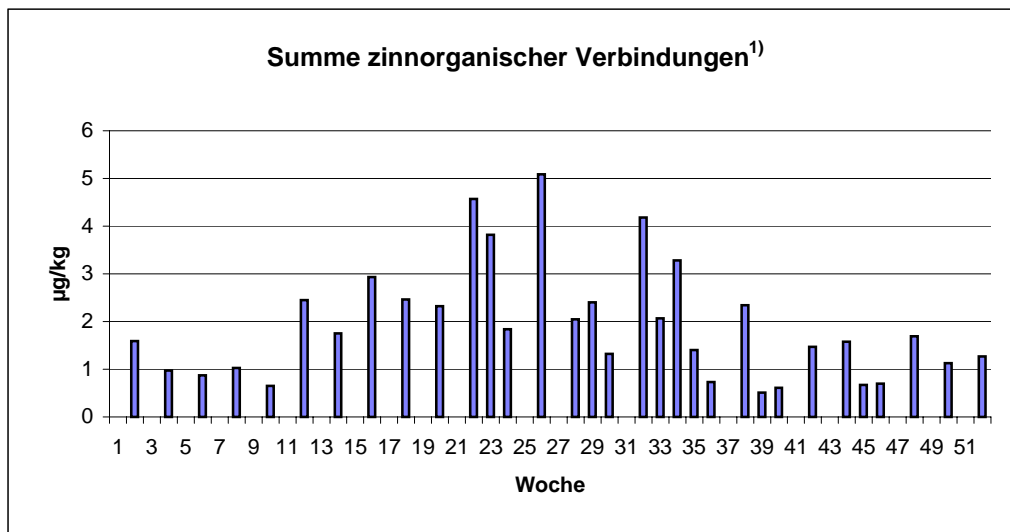
2) 1,4-Di-, 1,2,3-, 1,3,5- und 1,2,4-Tri-,
Penta- sowie Hexachlorbenzol

II.6 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)



¹⁾ Acenaphten, Anthracen, Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylen, Benzo(k)fluoranthen, Chrysen, Dibenz(a,h)anthracen, Fluoranthen, Fluoren, Indeno(1,2,3,c,d)pyren, Naphthalin, Phenanthren, Pyren

II.7 Zinnorganische Verbindungen



¹⁾ Dibutyl-, Tributyl-, Tetrabutyl-, Triphenylzinn

Erläuterungen zu den aufgeführten Messparametern

I. Wasserphase

IKSR-Mittel der Konzentration eines Stoffes pro Zeitperiode

Das IKSR-Mittel wird berechnet, um bessere Aussagen für Frachten machen zu können. Fallen in einer Messperiode z.B. fünf Messwerte über der Bestimmungsgrenze und zwei Befunde unter der Bestimmungsgrenze an, so werden die Befunde, die unter der Bestimmungsgrenze liegen, mit dem halben Wert der Bestimmungsgrenze in die Mittelwertbildung einbezogen. Dieser Berechnungsansatz wird nur angewendet, wenn in der betreffenden Periode Messwerte über der Bestimmungsgrenze liegen. Andernfalls wird das Resultat als kleiner als Bestimmungsgrenze angegeben. Somit beträgt das IKSR-Mittel bei einem dreimaligen Befund von 2 µg/l einer Verbindung und einer Bestimmungsgrenze von 1 µg/l, bei einer viermaligen Durchführung der Analyse $(3 \cdot 2 + 0.5) \mu\text{g/L} / 4 = 1.6 \mu\text{g/L}$. Dieses Resultat stellt einen Kompromiss dar. Es ist richtiger als $(3 \cdot 2 + 0) \mu\text{g/L} / 4 = 1.5 \mu\text{g/L}$ oder $(3 \cdot 2 + 0) \mu\text{g/L} / 3 = 2 \mu\text{g/L}$.

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 deren Anwendung oder aus chemisch-synthetischer Herstellung enthält.

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 Exkremate von Tier und Mensch. Ammoniak wird wegen seines hohen Dampfdruckes auch in die Atmosphäre emittiert und gelangt durch Regen in die Gewässer.

Nitrit

Nitrit ist eine Zwischenstufe in der aeroben bakteriologischen Verwertung von Ammonium zu Nitrat. Bei fehlendem Luftsauerstoff kann sich aus vorliegendem Nitrat in einem anaeroben Prozess das starke Fischgift Nitrit bilden. Nitrit reichert sich im Blut der Fische an und oxidiert das Hämoglobin. Dies kann zu einer Unterversorgung mit Sauerstoff führen. Die Sensibilität nimmt mit der Fischgrösse zu.

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.

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"). Der SAK-254 gibt die UV-Absorption bei einer Wellenlänge von 254 nm wieder und gilt als Mass für den Gehalt an organischen Verbindungen (grösstenteils Huminsäuren). Auch der SAK-254 lässt sich auf einen natürlichen Anteil (Huminstoffe) und einen durch anthropogenen Einfluss hervorgerufenen Anteil zurückführen.

SAK-436

Der spektrale Absorptionskoeffizient bei 436 nm (SAK-436) ist eine mit dem SAK-254 vergleichbare Messgrösse. Er lässt sich umschreiben mit der Färbung oder mit "Lichtabsorption im sichtbaren Bereich". Er gibt die Absorption bei einer Wellenlänge von 436 nm wieder und ist das Mass für die Färbung des Rheins. Der SAK-436 ist stark vom Abflussverhalten des Rheins abhängig und lässt sich ebenfalls auf einen natürlichen Anteil und einen durch anthropogenen Einfluss hervorgerufenen Anteil zurückführen.

2. Pflanzennährstoffe

Gesamt Stickstoff

Der Gesamt-Stickstoff Gehalt bildet die Summe aller stickstoffhaltigen Verbindungen. Er ist ein Mass für die Eutrophierung eines Gewässers.

Nitrat

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

Gesamt Phosphor

Der grösste Teil des Gesamtphosphors im Wasser liegt in anorganischer gelöster Form vor und besteht im wesentlichen aus Ortho-Phosphat. Ein weiterer Teil des Phosphors liegt organisch gebunden in gelöster und nicht gelöster Form vor. Kondensierte Phosphate und organische Phosphorfraktionen werden zum Teil im Kanalnetz und während der Abwasserreinigungsprozesse in Ortho-Phosphat umgewandelt.

Ortho-Phosphat

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

Eutrophierung: Nährstoffanreicherung im Wasser, insbesondere Stickstoff- und Phosphorverbindungen, die das Wachstum von Algen und höheren Formen pflanzlichen Lebens beschleunigen.

3. Neutralsalze

Chlorid

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

Fluorid

Fluorid ist ein geogener Stoff, das heisst seine Konzentration ist von der Gesteinszusammensetzung im Einzugsgebiet abhängig. Quellen sind Flussspat-, Apatit-, Glimmer- und Granitgesteine. Durch Verwitterung der Gesteine wird Fluorid ausgewaschen. Der Erwartungswert für die Konzentration von Fluorid in Trinkwasser gemäss SLMB liegt unter 0.5 mg/L. Der Grenzwert der deutschen Trinkwasserverordnung beträgt 1.5 mg/L. Für die Kariesprophylaxe haben sich 1.0 mg/L als optimal erwiesen.

Bromid

Bromid kommt in der Natur hauptsächlich, analog dem Kochsalz, in Salzlagern sowie Solen vor. Bromide werden in der Industrie als Flammenschutzmittel verwendet. In der organisch synthetischen Chemie spielt Bromid eine wichtige Rolle als gute Abgangsgruppe.

Sulfat

Sulfat ist relativ gut löslich. Erhöhte Konzentrationen treten vor allem in Gebieten mit Gipslagerstätten auf. Weiterhin kann es über Industrieabwässer in Oberflächengewässer gelangen. Konzentrationen ab 500 mg/L können sensorisch wahrgenommen werden und haben für den Menschen eine leicht abführende Wirkung.

4. Metalle

Natrium (Na), Kalium (K), Calcium (Ca) und Magnesium (Mg)

Natrium und Kalium gelangen über Salzlagerstätten und Sedimentgesteine ins Wasser. Calcium und Magnesium bilden die Härte des Wassers und haben geogene Quellen wie Dolomit oder Gips. Calcium ist unter anderem wichtig für den Knochenbau, Magnesium für den Energie- und Zellstoffwechsel aber auch bei Muskelkontraktionen.

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

Von der Vielzahl der Metalle wurden diese sieben aufgrund 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). Aufgrund der Vorschriften für Import, Verwendung und Entsorgung von Hg und Cd sind diese beiden Schwermetalle heute kaum mehr problematisch. Das gilt aufgrund der rückläufigen Verwendung verbleiten Benzins und 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 in der Schweinezucht eingesetzt.

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 Wachstumshemmung von Pilzen und Sporen (Saatgut wird prophylaktisch mit Fungiziden gebeizt)
Akarizide	chemische Mittel zur Bekämpfung von Milben und Spinnentieren wie Tierparasiten u.a im Obst-, Citrus-, Wein- und Baumwollanbau

Durch Abschwemmungen behandelter Kulturfleichen sowie in wesentlich kleinerem Ausmass aus Herstellung und Formulierung gelangen Pestizide in Gewässer; sie werden dort unterschiedlich schnell abgebaut (Metabolisierung). Die Toxizität der unterschiedlichen 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 Atrazin, Simazin, Terbutylazin aus der s-Triazin-Gruppe und Ametryn, Methoprotryn und Terbutryn aus der Triatryn-Gruppe sind Herbizide. Desethyl-Atrazin, Desisopropyl-Atrazin, Desethyl-Terbutylazin sind deren wichtigste Metabolite.

Metolachlor, Metazachlor sind Chloracetamid-Herbizide.

Diazinon ist ein Insektizid der Thiophosphatester-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-tägig gemessene Pestizide

Einige der wichtigsten Vertreter sind:

Phenylharnstoff-Herbizide

Chlorbromuron, Chlortoluron, Diuron, Isoproturon, Linuron, Methabenzthiazuron, Metobromuron, Metoxuron, Monolinuron, Monuron.

Phenoxyalkancarbonsäuren

Es handelt sich um saure Herbizide und Entlaubungsmittel mit gemeinsamer Grundstruktur (kernchlorierte Phenoxyessig-, -propion- oder -buttersäuren). Es sind dies u.a.: Mecoprop,, MCPA [(4-Chlor-2-methylphenoxy)-essigsäure], 2,4-D [2,4-Dichlorphenoxy-essigsäure], Dichlorprop [2,4-DP, (2,4-Dichlorphenoxy)propionsäure], 2,4,5-T [2,4,5-Trichlorphenoxy-essigsäure].

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 und als Insektizide gegen Blattläuse etc. in der Landwirtschaft 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.

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 (BTEX-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. Zu dieser Gruppe gehören chlorierte und/oder nitrierte Benzole und Toluole sowie alkylierte bzw. chlorierte Aniline.

6. C18 Screening und erhöhte Konzentrationen

Die tägliche Screening-Analyse gibt den Überblick über Stossbelastungen des Rheins mit einer Vielzahl natürlicher oder synthetischer organischer Verbindungen meist unbekannter Struktur. Die 24-h-Mischproben werden auf Festphasen angereichert und mit Gaschromatographie/Massenspektrometrie untersucht. Bei guter Übereinstimmung mit Bibliotheksspektren (z.B. NIST-Bibliothek) wird versucht, über Referenzsubstanzen die Identität der Stoffe zu verifizieren. Dies gelingt nicht in allen Fällen, jedoch lassen sich aus den gewonnenen Massenspektren potentielle toxische Stoffe (insbesondere chlorierte und nitrierte aromatische Verbindungen) leicht erkennen. Die Identifikation unbekannter Spezies ist 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 etc.) in der Umwelt umgelagert und umgewandelt werden. Die Quantifizierung kann auch bei einer Eichung gegenüber chemisch verwandten Substanzen nur eine Schätzung bleiben. Sie wird bei Bedarf jedoch nachträglich gegenüber der identifizierten Substanz durchgeführt.

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 Nährstoffelemente Phosphor und Stickstoff gehören zu den wichtigsten Pflanzendüngern und sind in relativ hoher Konzentration in Schwebstoffen enthalten.

Der organische Anteil der Schwebstoffe drückt sich im organischen Kohlenstoffgehalt TOC (engl. "total organic carbon" oder abgekürzt TOC) aus. Er ist mehrheitlich natürlichen Ursprungs.

2. Metalle

10 Metalle sind regelmässig quantifiziert worden. Abgesehen von 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 wurde gemäss dem "Aktionsprogramm Rhein" von 1990 der IKSR bis zum Jahr 2000 soweit verringert werden, dass bestimmte Konzentrationen, sogenannte Zielvorgaben (ZV), eingehalten werden. Die Beurteilung geht nach folgenden Kriterien vor:

- a) Die Zielvorgabe ist *nicht* erreicht für Stoffe, deren 90-Perzentilwert (oder doppelter 50-Perzentilwert) grösser ist als die doppelte Zielvorgabe.
- b) Die Messwerte liegen in der *Nähe* der Zielvorgabe, wenn der 90-Perzentilwert (oder doppelter 50-Perzentilwert) kleiner als die doppelte und grösser als die halbe Zielvorgabe ist.
- c) Die Zielvorgabe ist *erreicht*, wenn der 90-Perzentilwert (oder doppelter 50-Perzentilwert) kleiner als die halbe Zielvorgabe ist.¹

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 (γ -HCH (Lindan), α -HCH, β -HCH und δ -HCH), o,p'- und p,p'-DDT und die entsprechenden Metaboliten, Hexachlorbenzol (HCB). Die Verwendung von DDT ist in der Schweiz seit 1971 verboten, Herstellung, Abgabe, Einfuhr und Verwendung der übrigen Stoffe seit 1986.

4. Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Durch die breite Anwendung dieser Verbindungen als Kondensator-, Hydraulikflüssigkeiten und als Weichmacher in Dilatationsfugen und Schutzanstrichen 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 Erbgut verändernd wirken. Herstellung, Abgabe, Einfuhr und Verwendung dieser Stoffe sind in der Schweiz seit 1986 verboten.

Von den 209 bekannten Verbindungen (Kongeneren) dieser Gruppe wurden stellvertretend 8 einzelne Verbindungen unterschiedlichen Chlorierungsgrades in den Schwebstoffen bestimmt (PCB-Kongeneren: 28, 52, 101, 118, 138, 153, 170 und 180).

¹ Quelle: "Statusbericht Rhein" der IKSR, S. 101, September 1993

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 Schwebstoffpartikeln stark angereichert. Es wurden 15 Vertreter der PAK in den Schwebstoffen untersucht.

6. Schwerflüchtige chlorierte Verbindungen

Ausser Organochlor-Pestiziden und PCB (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 und ev. 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.

Messprogramm 2002

WASSERPHASE			SCHWEBSTOFFE
ANIONEN_IC	KATIONEN	ORGANOCHLOR-PESTIZIDE	TOC SCHWEBSTOFF
14M	14M	1M14	E14
BROMID	CALCIUM	GAMMA-HCH	TOC %
CHLORID	KALIUM	DELTA-HCH	TOC
FLUORID	MAGNESIUM	HEXACHLORBENZOL	
NITRAT	NATRIUM	METHOXYCHLOR	GESAMT_P_FESTSTOFF
SULFAT		A-ENDOSULFAN	E14
	METALLE_RUS		Gesamt-P
SCHWERFL. VERBINDUNGEN	14M	PHENOXYESSIGSAEUREN	
1M14	BLEI	1M14	METALLE-SCHWEBSTOFFE
1,2,3-TRICHLORBENZOL	CADMIUM	BENTAZON	E14
1,2,4-TRICHLORBENZOL	CHROM	2,4-D	EISEN
1,3,5-TRICHLORBENZOL	KUPFER	MCPA	QUECKSILBER
1,2,3,4-TETRACHLORBENZOL	NICKEL	MECOPROP	NICKEL
PENTACHLORBENZOL	QUECKSILBER	DICHLORPROP	ZINK
2-CHLORTOLUOL	ZINK	2,4,5-T	KUPFER
3-CHLORTOLUOL		2,4-DB	CHROM
4-CHLORTOLUOL	C18-SCREENING	MCPB	BLEI
2-CHLORNITROBENZOL	1M	FENOPROP	CADMIUM
3-CHLORNITROBENZOL	Diverse		MANGAN
4-CHLORNITROBENZOL		PHENYLHARNSTOFF-HERBIZIDE	ARSEN
2,3-DICHLORNITROBENZOL	N/P-PESTIZIDE	1M14	
1-CL-2,4-DINITROBENZOL	1M	CHLORBROMURON	ORG.CHLOR SCHWEBSTOFFE
NITROBENZOL	ALACHLOR	CHLORTOLURON	E14
2-NITROTOLUOL	AMETRYN	DIURON	ALPHA-HCH
3-NITROTOLUOL	ATRAZIN	ISOPROTURON	BETA-HCH
4-NITROTOLUOL	AZINPHOS-ETHYL	LINURON	GAMMA-HCH
2-CHLOR-4-NITROTOLUOL	AZINPHOS-METHYL	METHABENZTHIAZURON	DELTA-HCH
2-CHLORANILIN	CHLORFENVINPHOS	METOBROMURON	HEXACHLORBENZOL
3-CHLORANILIN	CHLORIDAZON	METOXURON	P,P-DDE
4-CHLORANILIN	CHLORPYRIFOS-ETHYL	MONOLINURON	O,P-DDT
4-CL-2,6-DIMETHYLANILIN	CHLORPYRIFOS-METHYL	MONURON	P,P-DDT
2,4-DICHLORANILIN	DEET		PCB-28
NEU: 3,4-DICHLORANILIN	DESETHYLATRAZIN		PCB-52
2,3-DIMETHYLANILIN	DESETHYLTERBUTHYLAZIN	SAK	PCB-101
2,4-DIMETHYLANILIN	DESISOPROPYLATRAZIN	1M	PCB-118
2,5-DIMETHYLANILIN	DIAZINON	SAK254	PCB-138
2,6-DIMETHYLANILIN	DICHOFLUANID	SAK436	PCB-153
3,5-DIMETHYLANILIN	DICHLORVOS		PCB-170
N,N-DIMETHYLANILIN	DIMETHACHLOR	KOMPLEXBILDNER	PCB-180
N,N-DIETHYLANILIN	DIMETHENAMID	28M	1,2,3-TRICHLORBENZOL
HEXACHLORBUTADIEN	DIMETHOAT	NTA	1,2,4-TRICHLORBENZOL
	ETHOFUMESATE	EDTA	1,3,5-TRICHLORBENZOL
HSA_SCREENING	FENITROTHION	DTPA	1,4-DICHLORBENZOL
1M	FENPROPIMORPH		PENTACHLORBENZOL
TRICHLORFLUORMETHAN	FENTHION	AOX_MKS	PENTACHLORANISOL
1,1-DICHLORETHEN	HEXAZINON	7M	
DICHLORMETHAN	IPIODION	AOX	PAK SCHWEBSTOFFE
TRANS-1,2-DICHLORETHEN	IRGAROL_1051		E14
1,1-DICHLORETHAN	ISO-CHLORIDAZON	DOC	ACENAPHTHEN
CHLOROFORM	MALATHION	1M14	ANTHRACEN
1,1,1-TRICHLORETHAN	METALAXYL	DOC	BENZO(A)ANTHRACEN
TETRACHLORMETHAN	METAMITRON		BENZO(B)FLUORANTHEN
1,2-DICHLORETHAN	METAZACHLOR	GESAMT-PHOSPHOR	BENZO(K)FLUORANTHEN
TRICHLORETHEN	METOLACHLOR	1M14	BENZO(A)PYREN
1,2-DICHLORPROPAN	MEVINPHOS	GESAMT_P	BENZO(GH)PERYLEN
BROMDICHLORMETHAN	NORFLURAZON		CHRYSEN
TRANS-1,3-DICHLORPROPEN	ORBENCARB	GESAMT-STICKSTOFF	DIBENZ(A,H)ANTHRACEN
CIS-1,3-DICHLORPROPEN	OXADIXYL	1M14	FLUORANTHEN
1,1,2-TRICHLORETHAN	PARATHION-ETHYL	GESAMT-STICKSTOFF	FLUOREN
TETRACHLORETHEN	PARATHION-METHYL		INDENO(1,2,3,CD)PYREN
DIBROMCHLORMETHAN	PENCONAZOL	O-PHOSPHAT	NAPHTHALIN
CHLORBENZOL	PENDIMETHALIN	1M14	PHENANTHREN
BROMOFORM	PIRIMICARB	O-PHOSPHAT	PYREN
1,1,2,2-TETRACHLORETHAN	PROMETRYN		
1,3-DICHLORBENZOL	PROPAZIN	AMMONIUM	ZINNORGANICA SCHWEBSTOFFE
1,4-DICHLORBENZOL	PROPETAMPHOS	1M14	E14
1,2-DICHLORBENZOL	PROPYZAMID	AMMONIUM	DIBUTYLZINN
SUMME_HALOGENIERTE	PROSULFOCARB		DICTYLZINN
BENZOL	PYRAZOPHOS	SILIZIUM	TRIBUTYLZINN
TOLUOL	QUINALPHOS	1M14	TRIPHENYLZINN
ETHYLBENZOL	SIMAZIN	KIESELSAURE	TRICYCLOHEXYLZINN
M/P-XYLLOL	TEBUCONAZOL		TETRABUTYLZINN
O-XYLLOL	TEBUTAM	NITRIT	
MESITYLEN	TERBUCARB	1M14	
PSEUDOCUMOL	TERBUMETON	NITRIT	
HEMELITOL	TERBUTRYN		
SUMME_BTEX	TERBUTHYLAZIN	ALKALINITAET/HAERTE	
	THIOBENCARB	14M	
NITROPHENOLE	TOLCLOPHOS-METHYL	ALKALINITAET	
1M14	TRIAZOPHOS		
DNOC	TRIFLURALIN		
DINOSEB	VINCLOZOLIN		
DINOTERB			
2,4-DINITROPHENOL			

Positive Befunde in der Wasserphase 2002

KOMPONENTE	Einheit	BG	MITTEL DER BEFUNDE GRÖßER BG (nicht IKSR-Mittel)	MAX	MIN	Anzahl Befunde höher als Bestimmungsgrenze / Anzahl Untersuchungen	Zielvorgabe IKSR oder Grenzw. GSchV
AMMONIUM	mg_N/l	0.01	0.056	0.1	0.03	27 / 27	0.2
NITRAT	mg_N/l	0.06	1.38	1.88	0.866	26 / 27	5.6
NITRIT	mg_N/l	0.004	0.013	0.02	0.008	27 / 27	
GESAMT_STICKSTOFF	mg_N/l		1.61	2.29	1.16	26 / 26	2
O-PHOSPHAT	mg_P/l	0.004	0.020	0.058	0.009	27 / 27	
GESAMT-PHOSPHOR_(OXISOLV)	mg_P/l	0.003	0.041	0.084	0.024	27 / 27	Ø 0.150
BROMID	mg/l	0.01	0.059	0.13	0.03	26 / 27	5.6
CHLORID	mg/l	1.5	8.7	14.6	6.21	27 / 27	
FLUORID	mg/l	0.03	0.056	0.067	0.039	25 / 27	
SULFAT	mg/l	2.5	24.7	30.1	18.8	27 / 27	
AOX	µg_Cl/l	1	6.6	10.1	2.9	52 / 52	50
DOC	mg_C/l	0.1	2.01	2.8	1.52	26 / 26	2
ALKALINITAET	mMol H+	0.1	2.75	3.05	2.37	26 / 26	
GESAMTHAERTE	DH°		9.98	10.05	9.9	3 / 3	
CALCIUM	mg/l	7	54.30	60.9	46.2	26 / 26	
GESAMTHAERTE_CaO_calc	mg/l		93.1	103.6	80.6	26 / 26	
KALIUM	mg/l	0.5	1.58	2.1	1	26 / 26	
MAGNESIUM	mg/l	1	7.42	9.1	6.4	26 / 26	
NATRIUM	mg/l	2	7.33	11.9	5.3	26 / 26	
KIESELSAEURE	mg_Si/l	0.04	1.51	2.14	0.926	26 / 26	
DTPA	µg/l	0.5	1.04	2	0.5	9 / 13	
EDTA	µg/l	0.5	1.31	2	0.7	13 / 13	
NTA	µg/l	0.5	1.74	3.3	0.9	13 / 13	
1,1,2,2-TETRACHLORETHAN	µg/l	0.02	0.01	0.01	0.01	1 / 365	
1,1,2-TRICHLORETHAN	µg/l	0.01	0.038	0.09	0.02	4 / 365	
1,1-DICHLORETHEN	µg/l	0.02	0.02	0.04	0.01	17 / 365	
1,2-DICHLORBENZOL	µg/l	0.5	0.55	0.55	0.55	1 / 365	
BROMOFORM	µg/l	0.01	0.01	0.01	0.01	4 / 365	
CHLOROFORM	µg/l	0.02	0.045	0.16	0.01	177 / 365	0.6
DICHLORMETHAN	µg/l	0.02	0.040	0.21	0.01	103 / 365	
M/P-XYLOL	µg/l	0.5	0.5	0.5	0.5	1 / 365	
MESITYLEN	µg/l	0.5	0.73	0.73	0.73	1 / 365	
SUMME_BTEX	µg/l		0.027	1.26	0	359 / 365	
SUMME_HALOGENIERTE	µg/l		0.062	0.8	0	359 / 365	
TETRACHLORETHEN	µg/l	0.01	0.019	0.06	0.01	310 / 365	1
TOLUOL	µg/l	0.5	1.11	1.26	0.79	8 / 365	
TRANS-1,2-DICHLORETHEN	µg/l	0.1	0.146	0.28	0.1	21 / 365	
TRICHLORETHEN	µg/l	0.01	0.01	0.01	0.01	3 / 365	1
TRICHLORFLUORMETHAN	µg/l	0.1	0.027	0.04	0.01	7 / 365	
BLEI	µg/l	0.1	0.87	1.9	0.4	26 / 26	10
CADMIUM	µg/l	0.02	0.025	0.037	0.02	8 / 26	0.2
CHROM	µg/l	0.2	0.59	3	0.31	26 / 26	5
KUPFER	µg/l	0.5	1.85	2.8	1.4	26 / 26	5
NICKEL	µg/l	0.5	2.09	3.7	0.98	26 / 26	10
ZINK gesamt	µg/l	1	4.1	6	2.4	7 / 7	20
ZINK gelöst	µg/l	1	3.8	5.3	1.3	5 / 5	5
ALACHLOR	µg/l	0.005	0.0066	0.01	0.005	5 / 365	0.1
ATRAZIN	µg/l	0.005	0.0153	0.069	0.009	365 / 365	0.1
DEET	µg/l	0.005	0.013	0.086	0.005	358 / 365	0.1
DESETHYLATRAZIN	µg/l	0.005	0.0083	0.021	0.005	344 / 365	0.1
DESISOPROPYLATRAZIN	µg/l	0.005	0.034	0.034	0.034	1 / 365	0.1
DIAZINON	µg/l	0.005	0.0057	0.008	0.005	62 / 365	0.1
DIMETHENAMID	µg/l	0.005	0.0057	0.007	0.005	6 / 365	0.1
ETHOFUMESATE	µg/l	0.005	0.0075	0.015	0.005	32 / 365	0.1
FENPROPIMORPH	µg/l	0.005	0.0117	0.017	0.007	3 / 365	0.1
HEXAZINON	µg/l	0.005	0.006	0.007	0.005	2 / 365	0.1
METALAXYL	µg/l	0.005	0.005	0.005	0.005	1 / 365	0.1
METAMITRON	µg/l	0.005	0.011	0.017	0.007	4 / 365	0.1
METAZACHLOR	µg/l	0.005	0.006	0.006	0.006	1 / 365	0.1
METOLACHLOR	µg/l	0.005	0.0096	0.125	0.005	107 / 365	0.1
ORBENCARB	µg/l	0.005	0.0082	0.02	0.005	13 / 365	0.1
OXADIXYL	µg/l	0.005	0.006	0.007	0.005	2 / 365	0.1
PENCONAZOL	µg/l	0.005	0.0074	0.019	0.005	32 / 365	0.1
PROPYZAMID	µg/l	0.005	0.006	0.006	0.006	2 / 365	0.1
PROSULFOCARB	µg/l	0.005	0.0078	0.011	0.005	15 / 365	0.1
PYRAZOPHOS	µg/l	0.005	0.0185	0.021	0.016	2 / 365	0.1
SIMAZIN	µg/l	0.005	0.0065	0.02	0.005	133 / 365	0.1
TEBUCONAZOL	µg/l	0.005	0.0071	0.01	0.005	49 / 365	0.1
TEBUTAM	µg/l	0.005	0.0064	0.007	0.006	9 / 365	0.1
TERBUTHYLAZIN	µg/l	0.005	0.0053	0.006	0.005	3 / 365	0.1
VINCLOZOLIN	µg/l	0.005	0.005	0.005	0.005	1 / 365	0.1
CHLORTOLURON	µg/l	0.025	0.033	0.033	0.033	1 / 27	0.1
ISOPROTURON	µg/l	0.025	0.092	0.127	0.057	2 / 27	0.1
METHABENZTHIAZURON	µg/l	0.025	0.0501	0.084	0.03	8 / 27	0.1
METOXURON	µg/l	0.025	0.0713	0.1	0.029	3 / 27	0.1
SAK-254	1/m		5.226	11.12	3.62	365 / 365	
SAK-436	1/m		0.339	1	0.17	365 / 365	