



Bayerisches Landesamt  
für Wasserwirtschaft

A large, stylized blue brushstroke graphic that starts from the bottom left and extends diagonally towards the top right, ending in a circular shape. It serves as a background for the title and subtitle.

**Untersuchung zur Verteilung  
von PBSM, Nitrophenolen so-  
wie synthetischen Moschus-  
verbindungen durch den  
Niederschlag**

Bericht 1995 – 2001

Materialien Nr. 107 (November 2002)



**Untersuchung zur Verteilung  
von PBSM, Nitrophenolen so-  
wie synthetischen Moschus-  
verbindungen durch den  
Niederschlag**

Bericht 1995 – 2001

Materialien Nr. 107 (November 2002)

**Herausgeber:** Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Lazarettstraße 67, D-80636 München,  
eine Behörde im Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung  
und Umweltfragen

**Projektleitung:** Dr. M. Sengl, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft

**Durchführung:** Dipl. Ing. (FH) W. Schüssler, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft

**Analytik:** R. Wehrle-von Borzyskowski, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft

Für den Druck wurde Recycling-Papier aus 100% Altpapier verwendet.

**Nachdruck und Wiedergabe – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des Herausgebers**

## **Vorwort**

„Alles Gute kommt von oben“, dieses Sprichwort gilt - oder muss man sagen galt - auch für die Wasserwirtschaft. Stellen doch die Niederschläge einen wesentlichen Teil des Wasserkreislaufs dar: Ohne sie würden Quellen und Brunnen versiegen, Flüsse und Seen trocken fallen. Allerdings wissen wir seit Jahren, dass mit den Niederschlägen nicht nur Wasser, sondern auch viele unerwünschte Stoffe auf die Erde fallen, die aus unserer „zivilisationsgeschädigten“ Atmosphäre ausgewaschen werden. Da alle atmosphärischen Stoffeinträge entweder direkt oder über eine Bodenpassage in die oberirdischen Gewässer und ins Grundwasser gelangen können, ist es Aufgabe eines vorausschauenden Gewässerschutzes, diese Depositionen frühzeitig zu erfassen. Nur dadurch können wir dem besonders für die Wasserwirtschaft maßgeblichen Grundsatz „vorsorgen ist besser als heilen“ gerecht werden.

Wir haben daher mit als erste Fachbehörde in Deutschland bereits Anfang der 80er Jahre, zunächst im Rahmen eigener F+E-Projekte, begonnen, sowohl die Auswirkungen des sauren Regens als auch die Art und das Ausmaß der Einträge xenobiotischer, organisch-chemischer Stoffe zu untersuchen. Im Rahmen dieser praxisnahen Projekte, die eine Brücke zwischen der parallel angelaufenen universitären Grundlagenforschung und der staatlichen Überwachungstätigkeit bildeten, mussten größtenteils sowohl die erforderlichen Probenahmetechniken, als auch die geeigneten Analyseverfahren entwickelt werden.

Die seitdem gewonnenen Erkenntnisse über Qualität und Quantität des atmosphärischen Stoffeintrags in die Gewässer und die Abhängigkeiten von Einflussgrößen wie Klima, Landnutzung und Bodenbeschaffenheit, haben wesentlich dazu beigetragen, den Einsatz immissionsmindernder Techniken in Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft zu fördern sowie die erforderlichen Maßnahmen zum Gewässerschutz und zur Sicherstellung der Wasserversorgung zu ergreifen.

Neben der Erfassung punktförmiger Quellen stellt daher die dauerhafte Überwachung des diffusen luftgetragenen Stoffeintrags eine wesentliche präventive Aufgabe der Wasserwirtschaft dar. Nur so können wir bereits im Vorfeld Gewässergefährdungen erkennen und danach entsprechend handeln. Des Weiteren können wir mit den jahrelangen Messreihen z.B. den Erfolg von geänderten Ausbringungstechniken im Pflanzenschutz und positive Auswirkungen von Luftreinhaltemaßnahmen dokumentieren.

Wir werden daher unsere Untersuchungen des flächenhaften Eintrags an organisch-chemischen Stoffen im erforderlichen Umfang als staatliche Überwachungsaufgabe im Rahmen der technischen Gewässeraufsicht weiterführen.

München, den 18. November 2002

Dr. R. Röder

Abteilung 6 „Stoffbewertung, Analytik“



## Dank

Dem Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen danken wir für die Förderung des Projektes.

Für das Entgegenkommen beim Betrieb unseres Messnetzes richten wir unseren Dank

- an die Stadt- bzw. Gemeindeverwaltungen in Anzing, Waging, Straubing und Hemau,
- an die Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald,
- an das Forstamt in Weißenstadt,
- an die Forstverwaltung Rohrbrunn,
- an die Universität Bayreuth.
- Frau Dr. Sauer (Humboldt-Universität zu Berlin) danken wir für die Präparation von 2-Methyl-4-Nitrophenol.

Für die Mithilfe bei diesem Projekt möchten wir folgenden Mitarbeitern der bayerischen Wasserwirtschaft besonders danken,

- Frau S. van de Graaff für die Projektleitung von 1995 bis 2000,
- den Herren Dr. J. Bittersohl, K. Moritz und W. von Bohlen für die Unterstützung bei der Erstellung der Infrastruktur,
- den Herren C. Schmidt-Leistner und R. Weißenberger für die Analysen der Pflanzenbehandlungsmittel,
- Frau R. Mikler und den Herren M. Krug und R. Eicher für die Hilfe bei der Probenahme und der Analytik der Nitrophenole,
- Herrn. H. Drescher für die Analysen des Methyl-tert-butylether,
- den Frauen R. Eisenmann und A. Zellner für Analysen der synthetischen Moschusverbindungen
- und den Herren A. Schöpf, P. Gstöttl, J. Maier und A. Köhler für die tatkräftige Mithilfe beim Bau und der Montage der Depositionssammler.



## **Kurzfassung**

Bereits seit 1983 wurden von der damaligen Landesanstalt für Wasserforschung an bis zu 26 Standorten in Bayern organisch-chemische Stoffe wie z.B. Pflanzenbehandlungsmittel im Niederschlag untersucht. Nach der Zusammenlegung mit dem Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft im Mai 1994 wurden diese Niederschlagsuntersuchungen inhaltlich mit dem „Messnetz Stoffeintrag – Grundwasser“ (MSGW) abgestimmt.

Während das MSGW dauerhaft flächenhafte Stoffeinträge von anorganisch-chemischen Stoffen und deren Verhalten v.a. im Sickerraum betrachtet, konzentrierte sich ergänzend dazu das 1995 am LfW begonnene Forschungsvorhaben „Depositionsmessungen – Organik“ auf die Belastung des Niederschlags mit gewässergefährdenden organisch-chemischen Stoffen. Für das Forschungsvorhaben wurde die Zahl der Standorte auf 8 reduziert (7 Standorte davon in den MSGW-Messgebieten).

Im Rahmen des Vorhabens wurden aus monatlichen Mischproben eine Vielzahl von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln (PBSM), Nitrophenole, synthetische Moschusverbindungen (Duftstoffe) sowie in geringem Umfang der Kraftstoffzusatz tert.-Butylmethylether (MTBE) bestimmt. Zur Untersuchung der temperaturempfindlichen Stoffgruppe der Nitrophenole wurden spezielle kühlbare Regensammler selbst entwickelt und eingesetzt.

Von den untersuchten Stoffgruppen sind die Nitrophenole, die sich photochemisch in der Atmosphäre aus Abgasen bilden, im Niederschlag in den höchsten Konzentrationen enthalten. So wurde von 4-Nitrophenol bis zu 12 µg/l gefunden. Für alle untersuchten Nitrophenole zeigte sich über den Untersuchungszeitraum ein leicht fallender Trend. Eine Verlagerung der Nitrophenole in Richtung Grundwasser konnte allerdings noch nicht festgestellt werden.

Die mengenmäßig bedeutende Anwendung bestimmter PBSM lässt sich an den Befunden im Niederschlag ablesen. So ist das 1991 verbotene Atrazin nach einigen Jahren fast ganz verschwunden, während die Konzentrationen des Atrazin-Ersatzstoffes Terbutylazin und seines Metaboliten Desethylterbutylazin ab 1992 entsprechend zugenommen haben. Beide Substanzen wurden im Jahr 2001 vermehrt in Grundwasserproben nachgewiesen. Weitere neue Wirkstoffe wie das Unkrautvernichtungsmittel Prosulfocarb tauchen im Regenwasser ab dem Jahr

2000 erstmals in hohen Konzentrationen auf. Von den Phenylharnstoffherbiziden konnte Isoproturon in Konzentrationen von über 200 ng/l nachgewiesen werden.

Die Befunde für die als Duftstoffe eingesetzten synthetischen Moschusverbindungen zeigen beispielhaft, dass auch „Haushaltschemikalien“ in die Atmosphäre gelangen können und mit dem Niederschlag wieder ausgewaschen werden.

Als ein wesentliches Ergebnis des F+E-Vorhabens ist somit festzustellen, dass die Untersuchungen des Niederschlags auf organische Spurenstoffe ein leistungsfähiges Frühwarnsystem für die Verteilung von Chemikalien in der Umwelt darstellen, das wertvolle Hinweise auf mögliche gewässergefährdende Stoffeinträge liefert. Aus diesem Grund werden Depositionsmessungen auf organische Spurenverunreinigungen ab dem Jahr 2003 im Rahmen der technischen Gewässeraufsicht fortgeführt.

# **Inhalt**

<u>1 Einleitung</u>	8
<u>2 Untersuchte Substanzen</u>	10
2.1 Nitrophenole	10
2.2 Herbizide	13
2.3 Insektizide	13
2.4 Synthetische Moschusverbindungen	14
2.5 Methyl-tert.-butylether (MTBE)	15
<u>3 Material und Methoden</u>	15
<u>3.1 Extraktion und Detektion</u>	15
3.1.1 Phenole	15
3.1.2 basische/neutrale Herbizide	18
3.1.3 Insektizide	21
3.1.4 Synthetische Moschusverbindungen	23
3.1.5 Methyl-tert.-butylether (MTBE)	23
<u>3.2 Messgeräte und Bedingungen</u>	23
3.2.1 HPLC	23
3.2.2 Insektizide	24
3.2.3 Synthetische Moschusverbindungen	24
3.2.4 Methyl-tert.-butylether (MTBE)	24
<u>3.3 Chemikalien</u>	24
<u>4 Konstruktion der Regensammler</u>	25
4.1 Regensammler Eigenbau (alte Bauart)	25
4.2 Kommerzielle Regensammler	27
4.3 Sammler Eigenbau (neue Bauart)	28
4.4 Geräte und Hersteller	31
4.5 Stabilität der Phenolkonzentrationen über 4 Wochen in den gekühlten Sammlern	31
4.6 Vergleich der Phenolkonzentrationen in Sammlern verschiedener Hersteller	32
4.7 Zusammenfassung Sammler	33
<u>5 Ortsbeschreibung</u>	34
5.1 Hochspessart	34
5.2 Fichtelgebirge	35
5.3 Nationalpark Bayerischer Wald	36
5.4 Südliche Frankenalb	36
5.5 Donau-Gäuboden	37
5.6 Münchener Schotterebene	37

5.7 Nördliches Lechfeld	38
5.8 Chiemgauer Alpen	39
5.9 Chiemgauer Voralpenland	40
5.10 München	40
5.11 Thann	41
<u>6 Ergebnisse</u>	42
6.1 Nitrophenole	42
<u>6.2 Herbizide</u>	49
6.2.1 s-Triazine	51
6.2.2 Harnstoffherbizide	53
6.2.3 Punktuelle Anwendungen	56
<u>6.3 Insektizide</u>	57
<u>6.4 Synthetische Moschusverbindungen</u>	60
<u>6.5 Methyl-tert.-butylether (MTBE)</u>	62
<u>7 Zusammenfassung</u>	63
<u>8 Literatur</u>	66
<u>9 Tabellen im Anhang</u>	71
<u>4 Nitrophenole, pH-Werte, Leitfähigkeiten, Auffangvolumen</u>	
4.1 Hochspessart	
4.2 Fichtelgebirge	
4.3 Nationalpark Bayerischer Wald	
4.4 Südliche Frankenalb	
4.5 Donau-Gäuboden	
4.6 Münchener Schotterebene bulk (trockene und nasse Deposition)	
4.7 Münchener Schotterebene wet only (nasse Deposition)	
4.8 Nördliches Lechfeld	
4.9 Chiemgauer Alpen	
4.10 Chiemgauer Voralpen	
<u>5 Herbizidkonzentrationen im Niederschlag</u>	
5.1 Langzeitbeobachtungen	
5.2 neuere Pflanzenschutzmittel	
<u>6. Insektizidkonzentrationen im Niederschlag</u>	
<u>7. Synthetische Moschusverbindungen im Niederschlag</u>	
<u>8. Methyl-tert. Buthylether (MTBE) im Niederschlag</u>	

## **Abbildungen**

Abb. 1: pH-Abhängigkeit des Verhältnisses Phenol/Phenolation von Phenol und substituierten Phenolen	16
Abb. 2: Chromatogramm eines Phenolstandards mit 2M-4NP bei 264 nm und 320 nm	17
Abb. 3: Vergleich zweier Chromatogramme bei 224 nm (Wellenlänge für den Nachweis von Triazinen)	19
Abb. 4: Vergleich der GC-ECD-Chromatogramme eines Standards (50 pg/µl) mit einem Regenwasserextrakt aus dem Fichtelgebirge vom Juni 1996	22
Abb. 5: Konstruktion eines Altsammlers (1984 - 1990) für den Nachweis von PCB und Insektiziden	25
Abb. 6: Temperaturverhalten eines bodentemperierten Regensammlers am Standort Thann	26
Abb. 7: Temperaturverhalten eines Regensammlers der Firma Eigenbrodt im Winter	27
Abb. 8: Schematischer Aufbau eines Regensammlers (Eigenbau neue Bauart)	28
Abb. 9: Ansicht der eingebauten Elektronik am Eigenbausammler in Straubing	29
Abb. 10: Aufzeichnung der Regenmengen am Standort Straubing Oktober - November 1998	30
Abb. 11: Windrichtungsanalyse des Niederschlags in Straubing November 1998	30
Abb. 12: Abbauverhalten von 3M-4NP im Regenwasser	32
Abb. 13: Standorte der Regensammler	34
Abb. 14: Statistik zu 4-Nitrophenolkonzentrationen und Depositionen	43
Abb. 15: Statistik zu 2,4-Dinitrophenolkonzentrationen und Depositionen	45
Abb. 16: Statistik zu pH-Wert, Leitfähigkeit und Regenmenge	46

Abb. 17: Konzentrationen und Depositionen von 4-NP und 2,4-DNP im Niederschlag	48
Abb. 18: Räumliche und zeitliche Verteilung von Atrazin im Niederschlag von Bayern (1987 – 1989)	49
Abb. 19: Vergleich der Standorte des alten und neuen Messnetzes	50
Abb. 20: Maximale Konzentrationen von s-Triazinen in den monatlichen Mischproben in der südlichen Frankenalb	51
Abb. 21: Terbutylazinkonzentrationen in monatlichen Mischproben während der Anwendungszeit von 1996 – 2001	52
Abb. 22: Räumliche Verteilung der Isoproturonkonzentration im Niederschlag von Bayern	53
Abb. 23: Maximale Konzentrationen von Isoproturon in den monatlichen Mischproben in der nördlichen Frankenalb	54
Abb. 24: Isoproturonkonzentrationen in monatlichen Mischproben während der Anwendungszeit von 1996 - 2001	55
Abb. 25: Anwendungen von Diuron in der Nähe von Regensammlern	56
Abb. 26: Anwendungen von Prosulfocarb in der Nähe von Regensammlern	57
Abb. 27: Trend und Konzentrationen von Lindan in den monatlichen Mischproben (Juni) in der nördlichen Frankenalb über 15 Jahre	58
Abb. 28: Trend und Konzentrationen von Lindan in den monatlichen Mischproben (Juni/Juli) im Fichtelgebirge über 15 Jahre	58
Abb. 29: Trend und Konzentrationen von Lindan in den monatlichen Mischproben (Juni) im Bayerischen Wald über 15 Jahre	59
Abb. 30: Anwendungen von Pirimicarb in der Nähe der Sammler	60

## Abkürzungen im Text

2,4-DNP	2,4-Dinitrophenol
2-NP	2-Nitrophenol
3M-4NP	3-Methyl-4-Nitrophenol
$\gamma$ -HCH	Lindan
BTX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol
DNOC	4,6-Dinitro-ortho-Kresol
DVWK	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
ECD	Elektroneneinfangdetektor
GC	Gaschromatographie
HAP	hazardous air pollutants
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
LfW	Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft
LWF	Bayer. Landesanstalt für Wasserforschung
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
MTBE	Methyl-tert.-butylether
NP	Nitrophenole
PAT	purge and trap
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PBSM	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbe- kämpfungsmittel
SPE	Solid Phase Extraction
UV	Ultraviolett

## 1 Einleitung:

Grundwasser als lebensnotwendige Ressource für die Trinkwasserversorgung bedarf des besonderen Schutzes vor jeglicher Kontamination mit Schadstoffen. Neben punktuellen Belastungsquellen durch Leckagen im Kanalnetz oder in Produktionsbetrieben, durch fahrlässigen Umgang oder Deponierung wassergefährdender Stoffe, sind es vor allem flächendeckende Ausbringungen von Stoffen wie z.B. Dünger oder Pflanzenbehandlungsmittel aus der Landwirtschaft, die zu gravierenden Grundwasserbelastungen führen können. Spätestens seit Bekanntwerden der regionalen Waldschädigungen und der Gewässerversauerung ist es offenkundig, dass auch Stoffeinträge aus der Atmosphäre in Form von nasser und trockener Deposition als Kontaminationsquellen anzusehen sind. Dies verstärkte die Untersuchungen in den vergangenen zwei Jahrzehnten im Hinblick auf Verbreitung, Umwandlungsprozesse und Wirkung von anorganischen und organischen Stoffen im atmosphärischen Kreislauf. So wurde u.a. auch an der ehemaligen Bayerischen Landesanstalt für Wasserforschung, heute Teil des Landesamtes für Wasserwirtschaft, (zwischenzeitlich: Institut für Wasserforschung) Anfang der achtziger Jahre ein bayernweites Depositionsmessnetz (26 Messstellen) installiert, mit dem schwerpunktmäßig neben der PCB-Belastung (Polychlorierte Biphenyle) auch die PSM-Einträge (Pflanzenbehandlungsmittel) aus der Atmosphäre in Form von Jahregängen (monatliche Mischproben) erfaßt wurden [1,2].

Auf Anregung anderer Abteilungen des LfW wird seit 1994 unter Mitwirkung verschiedener Institutionen ressortübergreifend der Einfluß von organischen Stoffen aus dem Niederschlag, insbesondere auf das Grundwasser, über mehrere Jahre überprüft. Das neue Regenmessnetz orientiert sich an wichtigen Grundwasserströmen und an verschiedenen Formen des Standortes wie Wald, Grünland und landwirtschaftliche Nutzung. Seit Beginn des Vorhabens wurden sukzessive an 8 vorhandenen Messstellen des LfW-Projektes „Integriertes Messnetz Stoffeintrag – Grundwasser“ von Seiten des damaligen LWF neun Regensammler installiert (s. Abb. 16).

In den letzten Jahren wurde bekannt, dass neben den PSM auch andere Stoffgruppen über die Atmosphäre transportiert werden können. So wurde in den USA eine Liste von 189 hazardous air pollutants (HAP's) erstellt [3].

In dieser Liste werden die HAP's in 10 Stoffklassen aufgeteilt, in denen die organischen Schadstoffe überwiegen. In der größten Gruppe mit 49 nitrierten organischen Verbindungen sind auch die nitrierten Phenole aufgeführt [4].

Als Hauptquelle der nitrierten Phenole wird deren photochemische Bildung in der Atmosphäre aus Benzol und Toluol unter Vermittlung von OH- und NO-Radikalen angesehen [5,6,7].

Von den Vorläuferverbindungen BTX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylole) der NP (Nitrophenole) wird allein die Benzolemission in der Bundesrepublik für die Jahre 1990 - 1992 zwischen 17000 - 30000 t/a geschätzt [8].

Eine weitere direkte Emissionsquelle einwertiger Nitrophenole wurde in Autoabgasen (Ottomotor) festgestellt. [9]

Bei der Herstellung von Photochemikalien, Schädlingsbekämpfungsmitteln, Explosivstoffen und Farbstoffen werden ebenfalls Nitrophenole verwendet [10,11,12].

Eine phytotoxische Schadwirkung der NP auf Bäume kann nicht ausgeschlossen werden, da diese Substanzen in Fichtennadeln (steigend mit dem Alter der Bäume) und in Buchenblättern (steigend mit der Schädigung der Bäume) angereichert werden [13,14,32].

Die NP wurden auch in Wolkenwasser, Nebel, Regen, Schnee, Kronentraufe, Grundwasser usw. nachgewiesen [6,15,16,17].

Der erste Abschnitt der Untersuchungen war vor allem auf die Entwicklung von Depositionssammlern gerichtet sein, die die Proben in geeigneter Weise sammeln, so dass der Nachweis organischer Substanzen im Niederschlag möglich ist. Die Palette der untersuchten organischen Kontaminanten setzt sich bis Mitte 1999 aus Nitrophenolen, basischen Herbiziden (s-Triazine und Harnstoffherbizide) während des Anwendungszeitraumes und bei ausreichender Niederschlagsmenge den Insektiziden Lindan und Endosulfan (stichpunktartig für Trendanalyse) zusammen.

Ab Ende 1999 konnte die Anzahl der untersuchten Pflanzenbehandlungsmittel (PBSM) auf 53 Wirkstoffe erhöht werden. Die neue Stoffliste enthält neben den schon ab 1989 analysierten s-Triazin- und Harnstoffherbiziden weitere Herbizide sowie einige Fungizide und Insektizide.

Synthetische Moschusverbindungen werden als Duftstoffe in Waschmitteln- und Reinigungsmitteln sowie Kosmetika eingesetzt und sind in der Umwelt weit verbreitet [39,40,41,43,45,47]. Um eine evtl. Verteilung der Moschusverbindungen über den Niederschlag zu prüfen, wurden diese Verbindungen ab 1999 untersucht. Die synthetischen Moschusverbindungen umfassen drei chemisch unterschiedliche Substanzklassen:

- Nitromoschusduftstoffe (in die Untersuchung einbezogen: Moschus-Xylol, Moschus-Keton, Moschus-Ambrette, Moschus-Mosken, Moschus-Tibeten)
- Polycyclische Moschusduftstoffe (in die Untersuchung einbezogen: HHCB, AHTN, ADBI, ATII, DPMI)
- Macrocyclische Moschusduftstoffe (nicht in die Untersuchung einbezogen).

Methyl-tert.-butylether (MTBE) wird in großen Mengen als Antiklopffmittel den Ottomotorkraftstoffen zugesetzt. Um eine Verbreitung dieser Substanz über den Niederschlag zu prüfen, wurde MTBE in einzelnen Regenwasserproben untersucht.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt im Nachweis von Nitrophenolen im Niederschlag.

## **2 Untersuchte Substanzen**

### **2.1 Nitrophenole**

Produktionsmengen, Verwendung, Emissionsquellen und toxikologische Daten wurden aus Stoffsammlungen entnommen [10,11,12,18].

#### **2.1.1 4-Nitrophenol [4-NP]**

**Produktionsmengen:**

für Deutschland 2000 t/a (1988/89)

für Europa 20 000 t/a

weltweit ca. 60 000 t/a

**Verwendung:** Zwischenprodukt bei der Synthese von Photochemikalien, Schädlingsbekämpfungsmitteln wie Parathion, Parathion-Methyl, Bifenox, Farbstoffen und Chemotherapeutika, auch als Fungizid in Leder- und Gummiindustrie

**Weitere Emissionen:**

als Abbauprodukte von Herbiziden und Insektiziden, z.B. Parathion. photochemische Bildung aus Benzol und Toluol

**Toxizität:**

vor allem gegenüber terrestrischen Organismen

4-Nitrophenol ist das giftigste aller mono-Nitrophenole [19]

### **2.1.2 2,4-Dinitrophenol [2,4-DNP]**

**Produktionsmengen:**

weltweit ca. 2000 t/a

**Verwendung:** Zwischenprodukt bei der Herstellung von Photochemikalien, Schädlingsbekämpfungsmitteln, Holzschutzmitteln, Azo- und Schwefelfarbstoffen sowie Explosivstoffen

**Weitere Emissionen:**

photochemische Bildung aus Toluol in Verbindung mit OH-Radikalen und Stickstoffoxiden (Bildung aus Autoabgasen)

**Toxizität:**

Hemmung der photosynthetischen Phosphorylierung, starke herbizide Wirkung gegenüber terrestrischen Pflanzen (pH-abhängig)

### **2.1.3 4,6-Dinitro-ortho-Kresol [DNOC]**

**Produktionsmengen:**

weltweit < 2000 t/a

**Verwendung:**

Insektizid, Akarizid, Herbizid mit Ätzwirkung, fungizide Nebenwirkung. DNOC war das erste organische synthetische Pflanzenschutzmittel (Gelbspritzmittel)

**Weitere Emissionen:**

photochemische Bildung (ca. 20 000 t/a) aus Toluol in Verbindung mit OH-Radikalen und Stickoxiden

**Toxizität:**

phytotoxisch für Grünpflanzen

### **2.1.4 3-Methyl-4-Nitrophenol [3M-4NP]**

**Produktionsmengen:** nicht bekannt

**Verwendung:** nicht bekannt

**Weitere Emissionen:**

Metabolit von Fenitrothion (Akarizid, Insektizid). Photochemische Bildung (ca. 20 000 t/a) aus Toluol in Verbindung mit OH-Radikalen und Stickoxiden

**Toxizität:**

phytotoxisch für Grünpflanzen

### **2.1.5 2-Methyl-4-Nitrophenol [2M-4NP]**

**Produktionsmengen:** nicht bekannt

**Verwendung:** nicht bekannt

**Weitere Emissionen:**

photochemische Bildung, vermutlich ähnlich 3M-4NP, aus Toluol in Verbindung mit OH-Radikalen und Stickoxiden

**Toxizität:**

vermutlich ähnlich phytotoxisch für Grönpflanzen wie 3M-4NP

### **2.1.6 2-Nitrophenol [2-NP]**

**Produktionsmengen:**

Deutschland ca. 500 t/a (1988/89)

weltweit ca. 20 000 t/a

**Verwendung:**

Zwischenprodukt bei der Herstellung des Insektizids Carbofuran, Raffinieren von Petroleum

**Weitere Emissionen:**

photochemische Bildung aus Benzol und Toluol mit OH-Radikalen und Stickoxiden

**Toxizität:**

vor allem gegenüber terrestrischen Organismen

### **2.1.7 4,6-Dinitro-2-tert. butylphenol [Dinoterb]**

**Verwendung:**

selektives Kontakt-Herbizid mit Ätzwirkung

### **2.1.8 4,6-Dinitro-2-sec. butylphenol [Dinoseb]**

**Verwendung:**

selektives Kontakt-Herbizid und insektizides „Gelbspritzmittel“, vollständiges Anwendungsverbot in Deutschland

## 2.2 Herbizide

Die Triazin-Herbizide Simazin, Atrazin, Terbuthylazin, Metribuzin mit den Metaboliten Desethylatrazin und Desethylterbuthylazin wurden schon ab 1987 zusammen mit den Harnstoffherbiziden Isoproturon, Diuron, Chlortoluron, Metabenzthiazuron, den Aniliden Metazachlor und Metolachlor, sowie Chlorigazon untersucht. Wie unsere früheren Untersuchungen zeigten, sind diese PBSM nur während der Anwendung (Frühjahr und Herbst) im Niederschlag nachweisbar [2]. Für eine Langzeituntersuchung wurden die Proben bei ausreichender Regenmenge nach Möglichkeit während der Ausbringung der PBSM analysiert.

Ab Herbst 1999 wurde die Stoffpalette erweitert und umfasst jetzt 53 Wirkstoffe (s. Tab. 2).

Die Anwendung, die chemisch-physikalischen Eigenschaften, die Toxizität usw. können diversen Datensammlungen entnommen werden [18,26,27].

## 2.3 Insektizide

Auch für einige Insektizide konnten Langzeitbeobachtungen erstellt werden. Die ersten Analysen aus Regenwasser liegen aus dem Jahre 1984 vor. Der am meisten nachgewiesene Stoff war Lindan.

### 2.3.1 Lindan [ $\gamma$ -HCH]

**Produktionsmengen:**  
weltweit ca. 38000 t/a

**Verwendung:**  
Insektizid in der Forst- und Landwirtschaft

**Weitere Emissionen:**  
Imprägnierung von Holzwandverkleidungen, Teppichen, Baumwolle

**Toxizität:**  
toxisch für Wasserorganismen

### 2.3.2 $\alpha$ -Endosulfan und $\beta$ -Endosulfan

**Produktionsmengen:**

keine Daten verfügbar

**Verwendung:**

Insektizid mit Fraßgift- und Berührungsgift-Wirkung im Obst- und Gemüseanbau

**Weitere Emissionen:**

nicht bekannt

**Toxizität:**

toxisch für Wasserorganismen

### 2.3.3 Endosulfansulfat

Metabolit des Endosulfans

## 2.4 Synthetische Moschusverbindungen

**Produktionsmengen:**

Die weltweite Produktion dieser Stoffe beträgt ca. 8000 t/a.

**Verwendung:**

Etwa 5% aller in Handelsprodukten (Wasch- und Reinigungsmitteln, Kosmetika etc.) verwendeten Duftstoffe zählen zu den synthetischen Moschusverbindungen

Zur detaillierten Beschreibung der Stoffe und ihrer Eigenschaften wird auf Literatur [45] und [47] verwiesen.

## 2.5 Methyl-tert.-butylether (MTBE)

### **Produktionsmengen:**

Gesamtverbrauch in Deutschland ca. 500 000 t/a

### **Verwendung:**

Antiklopfmittel in Ottokraftstoffen

(im Jahr 1997 betrug der MTBE-Anteil in der Kraftstoffart Super-Plus in Deutschland durchschnittlich 7,7 Vol.-%)

### **Toxizität:**

akute Säugertoxizität gering (Ratte: LD50 = 3000 mg/kg)

Verdacht auf Karzinogenität nach Inhalation

aquatische Toxizität mäßig bis gering (Elritze: LC50 = 672 mg/l)

## 3 Material und Methoden

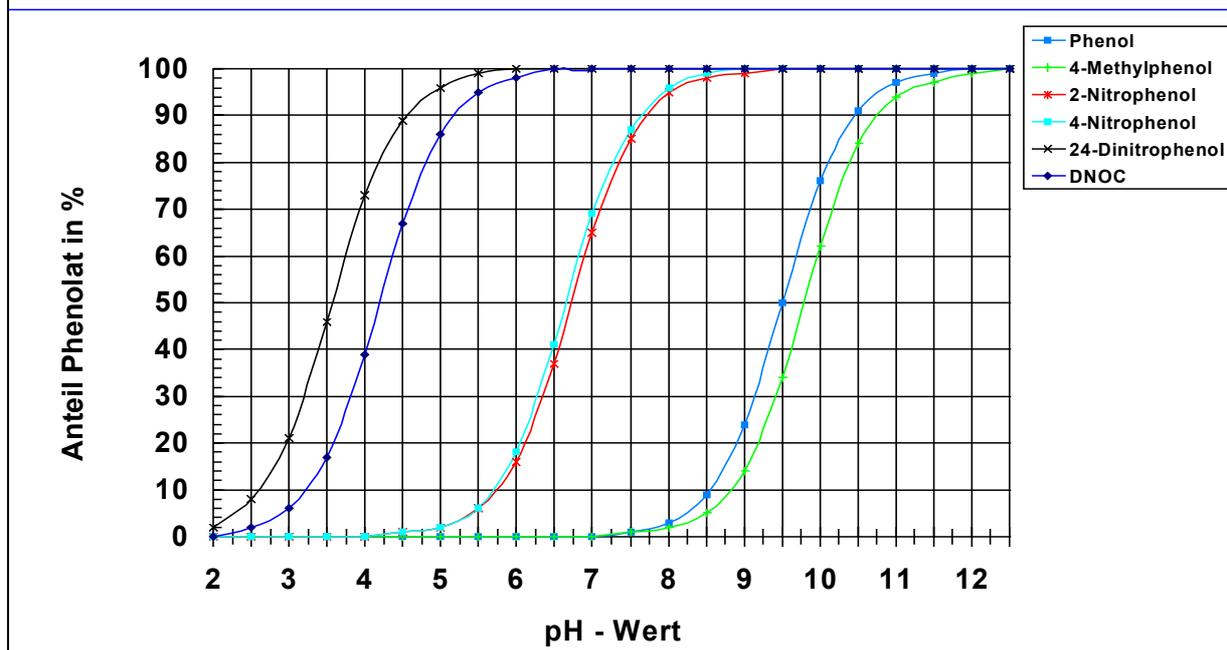
### 3.1 Extraktion und Detektion

#### 3.1.1 Phenole

Die stark polaren Verbindungen wie Nitrophenole und Phenoxyalkan-carbonsäurederivate lassen sich mit einer flüssig/flüssig oder mit fest/flüssig Extraktion = SPE (Solid Phase Extraction) aus Wasserproben anreichern [23,24,25].

Von den in Frage kommenden Festphasen C18 (Octadecyl), C18 polar plus, und modifizierte Polymerphase wurde letztere verwendet. Mit diesem Material sind bessere Ausbeuten bei einer Anreicherung der NP von 500:1 aus Wasserproben möglich. Einem Volumen von 500 ml Niederschlagswasser wurden 5 g NaCl, 2,4- Dimethylphenol als interner Standard, 5 ml Methanol und 2,5 ml Schwefelsäure (25%) zugegeben. Bei den durchschnittlichen pH-Werten des Niederschlags von ca. 5,5 liegen nur die mono-NP undissoziiert vor, DNOC und 2,4-DNP dagegen fast vollständig dissoziiert. Die Zugabe von Säure bringt die Wasserprobe auf einen pH-Wert von < 2, damit liegen alle Phenole nicht mehr als Phenolate (Salze der Phenole) vor und sind somit extrahierbar (siehe Abb.1). Die Proben wurden über die Festphasen gezogen und mit Aceton (1% Essigsäure) eluiert. Die Eluate wurden vorsichtig unter einem Stickstoffstrom auf 200 µl eingengt und in einer Messlösung mit der HPLC (High Performance Liquid Chromatography) mit UV- und Fluoreszenz-Detektion analysiert. Die Anreicherung 500:1 ermöglicht eine Bestimmungsgrenze von 40 ng/l pro Substanz bei der UV-Detektion. Auf ein clean up der Extrakte kann wegen der günstigen Integrationswellenlängen verzichtet werden.

## Verhältnis der Phenolate zu undis. Phenolen

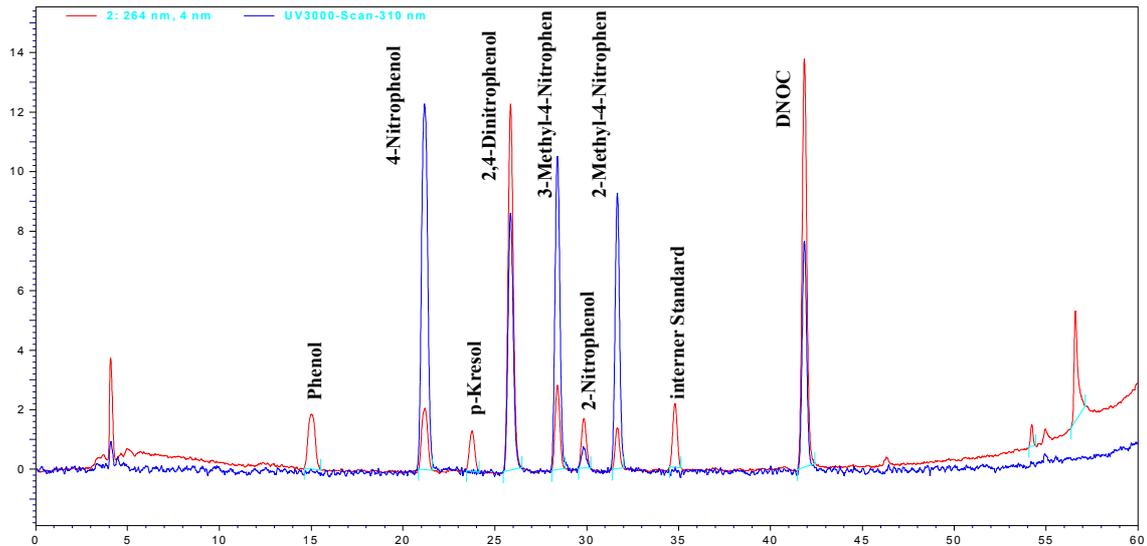


**Abb. 1:** pH-Abhängigkeit des Verhältnisses Phenol/Phenolation von Phenol und substituierten Phenolen.

Die Bestimmungsgrenzen sind in Tab. 2 aufgeführt. Dinoseb und Dinoterb konnten über ein Jahr an keiner Sammelstelle nachgewiesen werden, so dass die beiden Substanzen nicht weiter untersucht wurden. Für Phenol und Kresol waren keine ausreichend niedrigen Blindwerte erreichbar, so dass auch hier auf weitere Analysen verzichtet wurde. 2-Nitrophenol kann, wegen der schlechten Extraktionsausbeute (ca. 40%), nur in Grenzen mit dem beschriebenen Verfahren nachgewiesen werden. Zusätzlich kam es bei diesem Phenol zu einer permanenten Überlagerung des Peaks durch eine unbekannte Substanz mit gleicher Retentionszeit, die eine genaue Konzentrationsbestimmung mit der HPLC-UV-Detektion unmöglich machte.

Die Bestimmungsgrenzen hängen auch von der Kontamination der Regenwasserproben durch Insekten oder Laub ab. Die Abschätzung der Ausbeuten bzw. Wiederfindungsraten wurde durch Zugabe eines internen Standards (Dimethylphenol) durchgeführt. Bei ausreichenden Niederschlagsmengen wurde das Analysenverfahren mit Doppelbestimmungen und dotierten Proben überprüft. Um Fehldiagnosen zu vermeiden, wird während der Messung eine permanente UV-Spektrenaufnahme (alle 2 sek.) durchgeführt. Für einen positiven Nachweis werden die Spektren der Probe mit denen des Standards (oder einer Spektrenbibliothek) verglichen.

2M-4NP konnte erst ab August 1998 bestimmt werden, da ein entsprechender Standard nicht im Handel verfügbar war und erst synthetisiert werden musste.



**Abb. 2:** Chromatogramm eines Phenolstandards mit 2M-4NP bei 264 nm und 320 nm.

Um diese neue Substanz gut bestimmen zu können, wurde das Gradientenprogramm der HPLC leicht verändert. UV-Spektrum und Extraktionsverhalten sind mit 3M-4NP vergleichbar.

**Tab. 1: Kenndaten der Nitrophenolbestimmung aus Wasserproben.**

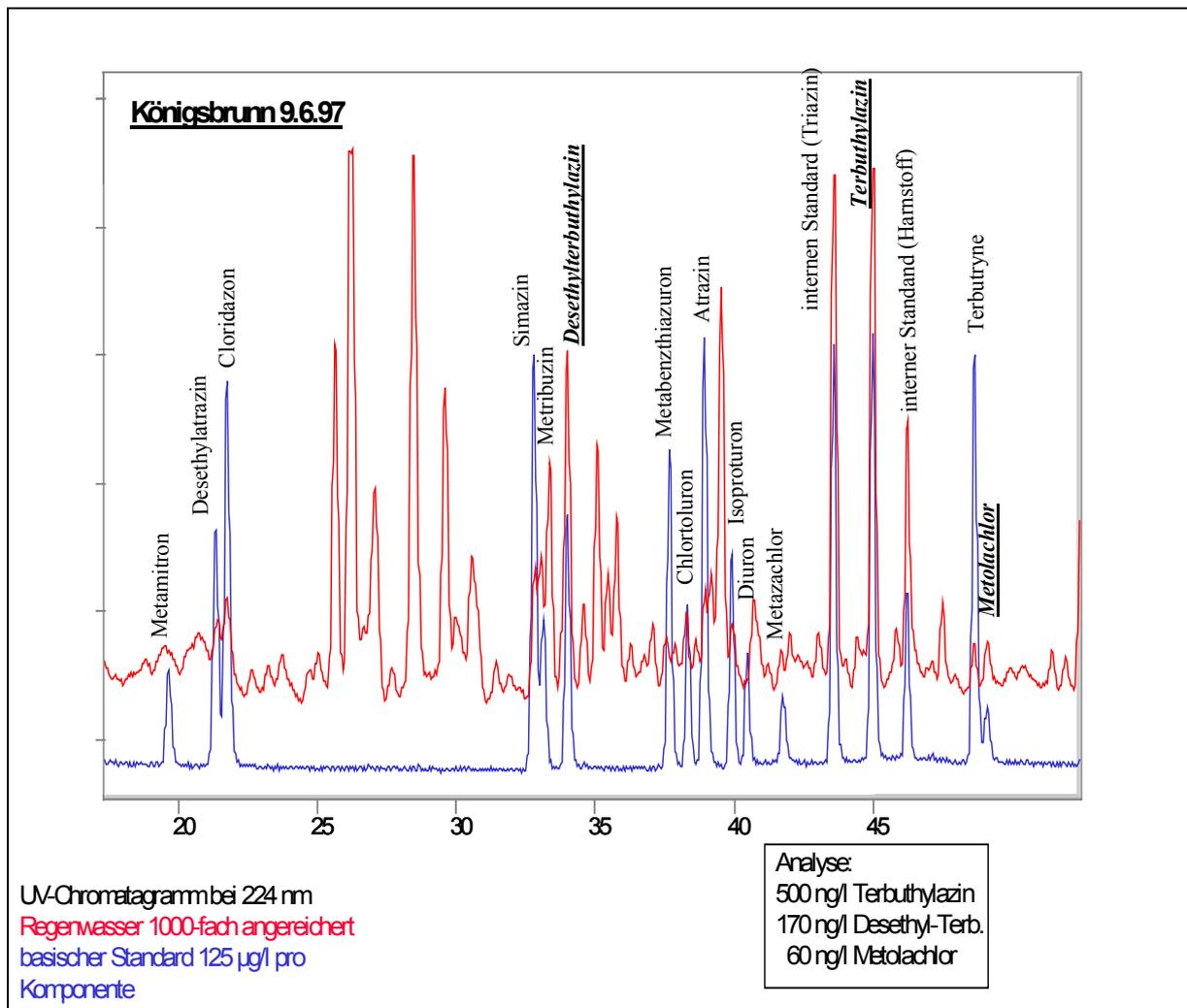
Substanz	Detektor	Bestimmungsgrenze	Bemerkung
	nm	ng/l	
<b>4-NP</b>	UV: 320	40	Wiederfindung: 96% – 109%
<b>2,4-DNP</b>	UV: 264	40	Wiederfindung: 100% – 107%
<b>3M-4NP</b>	UV: 320	40	Wiederfindung: 94% – 101%
<b>2M-4NP</b>	UV: 320	40	Wiederfindung: 96% – 101%
<b>DNOC</b>	UV: 264	40	Wiederfindung: 86% – 95%
<b>2-NP</b>	UV: 264	100	schlechte Ausbeute
<b>Dinoseb</b>	UV: 264	100	nicht gefunden
<b>Dinoterb</b>	UV: 264	100	nicht gefunden
<b>Phenol</b>	Fluoreszenz 280 -> 310	10	hoher Blindwert
<b>p-Kresol</b>	Fluoreszenz 280 -> 310	10	hoher Blindwert

### 3.1.2 Basische/neutrale Herbizide

Die Extraktion der basischen organischen Verbindungen (Triazine, Harnstoffherbizide usw.) aus Regenwasser kann mittels flüssig/flüssig-Anreicherung mit organischen Lösungsmitteln (meist Dichlormethan) oder mit einer Festphasenextraktion an C18 (Octadecyl), bzw. Polymerphase erfolgen. Der größte Vorteil der flüssig/flüssig-Anreicherung liegt in der Möglichkeit, die Probe in zwei Stufen bei verschiedenen pH-Werten zu extrahieren, um so Schadstoffe verschiedener Stoffklassen wie z.B. Triazine = basische Gruppe und Phenoxyalkan-carbonsäuren = saure Gruppe selektiv an der HPLC zu analysieren [2,20,21,22,23].

Der Nachteil der flüssig/flüssig-Anreicherung ist neben den teilweisen schlechten Wiederfindungsraten der hohe Lösungsmittelverbrauch. Aus diesem Grund hat sich in den letzten Jahren die Festphasenextraktion immer stärker durchgesetzt. Hierbei wird die Wasserprobe über ein Festphasenmaterial gezogen und die organischen Substanzen aus dem Wasser in das Material überführt. Die angereicherten Herbizide können von dort mit geringem Lösungsmittelaufwand eluiert werden. Zunächst wurde als Festphase C18 (Octadecyl) eingesetzt, das 1996 durch die neu entwickelte Polymerphase ersetzt wurde. Dieses Material ermöglicht auch bei einer Anreicherung von 1000:1 eine bessere Ausbeute der basischen PBSM aus Wasserproben. Einem Volumen von 1 Liter Niederschlagswasser wurden zwei interne Standards, Propazin als s-Triazinherbizid und Chloroxuron als Harnstoffherbizid, zugegeben. Das Regenwasser wurde mit 1 M Natronlauge auf pH-Wert 7 - 9 eingestellt. Die Probe wurde dann mit 6 ml/min gleichmäßig über 200 mg Polymerphase gezogen. Die Schadstoffe wurden mit 8 ml Methanol/Acetonitril = 1:1 eluiert und die Eluate vorsichtig mit Stickstoffgas getrocknet. Leider werden dabei auch störende Substanzen angereichert, so dass eine Reinigung der Extrakte über Kieselgel mit 6 ml Ethylacetat notwendig war [2,20,22].

Das Ethylacetat wurde ebenfalls vorsichtig unter einem Stickstoffstrom getrocknet und die Schadstoffe mit 1 ml 20%igem wässrigem Acetonitril aufgenommen und zur Messung gebracht. Die oben aufgeführten Schadstoffe wurden an einem schnellscannenden UV-Detektor (s. auch Abb. 2 und 3) bei vier verschiedenen Integrationswellenlängen mit der HPLC analysiert. Diese Methode hat den Vorteil, dass die PBSM an der jeweils selektivsten Wellenlänge (bessere Nachweisgrenze) detektiert werden und durch den automatischen Vergleich der Chromatogramme sowie eine Abgleichung der UV-Spektren mit einer Spektrenbibliothek abgesichert werden.



**Abb. 3:** Vergleich zweier Chromatogramme bei 224 nm (Wellenlänge für den Nachweis von Triazine). kursiv = positiv

Eine Absicherung der Ergebnisse ist besonders bei Regenwasserextrakten notwendig, da es häufig zu Peaküberlagerungen kommt, die von Substanzen mit gleicher Retentionszeit verursacht werden. So werden im Chromatogramm Abb.3 einige Herbizide vorgetäuscht (z.B. Simazin und Metribuzin), die aber nach Spektrenabgleich als negativ bewertet wurden. Positiv dagegen waren Terbutylazin + Metabolit und Metolachlor.

In Tab. 2 werden die wichtigsten Kenndaten der Analysenmethode mit der HPLC-UV-Detektion für schwach belastete Wasserproben gezeigt. Für Regenwasserproben mit starker Belastung (z.B. Laubeinfall, Insekten, Ruß im Winter usw.) sind Wiederfindungsraten geringer und variabel. Trotz der Zugabe der internen Standards können bei Regenwasserproben die in Tab. 2 gezeigten Bestimmungsgrenzen nicht erreicht werden.

**Tabelle 2: Bestimmungsgrenzen der basischen Pflanzenbehandlungsmittel  
Teil 1**

Substanz	BG	Anwendung als	Hauptanwendungsgebiete
1-(3,4-Dichlorphenyl)-3-methylharnst.	0,05	Metabolit ⇒	Diuron
1-(3,4-Dichlorphenyl)harnstoff	0,03	Metabolit ⇒	Diuron
1-(4-Isopropylphenyl)-3-methylharnst.	0,05	Metabolit ⇒	Isoproturon
1-(4-Isopropylphenyl)harnstoff	0,02	Metabolit ⇒	Isoproturon
2,6-Dichlorbenzamid	0,02	Metabolit ⇒	Diclobenil (Totalherbizid)
Aclonifen	0,05	Vorlaufherbizid	Kartoffel
<b>Atrazin</b>	<b>0,01</b>	<b>Vor- und Nachlaufherbizid</b>	<b>Mais</b>
Azoxystrobin	0,03	Fungizid	Getreide, Obst
Bromacil	0,05	Totalherbizid	Nichtkulturland
Carbendazim	0,05	Fungizid	Getreide, Obst, Saatgut
Carbetamid	0,02	Herbizid	Raps
<b>Chloridazon</b>	<b>0,01</b>	<b>Vor- und Nachlaufherbizid</b>	<b>Rüben</b>
<b>Chlortoluron</b>	<b>0,02</b>	<b>Vor- und Nachlaufherbizid</b>	<b>Wintergetreide</b>
Cyanazin	0,01	Vor- und Nachlaufherbizid	Mais
<b>Desethylatrazin</b>	<b>0,01</b>	<b>Metabolit ⇒</b>	<b>Atrazin</b>
Desethylsebuthylazin	0,03	Metabolit ⇒	Sebuthylazin
Desethylsimazin	0,02	Metabolit ⇒	Atrazin
<b>Desethylterbuthylazin</b>	<b>0,02</b>	<b>Metabolit ⇒</b>	<b>Terbuthylazin</b>
Desmetryn	0,02	Vor- und Nachlaufherbizid	Kohl
Difenoconazol	0,05	Fungizid	Getreide, Obst,
Diflubenzuron	0,02	Insektizid	Obst, Gemüse
Dimefuron	0,03	Vor- und Nachlaufherbizid	Raps
<b>Diuron</b>	<b>0,02</b>	<b>Totalherbizid</b>	<b>Wege, Plätze</b>
Epoxiconazol	0,05	Fungizid	Getreide, Rüben
Esfenvalerat	0,02	Insektizid	Ackeranbau, Hopfen
Ethidimuron	0,03	Totalherbizid	Gleis- und Industrieanlagen
Ethofumesat	0,03	Vor- und Nachlaufherbizid	Rüben
Flurochloridon	0,03	Vorlaufherbizid	Getreide, Kartoffel
Fluroxipyr-MHE	0,05	Herbizid	Getreide, Mais
Hexazinon	0,05	Totalherbizid	Gleis- und Nichtkulturland
Imidacloprid	0,02	Insektizid	Obst, Gemüse, Hopfen
<b>Isoproturon</b>	<b>0,02</b>	<b>Vor- und Nachlaufherbizid</b>	<b>Getreide,</b>
Linuron	0,03	Herbizid	Mais, Kartoffel
Metabenzthiazuron	0,02	Herbizid	Getreide, Mais
Metalaxyl	0,03	Fungizid	Hopfen, Kartoffel
Metamitron	0,02	Vorlaufherbizid	Rüben
<b>Metazachlor</b>	<b>0,03</b>	<b>Vorlaufherbizid</b>	<b>Raps</b>
Metobromuron	0,02	Vorlaufherbizid	Bohnen, Kartoffel
<b>Metolachlor</b>	<b>0,03</b>	<b>Vorlaufherbizid</b>	<b>Rüben, Sonnenblumen</b>
Metoxuron	0,02	Vor- und Nachlaufherbizid	Getreide,

BG = Bestimmungsgrenze in µg/l für Grund- und Oberflächengewässer

**Fett = Langzeitbeobachtung (1987 – 2001)**

Normal = ab 2000 zusätzlich untersuchte PBSM

**Tabelle 2: Bestimmungsgrenzen der basischen Pflanzenbehandlungsmittel  
Teil 2**

Substanz	BG	Anwendung als	Hauptanwendungsgebiete
Metribuzin	0,03	Vor- und Nachlaufherbizid	Spargel, Kartoffel
Monolinuron	0,02	Herbizid	Getreide, Kartoffel, Wein
Pendimethalin	0,03	Vor- und Nachlaufherbizid	Mais, Zwiebel
Pirimicarb	0,03	Insektizid	Getreide, Rüben, Kartoffel
Propazin	0,01	Vorlaufherbizid	Nichtkulturland
Propiconazol	0,05	Fungizid	Getreide,
Prosulfocarb	0,03	Vorlaufherbizid	Getreide,
Sebuthylazin	0,01	Totalherbizid	Gleis- und Nichtkulturland
<b>Simazin</b>	<b>0,01</b>	<b>Vorlaufherbizid</b>	<b>Mais, Spargel</b>
Tebuconazol	0,05	Fungizid	Getreide, Wein
<b>Terbuthylazin</b>	<b>0,01</b>	<b>Herbizid</b>	<b>Mais, Kartoffel</b>
Terbutryn	0,01	Herbizid	Getreide, Erbsen
Triadimenol	0,03	Fungizid	Obst, Gemüse, Hopfen

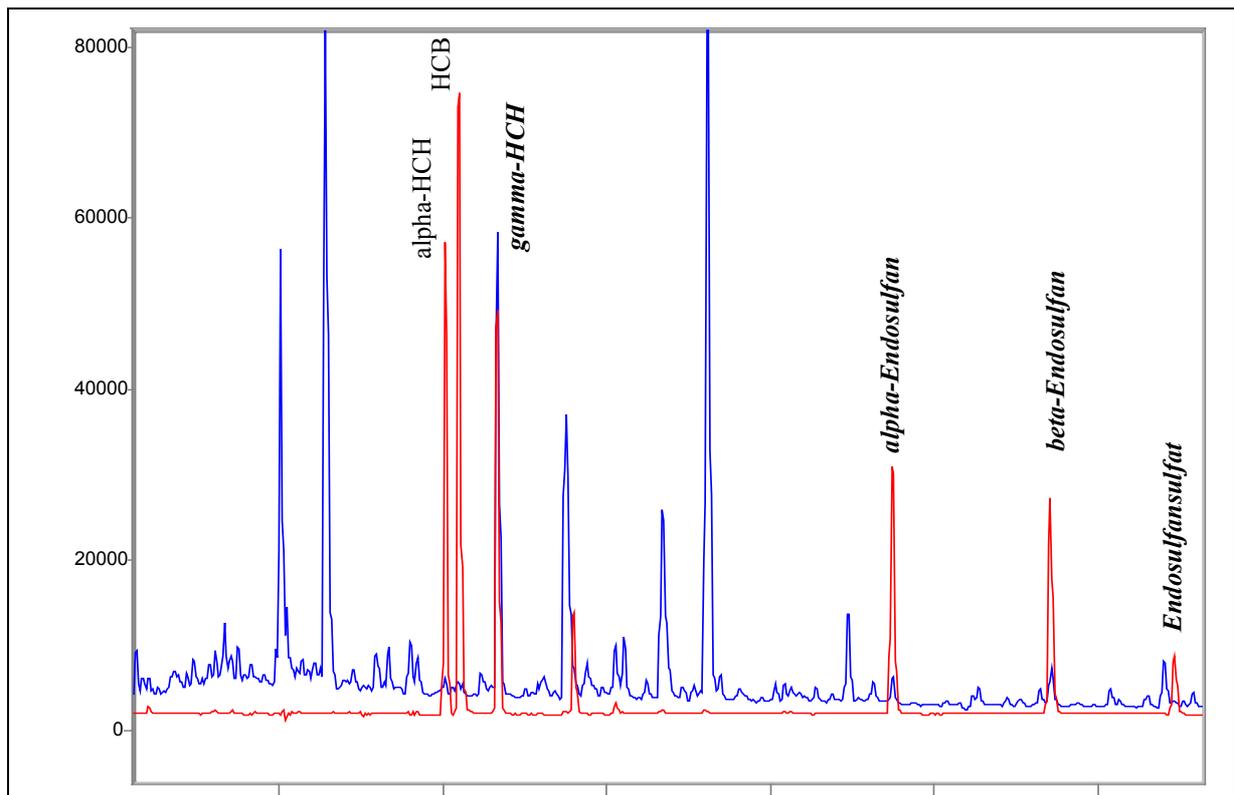
BG = Bestimmungsgrenze in µg/l für Grund- und Oberflächengewässer

**Fett = Langzeitbeobachtung (1987 – 2001)**

Normal = ab 2000 zusätzlich untersuchte PBSM

### 3.1.3 Insektizide

Die Analytik der Insektizide mittels GC (Gas-Chromatographie mit ECD) wurde in Berichten der LWF [1,2] beschrieben und folgt im wesentlichen der europäischen Norm: EN ISO 6468 [27]. Je nach Auffangmenge wurden die Insektizide aus bis zu 2 Liter Regenwasser mit 60 ml Hexan und einer flüssig-flüssig Extraktion isoliert. Das Lösungsmittel, in dem sich nun die Pestizide befinden, wurde vorsichtig an einer Kuderna-Danisch-Apparatur auf 1,8 ml eingengt und zur Messung gebracht. Die Identifikation der Schadstoffe erfolgte über die Retentionszeit, die Quantifizierung über die Peakhöhe.



**Abb. 4:** Vergleich der GC-ECD-Chromatogramme eines Standards (50 pg/μl) mit einem Regenwasserextrakt aus dem Fichtelgebirge vom Jun. 96.

*kursiv* => positiv

Die Nachweisgrenzen werden in erster Linie durch den Anreicherungsfaktor und damit durch das Auffangvolumen im Regensammler bestimmt. Da die NP in dieser Arbeit Priorität hatten, konnten die Insektizide nur vereinzelt analysiert werden.

**Tab. 3: Kenndaten der GC-ECD-Analysenverfahren für Insektizide in Regenwasser**

Substanz	Anreicherung Wasser - Ex- trakt	Bestimm.- grenze	Chemische Zuordnung
		ng/l	
<b>Lindan (<math>\gamma</math>-HCH)</b>	500 - 1000	0,4 - 0,5	Insektizid
<b>alpha- Endosulfan</b>	500 - 1000	0,5 - 1,0	Insektizid
<b>beta- Endosulfan</b>	500 - 1000	0,5 - 1,0	Insektizid
<b>Endo- sulfansulfat</b>	500 - 1000	1 - 3	Metabolit

### 3.1.4 Synthetische Moschusverbindungen

Nach Zugabe von zwei isotoopenmarkierten Standards erfolgt die flüssig-flüssig-Extraktion mit Hexan/Dichlormethan 3:1. Nach Abtrennung und chemischer Trocknung der organischen Phase sowie Zugabe eines weiteren Standards zur Geräteüberprüfung werden die synthetischen Moschusverbindungen mittels GC-MS analysiert. Die Kalibrierung erfolgt über das Gesamtverfahren. Die mit jeder Messserie überprüften Blindwerte wurden bei positiven Befunden abgezogen.

### 3.1.5 MTBE

Die Probenahme erfolgte z.T. durch Abfüllen der Probe vor Ort in eine 250 ml ISO-Glasflasche (luftblasenfrei) und Umfüllen in ein purge and trap-Probengefäß im Labor bzw. durch direktes Abfüllen der Probe in PAT-Probengefäße vor Ort.

Die Proben wurden analog DIN 38407 F19 analysiert. Die Bestimmungsgrenze für MTBE liegt bei 0,01 µg/l.

## 3.2 Messgeräte und Bedingungen

### 3.2.1 HPLC

	<b>Nitrophenole</b>	<b>basische Herbizide</b>
Laufmittel A	Acetonitril + 0,07 % Essigsäure	Acetonitril
Laufmittel B	0,1% Essigsäure	0,1 g/l Natriumacetat
Trennsäule	Waters Nova-Pak C18 3,9 * 300 mm + Vorsäule	MN Nucleosil 120-3 C18 4 * 250 mm + Vorsäule
Temperatur	30 °C	30 °C
Gradient (linear) A: min = %	0 = 18, 35 = 45, 55 = 90, 65 = 18	0 = 13, 30 = 33, 50 = 95, 60 = 13
Flußrate	0,6 ml/min	0,5 ml/min
Injektor	Jasco 851 - AS	Abimed 231
Injektionsvolumen	variabel bis 100 µl	variabel bis 100 µl
Gradientenpumpen	Jasco PU 980	Jasco PU 980
Mischkammer	Knauer	Knauer
UV-Detektoren	TSP UV3000HR	Spectra-Focus
Fluoreszenz-Det.	Jasco FP 320	-

### 3.2.2 GC-ECD für Insektizide

Messgerät	HP 5890
Säule	HP - Ultra 2, 25m * 0,2 mm
Flowrate	1 ml/min
Trägergas	Helium
Injektionsvolumen/Temperatur	1 µl/250 °C
Temperaturprogramm min = °C linear	0 = 45, 8 = 200, 20 = 250, 35 = 250, 45 = 45
Detektor/Temperatur	ECD/325 °C

### 3.2.3 GC-MS für synthetische Moschusverbindungen

Messgerät	Agilent: GC 6890N
Säule, Filmdicke	HP-5MS (30m * 0,25 mm), 0,25µm
Flowrate	1 ml/min
Trägergas	Helium
Injektionsvolumen/Temperatur	1 µl, pulsed splitless
Temperaturprogramm min = °C linear	100°C/ 1 min, 10°C -> 200°C, 7°C/min -> 250°C, 250°C = 10 min
Detektor	MSD 5973N

### 3.2.4 GC-MS für MTBE

Messgerät	PTA 3000
Säule, Filmdicke	DB 624: 60m* 0,2 mm, 1,8 µm
Flowrate	1 ml/min
Trägergas	Helium
Injektionsvolumen/Temperatur	7 ml / 35 °C
Temperaturprogramm min = °C linear	35°C/3 min. , 5°C / min. , 200 °C , 30 °C / min. , 240 °C / 3 min.
Detektor	MS ITS40 Axel Semrau

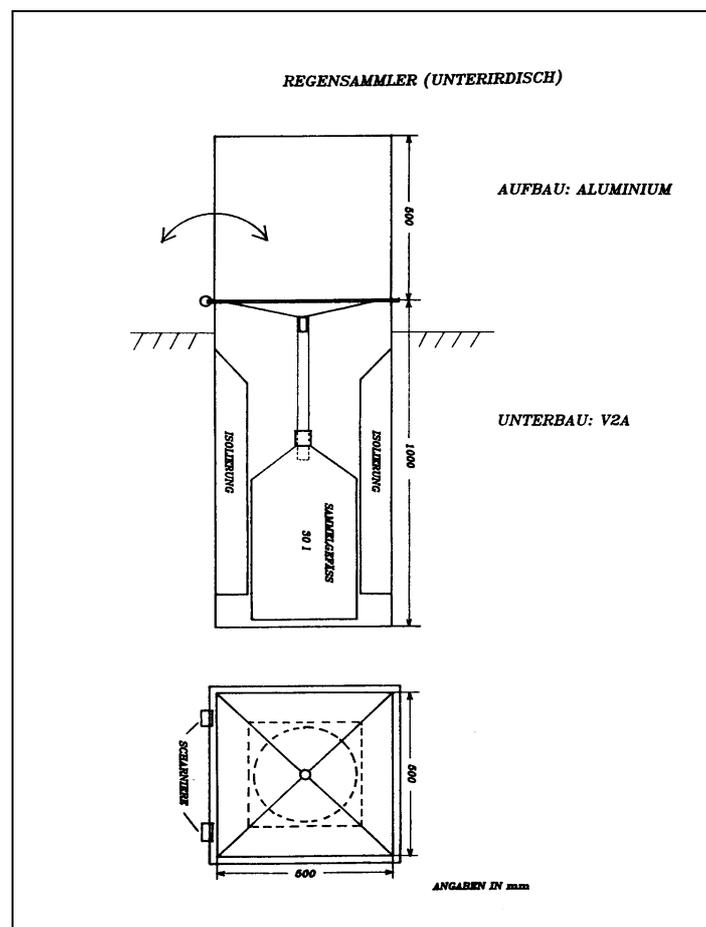
### 3.3 Chemikalienlieferanten

Standards	Ehrenstorfer, Augsburg Promochem, Wesel
Acetonitril, Wasser	Baker, Griesheim
modifiziertes Polystyrol-Divinylbenzol	Macherey-Nagel, Düren
alle weiteren Chemikalien	Merck, Darmstadt

## 4 Konstruktion der Regensammler

### 4.1 Regensammler Eigenbau (alte Bauart)

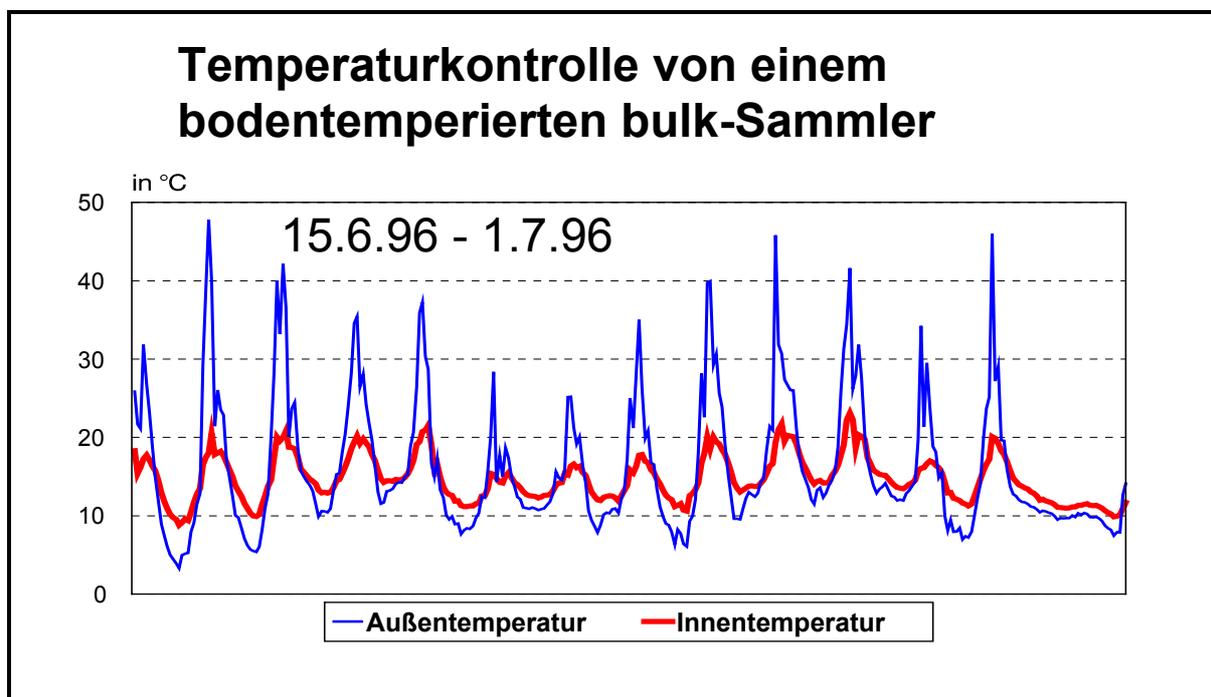
Für das geplante Vorhaben der Depositionsbestimmungen von organischen Schadstoffverbindungen an 8 bzw. 9 Messstellen in Bayern wurde, nach unseren Erfahrungen mit dem alten Messnetz, von einer Sammeldauer (Mischprobe) von 4 Wochen ausgegangen. Für diese Zeit muss die Sammelvorrichtung gewisse Bedingungen (Probenstabilität, Kontaminationsfreiheit, Standsicherheit usw.) erfüllen.



**Abb. 5:** Konstruktion eines Altsammlers (1984 - 1990) für den Nachweis von PCB und Insektiziden

Zunächst wurden die von uns früher benutzten unterirdischen Sammler (Bodenkühlung bzw. -wärme) überprüft. Die Sammler sind ca. 80 cm tief eingegraben und die Sammelfläche liegt in 70 cm Höhe. Diese Sammler waren ursprünglich für den Nachweis von PCB und einigen Insektiziden konzipiert und bestehen, bis auf die Isolierung, aus V2A-Stahl und Aluminium. Um die geringen Spuren z.B. von PCB im Regen nachweisen zu können, waren große Regenmengen (min. 6 l) notwendig. Die Sammler verfügten über eine relativ

große Auffangfläche (2500 cm<sup>2</sup>) und ein Auffangvolumen von 30 Liter. Die Konstruktion dieser Sammler, die sowohl die nasse wie auch die trockene Deposition erfassen (bulk-Sammler) kann den Berichten der LWF entnommen werden [1,2]. Bei Vorversuchen (Analytik siehe auch Kap. 4.5) konnten neben den Herbiziden, Insektiziden auch die disubstituierten NP (2,4-DNP, DNOC) mit diesen Sammlern nachgewiesen werden, jedoch die monosubstituierten Nitrophenole (4-NP, 3M-4NP) nur in stark reduzierten Konzentrationen. Eine Überprüfung des Temperaturverhaltens des Sammelgutes und der Außentemperatur zeigte, dass trotz der guten Isolierung, diese Sammlerart die Temperaturspitzen nicht ausreichend für thermolabile oder leicht abbaubare Substanzen dämpft (s. Abb. 6).

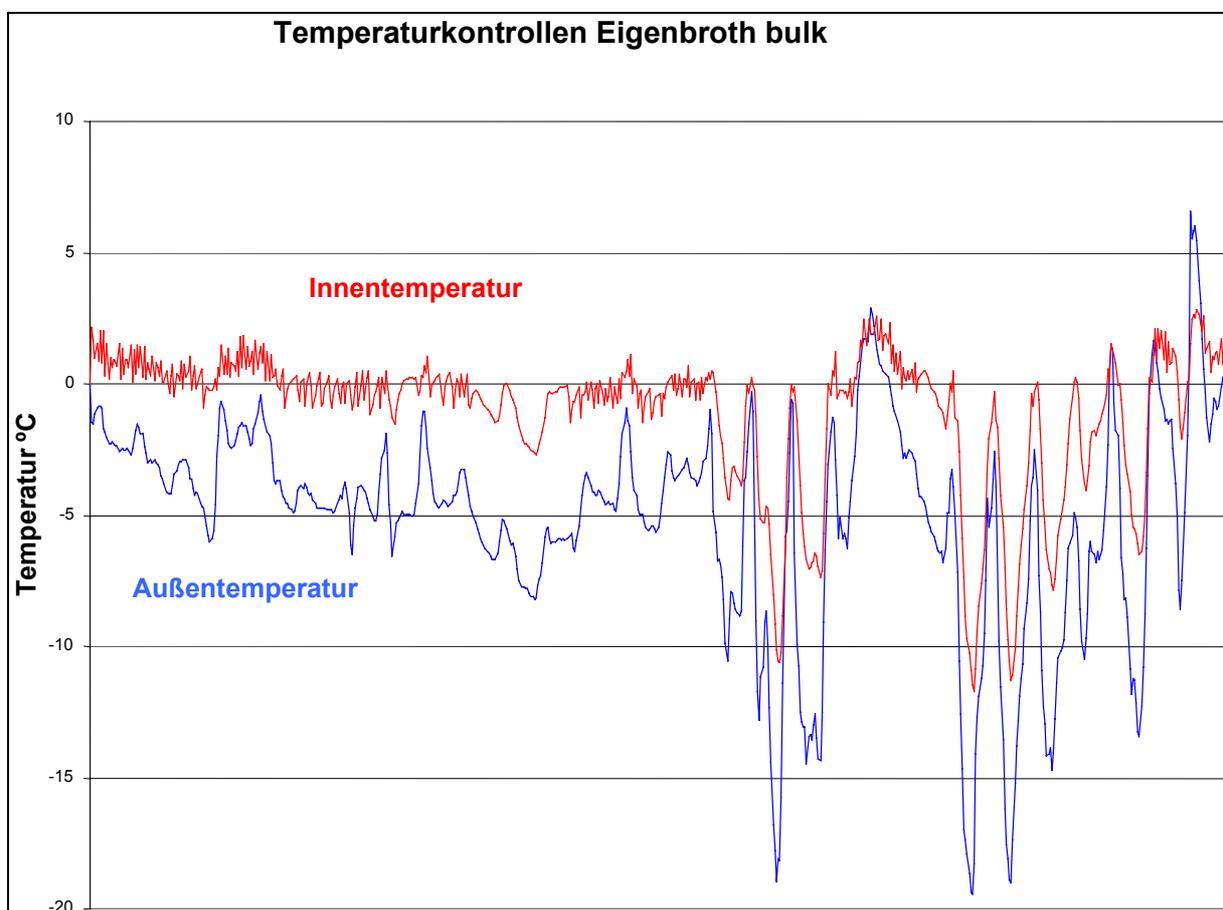


**Abb. 6:** Temperaturverhalten eines bodentemperierten Depositionssammlers Standort Thann; nur für Vergleichsmessungen eingesetzt.

Gegenüber freistehenden Sammlern hat dieser Depositionssammler den Vorteil, dass er im Sommer wie im Winter (die Bodenwärme verhindert das Einfrieren der Probe) ohne Stromanschluß einsetzbar ist und aufgrund des geringen Anschaffungspreises für weniger thermolabile Substanzen wie die meisten PBSM durchaus geeignet ist. Für den Nachweis von NP mussten neue Regensammler entwickelt werden. Die Sammler sollten ganzjährig einsetzbar und den neuen Anforderungen angepaßt sein. So wird für den Winterbetrieb eine Mindesthöhe 1,50 cm empfohlen [30]. Ferner sollten Proben für die Spurenanalytik bei 4° C gelagert werden [28,33,34]. Dies vermindert sowohl Verluste des Regenwassers durch Verdunstung als auch Konzentrationsverluste der thermolabilen Spurenstoffe in der Probe [31]. Ein weiterer Vorteil ist die Reduktion der biologischen Aktivitäten im Regenwasser während des Sammelzeitraumes.

## 4.2 Kommerzielle Regensammler

Zwei kommerzielle Regensammler wurden von der Fa. Eigenbrodt erworben. Diese Sammler können als wet-only- (sammelt nur nassen Niederschlag, bei Trockenheit wird der Sammeltrichter automatisch abgedeckt) oder als bulk-Sammler (sammelt trockenen und nassen Niederschlag) eingesetzt werden. Der Vorteil dieser Sammler ist in der sehr guten Kühlung und der Sensortechnik zu sehen. Die Nachteile sind die kleine Baugröße (limitiertes Auffangvolumen von 10 Litern) und die erschwerte Einbaumöglichkeit von zusätzlicher Kontroll-elektronik. So konnte bei dieser Sammlerart nur eine Temperaturüberwachung eingesetzt werden. Ein weiteres Problem ist trotz einer elektrischen Heizung die zu geringe Kälteisolierung, die im Winter zum Einfrieren (dann wieder auftauen, usw.) der Proben führt (s. Abb. 7).

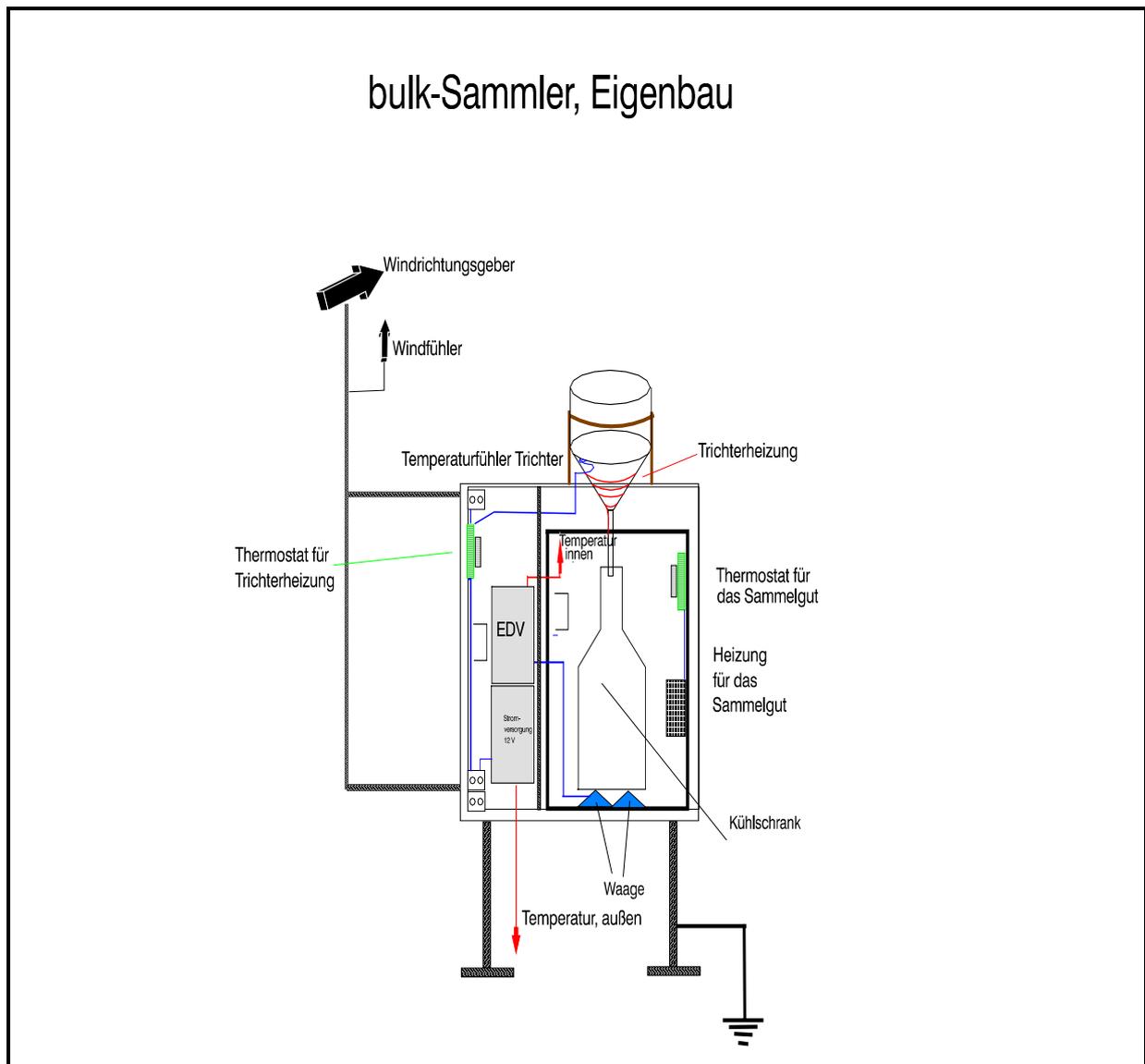


**Abb. 7:** Temperaturverhalten eines Regensammlers der Fa. Eigenbrodt im Winter.

Während die Kühlung dieser Sammler im Sommer am besten arbeitet, werden bei Frost leider nur maximal -6 °C kompensiert. Die Heizungen am Trichter und am Sensor, der den Deckel für die Trichterabdeckung steuert, arbeiten dagegen sehr gut.

### 4.3 Sammler Eigenbau (neue Bauart)

Zur Kostenreduzierung wurden sechs gekühlte Regensammler im Eigenbau hergestellt. Die von uns entwickelten bulk-Sammler (neue Bauart) verfügen über einen größeren Trichterdurchmesser und eine umfangreichere Baugröße. Diese Sammler ermöglichen ein Sammelvolumen von 20 Litern und den Einbau von Überwachungselektronik. Um ein Einfrieren der Probe im Winterbetrieb zu verhindern, wurde der Sammelraum mit einer 150-Watt-Heizung ausgestattet. Der Trichter wird im Winter bei 4 °C mit einer Heizspirale temperiert, um den gesammelten Schnee vorsichtig abzuschmelzen.



**Abb. 8:** Schematischer Aufbau eines Regensammlers (Eigenbau).

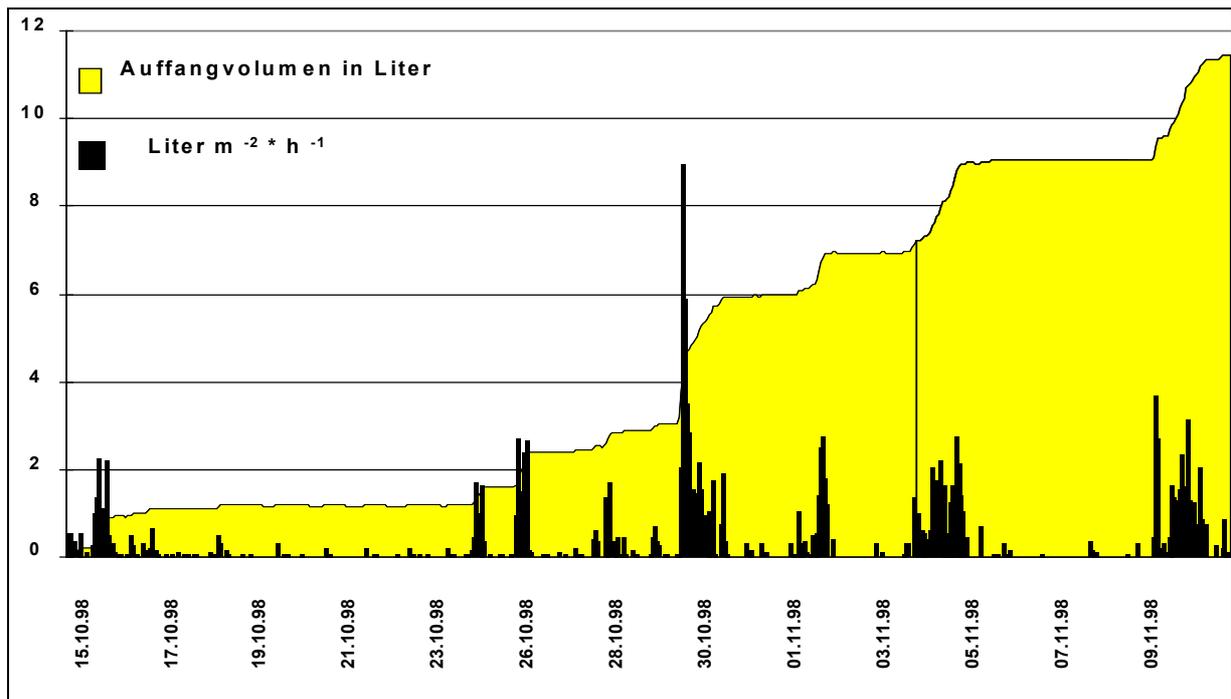
Die Elektronik erfasst die Windrichtung, Windereignis (ja/nein), kontaktlos das gesammelte Wasservolumen, die Innen- und Außentemperatur. Eine Temperaturkontrolle mit eigener Stromversorgung (Akkus) ist zwingend notwendig, da bei Stromausfall die Kühlung ausfällt und dadurch die Konzentrationen der

Nitrophenole, besonders die 4-NP stark reduziert werden können. Daher wurden alle Sammler mit zwei PT-Thermistoren ausgerüstet. Die Temperaturen werden stündlich gemessen und die Ergebnisse in einem Datenlogger archiviert. Die Daten können bei der Probenahme mit einem Laptop ausgelesen und ausgewertet werden.



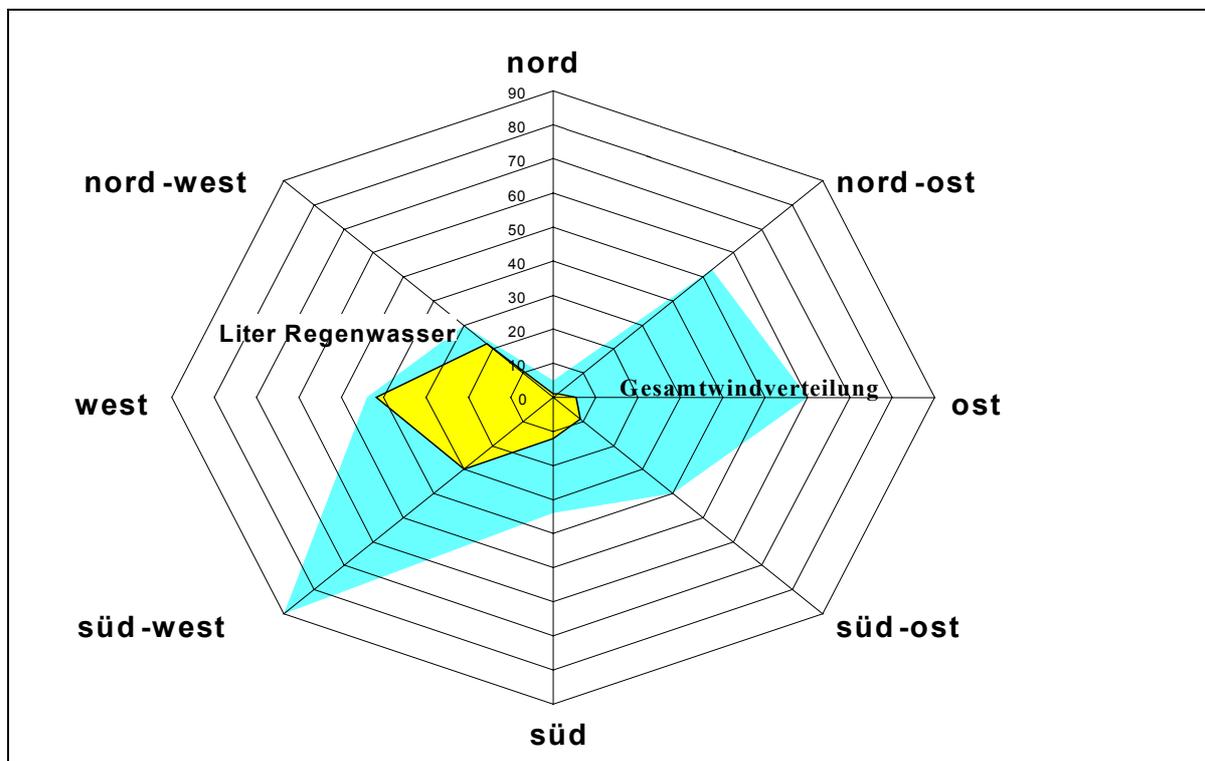
**Abb. 9:** Ansicht der eingebauten Elektronik am Eigenbausammler (neue Bauart) in Straubing.

Um die Regenereignisse präzise nachvollziehen zu können, wurden drei Sammler mit einem Wägesystem ausgestattet. Hierbei wird der Sammelbehälter stündlich gewogen und die Daten ebenfalls archiviert. Die zunächst installierten pneumatischen Systeme wurden wegen der hohen Störanfälligkeit durch induktive ersetzt. Diese neuen Systeme funktionieren nach dem Prinzip einer unter starker mechanischer Spannung stehenden Saite, die elektromagnetisch in Schwingung gebracht wird. Die Saite ist mit der Wägeplattform verbunden und ändert ihre Frequenz je nach Gewichtsbelastung. Die Frequenzänderungen werden über einen Microprozessor ausgewertet. Eine Aufzeichnung der gesammelten Niederschlagsmengen über 4 Wochen wird in Abb. 10 gezeigt. Die Abbildung 10 zeigt am 29. Oktober, 3 und 11 November 1998 ein Starkregenereignis. Verdunstungseffekte der Probe sind nicht erkennbar.



**Abb. 10:** Aufzeichnung der Regenmengen am Standort Hemau Okt. - Nov. 98

Bei Kopplung der Wägedaten mit einem Windrichtungsgeber kann errechnet werden, aus welcher Richtung der Regen während des Beobachtungszeitraums kam. Die Windrichtung wird stündlich gemittelt und im Datenlogger gespeichert. Hat es während dieser Stunde geregnet (Gewichtszunahme), kann die Regenmenge einer Richtung zugeordnet werden.



**Abb. 11:** Windrichtungsanalyse des Niederschlags

In einer Regenwasserprobe aus Hemau (s. Abb. 11) konnten z.B. 43 Liter aus westlicher Richtung und 30 Liter aus süd-westlicher Richtung als Haupteintragsrichtung zugeordnet werden. Bei Trockenheit (keine Gewichtszunahme) kann ebenfalls eine Windrichtungsanalyse durchgeführt werden. Diese zeigt bei der generellen Windrichtung (Trockenwind und Wind bei Regen) einen hohen Anteil von trockenen Ostwinden. Sollten bei dieser Probe auffällig hohe Konzentrationen von Schadstoffen mit hoher Wasserlöslichkeit nachgewiesen werden, so ist der Emittent mit großer Wahrscheinlichkeit nicht in östlicher Richtung zu suchen.

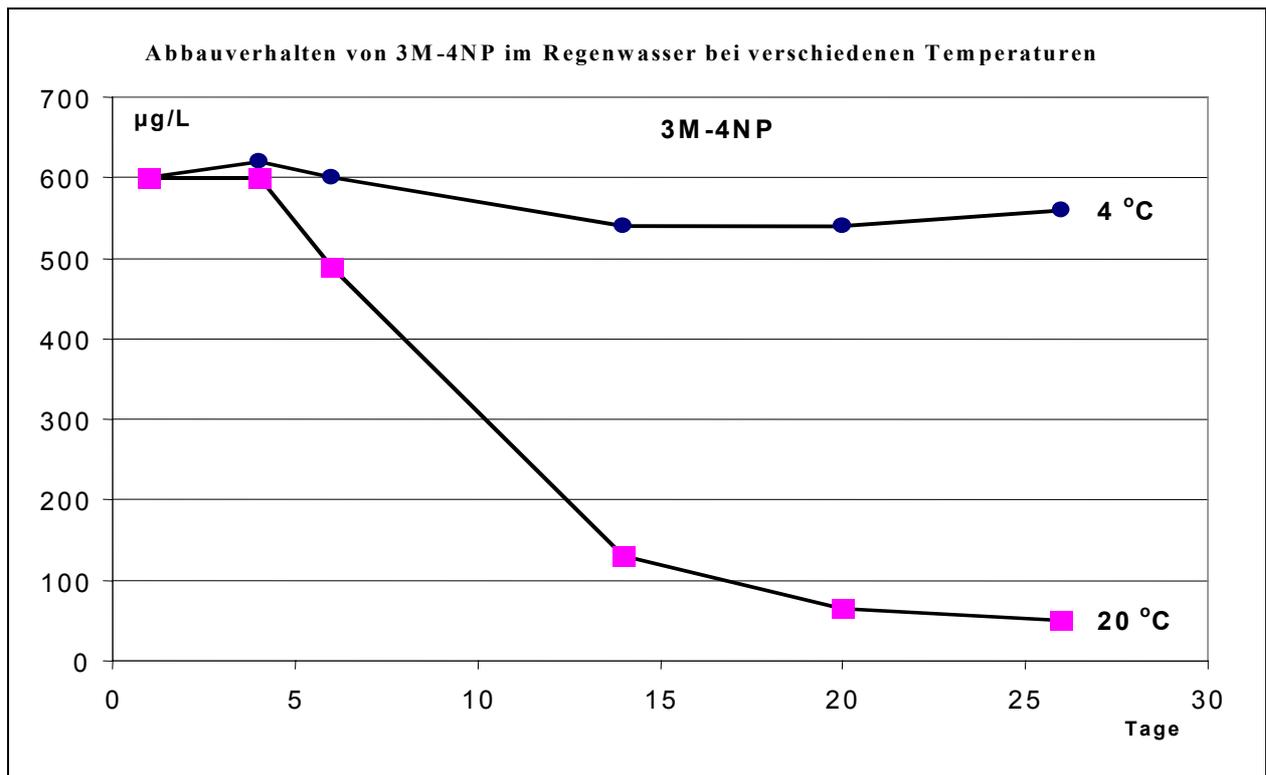
#### 4.4 Geräte und Hersteller

<b>Geräte</b>	<b>Hersteller</b>	<b>Bezeichnung</b>
wet-only-Sammler	<b>Eigenbrodt</b>	<b>NSA 181/KE</b>
Kühlung wet-only-Sammler	<b>Bosch</b>	<b>Kühlaggregat</b>
Kühlung bulk-Sammler	<b>Bosch</b>	<b>Kühlschrank KTR 1544</b>
Temperaturkontrolle	<b>UP</b>	<b>Datahog2</b>
Wägesysteme	<b>Sitec</b>	<b>Sonderanfertigung</b>

#### 4.5 Stabilität der Phenolkonzentrationen über 4 Wochen in den gekühlten Sammlern

In einem Vorversuch wurden die Konzentrationsverläufe der am häufigsten nachgewiesenen Nitrophenole in einem abgedeckten, gekühlten bulk-Sammler über den üblichen Sammelzeitraum mit deionisiertem Wasser, das etwa die gleiche Leitfähigkeit wie Regen hatte, überprüft. Die Konzentrationen der NP blieben relativ stabil.

Bei Ausfall der Kühlung kam es allerdings zu sehr starken Reduktionen der Konzentrationen der mono-NP. Ein Abbauersuch mit realem dotierten Regenwasser zeigt den Konzentrationsverlauf von 3M-4NP während 26 Tagen (Abb. 12).



**Abb. 12:** Abbauverhalten von 3M-4NP im Regenwasser

Da der Abbau der mono-NP bei Ausfall der Kühlung im realen Regenwasser wesentlich stärker als im deionisierten Wasser ist, können biologische Aktivitäten als Hauptursache für die Reduktion vermutet werden [42].

Daher läßt die Überprüfung der Lagerzeit (wann hat es wieviel geregnet) des Sammelgutes (Abb. 10) eine bessere Interpretation der Konzentrationen zu. Bei realen Regenwasserproben werden durch das Abbauverhalten die mono-NP im jedem Fall unterbewertet.

#### 4.6 Vergleich der Phenolkonzentrationen in Sammlern verschiedener Bauart

Der Einfluß der verschiedenen Sammlerarten (wet-only- und bulk-Sammler der Fa. Eigenbrodt sowie einem bulk-Eigenbausammler auf die Nitrophenolkonzentrationen im Niederschlag wurde am Standort Anzing untersucht.

Die Mehrfachmessungen der Phenolkonzentrationen bei den verschiedenen Sammlerarten erbrachte eine gute Übereinstimmung. Phenole werden aufgrund ihrer, schon mehrfach erwähnten, starken Wasserlöslichkeit in erster Linie über den nassen Niederschlag transportiert und verteilt. Es müssen also für die Untersuchung der Nitrophenole nicht ausschließlich wet-only-Sammler eingesetzt werden.

#### 4.7 Zusammenfassung Sammler

Die Bodenkühlung der früher genutzten unterirdischen Sammler ist nicht ausreichend für den Nachweis von mono-NP im Niederschlag. Diese Sammler sind aber geeignet (ohne Stromanschluss) für den Nachweis von Herbiziden, Insektiziden und den zweiwertigen Nitrophenolen.

Der große Vorteil der kommerziellen Sammler ist in der hervorragenden Kühlung im Sommer und in der Verwendbarkeit als wet-only-Sammler zu sehen, der Nachteil in der kleinen Bauweise und im Anschaffungspreis. Die zu geringe Kälteisolierung läßt sich mit einer besseren Dämmung und stärkerer Heizung beheben. Außerdem konnte während Starkregenereignissen beobachtet werden, dass Spritzwasser teilweise von der Gehäuseoberseite abprallt und in den Trichter gelangt. Das dadurch verursachte geringe zusätzliche Wasservolumen stellt kein Problem bei der Volumenbestimmung dar, aber es könnte bei Kontamination der Sammleroberseite zu Fehlern bei der Spurenanalytik kommen.

Die Vorteile der Eigenbausammler sind die ausreichend große Bauweise (großes Auffangvolumen für die 4 wöchige Mischprobe, die Einbaumöglichkeit von Kontrollelektronik) und der niedrige Anschaffungspreis. Der Nachteil ist die ausschließliche Verwendung als bulk-Sammler und die nicht mehr ausreichende Kühlung bei Temperaturen über 32 °C (Kompressorkühlschränke).

## 5 Ortsbeschreibung



**Abb. 13:** Standorte der Regensammler

### 5.1 Hochspessart

Regierungsbezirk: Unterfranken

Landkreis: Mainspessart

Ortschaft: Esselbach

Höhe (m ü NN): 424

Geländeposition: Unterhang, NO-exponiert

Umfeld: Laubwald

mögliche Störungen:

Autobahn A3 ca. 3 km westlich, Warteschleifen der Flugzeuge zum Frankfurter Flughafen

Depositionssammler:

bulk-Sammler Eigenbau: kühlbar + heizbar, Auffangvolumen = 20 l, Auffangfläche = 660 cm<sup>2</sup>

Sammelzeitraum:

08.11.94- 09.07.1996,

8.96 - 8.98 Unterbrechung der Stromversorgung

12.08.98 - 14.12.2001

## 5.2 Fichtelgebirge

---

Regierungsbezirk: Oberfranken

Landkreis: Hof

Ortschaft: Weißenstadt

Höhe (m ü NN): 770

Geländedeposition: Mittelhang, Kuppe

Umfeld: Fichtenwald

mögliche Störungen: Sprengungen im Steinbruch

Depositionssammler:

wet-only-Sammler, Eigenbrodt: kühlbar + heizbar, Auffangvolumen = 10 l, Auffangfläche = 500 cm<sup>2</sup>

bulk-Sammler Eigenbau: kühlbar + heizbar, Auffangvolumen = 20 l, Auffangfläche = 660 cm<sup>2</sup>

Sammelzeitraum:

08.06.1995 - 16.01.1996, wet-only-Sammler, ●

15.03.1996 - 14.12.2001, bulk-Sammler

- Schaden an der Trichterabdeckung,

### 5.3 Bayerischer Wald Nationalpark

---

Regierungsbezirk: Niederbayern

Landkreis: Freyung/Grafenau

Ortschaft: Spiegelau

Höhe (m ü NN): 1000

Geländeposition: eben, Messgelände

Umfeld: Fichtenwald

mögliche Störungen: Straße, ca. 20 Meter westlich

Depositionssammler:

bulk-Sammler Eigenbau: kühlbar + heizbar, Auffangvolumen = 20 l, Auf-  
fangfläche = 660 cm<sup>2</sup>

Sammelzeitraum:

08.06.1995 - 15.12.2001

### 5.4 Südliche Frankenalb

---

Regierungsbezirk: Oberpfalz

Landkreis: Regensburg

Ortschaft: Hemau

Höhe (m ü NN): 520

Geländeposition: Bergkuppe

Umfeld: Ackerland

mögliche Störungen: landwirtschaftliche Tätigkeiten in unmittelbarer  
Umgebung

Depositionssammler

bulk-Sammler Eigenbau: kühlbar + heizbar, Volumen- und Windrichtungsaufzeichnung, Auffangvolumen = 20 l, Auffangfläche = 660 cm<sup>2</sup>

Sammelzeitraum:

08.06.1995 - 5.12.2001

## **5.5 Donau-Gäuboden**

---

Regierungsbezirk: Niederbayern

Landkreis: Straubing-Bogen

Ortschaft: Straubing

Höhe (m ü NN): 337

Geländeexposition: eben, südlicher Stadtrand

Umfeld: Ackerland

mögliche Störungen: Gasturbinenabgase, landwirtschaftliche Tätigkeiten in unmittelbarer Umgebung

Depositionssammler

bulk-Sammler Eigenbau: kühlbar + heizbar, Volumen- und Windrichtungsaufzeichnung, Auffangvolumen = 20 l, Auffangfläche = 660 cm<sup>2</sup>

Sammelzeitraum:

19.04.1995 - 5.12.2001

## **5.6 Münchener Schotterebene**

---

Regierungsbezirk: Oberbayern

Landkreis: Ebersberg

Ortschaft: Anzing-Obelfing

Höhe (m ü NN): 572

Geländeexposition: eben, Waldrand

Umfeld: Acker/Wald

mögliche Störungen: Abluft München, landwirtschaftliche Tätigkeiten in unmittelbarer Umgebung

Depositionssammler

wet-only-Sammler, Eigenbrodt: kühlbar + heizbar,  
Auffangvolumen = 10 l, Auffangfläche = 500 cm<sup>2</sup>

bulk-Sammler, Eigenbrodt: kühlbar + heizbar,  
Auffangvolumen = 10 l, Auffangfläche = 500 cm<sup>2</sup>

bulk-Sammler Eigenbau: kühlbar + heizbar, Auffangvolumen = 20 l, Auffangfläche = 660 cm<sup>2</sup>

Sammelzeitraum:

08.06.1994 - 16.12.2001, wet-only-Sammler, Eigenbrodt

08.06.1994 - 02.11.1994, bulk-Sammler, Eigenbrodt => Fichtelgebirge

15.05.1996 - 16.12.2001, bulk-Sammler, Eigenbrodt <= Fichtelgebirge

08.06.1994 - 15.05.1996, bulk-Sammler, Eigenbau => Fichtelgebirge

die dreifache Bestückung vom 08.06.94 - 02.11.94 diente Vergleichsmessungen der verschiedenen Sammlerarten

## **5.7 Nördliches Lechfeld**

---

Regierungsbezirk: Schwaben

Landkreis: Augsburg

Ortschaft: Königsbrunn

Höhe (m ü NN): 524

Geländeexposition: Talaue

Umfeld: Acker/Grünland

mögliche Störungen: Abgase von Militärflugzeugen

Depositionssammler:

bulk-Sammler Eigenbau: kühlbar + heizbar, Auffangvolumen = 20 l, Auffangfläche = 660 cm<sup>2</sup>

Sammelzeitraum:

30.11.1995 - 15.12.2001

## 5.8 Chiemgauer Alpen

---

Regierungsbezirk: Oberbayern

Landkreis: Traunstein

Ortschaft: Brand

Höhe (m ü NN): 750

Geländedeposition: Tal, Hanglage

Umfeld: Grünland

mögliche Störungen: Holzbrand in der Nähe des Sammlers

Depositionssammler

bulk-Sammler Eigenbau: kühlbar + heizbar, Volumen- und Windrichtungsaufzeichnung, Auffangvolumen = 20 l, Auffangfläche = 660 cm<sup>2</sup>

Sammelzeitraum:

12.12.1995 - 11.03.1997 => Kirchanschöring

Dieser Sammler sollte ursprünglich am Wank bei Garmisch-Partenkirchen installiert werden, konnte aber bisher mangels Messfeld noch nicht aufgebaut werden.

## 5.9 Chiemgauer Voralpenland

---

Regierungsbezirk: Oberbayern

Landkreis: Traunstein

Ortschaft: Kirchanschöring

Höhe (m ü NN): 430

Geländeposition: Tal

Umfeld: Grünland

mögliche Störungen: Kläranlage

Depositionssammler

bulk-Sammler Eigenbau: kühlbar + heizbar, Volumen- und Windrichtungsaufzeichnung, Auffangvolumen = 20 l, Auffangfläche = 660 cm<sup>2</sup>

Sammelzeitraum:

14.04.1997 - 15.12.2001

## 5.10 München

---

Regierungsbezirk: Oberbayern

Landkreis: München-Stadt

Ortschaft: München

Höhe (m ü NN): 417

Geländeposition: eben

Umfeld: Stadt

mögliche Störungen: Kläranlage, A9 (250 Meter westlich)

Depositionssammler:

mobiler bulk-Sammler Eigenbau: kühlbar aber nicht winterfest, Auffangvolumen = 5 l, Auffangfläche = 660 cm<sup>2</sup>

Sammelzeitraum:

03.06.98 - 27.09.1998, kurze Probenahmeintervalle z.B. frischer Niederschlag nach Trockenphase

## 5.11 Thann

---

Regierungsbezirk: Mittelfranken

Landkreis: Ansbach

Ortschaft: Thann

Höhe (m ü NN): 435

Geländeposition: Tal

Umfeld: Grünland

Depositionssammler:

bodengekühlter bulk-Sammler Eigenbau: Auffangvolumen = 30 l, Auffangfläche = 2500 cm<sup>2</sup>

Sammelzeitraum:

diente nur zur Vergleichsmessung und der Aufnahme des Temperaturverhaltens von bodengekühlten Sammlern.

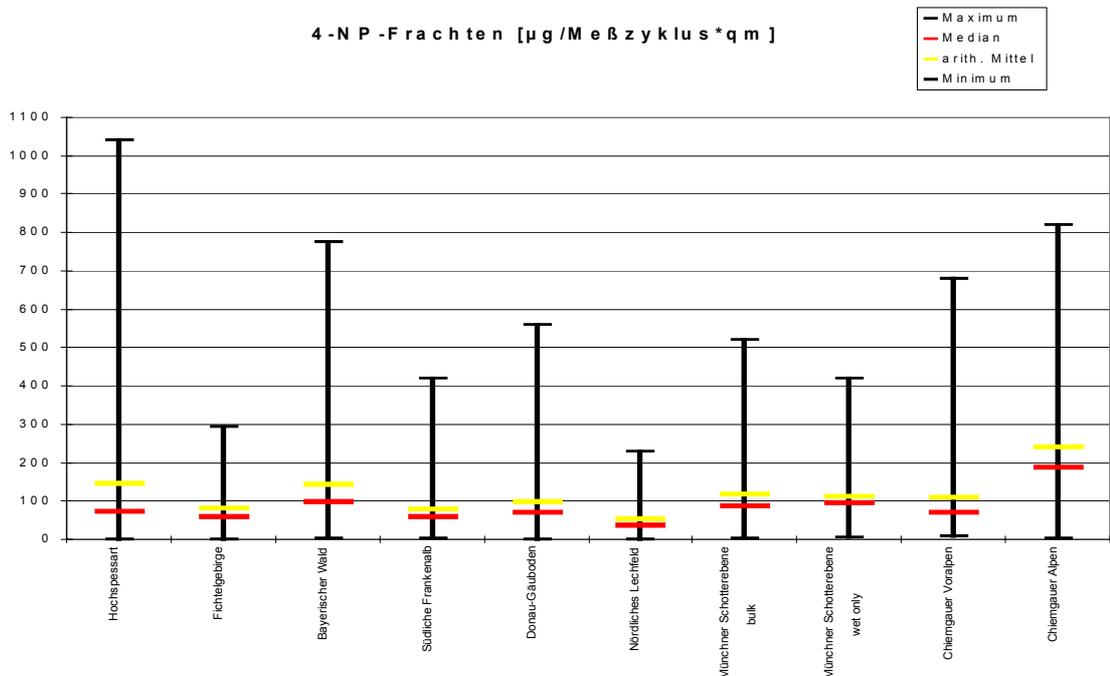
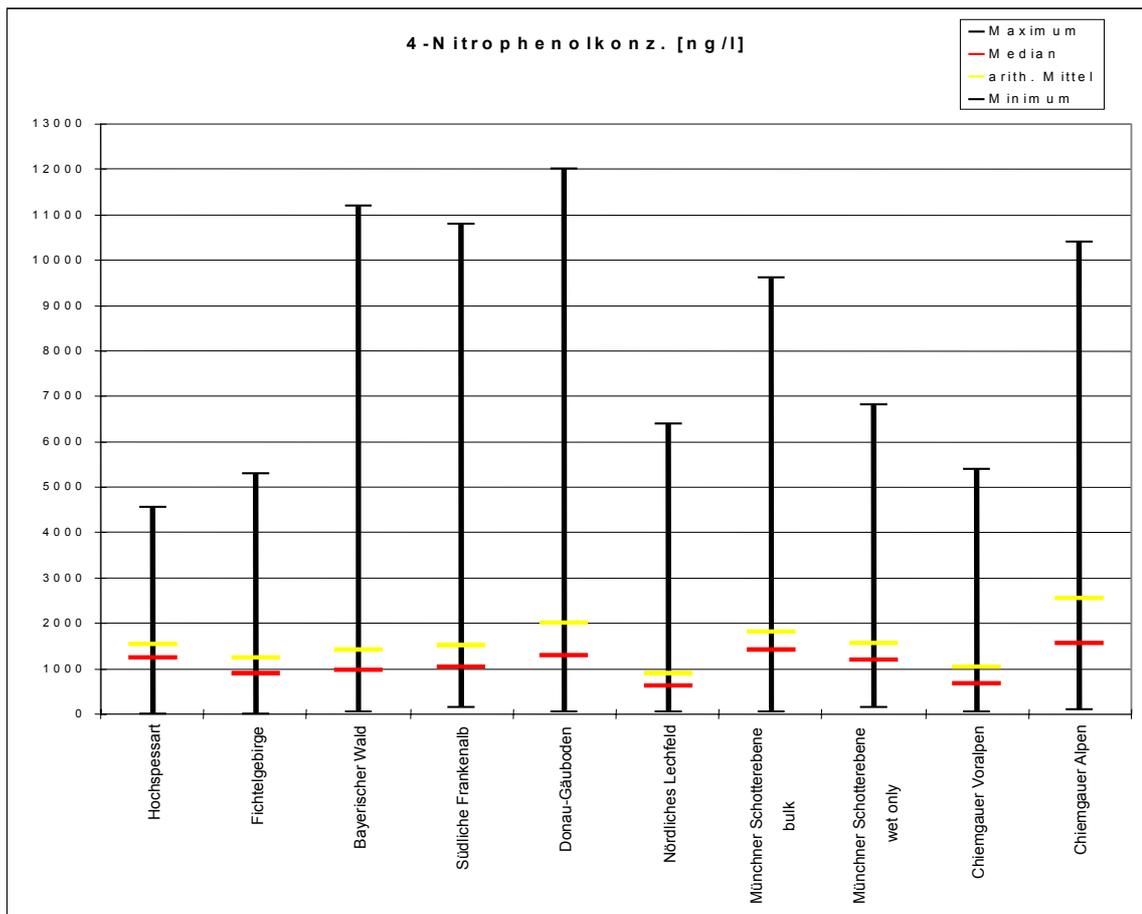
## 6 Ergebnisse

### 6.1 Nitrophenole

Die Konzentrationen und die Depositionen der Proben können aus Tab. 4 im Anhang entnommen werden.

Zur schnellen Übersicht werden die Maxima, Minima, arithmetischen Mittel und Mediane einiger der untersuchten Nitrophenole (Konzentrationen und Depositionen) im Niederschlag gezeigt (Abb. 14, 15). Da jeweils die einwertigen bzw. die zweiwertigen NP ein vergleichbares Verhalten aufweisen [49], werden nur 4-NP und 2,4-DNP an den verschiedenen Standorten gezeigt. Die monatlichen Depositionen in  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  sind genäherte Werte, da ein 30-Tage-Probenahmezyklus nicht immer durchzuführen war.

4-NP (Abb. 14) konnte in fast jeder Regenwasserprobe nachgewiesen werden. Die höchsten Konzentrationen der NP wurden im Februar 1996 bei sehr niedrigen Niederschlagsmengen gefunden. Die erhöhten Konzentrationen in Straubing (höchster Maximalwert) sind auf das Kurbelwellenöl der nahe gelegenen Gasturbinen (Stromaggregate bei Spitzenlast) zurückzuführen. Diese Emissionsquelle konnte mit Hilfe der Windrichtungsanalyse (s. Seite 31) aufgefunden gemacht werden. Auf weitere mögliche Störungen wurde in Kapitel 2 hingewiesen. Die Mediane der 4-NP Konzentrationen liegen am höchsten in den Chiemgauer Alpen, Donau Gäuboden und im Spessart. Bei der Deposition der NP ändert sich aufgrund der unterschiedlichen Niederschlagsmengen allerdings die Rangfolge, so liegen die Mediane der mono-NP Depositionen aufgrund der hohen Niederschlagsmengen im Bayerischen Wald und im Chiemgau am höchsten.

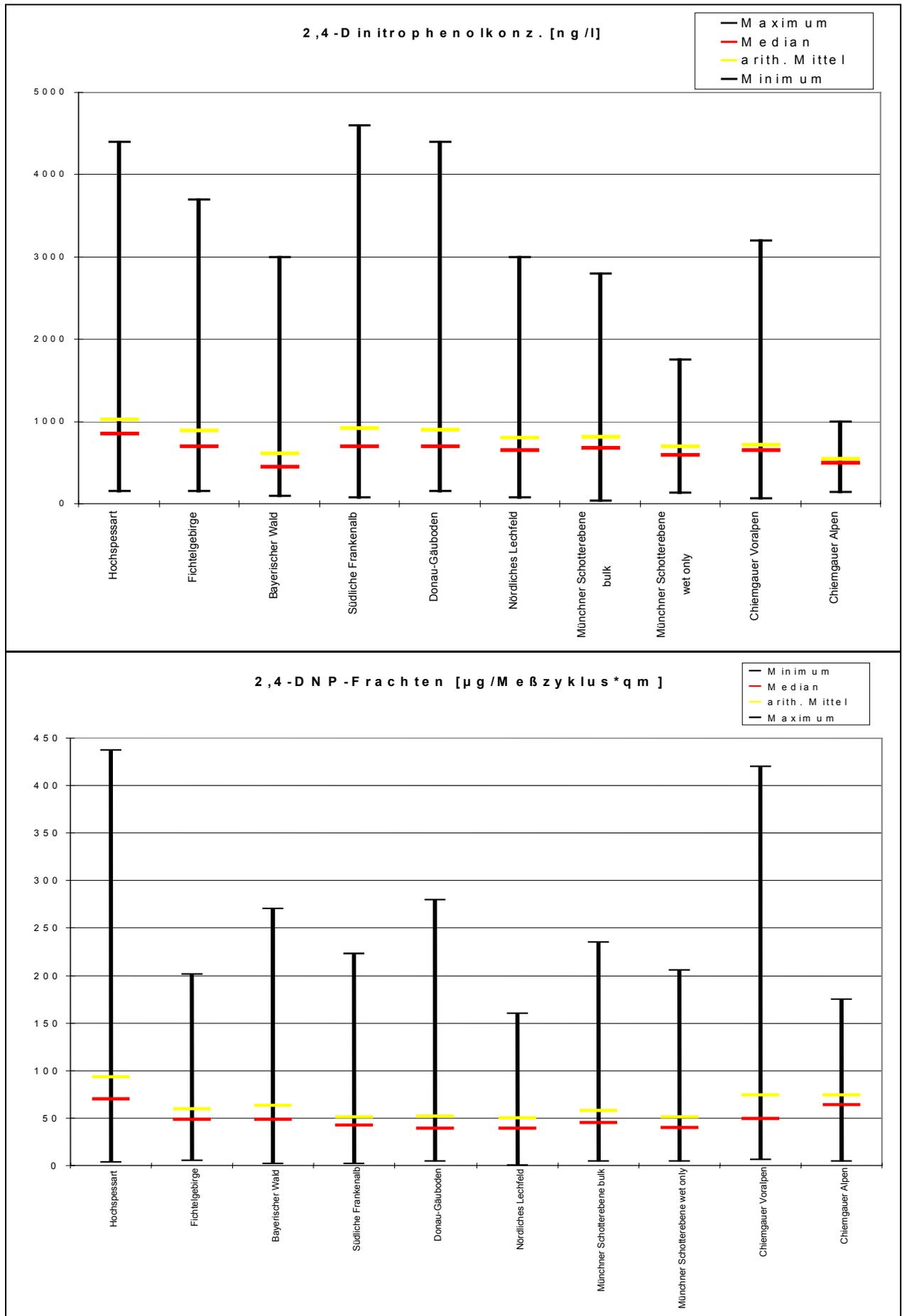


**Abb. 14:** Statistik zu 4-Nitrophenolkonzentrationen und Depositionen

Für die Dinitrophenole wird 2,4-DNP (Abb. 15) dargestellt. Bei anderen Dinitrophenolen wurden die gleichen Verhältnisse, wenn auch mit niedrigeren Werten gefunden. Da aber zusätzlich im Bayerischen Wald und im Chiemgau die niedrigsten pH-Mittelwerte (Abb. 16) gemessen wurden, ist eine evtl. Schädigung der NP (siehe auch Abb. 1) auf die Wälder in diesen Gebieten am größten, sofern eine Schädigung in erster Linie durch die abgeregneten Mengen und nicht durch die Höhe der Konzentrationen verursacht wird.

In der Münchener Schotterebene zeigt der bulk-Sammler leicht erhöhte Werte, gegenüber des wet-only-Sammlers. Ähnliche Verhältnisse wurden auch für Herbizide und Insektizide in den verschiedenen Sammlerarten festgestellt [35, 36 und 47].

Auch bei pH-Wert und Leitfähigkeit des gesammelten Niederschlags gibt es zwischen den verschiedenen Sammeltechniken nur geringfügige Unterschiede. Um eine mögliche Kontamination von NP auf das Grundwasser zu erfassen, wurden vereinzelt Quellaustritte (oberflächennahe Grundwässer) untersucht. Trotz der im Vergleich zu anderen Stoffgruppen hohen Deposition, konnte bislang keine Kontamination des Quellwassers mit Nitrophenolen in der Nähe der Messstellen festgestellt werden. Die NP werden möglicherweise stark von Huminsäuren und Blattwerk gebunden und gelangen nicht oder erst später in die Grundwässer. In jedem Fall kommen die phytotoxischen Substanzen beim Abregnen mit den Blättern und Nadeln der Bäume in Kontakt und können je nach pH-Wert ihre Wirkung entfalten.



**Abb. 15:** Statistik zu 2,4-Dinitrophenolkonzentrationen und Depositionen

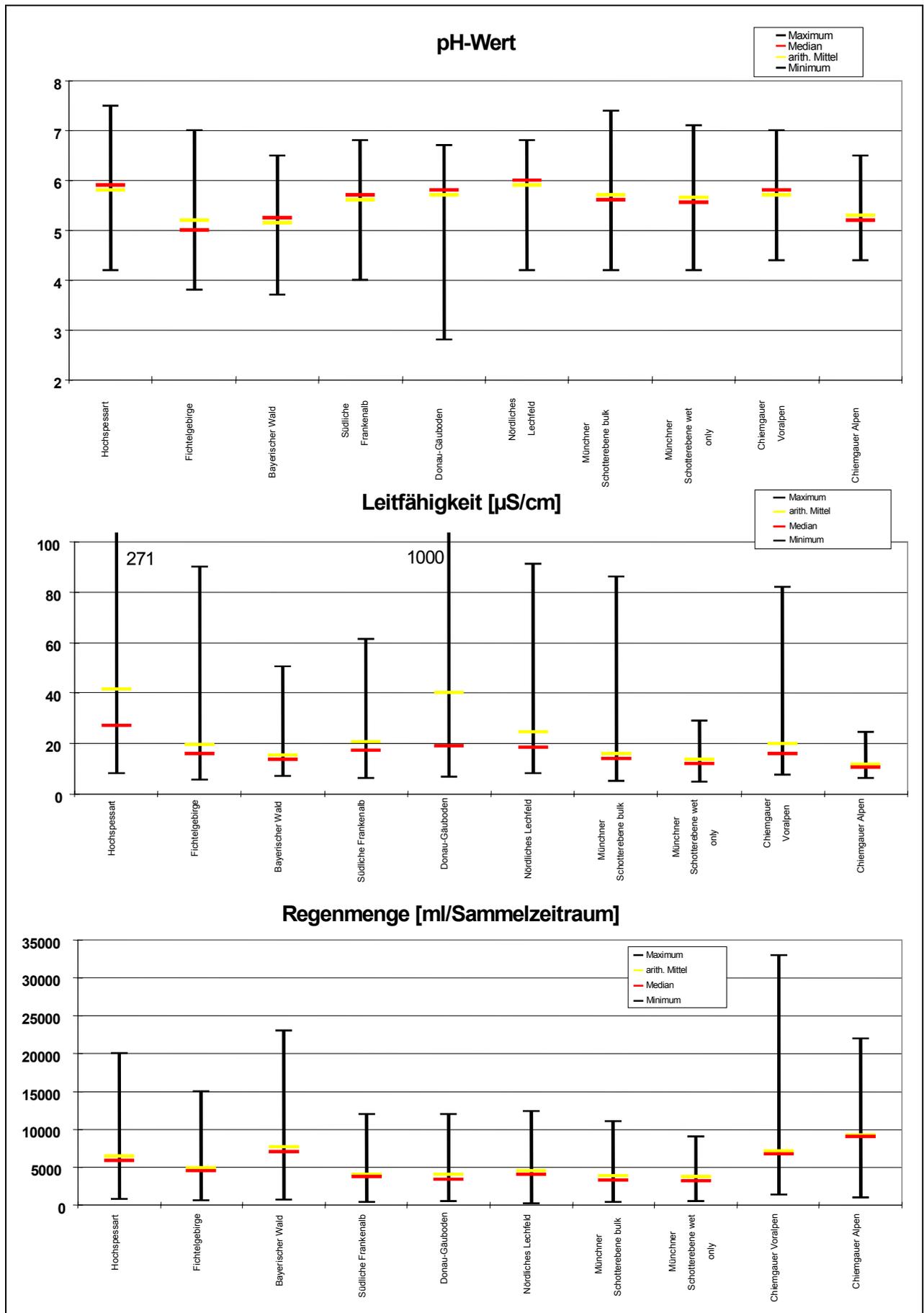


Abb. 16: Statistik zu pH-Wert, Leitfähigkeit und Regenmenge (1996-2001)

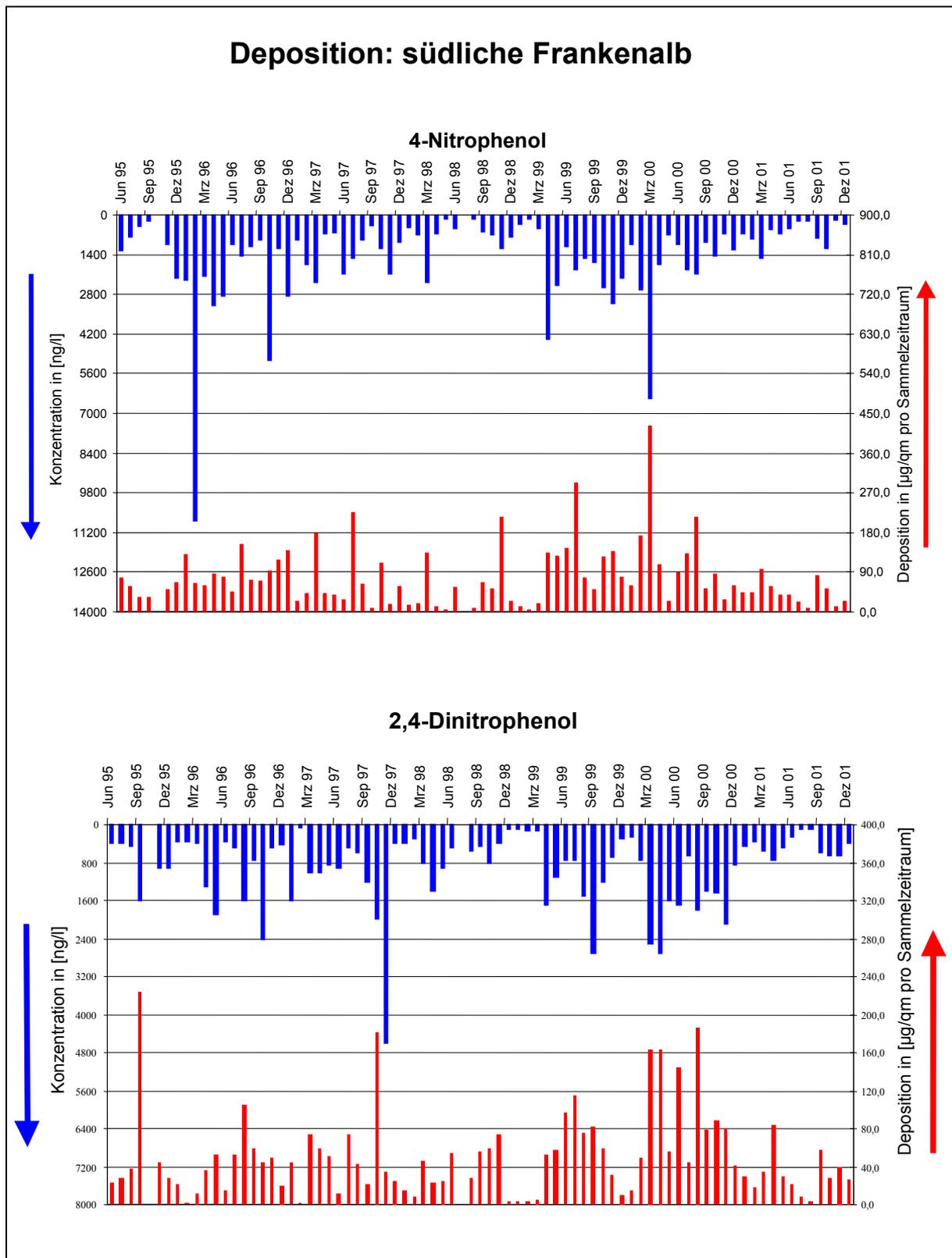
Eine Detailbeschreibung der Konzentrationen und der Depositionen der NP wird als Beispiel am Standort südliche Frankenalb (Hemau) in der Abb. 17 gezeigt. Die Konzentrationen im Niederschlag sind in blau und abwärts, die Depositionen in rot und aufwärts dargestellt.

Die höchsten Konzentrationen von 4-NP wurde mit  $10,4 \mu\text{g/l}$  Februar 1996 gefunden. Die Deposition war allerdings für 4-NP im März 2000 mit  $420 \mu\text{g/m}^2$  in 26 Tagen am höchsten. Alle untersuchten mono-NP zeigen einen ähnlichen Konzentrationsverlauf.

2,4-DNP erreichte im Nov. 1997 mit  $4,6 \mu\text{g/l}$  die größte Konzentration, aber im Sep. 1995 mit  $223 \mu\text{g/m}^2$  in 25 Tagen die höchste Deposition. Auch die zweifach substituierten NP zeigen trotz geringer Abweichungen einen ähnlichen Konzentrationsverlauf. Die Konzentrationen und damit die Depositionen der NP liegen bis zu hundertfach höher, als die der Insektizide oder der untersuchten Herbizide.

Für alle NP-Konzentrationen gilt näherungsweise ein umgekehrt proportionales Verhalten gegenüber der Regenmenge, die NP werden also bei großen Regenmengen verdünnt. Nach einer Trockenphase sind Konzentrationen der NP (auch der anderen Schadstoffe) in den ersten Niederschlägen am höchsten und sinken bei anhaltender Regen ab. Bei Schneeproben konnten die mono-NP sowohl in Alt- (ca. 3 Wochen) wie in Neuschnee in geringen Konzentrationen (bis  $200 \text{ ng/l}$ ) nachgewiesen werden. Dinitrophenole konnten dagegen nur im Neuschnee gefunden werden.

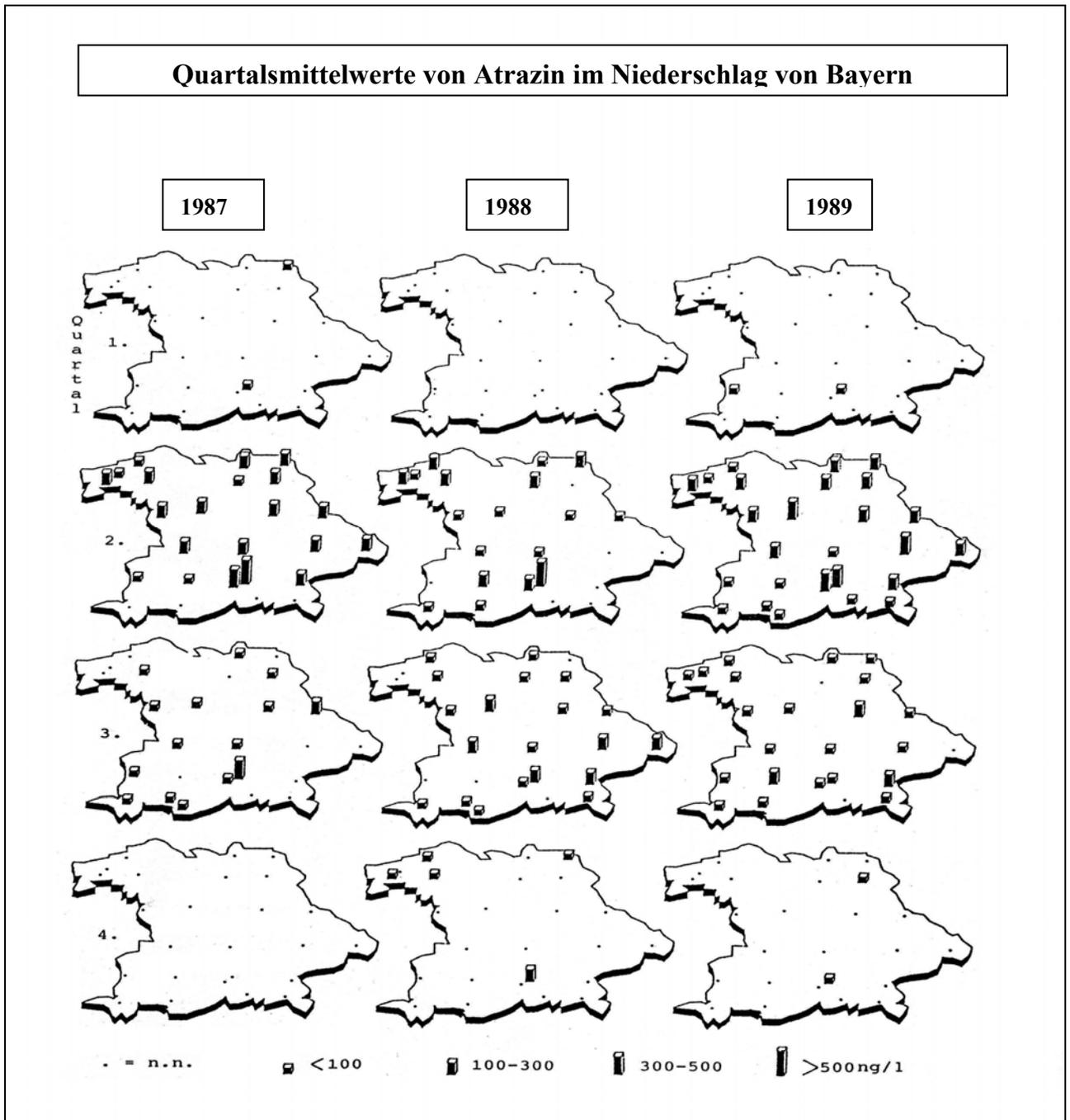
Generell zeigen die Depositionen der NP einen leicht fallenden Trend.



**Abb. 17:** Konzentrationen und Depositionen von 4-NP und 2,4-DNP im Niederschlag (1995 –2001)

## 6.2 Herbizide

Im Hinblick auf die Herbizidkonzentrationen im Niederschlag liegt ein umfangreiches Datenmaterial für Bayern vor. So wurden u.a. die Herbizidkonzentrationen vom LWF von 1987 - 1991 an 26 Regenmessstellen gemessen. Die PBSM-Anwendungen können, neben Befunden in Kläranlagenabläufen [37,38,47], auch mit Depositionssammlern nachgewiesen werden werden.

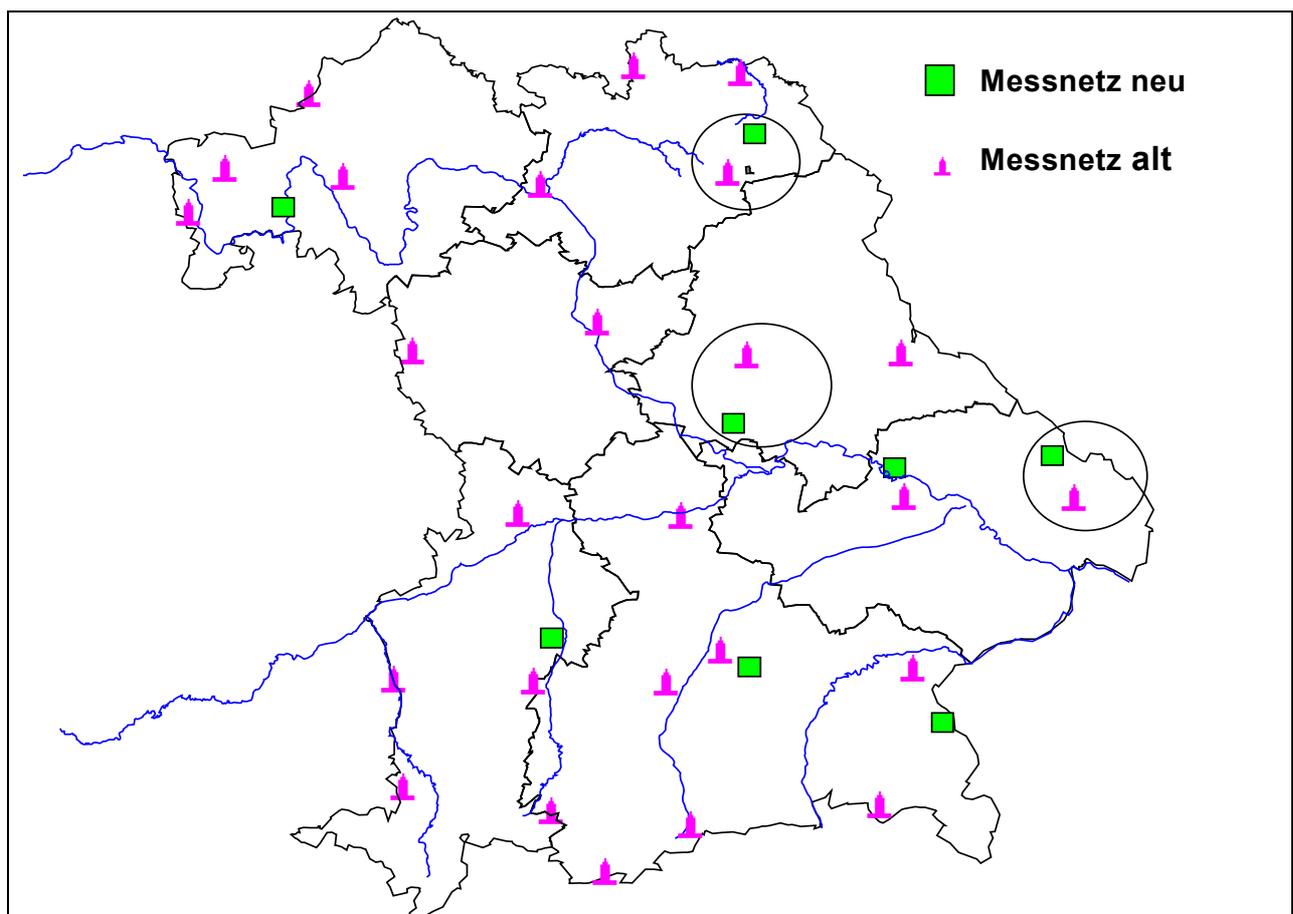


**Abb. 18:** Räumliche und zeitliche Verteilung von Atrazin im Niederschlag von Bayern (Quartalsmittelwerte in ng/l)

Die größte Verbreitung von Atrazin konnte im Frühsommer 1989 festgestellt werden. Das s-Triazin konnte an jedem Messort, wenn auch als Fernverdriftung z.B. auf der Zugspitze, nachgewiesen werden. In Abb. 18 kann die Ausbreitung dieses Stoffes über Bayern mittels Depositionsmessnetz gezeigt werden.

Für die Untersuchungen zum Rahmenplan Naab/Regen wurden 1992/93 an 3 Regenmessstellen die monatlichen Konzentrationen bestimmt, so dass an diesen Stellen eine 14-jährige Dauerbeobachtung möglich war. Für die Darstellungen der Langzeitbeobachtungen bis 2001 wurden die Messwerte aus dem alten mit dem neuen Messnetz (bei geographischer Nähe) verglichen. Die Messreihen mit der größten Datendichte der Maximalkonzentrationen verschiedener Verbindungen in den monatlichen Mischproben werden in den Abbildungen dargestellt. Für die Beobachtung wurden folgende drei Messpaare zusammen gefaßt:

Ensdorf und Hemau	Abstand ca. 30 km = Südliche Frankenalb
Bierhütte und Spiegelau	Abstand ca. 15 km = Bayerische Wald
Fichtelberg und Weißenstadt	Abstand ca. 20 km = Fichtelgebirge

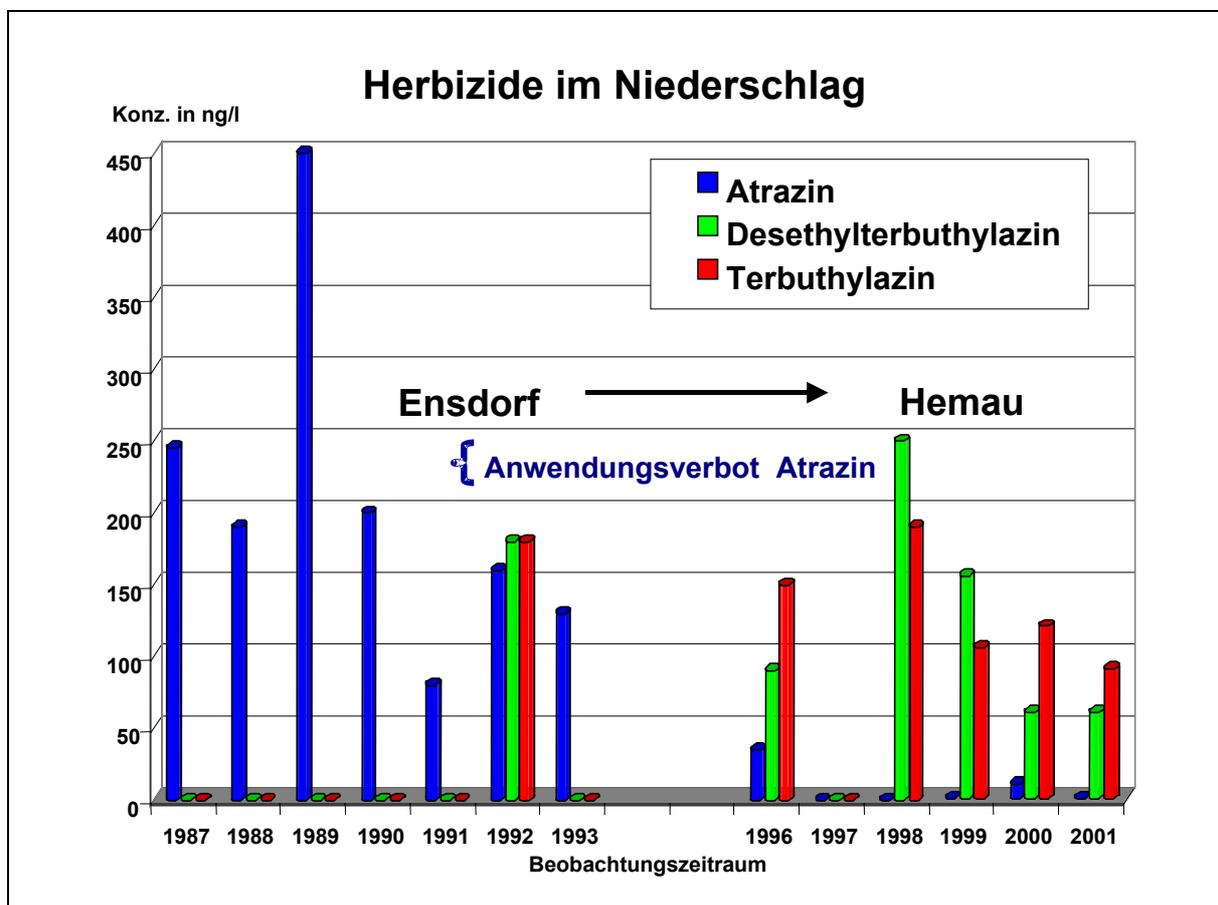


**Abb. 19:** Vergleich der Standorte des alten und neuen Messnetzes

Die gute Flächenabdeckung des alten Messnetzes kann mit dem reduzierten neuen Netz nicht erreicht werden. Aber trotz der geringeren Anzahl an Depositionssammlern kann das Verhalten der Schadstoffe sehr gut verfolgt werden. Die dargestellten Konzentrationen und Trends gelten im wesentlichen für alle Messpaare bei den Langzeitbeobachtungen (s. Tab. 5 im Anhang)

### 6.2.1 s-Triazinherbizide

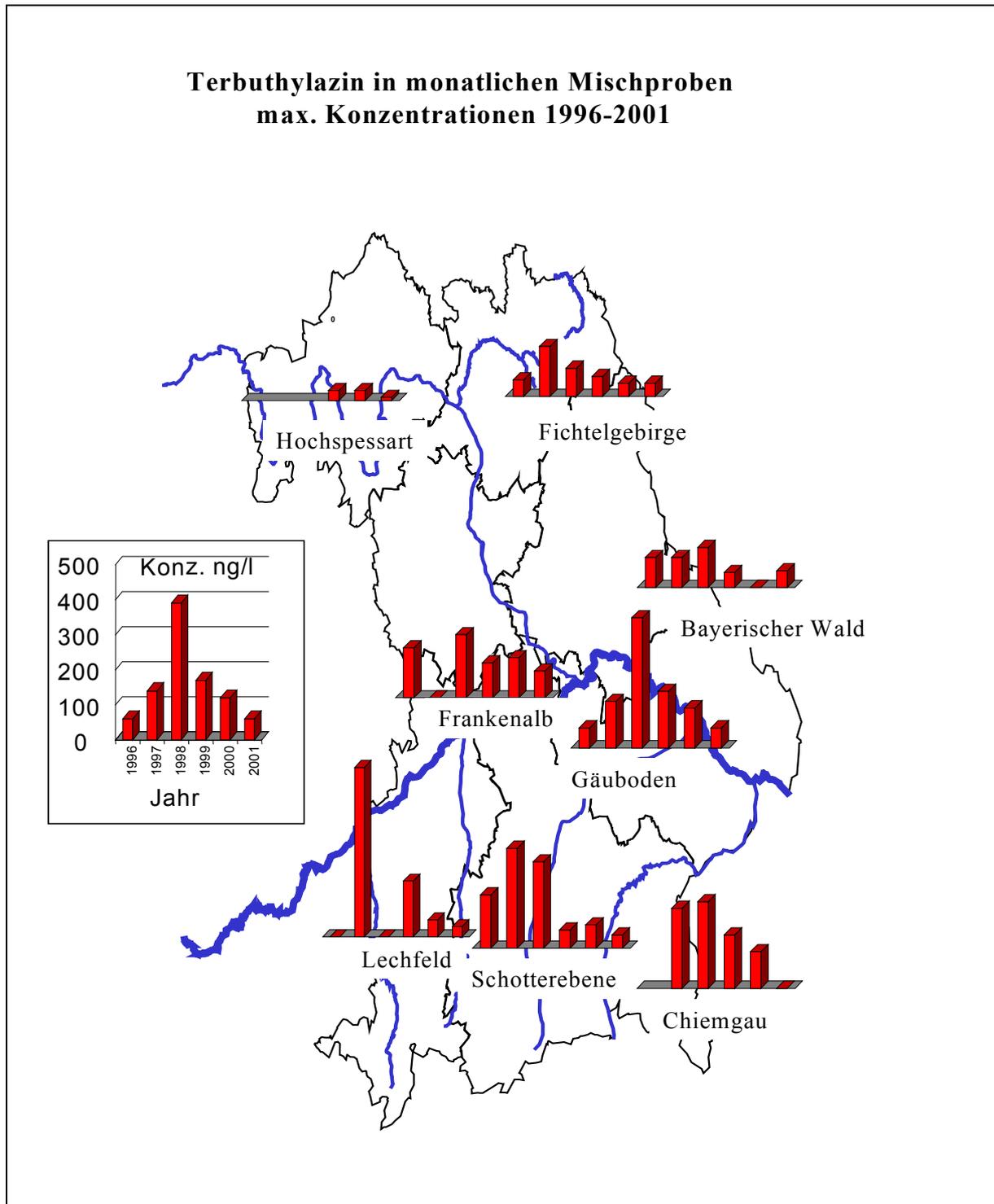
Atrazin konnte trotz des Anwendungsverbots 1991 noch bis 2000 im Niederschlag am Standort Frankenalb nachgewiesen werden. Andererseits ist aber der zunehmende Austausch mit dem Ersatzstoff Terbutylazin erkennbar. (Abb. 27). Der hohe Metabolisierungsgrad des Terbutylazins ist im Niederschlag



**Abb. 20:** Trend und maximale Konzentrationen von s-Triazinen der monatlichen Mischproben in der südlichen Frankenalb

wie auch in den Kläranlagen auffallend. Wenn der Ersatzstoff Terbutylazin mit seinen Metaboliten die Böden passiert und in das Grundwasser (vermehrte positive Befunde des LfW deuten bereits darauf hin) gelangen sollte, sind ähnliche Probleme wie mit dem Vorläuferprodukt zu erwarten.

**Terbuthylazin in monatlichen Mischproben  
max. Konzentrationen 1996-2001**



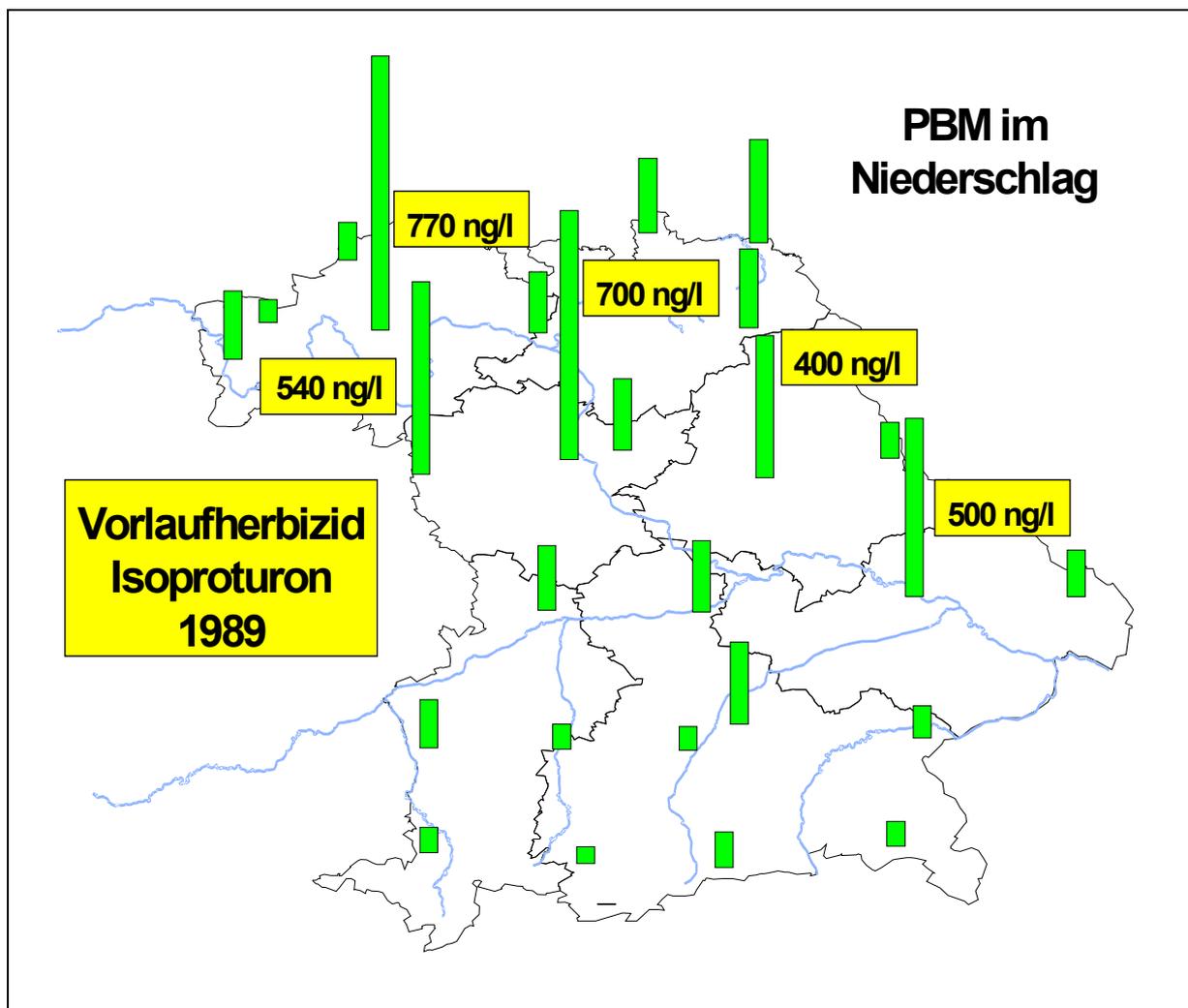
**Abb. 21:** Räumliche und zeitliche Verteilung von Terbuthylazin im Niederschlag von Bayern.

Die Abb. 21 zeigt die starke Verbreitung des Terbuthylazins in Bayern. Die Konzentrationen dieses s-Triazins erreichen nicht die des Atrazins der früheren Jahre aber fast die gleiche Flächenabdeckung. Es sind daher mengenmäßig hohen Ablagerungen in den Böden zu erwarten.

## 6.2.2 Harnstoffherbizide

Die häufig verwendeten Harnstoffherbizide wurden in Bayern in Fluss- und Bachwasser, Kläranlagenabläufen und Regenwasser nachgewiesen [1,2,37].

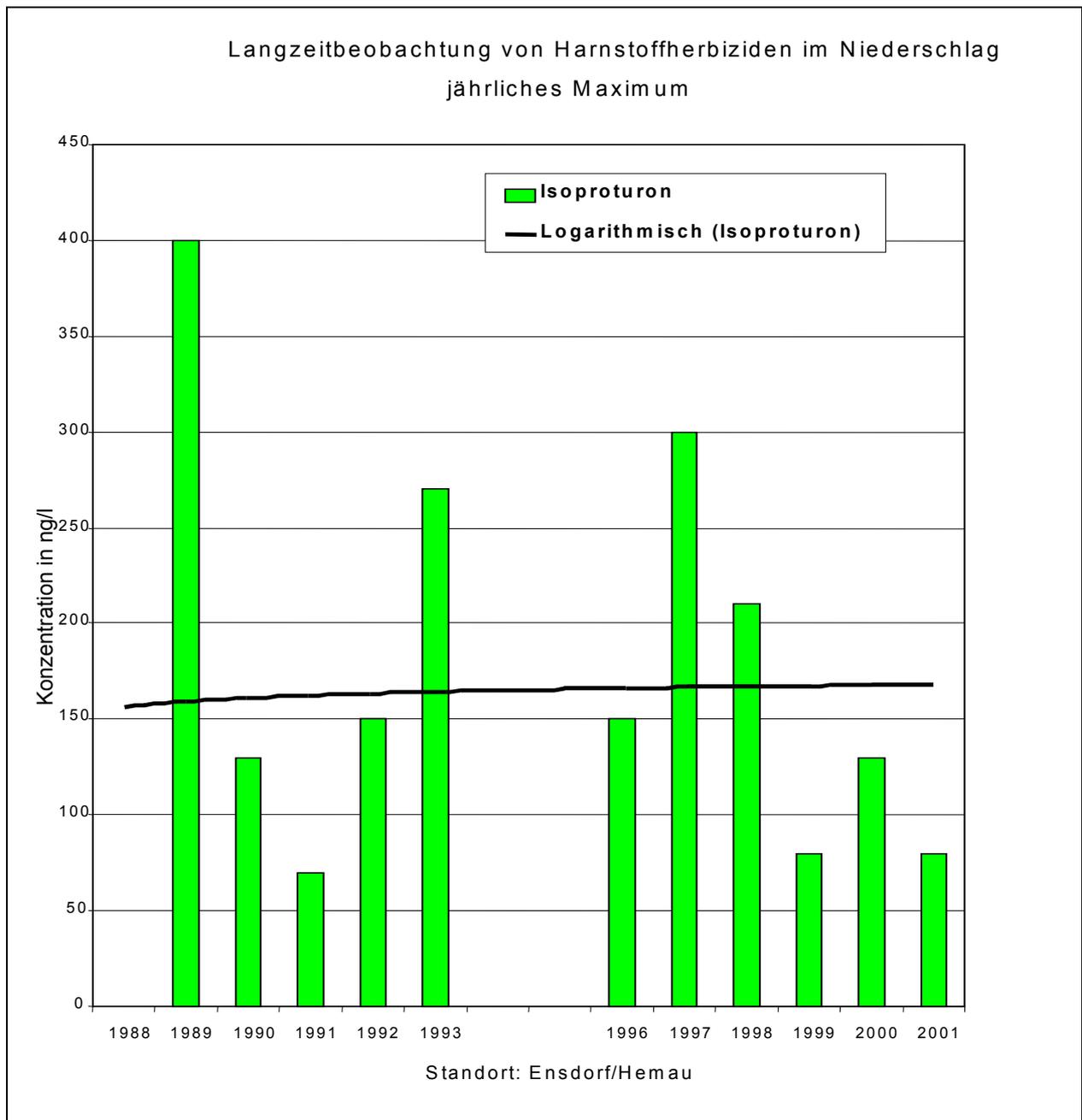
Von den Harnstoffherbiziden wird Isoproturon am häufigsten und mit den höchsten Konzentrationen im Niederschlag nachgewiesen und konnte ebenfalls flächendeckend im Niederschlag Bayerns nachgewiesen werden, jedoch nie wie Atrazin auf der Zugspitze.



**Abb. 22:** Räumliche Verteilung der Isoproturonkonzentration im Niederschlag von Bayern

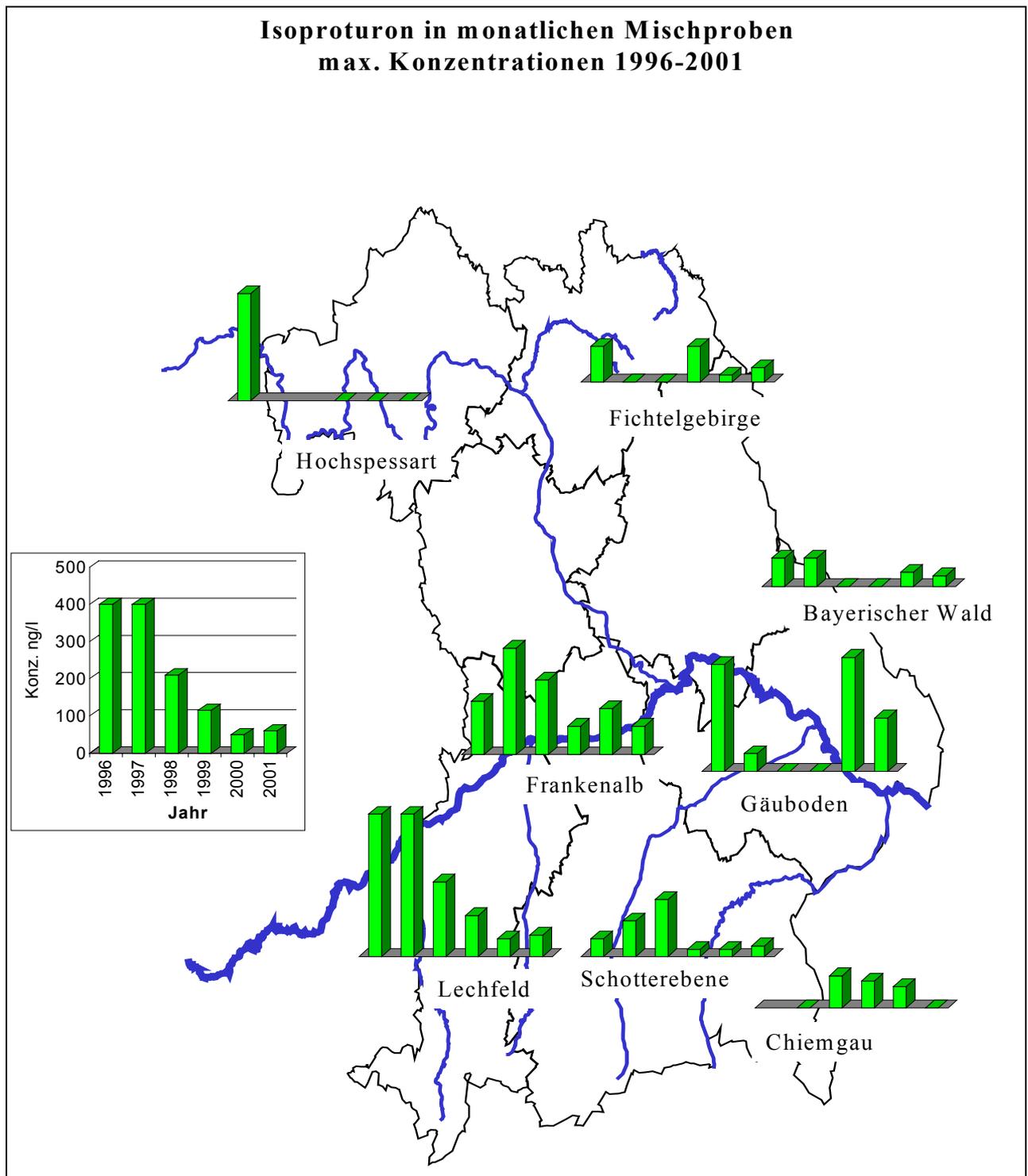
Dieses Herbizid eignet sich ebenfalls für eine Langzeitbeobachtung am Standort südliche Frankenalb und zeigt keine Reduzierung der Isoproturonkonzentration, der Trend ist sogar leicht steigend.

Es können Anwendungen dieses Vorlaufherbizids in der Nähe des Sammler in Jahren 1989, 1993, 1997 und 1998 vermutet werden.



**Abb. 23:** Trend und maximale Konzentrationen von Isoproturon der monatlichen Mischproben in der südlichen Frankenalb

Auch sind Anwendungen in der Nähe anderer Sammler an den Standorten Lechfeld, Gäuboden und Hochspessart wahrscheinlich. Die Ursache der relativ hohen Konz. des Vorläuferherbizids im Hochspessart - der Sammler steht in einem Waldgebiet - konnte bisher noch nicht endgültig geklärt werden. Vermutlich hat ein starker talaufwärts gerichteter Wind die PSM zum Sammler transportiert.

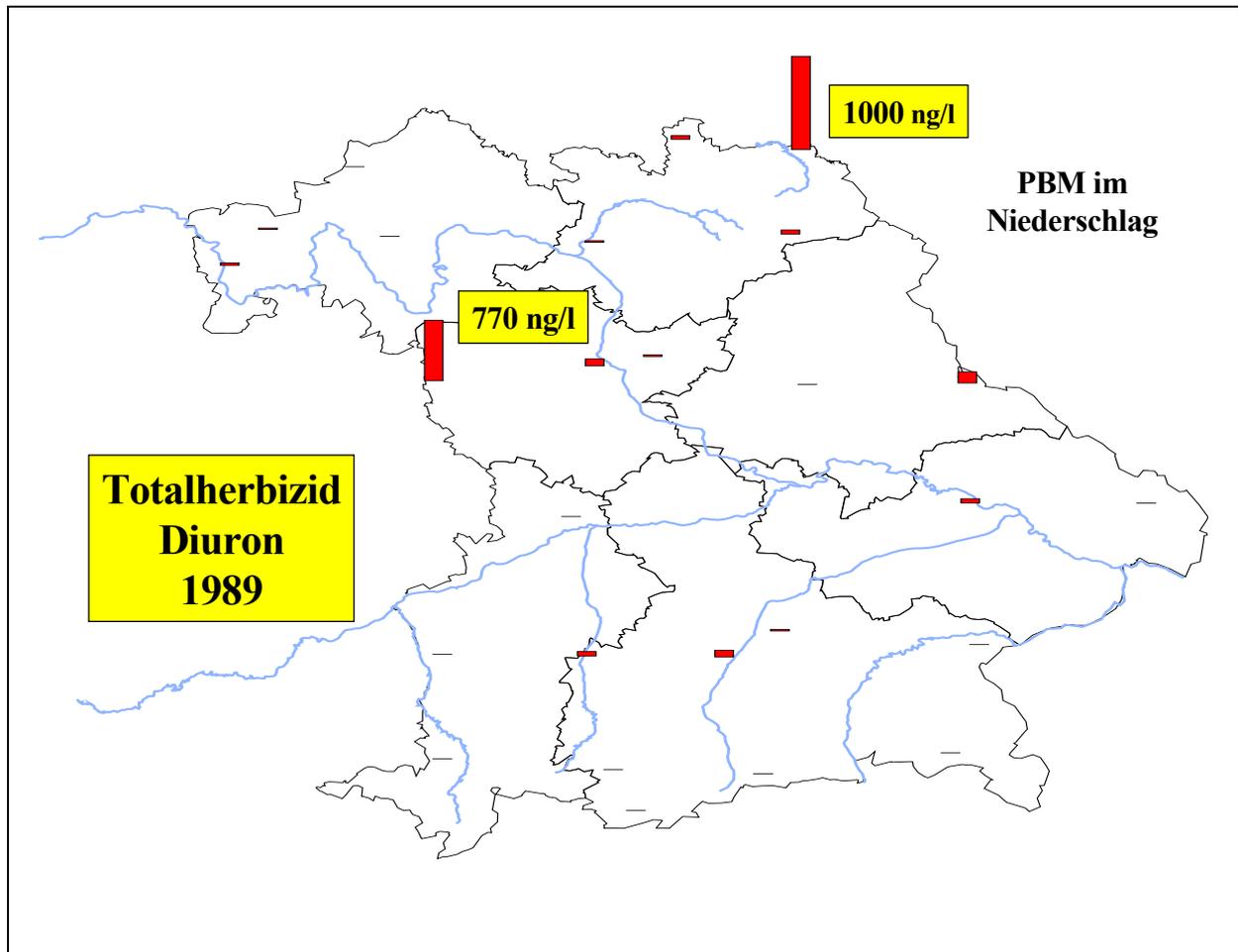


**Abb. 24:** Räumlich und zeitliche Verteilung der Maximalkonzentrationen von Isoproturon im Niederschlag von Bayern (1996 – 2001)

Im Bayerischen Wald und im Fichtelgebirge wird dagegen für Isoproturon ein fallender Trend angezeigt. Bei den im Bayerischen Wald gefundenen Konzentrationen kann von einer Fernverdriftung ausgegangen werden. Im Fichtelgebirge wurde zusätzlich Diuron gefunden, das sehr wahrscheinlich über eine größere Entfernung verdriftet worden ist.

### 6.2.3 Punktuelle Anwendungen

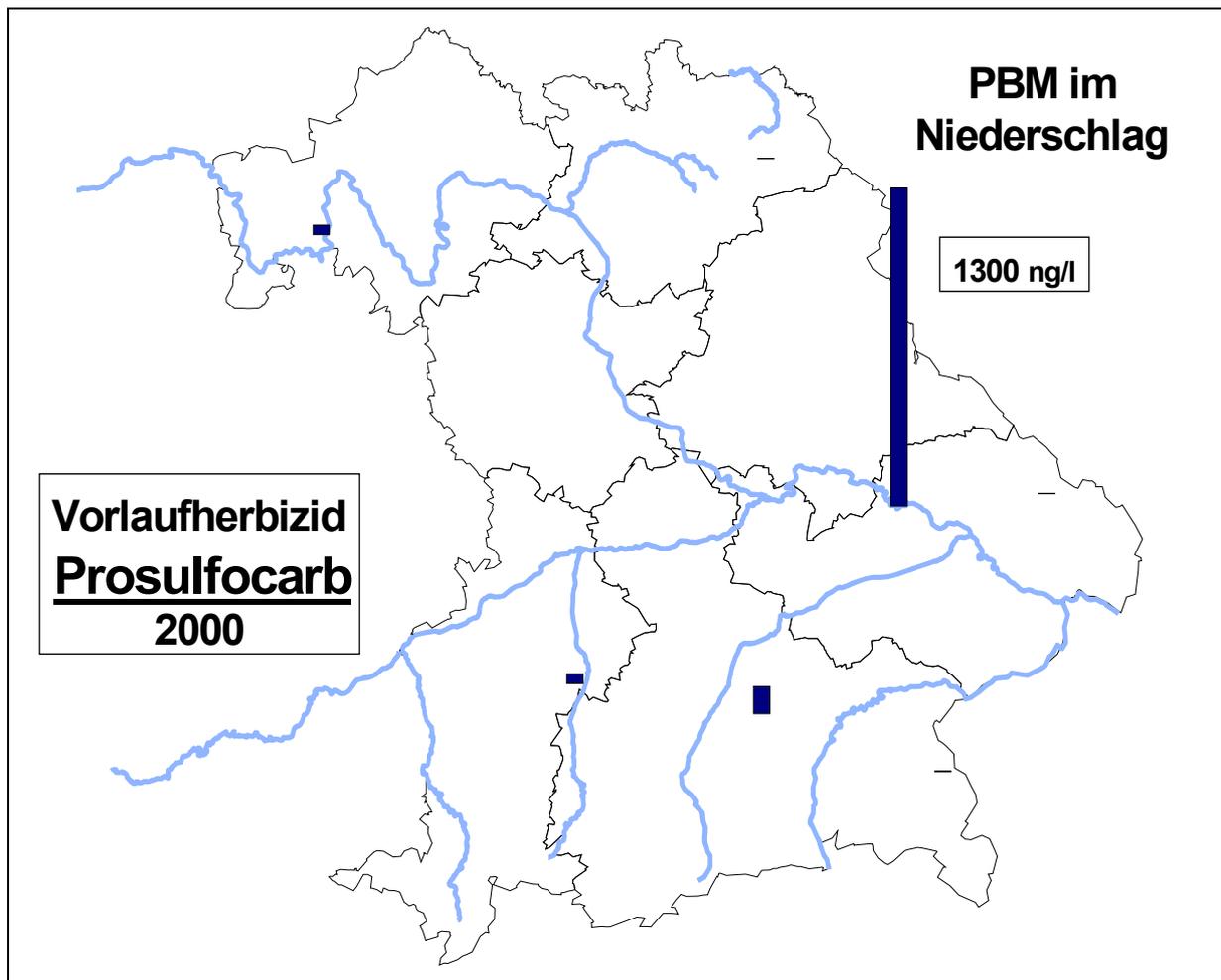
Mit den Depositionssammlern können auch punktuelle Immissionen festgestellt werden. So wurden 1989 hohe Konzentrationen des Totalherbizids Diuron an zwei Standorten festgestellt. Da beide Sammler in Kleingartenanlagen standen, machte der Befund (Totalherbizid) zunächst wenig Sinn.



**Abb. 25:** Punktueller Einsatz von Diuron

Beide Anlagen liegen aber unmittelbar an Gleisanlagen, so dass man von Anwendungen der Bundesbahn ausgehen kann.

Eine Anwendung des Vorlaufherbizids Prosulfocarb konnte am Standort Gäuboden nachgewiesen werden. Obwohl der Sammler im Fassungsbereich einer Trinkwasserschutzzone steht, konnte das Mittel mit der hohen Konzentration von 1300 ng/l analysiert werden.

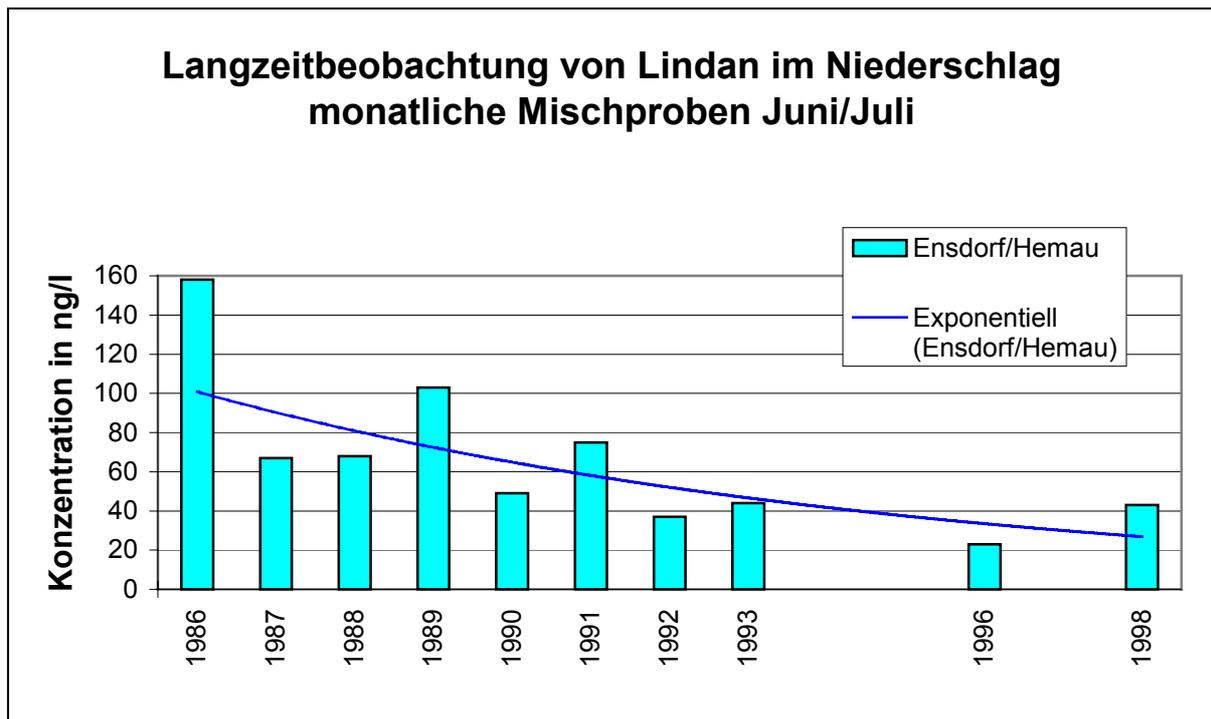


**Abb. 26:** Räumliche Verteilung von Prosulfocarb im Niederschlag in Bayern

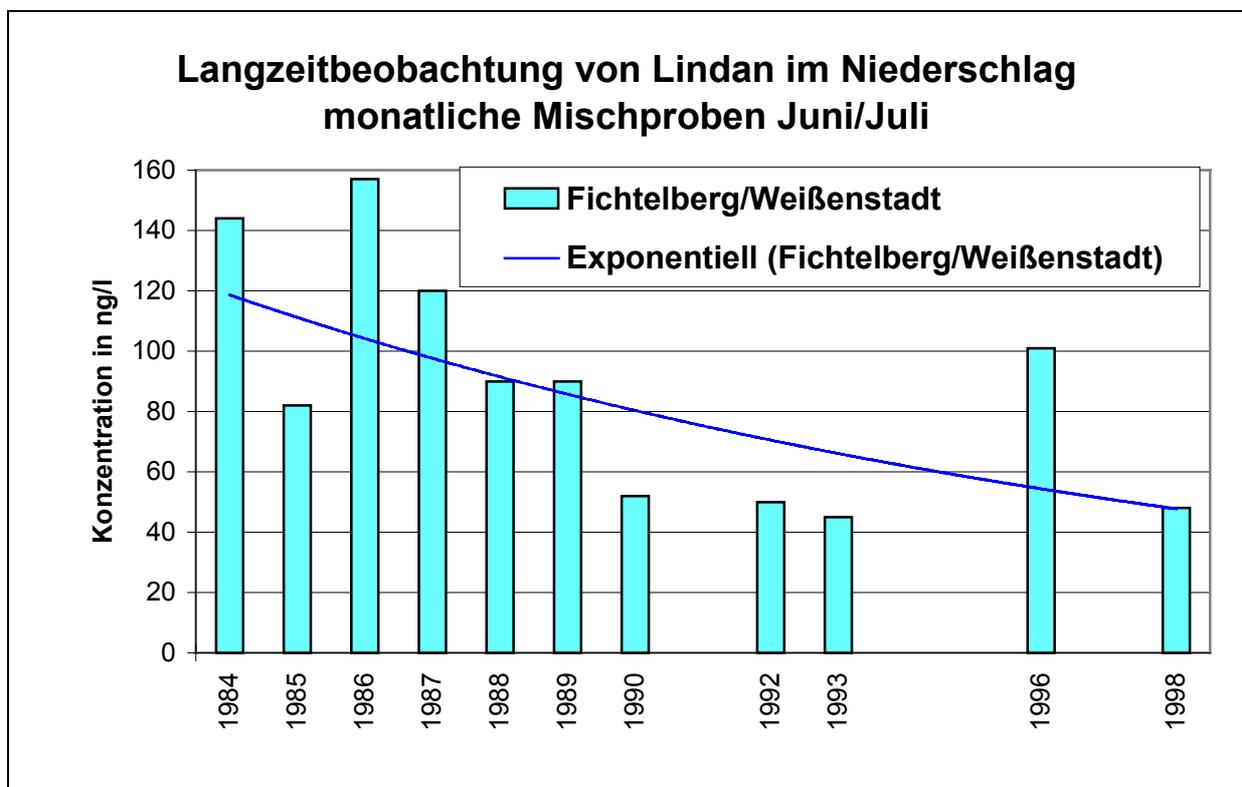
Die Trinkwasserfassung ist von Feldern umgeben, die jedes Jahr unterschiedlich bestellt werden. Im Jahr 2000 wurde auf den umliegenden Ackerflächen Kartoffeln angebaut, bei denen auch Prosulfocarb als Vorlaufherbizid eingesetzt wurde.

### 6.3 Insektizide

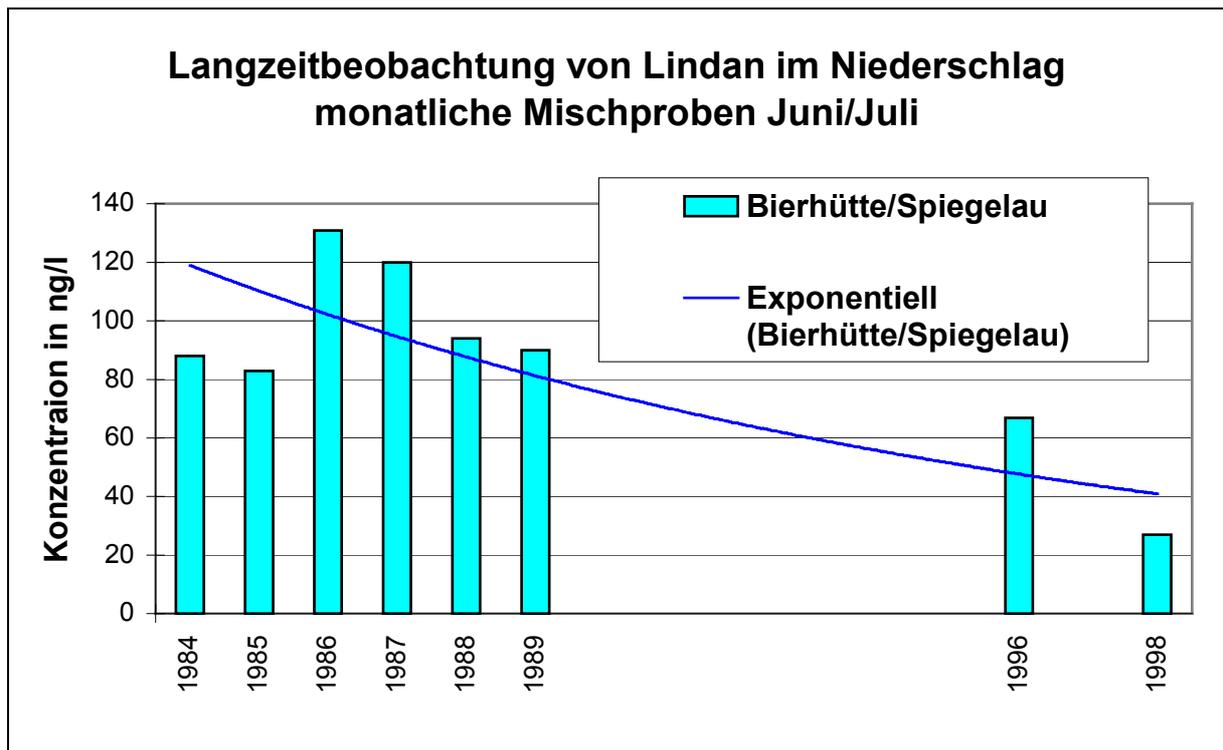
Die Lindankonzentrationen der monatlichen Mischproben im Regenwasser unterliegen einer relativ großen jahreszeitliche Dynamik [1,2]. Für die Jahresgänge können nur die gleichen Monate der jeweiligen Jahre verglichen und dargestellt werden. Die meisten Analysen der letzten Jahre (teilweise ab 1984) liegen für die Juni/Juli-Monatsmischproben vor. Auch hier werden nur drei Messpaare gezeigt, da an allen anderen Messstellen ein ähnliches Niveau gefunden wurde.



**Abb. 27:** Trend und Konzentrationen der monatlichen Mischproben (Juni/Juli) von Lindan in der nördlichen Frankenalb über 13 Jahre



**Abb. 28:** Trend und Konzentrationen der monatlichen Mischproben (Juni/Juli) von Lindan im Fichtelgebirge über 15 Jahre



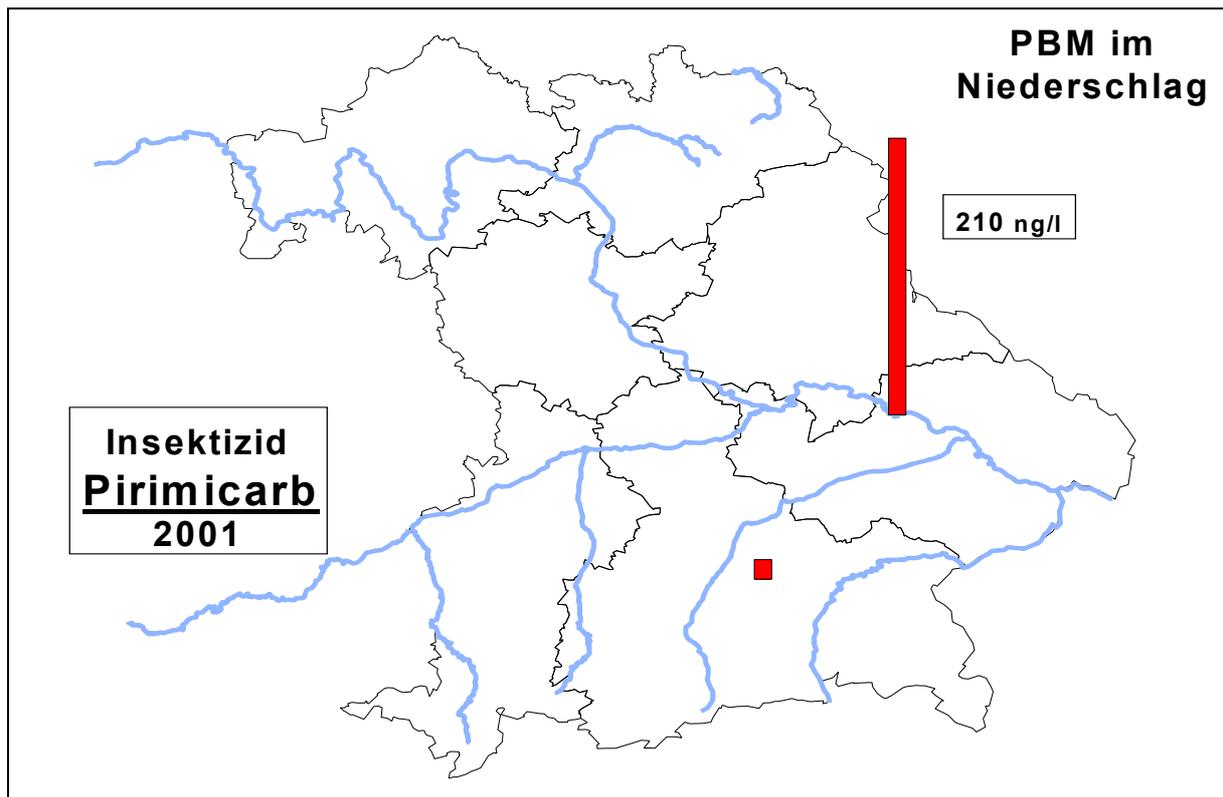
**Abb. 29:** Trend und Konzentrationen der monatlichen Mischproben (Juni/Juli) von Lindan im Bayerischen Wald über 15 Jahre

Das Niveau der Lindankonzentrationen sinkt an allen Messstellen und der Trend stabilisiert sich 1999. Lindananwendungen in der Nähe von Regensammlern konnten nicht nachgewiesen werden, so dass von Fernverdriftungen ausgegangen werden kann.

$\alpha$ - und  $\beta$ -Endosulfan konnten nur selten und in geringen Mengen nachgewiesen werden. Der Niederschlag ist von allen untersuchten Wasserproben im Rahmen dieses Berichtes am geringsten belastet. Bei den wenigen positiven Befunden konnte eine Metabolisierung festgestellt werden. Da auch der Metabolit Endosulfansulfat nur in geringen Konzentrationen gefunden wurde, ist eine Gefährdung des Grundwassers über die Deposition nicht sehr wahrscheinlich.

Die Untersuchungen der Insektizide, die mit GC-Technik nachgewiesen werden, konnte wegen Überlastung des Labors nach 1998 nicht fortgeführt werden.

Eine punktuelle Anwendung des Insektizids Pirimicarb, das mit HPLC nachgewiesen wurde, konnte 2001 in Straubing und in Spuren in Anzing festgestellt werden. Um die positiven Befunde dieser Substanz zu bestätigen, müssen weitere Analysen mit Regenwasserproben durchgeführt werden.



**Abb. 30:** Räumliche Verteilung von Pirimicarb im Niederschlag Bayerns

Pirimicarb wird bevorzugt als Blattlausgift im Gemüseanbau eingesetzt. Im Jahr 2001 wurden in der Umgebung des Sammlers vermehrt Rüben angebaut, so dass ein Eintrag aus unmittelbarer Nähe sehr wahrscheinlich ist.

## **6.4 Synthetische Moschusverbindungen**

Nitromoschusverbindungen stellten bis Anfang der 80er Jahre den größten Anteil an der Gesamtmenge der weltweit verwendeten synthetischen Moschus-Duftstoffe. Im Jahr 1981 wurden Moschus-Xylol und Moschus-Keton erstmals in der Umwelt nachgewiesen. Befunde in verschiedensten biologischen Matrices (Fisch, Muscheln, menschliches Körperfett, Muttermilch) belegen das hohe Bioakkumulationspotential dieser Verbindungen.

Einige Nitromoschusverbindungen (Moschus-Ambrette, Moschus-Mosken, Moschus-Tibeten) wurden aufgrund ihrer toxikologischen Eigenschaften inzwischen durch die EU-Kommission verboten. Moschus-Xylol ist auf EU-Ebene 1997 den prioritären Stoffen, die Maßnahmen zur Emissionsminderung erforderlich machen, zugeordnet worden.

Nitromoschusverbindungen sind heute (fast) nicht mehr im Einsatz, so dass sie in der aquatischen Umwelt praktisch nur mehr im Ausnahmefall festgestellt werden können. In Fischen aus bayerischen Fließgewässern wurde von uns zu Beginn der neunziger Jahre Moschus-Xylol und Moschus-Keton nachgewiesen. Es konnte aber eine deutliche Abnahme der Konzentrationen (in 2000 kein positiver Befund) festgestellt werden [51]. Bei 98 untersuchten Schwebstoffpro-

ben aus bayerischen Fließgewässern aus den Jahren 2000/01 wurde nur in einer einzigen Probe Moschus-Xylol gefunden.

Die polycyclischen Moschus-Duftstoffe haben seit Beginn der 80er Jahre kontinuierlich den Platz der Nitromoschusverbindungen eingenommen.

Die beiden hauptsächlich eingesetzten Vertreter HHCB und AHTN weisen einen um den Faktor 10 höheren Biokonzentrationsfaktor gegenüber Moschus-Xylol und Moschus-Keton auf. Sie werden von uns seit einigen Jahren regelmäßig in Oberflächengewässern, Sedimenten, Schwebstoffen, Fischen und Muscheln z.T. in hohen Konzentrationen gefunden. So war bei den o.g. Schwebstoffuntersuchungen an bayerischen Fließgewässern HHCB in 92 von 98 Einzelproben mit einer durchschnittlichen Konzentration von 135 µg/kg mT gefunden worden.

Die polycyclischen Moschus-Duftstoffe werden aus toxikologischer Sicht bisher als unproblematisch eingestuft, so dass derzeit keine Bestrebungen bestehen, den Einsatz dieser Stoffgruppe zu beschränken.

Die makrocyclischen Moschus-Duftstoffe spielen aufgrund ihrer hohen Herstellungskosten derzeit keine Rolle und wurden daher nicht in die Untersuchungen einbezogen.

Daten über das Auftreten von synthetischen Moschusverbindungen im Niederschlag waren zu Beginn der Untersuchungen nicht bekannt. Diese Verbindungen wurden im Rahmen des Projekts an allen Standorten im Jahr 1999 einmal, im Jahr 2000 zweimal und im Jahr 2001 sechsmal aus den gewonnenen Monatsmischproben bestimmt.

Moschus-Keton wurde dabei in 50%, Moschus-Xylol in 25% der untersuchten Proben im Bereich der Bestimmungsgrenze von 0,5 ng/l bis zu wenigen ng/l gefunden. Die Maximalwerte lagen bei 6,2 bzw. 6,3 ng/l am Standort Waging. Die anderen Nitromoschusverbindungen waren nur vereinzelt enthalten.

Für HHCB und AHTN zeigte sich entsprechend der Produktions- bzw. Einsatzmengen eine flächenhafte Belastung. Die beiden Verbindungen waren in 95% bzw. 83% der untersuchten Proben enthalten. Die Maximalwerte liegen bei 173 ng/l für HHCB sowie 138 ng/l für AHTN (Weißstadt, Probenahme vom 11.06.01). Diese Werte sind gegenüber den Durchschnittswerten um den Faktor 10 höher. Die Befunde sind analytisch abgesichert, aber der Grund für diese Spitzenwerte konnte nicht ermittelt werden.

Am Standort Waging waren über den Untersuchungszeitraum gleichmäßig hohe Werte von 18-78 ng/l HHCB und 3,1 bis 26 ng/l AHTN zu finden, während an

den anderen Standorten die Schwankungsbreiten der Ergebnisse wesentlich höher waren.

Der Regensammler in Waging befindet sich auf dem Gelände der dortigen kommunalen Kläranlage. Vermutlich führt hier die Belüftung der biologischen Reinigungsstufe zu einer gleichmäßigen Belastung der Umgebungsluft. Weitere synthetische Moschusverbindungen wurden nur sporadisch in geringen Konzentrationen gefunden. (Tab. 7)

Die Einzelergebnisse zeigen, dass organische Stoffe, die flächendeckend in bedeutenden Mengen zum Einsatz kommen, i.d.R. auch flächendeckend im Niederschlag – wenn auch in geringen absoluten Konzentrationen – nachweisbar sind.

## **6.5 MTBE**

MTBE ist mit 49 g/l äußerst gut wasserlöslich und aufgrund seiner stabilen Etherbindung biologisch schwerer abbaubar als z.B. Benzol und dessen Alkylisomere. Im Grundwasser findet praktisch kein Abbau statt (in 7 Monaten < 3% Mineralisation).

Allerdings ist MTBE photolytisch gut abbaubar (11).

MTBE ist in Zusammenhang mit Schadensfällen bei Tankstellen im Grundwasser gefunden worden. In Fließgewässern ist MTBE häufig im Konzentrationsbereich bis 0,4 µg/l enthalten.

Aufgrund dieser Datenlage wurde das Regenwasser in unregelmäßigen Abständen stichprobenartig auch auf die Substanzklasse der leichtflüchtigen organischen Verbindungen untersucht.

Dabei zeigte sich, dass aufgrund des z.T. mehrtägigen Proben transports sowie der Probenlagerung Blindwerte auftreten können, die eine Interpretation der Ergebnisse erschweren.

Die erste orientierende Untersuchung im November 1999 ergab, dass MTBE an allen Probenahmestellen in Konzentrationen von 0,1 bis 0,8 µg/l nachweisbar war. Bei weiteren Untersuchungen im Frühjahr 2000 sowie im Juli 2001 wurde MTBE nur vereinzelt im Bereich knapp über der Bestimmungsgrenze gefunden (Maximalwert 0,03 µg/l, Südliche Frankenalb, 12.06.00). Selbst wenn man von analytischen Unsicherheiten in diesem Spurenbereich ausgehen muss (Blindwertproblematik, Verluste an flüchtigen Substanzen bei Probenahme und Probenbehandlung), so ist doch gesichert, dass MTBE nicht in höheren Konzentrationen (>0,05 µg/l) im Niederschlag enthalten ist. Die Messwerte vom Juli 2001 wurden durch Blindwertmessungen (Abfüllen eines blindwertfreien Wassers an allen Probenahmestellen, gleiche Behandlung wie die jeweiligen realen Proben) abgesichert.

Die relativ hohen MTBE-Gehalte im November 1999 sind evtl. auf jahreszeitliche Einflüsse zurückzuführen. Im Winter ist aufgrund der geringeren Strahlungsdichte der photolytische Abbau in der Atmosphäre geringer und somit eine höhere MTBE-Konzentration im Niederschlag zu erwarten.

Da für die relativ häufigen und flächenhaft verteilten Befunde von MTBE in Oberflächenwässern neben Emissionen in Abwasser auch die nasse Deposition verantwortlich sein könnte, sollte MTBE im Niederschlag künftig vor allem im Winterhalbjahr beobachtet werden. In diesem Zusammenhang muss auf ein schlüssiges Konzept für die analytische Qualitätssicherung bei der MTBE-Analytik geachtet werden.

## **7 Zusammenfassung**

Eine Analysenmethode für den Nachweis von Nitrophenolen im Regenwasser mittels HPLC wurde entwickelt. Die Nitrophenole wurden mit einer Festphasenextraktion um den Faktor 500 angereichert und können mit einer Bestimmungsgrenze von  $< 100$  ng/l nachgewiesen werden. Die Absicherung der Ergebnisse erfolgte über die UV-Spektren.

Die Herbizide im Niederschlag wurden ebenfalls nach einer Festphasenextraktion (1000fache Anreicherung) mit der HPLC bestimmt. Die Analysen konnten nur bei ausreichender Regenmenge und im Anwendungszeitraum durchgeführt werden.

Die Insektizide Lindan und Endosulfan wurden nach einer flüssig/flüssig Extraktion gaschromatographisch am ECD bestimmt. Auch hier konnten die Analysen nur bei ausreichender Regenmenge erfolgen.

Für den Nachweis von Nitrophenolen mussten neue Regensammler = Depositionssammler eingesetzt werden, da die Altsammler (geeignet für PCB- und PBSM- Nachweise) nicht für monosubstituierter Nitrophenole geeignet sind. Im Berichtszeitraum wurden neun neue Sammler aufgebaut. Zwei kommerzielle und sieben Eigenbausammler wurden an acht Standorten installiert.

Alle Depositionssammler wurden mit Temperaturkontrollen ausgestattet. Drei Eigenbausammler wurden zusätzlich mit einem Wägesystem und einer Windrichtungsanzeige versehen. Dies ermöglicht eine bessere Interpretation der Ergebnisse bei außergewöhnlichen Messergebnissen.

Abbauverhalten und Konzentrationen der Nitrophenole bei verschiedenen Sammeltechniken und Sammlerarten wurden am Standort Münchener Schotterebene überprüft.

Von den Nitrophenolen wurde 4-Nitrophenol mit den höchsten Konzentrationen (bis 12 µg/l) im Regenwasser nachgewiesen. Die Deposition der Nitrophenole liegt generell wesentlich höher (ca. 100fach) als die der geprüften Herbizide oder Insektizide. Die Nitrophenole erreichen diese Konzentrationen bei geringen Regenmengen und in den ersten Niederschlägen nach einer trockenen Wetterphase. Die Konzentrationen der Nitrophenole zeigen einen, über den Untersuchungszeitraum leicht fallenden Trend. Die unterschiedliche Entwicklung der Schädigungen der Baumarten in den letzten Jahren [44], kann unseren Erachtens nicht allein mit dem Verhalten der Nitrophenole erklärt werden.

Der Niederschlag ist auch ein sensibler Anzeiger für Anwendungen von PBSM. Bei den Herbiziden (ab 1987) und Lindan (ab 1984) sind so Langzeitbeobachtungen über den Konzentrationsverlauf der PBSM im Niederschlag möglich. Während z.B. die Atrazinkonzentrationen zurückgehen, nehmen die des Terbutylazins zu. Auffallend ist der hohe Metabolisierungsgrad des Terbutylazins. Da eine Gefährdung des Grundwassers durch PBSM erst Jahre nach der Ausbringung auftreten kann, ist der direkte Nachweis des Einsatzes von PBSM über Depositionsmessungen sehr hilfreich. Terbutylazin und Desethylterbutylazin wurde 2001 vermehrt in Grundwasserproben nachgewiesen, aber schon ab 1992 in höheren Konzentrationen annähernd flächendeckend im Niederschlag. Sollte Terbutylazin den Boden passieren, sind ähnliche Probleme wie bei Atrazin zu erwarten, wenn auch auf niedrigerem Niveau.

Von den Harnstoffherbiziden konnte Isoproturon am häufigsten nachgewiesen werden. Die Konzentrationen waren teilweise so hoch (> 200 ng/l), dass Anwendungen dieses Herbizids in der näheren Umgebung des Sammlers zu vermuten sind. Ein Trend der Konzentrationen ist noch nicht absehbar und kann erst nach weiteren Messungen berechnet werden.

Die Stoffpalette der mit HPLC nachgewiesenen PBSM konnte deutlich auf 53 Wirkstoffe bzw. Metaboliten ausgeweitet werden. Einige neuere wurden z.T. in höheren Konzentrationen während der Anwendungszeit nachgewiesen.

Die Lindankonzentrationen gehen nach den Einschränkungen in den Anwendungen an allen Standorten deutlich zurück. Die Konzentrationen sanken von ca. 100 ng/l in den achtziger Jahren auf etwa 25 ng/l 1998. Der Metabolit  $\alpha$ -HCH konnte nicht mehr nachgewiesen (< 0,5 ng/l) werden.

Eine Gefährdung des Grundwassers durch Nitrophenole konnte bisher nicht festgestellt werden. Die Kontamination der Grundwässer mit Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln wird in erster Linie durch die Anwendungen auf den Ackerböden verursacht, da die PBSM nur während der Anwendungszeit und dann in geringen Mengen durch den Niederschlag deponiert werden.

Neben der weiteren Beobachtung der bisher untersuchten Verbindungen ermöglicht die Bauart der Sammler auch die Analysen anderer organischer Problemstoffe. So konnten bei Untersuchungen synthetischer Moschusverbindungen einige Verbindungen in Konzentrationen bis zu über 100 ng/l im Niederschlag nachgewiesen werden.

MTBE ist im Niederschlag vereinzelt in sehr geringen Mengen nachweisbar. Die wenigen vorliegenden Ergebnisse deuten auf höhere Konzentrationen in den Wintermonaten hin.

Eine bessere Kontrolle über die Verbreitung organischer Problemstoffe über den Niederschlag könnte durch einen weiteren Standort im Südwesten Bayerns erreicht werden.

Es hat sich gezeigt, dass Depositionsmessungen als effizientes Frühwarnsystem für den flächenhaften Eintrag von Schadstoffen in die Böden herangezogen werden können. Aus diesem Grund ist aus fachlicher Sicht der Erhalt der Probenahmeeinrichtungen für organisch-chem. Stoffe sinnvoll.

Eine direkte Verlagerung der im Niederschlag bisher festgestellten Stoffe in Richtung Grundwasser konnte in Verbindung mit Untersuchungen des MSGW nicht festgestellt werden. Die Grundwassergefährdung durch Depositionseinträge kann als vergleichsweise gering eingeschätzt werden, muss allerdings für alle Stoffe individuell in Abhängigkeit von ihren spezifischen Eigenschaften abgeschätzt und/oder durch Messungen abgesichert werden. Eine vergleichbare Bewertung des Risikopotentials ist auch im Abschlussbericht des Projekts „Grundwassergefährdung durch organische Luftschadstoffe“, das im Auftrag des DVWK bearbeitet wurde, gegeben [50]

## 8 Literatur

- [1] Braun, F., Schüssler, W., Wehrle, R.: Organische Schadstoffe: Polychlorbiphenyle (PCB) und Pestizide im Kreislauf des Wassers: Bilanzierung und Bewertung. Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung, Bericht 7, ISSN 0941-1550, München 1987.
- [2] Braun, F., Schüssler, W., Wanzinger, M., Wehrle-von Borzyskoswki, R.: Neue Untersuchungen zur Analytik und Verbreitung von Polychlorbiphenylen (PCB) und Pflanzenbehandlungsmittel. Bayerische Landesanstalt für Wasserforschung, Bericht 15, ISSN 0941 -1550, München 1990.
- [3] "Clean Air Act Amendments of 1990"; Conference Report to Accompany S. 1630, Report No. 101-952; U.S. Government Printing Office: Washington DC.: pp. 139-62, 1990
- [4] Kelly, T. J., Mukund, R., Spicer, C. W., Pollack A. J.: Concentration and Transformations of Hazardous Air Pollutions. Environ. Sci. Technol. 28, 378- 387, 1994
- [5] Nojima, K., Kanno, S.: Studies on photochemistry of aromatic hydrocarbons IV; Mechanism of formation of nitrophenols by the photochemical reaction of benzene and toluene with nitrogen oxides in air. Chemosphere 6, 371-376, 1977
- [6] Levsen, K., Lüttke, J.: Organische Verbindungen in Wolkenwasser, Fraunhofer-Institut für Toxikologie und Aerosolforschung, Abschlußbericht, Förderkennzeichen: 07EU822, 1996
- [7] Herterich, R., Herrmann, R.: Immission und Deposition von Nitrophenolen am Wank, GSF-Bericht 26, 99-110, 1991
- [8] Boehnke, A., Mangelsdorf, I., Rosner, G.: Stoffströme von Benzol unter besonderer Berücksichtigung der Bundesrepublik Deutschland. UWSF-Z. Umweltchem. Ökotox. 9, 369 -384, 1997
- [9] Treppe, J., Mattrel, P., Fingler, S. Giger W.: Phenol and nitrophenols as tropospheric pollutions: Emissions from automobile exhausts and phase transfer in the atmosphere. Water Air and Soil Pollution 68, 113-123, 1993

- [10] Römpp: Chemie Lexikon 10. Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart, 1998
- [11] G. Rippen-Hdb.: Umweltchemikalien, ECOMED, Landsberg.
- [12] GDCh-Advisory Committee on Existing Chemicals of Environmental Relevance (BUA): 2-Nitrophenol, 4-Nitrophenol, BUA Report 75, 1992
- [13] Hinkel, M., Reischl, A., Schramm, W. K., Trautner, F., Reissinger, M., Hutzinger, O.: Concentration levels of nitrated phenols in conifer needles. *Chemosphere* 18, 2433-2439, 1989
- [14] Rippen, G., Ziets, E., Frank, R., Knacker, T., Knöpffer, W.: Do nitrophenols contribute to forest decline? *Environ. Technol. Letters* 8, 475-482, 1987
- [15] Schleyer, R.: Beeinflussung der Grundwasserqualität durch Deposition anthropogener organischer Stoffe aus der Atmosphäre. *WaBoLu-Hefte* 10, 96-048, 1996
- [16] Herterich, R., Herrmann, R.: Untersuchungen zum Vorkommen und zur Anreicherung potentiell phytotoxischer organischer Umweltgifte in der Nebeldeposition. *GSF-Bericht* 6, 397-405, 1989
- [17] Alber, M., Böhm, H.B., Brodesser, J., Feltes, J., Levsen, K., Schöler, H.: Determination of nitrophenols in rain and snow, *Fresenius Z. Anal. Chem.* 334, 540-545, 1989
- [18] Perkow, W., Pless, H.: *Wirksubstanzen der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel*, Paul Parey Verlag, Berlin, 1996
- [19] USEPA, Ambient Water Quality Criteria Doc: Nitrophenol p.C., EPA 440/5-80-063, 1980
- [20] Schüssler W.: Automatic measurement of some common herbicides by using simultaneous uv detection and electrochemical detection in series, *Chromatographia* 27, 431-435, 1989
- [21] Oberwalder, Ch., Kirchhoff, J., Hurle, K.: Vorkommen von Pflanzenschutzmitteln im Niederschlag Baden-Württembergs, *Z. PflSchutz, Sonderheft*, 363-376, 1992

- [22] Reupert, R., Plöger, E.: Bestimmung von herbiziden Wirkstoffen unter Anwendung der Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC). Gewässerschutz-Wasser-Abwasser 106, 219-242, 1989
- [23] Schüssler, W.: Automatic measurement of bentazone and phenoxy acid herbicides by HPLC with three different detectors in series, Chromatographia 29, 24-30, 1990
- [24] Eichelberger, J. W., Bashe, J. B.: Method 555. Determination of chlorinated acids in water by high performance liquid chromatography with a photodiode array ultraviolet detector, Environmental monitoring systems laboratory office of research and development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio 45268, 1992
- [25] Di Corcia, A., Marchetti, M.: Method Development for Monitoring Pesticides in Environmental Waters: Liquid-Solid Extraction Followed by Liquid Chromatography, Environ. Sci. 26, 66-74, 1992
- [26] Koch, R.: Umweltchemikalien, Physikalisch-chemische Daten, Toxizitäten, Grenz- und Richtwerte, Umweltverhalten, Dritte Auflage, VCH Verlagsgemeinschaft mbH, 1995
- [27] Industrieverband Agrar e. V., Physikalische-chemische und toxikologische Daten, BLV Verlagsgemeinschaft mbH, 1990
- [28] DIN: Europäische Norm, EN ISO 6468, Bestimmung ausgewählter Organochlorinsektizide, Polychlorbiphenyle und Chlorbenzole, Gaschromatographische Verfahren nach Flüssig-Flüssig-Extraktion, 1996
- [29] Reupert, R., Brausen, G., Schuster, R.: Bestimmung von Pflanzenschutzmitteln in Wasser durch Online-Fest-Flüssig-Extraktion und HPLC-DAD, Acta Hydrochem. Hydrobiol. 26, 318 - 329, 1998
- [30] DVWK, Merkblätter 230, Niederschlag - Empfehlung für Betreiber von Niederschlagsstationen, 1994
- [31] Selent, K.-D., Grupe, A.: Die Probenahme von Wasser, R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998

- [32] Natangeto, M., Mangiapan, S., Bagnati, R., Benfenati, E., Fanelli, R.: Increased concentrations of nitrophenols in leaves from damaged forestal site, *Chemosphere* 38, 1495-1503, 1999
- [33] DIN: Europäische Norm, EN ISO 11369, Bestimmung ausgewählter Pflanzenbehandlungsmittel, Verfahren mit der Hochauflösungs-Flüssigkeitschromatographie mit UV-Detektor nach Fest-Flüssig-Extraktion, 1997
- [34] DIN: 38407-14, Bestimmung von Phenoxyalkancarbonsäuren mittels gaschromatographischer und massenspektrometrischer Detektion nach Fest-Flüssig-Extraktion und Derivatisierung, 1994
- [35] Gath, B., Jaeschke, W., Zietz, E.: Depositionsmonitoring von Pflanzenschutzmittel auf dem kleinen Feldberg. Erste Ergebnisse. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 44, 1992
- [36] Siebers, J., Gottschild, D., Nolting, H.-G.: Pesticides in Precipitation in Northern Germany, *Chemosphere*, 28, 1559-1570, 1994
- [37] Nitschke, L., Schüssler, W.: Surface Water Pollution by Herbicides from Effluents of Waste Water Treatment Plants, *Chemosphere* 36 35-41, 1998
- [38] Nitschke, L., Wilk, A., Schüssler, W., Metzner, G., Lind, G.: Biodegradation in Laboratory Activated Sludge Plants and Aquatic Toxicity of Herbicides, *Chemosphere*, Vol. 39, No 13, pp. 2313-2323, 1999
- [39] Bester, K., Hühnerfuss, H., Lange, W., Rimkus, G., Theobald, N.: Results of non target screening of lipophilic organic pollutants in the German Bight II: Polycyclic Musk Fragrances, *Wat. Res.* Vol. 32, No. 6, pp. 1857-1863, 1998
- [40] Eschke, H.D., Dibowski, H.J., Traud, J.: Untersuchungen zum Vorkommen polycyclischen Moschus-Duftstoffe in verschiedenen Umweltkompartimenten, *UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox.* 7 (3) 131-138, 1995
- [41] Schüssler, W., Nitschke, L.: Determination of trace amounts of Galaxolide® (HHCb) by HPLC, *Fresenius J. Anal. Chem.* 361: 361 220-221, 1998

- [42] Schüssler, W., Nitschke, L.: Nitrophenols in precipitation, *Chemosphere* 42, 277-283, 2001
- [43] Winkler, M., Kopf, G., Hauptvogel, C.; Neu, T.: Fate of artificial Musk Fragrances associated with suspended particulate matter (SPM) from the river Elbe (Germany) in comparison to other organic contaminants, *Chemosphere* 37, 1139-1156, 1998
- [44] Bericht über den Zustand des Waldes 2001  
<http://www.verbraucherministerium.de/>
- [45] Kalbfus, W., Zellner, A., Schröder, D.: Nitromoschusverbindungen und polycyclische Moschusverbindungen in verschiedenen aquatischen Umweltkompartimenten in Bayern, Main-Donau-Längsschnittuntersuchung, Landesamt für Wasserwirtschaft, Bericht, 1998
- [46] Maguhn, J., Epple, J., Spitzauer, P., Kettrup, A.: Eintrag von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen in nicht landwirtschaftlich genutzte Bereiche innerhalb eines Agrarökosystems, *Wasser & Boden*, 10-16, 2002
- [47] Nitschke, L., Schüssler, W., Sengl, M., Metzner, G.: Monitoring von Kläranlagenabläufen in Bayern. In: Pestizideinträge in Oberflächengewässer aus landwirtschaftlichen Hofabläufen – Kenntnisstand und Minderungsmaßnahmen. UBA-Texte 87, 1997
- [48] Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe, Synthetische Moschus-Duftstoffe in der Elbe, Oktober 2000
- [49] Graaff van de, S., Schüssler, W., Wehrle v. Borzyskowski, R.: Untersuchungen zur Verteilung von Herbiziden, Nitrophenolen und Insektizide durch den Niederschlag, Landesamt für Wasserwirtschaft, Bericht, 1999
- [50] DVWK Materialien 1/2000, Grundwassergefährdung durch organische Luftschadstoffe, ISSN 0722-7167, 1999
- [51] Graaff van de, S., Gast, R., Rohleder, M., Schott, A.: Untersuchungen von Fischen aus bayerischen Gewässern, Fischmonitoring-Programm, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Berichte, 1996 - 2000

## 9 Tabellen im Anhang

### 4 Nitrophenole, pH-Werte, Leitfähigkeiten, Auffangvolumen

- 4.1 Hochspessart
- 4.2 Fichtelgebirge
- 4.3 Nationalpark Bayerischer Wald
- 4.4 Südliche Frankenalb
- 4.5 Donau-Gäuboden
- 4.6 Münchener Schotterebene bulk (trockene und nasse Deposition)
- 4.7 Münchener Schotterebene wet only (nasse Deposition)
- 4.8 Nördliches Lechfeld
- 4.9 Chiemgauer Alpen
- 4.10 Chiemgauer Voralpen

### 5 Herbizidkonzentrationen im Niederschlag

- 5.1 Langzeitbeobachtungen
- 5.2 neuere Pflanzenschutzmittel

### 6 Insektizidkonzentrationen im Niederschlag

### 7 Synthetische Moschusverbindungen im Niederschlag

### 8 Methyl-tert. Buthylether (MTBE) im Niederschlag

## Hochspessart Esselbach

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )
08.11.94	5,7	8,0	4400	3200	900	0		480	213,3	60,0	0,0		32,0
01.12.94	5,7	20,7	4800	4000	1000	400		680	290,9	72,7	29,1		49,4
14.12.94	5,7	17,8	2780	2160	750	440		480	91,0	31,6	18,5		20,2
08.06.95	5,8	28,0	4150	480	800	700		960	30,2	50,3	44,0		60,4
12.07.95	6,0	95,2	4000	960	900	500		840	58,2	54,5	30,3		50,9
16.08.95	5,2	17,4	750	1760	1200	170		420	20,0	13,6	1,9		4,8
11.09.95	5,1	24,0	7300	3600	1900	350		780	398,1	210,1	38,7		86,3
10.10.95	4,9	13,7	3000	1440	650	300		720	65,4	29,5	13,6		32,7
13.11.95	6,5	48,7	3000	2000	1200	600		1200	90,9	54,5	27,3		54,5
11.12.95	5,0	19,5	2900	1120	150	550		420	49,2	6,6	24,2		18,5
16.01.96	4,7	16,2	7600	2400	250	550		480	276,3	28,8	63,3		55,3
15.02.96			1200	4000	200	1500		600	72,7	3,6	27,3		10,9
15.03.96	4,8	27,0	2800	2160	200	800		360	91,6	8,5	33,9		15,3
16.04.96	6,0	46,3	2000	4160	2400	1100		1920	126,0	72,7	33,3		58,2
16.05.96	6,0	52,0	2100	3760	3300	330		1440	119,6	105,0	10,5		45,8
10.06.96	7,2	63,7	7900	1760	600	190		660	210,6	71,8	22,7		79,0
09.07.96			7500										
12.08.98	6,2	30,0	900	640	230	50		80	8,7	3,1	0,7		1,1
15.09.98	5,6	10,9	13500	1800	680	75	300	380	368,1	139,1	15,3	61,4	77,7
13.10.98	5,3	12,9	11000	1740	340	270	1000	410	290,0	56,7	45,0	166,7	68,3
10.11.98	5,5	39,3	20000	640	550	240	620	370	193,9	166,7	72,7	187,9	112,1
12.01.99	5,0	20,2	4000	1720	550	450	600	120	104,2	33,3	27,3	36,4	7,3
11.02.99	4,5	27,0	5500	1800	340	440	790	260	150,0	28,3	36,7	65,8	21,7
15.03.99	4,2	15,0	11500	2080	280	440	960	340	362,4	48,8	76,7	167,3	59,2
12.04.99	6,4	27,0	4500	4560	1300	1200	1900	1200	310,9	88,6	81,8	129,5	81,8
10.05.99	6,3	84,9	5500	2320	280	360	700	1200	193,3	23,3	30,0	58,3	100,0
16.06.99	5,6	24,2	6200	300	1300	230	550	520	28,2	122,1	21,6	51,7	48,8
16.07.99	5,1	19,0	6500	2000	1700	210	1200	840	197,0	167,4	20,7	118,2	82,7
17.08.99	6,6	68,0	3500	340	1200	200	500	400	18,0	63,6	10,6	26,5	21,2
14.09.99	6,0	28,0	1700	240	4400	250	500	1560	6,2	113,3	6,4	12,9	40,2
11.10.99	6,1	59,5	7500	140	1600	220	650	670	15,9	181,8	25,0	73,9	76,1
15.11.99	6,6	29,8	5500	880	1100	350	800	720	73,3	91,7	29,2	66,7	60,0
13.12.99	4,8	16,7	7200	2240	600	900	1700	660	244,3	65,4	98,2	185,4	72,0
17.01.00	5,4	12,0	8000	2560	400	750	1400	540	310,3	48,5	90,9	169,7	65,4
17.02.00	6,2	27,0	11300	3200	850	800	1400	720	547,8	145,5	137,0	239,7	123,3
13.03.00	6,2	30,6	16500	4160	1750	850	1750	1440	1039,9	437,5	212,5	437,5	360,0
10.04.00	5,6	46,1	9800	1240	1900	350	800	1440	184,1	282,1	52,0	118,8	213,8
15.05.00	6,6	12,8	4500	720	3100	200	900	1440	49,1	211,3	13,6	61,4	98,2
13.06.00	7,1	59,2	3600	240	1000	200	700	1260	13,1	54,5	10,9	38,2	68,7
10.07.00	6,0	15,0	7200	440	700	150	650	360	48,0	76,4	16,4	70,9	39,3
08.08.00	6,4	23,5	8500	560	1200	200	600	300	72,1	154,5	25,8	77,3	38,6
11.09.00	6,6	13,0	4000	600	1200	200	800	660	36,4	72,7	12,1	48,5	40,0
10.10.00	5,8	58,5	6500	440	2000	100	300	1020	43,3	197,0	9,8	29,5	100,4
13.11.00	6,9	84,4	5900	3080	1400	600	1550	780	275,3	125,1	53,6	138,5	69,7
11.12.00	5,5	13,5	4700	960	650	500	700	360	68,4	46,3	35,6	49,8	25,6
15.01.01	4,4	18,3	7000	1440	700	850	1350	420	152,7	74,2	90,1	143,2	44,5
12.03.01	6,2	30,6	11700	640	1450	900	1000	900	113,4	257,0	159,5	177,3	159,5
09.04.01	6,3	35,6	15000	280	900	200	350	480	63,6	204,5	45,5	79,5	109,1

## Hochspessart Esselbach

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )
14.05.01	6,2	78,2	8100	90	800	300	50	480	11,0	98,2	36,8	6,1	58,9
11.06.01	6,9	247,0	5000	200	920	430	180	450	15,2	69,7	32,6	13,6	34,1
16.07.01	7,5	271,0	6000	0	160	50	250	110	0,0	14,5	4,5	22,7	10,0
13.08.01	7,1	32,8	2500	0	240	0	60	100	0,0	9,1	0,0	2,3	3,8
17.09.01	4,6	16,3	8800	520	980	100	430	380	69,3	130,7	13,3	57,3	50,7
15.10.01	5,8	29,1	5800	0	370	0	0	165	0,0	32,5	0,0	0,0	14,5
19.11.01	4,8	17,2	7200	220	460	60	80	200	24,0	50,2	6,5	8,7	21,8
10.12.01	6,5	61,8	11500	370	260	140	500	270	64,5	45,3	24,4	87,1	47,0

Anzahl	54	54	56	52	55	52	37	55	52	55	52	37	55
Min	4,2	8,0	750	0	150	0	0	80	0,0	3,1	0,0	0,0	1,1
Median	5,9	27,0	5850	1240	850	330	675	520	73,3	69,7	27,3	66,2	50,9
MW	5,8	41,6	6460	1534	1023	405	752	663	144,9	92,8	38,2	91,7	61,8
Max	7,5	271,0	20000	4560	4400	1500	1900	1920	1039,9	437,5	212,5	437,5	360,0

## Fichtelgebirge Weißenstein

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )
08.06.95	5,2	20,0	4200	1760	1200	100		480	112,0	76,4	6,4		25,5
12.07.95			6000	1440	900	150		360	130,9	81,8	13,6		27,3
16.08.95	4,8	14,3	5300	960	800	0		300	77,1	64,2	0,0		20,1
11.09.95	5,1	15,4	5300	2400	1200	300		540	192,7	96,4	24,1		36,1
10.10.95	5,7	10,8	3000	1920	900	450		600	87,3	40,9	20,5		22,7
13.11.95	4,4	89,6	3000	1520	1000	600		960	69,1	45,5	27,3		36,4
11.12.95	4,3	18,7	1200	1520	1000	600		960	27,6	18,2	10,9		14,5
16.01.96	4,5	12,8	3000	2160	250	400		360	98,2	11,4	18,2		13,6
13.03.96	4,6	27,0	3000	4000	200	900		180	181,8	9,1	40,9		6,8
16.04.96	4,0	50,7	1800	5280	1000	1000		840	144,0	27,3	27,3		19,1
16.05.96	5,8	28,3	2300	3200	2500	450		960	111,5	87,1	15,7		27,9
12.06.96	7,0	25,9	3250	1920	400	160		300	94,5	19,7	7,9		12,3
09.07.96	4,8	17,9	11000	1760	700	140		300	293,3	116,7	23,3		41,7
12.08.96	5,4	16,0	6000	720	250	120		320	65,4	22,7	10,9		24,5
16.09.96	5,0	14,7	8100	1200	550	200		480	147,3	67,5	24,5		49,1
15.10.96	5,9	25,0	1400	4320	2400	750		1560	91,6	50,9	15,9		27,6
14.11.96	4,5	12,5	7200	1360	1700	370		360	148,3	185,4	40,4		32,7
16.12.96	5,1	16,0	2000	1520	430	750		250	46,1	13,0	22,7		6,4
16.01.97	3,8	25,6	2000	2560	600	330		240	77,6	18,2	10,0		6,1
13.02.97	5,0	15,0	4500	2800	500	500		360	190,9	34,1	34,1		20,5
10.03.97	4,8	11,5	6000	2400	500	450		320	218,2	45,5	40,9		24,5
14.04.97	4,7	23,8	4000	800	1000	160		600	48,5	60,6	9,7		30,3
14.05.97	5,2	17,2	4500	50	1000	200		540	3,4	68,2	13,6		30,7
11.06.97	6,4	31,0	1400	100	600	130		290	2,1	12,7	2,8		5,1
17.07.97	5,0	18,6	550	400	600			260	3,3	5,0			1,8
11.08.97	4,8	15,5	8000	0	550	120		280	0,0	66,7	14,5		27,9
11.09.97	5,5	18,3	2000	320	1300	120		480	9,7	39,4	3,6		12,1
14.10.97	5,1	13,7	6000	1920	950	230		540	174,5	86,4	20,9		40,9
11.11.97	6,2	67,3	1100	2240	3600	550		1440	37,3	60,0	9,2		20,0
17.12.97	6,5	15,3	5500	1600	400	400		780	133,3	33,3	33,3		54,2
14.01.98	6,0	13,5	2000	1920	600	1000		540	58,2	18,2	30,3		13,6
17.02.98	4,7	18,0	2000	880	350	400		300	26,7	10,6	12,1		7,6
16.03.98	5,0	16,1	5500	2400	1200	600		480	200,0	100,0	50,0		33,3
16.04.98	5,6	30,3	2000	2000	1100	350		600	60,6	33,3	10,6		15,2
12.05.98	4,8	34,1	1600	600	2200	400		1200	14,5	53,3	9,7		24,2
24.06.98	4,7	14,6	10000	400	850	120		400	60,6	128,8	18,2		50,0
14.07.98	6,0	16,1	5500	140	320	50		430	11,7	26,7	4,2		30,0
13.08.98	5,8	14,9	6000	150	500	60		190	13,6	45,5	5,5		14,5
15.09.98	5,6	10,5	15000	410	800	55	130	470	93,2	181,8	12,5	29,5	88,6
13.10.98	5,5	12,4	8000	960	600	390	1400	640	116,4	72,7	47,3	169,7	64,2
10.11.98	5,6	10,0	14000	840	450	300	450	300	178,2	95,4	63,6	95,4	53,0
14.12.98	4,1	32,0	3000	2480	190	460	1200	250	112,7	8,6	20,9	54,5	9,5
12.01.99	4,6	17,6	3000	580	300	350	400	260	26,4	13,6	15,9	18,2	10,0
11.02.99	4,3	20,0	4500	800	290	320	490	380	54,5	19,8	21,8	33,4	21,8
15.03.99	5,2	5,5	6000	100		25	80	0	9,1		2,3	7,3	0,0
15.03.99	3,8	14,8	6000	580	160	260	330	200	52,7	14,5	23,6	30,0	15,5
12.04.99	6,0	39,4	2000	960	2000	650	700	1200	29,1	60,6	19,7	21,2	30,3
10.05.99	6,6	22,6	2200	120	1800	240	210	1000	4,0	60,0	8,0	7,0	27,7

## Fichtelgebirge Weißenstein

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )
17.06.99	4,2	18,7	8500	140	1600	200	170	680	18,0	206,0	25,8	21,9	73,4
17.07.99	4,6	15,4	7300	720	1100	130	320	550	79,6	121,7	14,4	35,4	50,9
17.08.99	5,4	9,5	5700	340	530	130	160	250	29,4	45,8	11,2	13,8	18,1
14.09.99	5,5	15,7	3500	180	2800	320	400	1320	9,5	148,5	17,0	21,2	58,3
11.10.99	4,5	17,5	3000	1760	900	350	1300	660	80,0	40,9	15,9	59,1	25,0
15.11.99	5,2	14,7	5500	1280	770	270	800	560	106,7	64,2	22,5	66,7	39,2
13.12.99	4,4	16,3	4700	2960	800	900	1500	540	210,8	57,0	64,1	106,8	32,0
18.01.00	4,9	16,8	5300	1520	480	500	800	580	122,0	38,5	40,1	64,2	38,5
18.02.00	4,8	14,6	5800	2880	900	900	1500	760	253,1	79,1	79,1	131,8	55,4
13.03.00	4,6	15,9	8100	2320	890	630	1050	780	284,7	109,2	77,3	128,9	79,8
10.04.00	4,7	17,6	4900	880	1100	400	600	780	65,3	81,7	29,7	44,5	48,3
15.05.00	6,5	24,6	2700	680	3700	750	900	1560	27,8	151,3	30,7	36,8	53,2
13.06.00	6,8	13,5	6300	560	600	150	500	360	53,4	57,3	14,3	47,7	28,6
10.07.00	6,9	35,1	6000	640	650	150	550	300	58,2	59,1	13,6	50,0	22,7
08.08.00	5,5	10,4	8200	640	550	150	800	300	79,5	68,3	18,6	99,4	31,1
11.09.00	4,7	11,5	4000	360	700	150	350	300	21,8	42,4	9,1	21,2	15,2
10.10.00	4,6	16,1	4000	960	900	300	1050	780	58,2	54,5	18,2	63,6	39,4
13.11.00	4,9	15,5	3100	880	1050	450	900	900	41,3	49,3	21,1	42,3	35,2
11.12.00	4,4	12,2	3800	1040	500	400	800	300	59,9	28,8	23,0	46,1	14,4
15.01.01	4,9	10,1	5200	480	150	200	450	240	37,8	11,8	15,8	35,5	15,8
15.02.01	5,1	10,9	4200	480	300	200	500	120	30,5	19,1	12,7	31,8	6,4
12.03.01	5,1	14,6	4000	960	850	250	550	660	58,2	51,5	15,2	33,3	33,3
09.04.01	5,3	9,5	9200	1280	1000	200	600	420	178,4	139,4	27,9	83,6	48,8
14.05.01	5,9	16,5	4500	210	500	150	350	240	14,3	34,1	10,2	23,9	13,6
11.06.01	6,1	16,0	4700	660	560	110	580	220	47,0	39,9	7,8	41,3	15,7
16.07.01	5,6	10,1	10000	280	220	30	190	60	42,4	33,3	4,5	28,8	9,1
13.08.01	6,1	26,3	1300	100	340	80	100	160	2,0	6,7	1,6	2,0	3,2
17.09.01	4,4	18,6	9900	830	1200	180	520	550	124,5	180,0	27,0	78,0	82,5
15.10.01	5,0	11,1	4200	45	215	35	75	95	2,9	13,7	2,2	4,8	6,0
19.11.01	4,8	13,6	6000	160	310	170	190	170	14,5	28,2	15,5	17,3	15,5
10.12.01	4,3	14,6	5000	310	240	210	440	140	23,5	18,2	15,9	33,3	10,6

Anzahl	78	78	79	78	78	77	41	78	78	78	77	41	78
Min	3,8	5,5	550	0	150	0	75	0	0,0	5,0	0,0	2,0	0,0
Median	5,0	16,0	4500	880	700	265	500	420	59,9	47,5	15,9	35,5	25,0
MW	5,2	19,4	4930	1228	886	330	595	512	80,7	58,8	20,8	48,3	28,4
Max	7,0	89,6	15000	5280	3700	1000	1500	1560	293,3	206,0	79,1	169,7	88,6

## Bayerischer Wald Spiegelau

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )
08.06.95	6,0	10,0	7000	560	900	200		260	59,4	95,4	21,2		27,6
13.07.95			8200	520	800	150		480	64,6	99,4	18,6		59,6
16.08.95	4,7	15,4	6600	520	900	130		240	52,0	90,0	13,0		24,0
11.09.95	4,9	12,8	18000	1120	650	200		300	305,4	177,3	54,5		81,8
10.10.95	4,4	17,4	6000	2080	1200	500		1080	189,1	109,1	45,5		98,2
14.11.95	4,7	12,8	7000	1200	450	400		480	127,3	47,7	42,4		50,9
12.12.95	4,2	16,8	4200	1680	300	500		360	106,9	19,1	31,8		22,9
17.01.96	4,4	9,0	5500	1600	220	300		240	133,3	18,3	25,0		20,0
13.02.96			700	11200	200	1500		280	118,8	2,1	15,9		3,0
13.03.96	4,6	14,2	5500	1760	100	700		280	146,7	8,3	58,3		23,3
17.04.96	4,9	24,0	2500	5600	1000	600		900	212,1	37,9	22,7		34,1
17.05.96	5,9	11,7	8200	2240	850	200		360	278,3	105,6	24,8		44,7
11.06.96	6,1	10,4	7000	1520	450	150		360	161,2	47,7	15,9		38,2
10.07.96	5,0	11,6	11000	1200	250	150		140	200,0	41,7	25,0		23,3
13.08.96	5,5	8,8	6000	1040	550	170		240	94,5	50,0	15,5		21,8
17.09.96	4,8	12,6	8000	800	350	200		480	97,0	42,4	24,2		58,2
15.10.96	4,5	25,0	2000	2560	3000	700		1560	77,6	90,9	21,2		47,3
13.11.96	5,9	16,0	12400	720	370	330		290	135,3	69,5	62,0		54,5
17.12.96	5,9	13,2	4000	420	320	200		100	25,5	19,4	12,1		6,1
16.01.97	4,1	23,2	2000	960	250	270		180	29,1	7,6	8,2		5,5
14.02.97	5,1	7,0	6500	960	100	200		70	94,5	9,8	19,7		6,9
10.03.97	5,1	13,0	8000	3200	700	600		360	387,8	84,8	72,7		43,6
14.04.97	6,0	23,0	11000	2880	650	400		420	480,0	108,3	66,7		70,0
14.05.97	6,0	16,9	3000	210	550	260		290	9,5	25,0	11,8		13,2
11.06.97	6,4	17,0	3500	110	400	90		160	5,8	21,2	4,8		8,5
16.07.97	4,6	11,4	10000	360	250	80		160	54,5	37,9	12,1		24,2
12.08.97	5,9	12,0	8000	440	360	110		190	53,3	43,6	13,3		23,0
12.09.97	5,6	12,4	5500	300	500	170		960	25,0	41,7	14,2		80,0
15.10.97	4,4	12,6	9300	760	350	230		360	107,1	49,3	32,4		50,7
11.11.97	5,9	18,6	900	240	1800	700		480	3,3	24,5	9,5		6,5
17.12.97	6,0	11,2	9000	1440	220	200		100	196,3	30,0	27,3		13,6
14.01.98	5,8	15,0	4500	1440	250	400		480	98,2	17,0	27,3		32,7
17.02.98	5,3	23,0	3500	1040	250	500		240	55,1	13,3	26,5		12,7
16.03.98	5,1	14,6	7500	3040	800	600		480	345,4	90,9	68,2		54,5
16.04.98	4,1	15,4	5900	1920	500	300		340	171,6	44,7	26,8		30,4
12.05.98	5,8	50,3	2400	3520	1000	550		520	128,0	36,4	20,0		18,9
24.06.98	5,9	13,3	11500	460	670	170		400	80,1	116,7	29,6		69,7
14.07.98	5,3	19,2	6200	960	320	140		760	90,2	30,1	13,2		71,4
13.08.98	6,3	17,3	3500	680	330	60		100	36,1	17,5	3,2		5,3
15.09.98	5,3	6,9	17000	1070	300	90	200	210	275,6	77,3	23,2	51,5	54,1
14.10.98	4,8	12,0	8200	1400	340	340	820	250	173,9	42,2	42,2	101,9	31,1
12.11.98	4,7	7,4	23000	1720	420	480	820	280	599,3	146,3	167,3	285,7	97,6
15.12.98	4,2	21,5	7700	2000	240	750	1000	230	233,3	28,0	87,5	116,7	26,8
13.01.99	4,7	14,7	6000	1680	270	220	450	260	152,7	24,5	20,0	40,9	23,6
12.02.99	4,1	20,0	10000	1280	200	500	690	230	193,9	30,3	75,8	104,5	34,8
16.03.99	3,7	14,7	15500	1320	220	500	670	240	310,0	51,7	117,4	157,3	56,4
13.04.99	4,6	15,7	5100	1920	1000	270	650	460	148,3	77,3	20,9	50,2	35,5
11.05.99	5,9	19,2	3300	960	900	430	330	440	48,0	45,0	21,5	16,5	22,0

## Bayerischer Wald Spiegelau

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )
17.06.99	4,7	9,3	8500	480	650	160	160	170	61,8	83,7	20,6	20,6	21,9
17.07.99	5,8	12,2	7900	800	450	190	370	250	95,7	53,9	22,7	44,3	29,9
18.08.99	5,7	21,3	3200	440	350	75	100	410	21,3	17,0	3,6	4,8	19,9
15.09.99	6,3	17,2	3000	1040	2200	290	560	1020	47,3	100,0	13,2	25,5	46,4
12.10.99	5,0	11,0	8900	2720	1100	650	1500	480	366,8	148,3	87,6	202,3	64,7
16.11.99	5,2	14,9	2900	2560	760	800	1300	720	112,5	33,4	35,1	57,1	31,6
13.12.99	4,1	21,1	6000	3200	600	1100	1500	1200	290,9	54,5	100,0	136,4	109,1
18.01.00	4,2	11,5	8900	1280	120	350	750	160	172,6	16,2	47,2	101,1	21,6
18.02.00	4,6	15,2	14700	2320	450	700	1050	360	516,7	100,2	155,9	233,8	80,2
14.03.00	5,0	13,3	16000	3200	1100	750	1100	880	775,7	266,6	181,8	266,6	213,3
11.04.00	5,7	9,0	11500	720	550	250	300	360	125,4	95,8	43,6	52,3	62,7
16.05.00	5,5	22,1	6800	3120	2400	250	1100	720	321,4	247,2	25,8	113,3	74,2
14.06.00	6,5	11,4	7500	640	450	200	350	240	72,7	51,1	22,7	39,8	27,3
11.07.00	5,7	13,2	8000	880	650	200	600	240	106,7	78,8	24,2	72,7	29,1
09.08.00	6,2	19,5	14200	440	450	200	450	300	94,7	96,8	43,0	96,8	64,5
12.09.00	6,5	11,7	5000	280	1450	150	100	480	21,2	109,8	11,4	7,6	36,4
11.10.00	4,7	9,3	7800	640	500	350	700	420	75,6	59,1	41,4	82,7	49,6
14.11.00	5,9	13,6	3800	160	1450	500	200	900	9,2	83,5	28,8	11,5	51,8
12.12.00	4,5	8,9	6400	800	550	400	400	180	77,6	53,3	38,8	38,8	17,5
16.01.01	4,3	29,2	5900	120	450	400	150	240	10,7	40,2	35,8	13,4	21,5
16.02.01	5,5	14,2	4800	160	450	600	400	180	11,6	32,7	43,6	29,1	13,1
13.03.01	4,4	15,7	8700	240	650	450	250	480	31,6	85,7	59,3	33,0	63,3
10.04.01	4,7	7,4	14000	200	550	150	150	240	42,4	116,7	31,8	31,8	50,9
15.05.01	5,7	15,8	5400	60	350	200	0	180	4,9	28,6	16,4	0,0	14,7
12.06.01	6,0	13,0	11200	100	395	110	210	210	17,0	67,0	18,7	35,6	35,6
17.07.01	5,4	13,8	10200	70	220	60	50	80	10,8	34,0	9,3	7,7	12,4
14.08.01	5,7	11,4	11000	120	160	60	60	60	20,0	26,7	10,0	10,0	10,0
18.09.01	4,2	10,3	16800	740	500	140	400	280	188,3	127,3	35,6	101,8	71,3
16.10.01	6,5	30,7	2300	350	380	80	370	260	12,2	13,2	2,8	12,9	9,1
20.11.01	5,9	11,7	7800	900	700	360	540	260	106,4	82,7	42,5	63,8	30,7
11.12.01	4,5	13,5	9200	2070	320	430	1100	230	288,5	44,6	59,9	153,3	32,1

Anzahl	77	77	79	79	79	79	39	79	79	79	79	39	79
Min	3,7	6,9	700	60	100	60	0	60	3,3	2,1	2,8	0,0	3,0
Median	5,2	13,6	7000	960	450	270	425	280	98,2	47,7	25,0	50,9	31,6
MW	5,2	15,2	7666	1360	612	348	548	383	142,8	63,2	37,3	75,6	40,2
Max	6,5	50,3	23000	11200	3000	1500	1500	1560	775,7	266,6	181,8	285,7	213,3

## Südliche Frankenalb

### Hemau

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )
08.06.95	6,1	12,0	3900	1280	400	100		340	75,6	23,6	5,9		20,1
13.07.95			4680	800	400	100		240	56,7	28,4	7,1		17,0
16.08.95	6,0	17,8	5600	400	450	120		220	33,9	38,2	10,2		18,7
11.09.95	5,2	25,1	9200	240	1600	300		660	33,5	223,0	41,8		92,0
14.11.95	4,9	18,8	3200	1040	900	450		1080	50,4	43,6	21,8		52,4
12.12.95	5,3	17,0	2000	2240	900	600		720	67,9	27,3	18,2		21,8
17.01.96	4,6	11,7	3700	2320	370	370		440	130,0	20,7	20,7		24,7
14.02.96			400	10800	350	3000		420	65,4	2,1	18,2		2,5
14.03.96	4,4	34,5	1800	2160	400	1200		600	58,9	10,9	32,7		16,4
17.04.96	6,1	33,8	1800	3200	1300	1000		1200	87,3	35,5	27,3		32,7
17.05.96	5,4	44,3	1800	2880	1900	250		720	78,5	51,8	6,8		19,6
13.06.96	6,3	19,1	2900	1040	350	200		360	45,7	15,4	8,8		15,8
10.07.96	5,7	17,4	7000	1440	500	100		300	152,7	53,0	10,6		31,8
13.08.96	5,2	14,4	4300	1120	1600	170		720	73,0	104,2	11,1		46,9
17.09.96	5,8	17,1	5200	880	750	300		360	69,3	59,1	23,6		28,4
15.10.96	6,3	44,0	1200	5120	2400	750		1560	93,1	43,6	13,6		28,4
12.11.96	5,6	10,3	6400	1200	500	400		360	116,4	48,5	38,8		34,9
16.12.96	5,5	18,3	3200	2880	420	1500		340	139,6	20,4	72,7		16,5
16.01.97	5,2	14,7	1800	880	1600	450		780	24,0	43,6	12,3		21,3
13.02.97	4,4	34,0	1500	1760	80	750		360	40,0	1,8	17,0		8,2
10.03.97	6,2	12,0	4900	2400	1000	500		540	178,2	74,2	37,1		40,1
14.04.97	6,0	22,1	3900	680	1000	500		600	40,2	59,1	29,5		35,5
14.05.97	6,3	28,5	3900	640	850	220		530	37,8	50,2	13,0		31,3
11.06.97	6,3	25,5	850	2080	900	110		400	26,8	11,6	1,4		5,2
16.07.97	5,5	14,5	9800	1520	500			240	225,7	74,2			35,6
12.08.97	6,0	16,0	4600	880	600	200		280	61,3	41,8	13,9		19,5
12.09.97	6,5	49,2	1200	360	1200	160		380	6,5	21,8	2,9		6,9
15.10.97	5,0	16,6	6000	1200	2000	220		1560	109,1	181,8	20,0		141,8
11.11.97	6,2	61,3	500	2080	4600	450		2400	15,8	34,8	3,4		18,2
17.12.97	5,6	11,8	4000	960	400	200		400	58,2	24,2	12,1		24,2
14.01.98	6,3	11,1	2300	440	400	160		540	15,3	13,9	5,6		18,8
17.02.98	6,0	15,0	1800	720	300	150		300	19,6	8,2	4,1		8,2
16.03.98	5,5	13,0	3710	2400	800	500		600	134,9	45,0	28,1		33,7
16.04.98	6,0	50,3	1100	680	1400	70		780	11,3	23,3	1,2		13,0
12.05.98	5,9	36,8	1800	150	900			540	4,1	24,5			14,7
24.06.98	5,7	16,1	7500	480	480	40		540	54,5	54,5	4,5		61,4
13.08.98	6,4	21,1	3200	160	560			130	7,8	27,1			6,3
15.09.98	6,2	16,4	7700	580	470	50	160	250	67,7	54,8	5,8	18,7	29,2
14.10.98	5,8	13,9	4800	720	800	120	460	720	52,4	58,2	8,7	33,5	52,4
11.11.98	4,7	6,2	12000	1180	400	280	500	430	214,5	72,7	50,9	90,9	78,2
15.12.98	4,6	19,0	1900	800	100	200	460	310	23,0	2,9	5,8	13,2	8,9
13.01.99	5,2	12,8	2300	340	110	90	240	200	11,8	3,8	3,1	8,4	7,0
12.02.99	4,3	24,0	1650	150	130	160	240	160	3,7	3,2	4,0	6,0	4,0
16.03.99	4,0	11,7	2780	480	120	100	240	160	20,2	5,1	4,2	10,1	6,7
12.04.99	6,2	21,8	2000	4400	1700	500	550	840	133,3	51,5	15,2	16,7	25,5
11.05.99	6,8	27,8	3400	2480	1100	300	1300	580	127,7	56,7	15,5	67,0	29,9
17.06.99	5,5	12,0	8500	1120	750	160	450	200	144,2	96,6	20,6	57,9	25,8
17.07.99	6,3	12,5	10000	1920	750	180	950	320	290,9	113,6	27,3	143,9	48,5

## Südliche Frankenalb

### Hemau

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )
18.08.99	6,3	23,4	3300	1520	1500	150	470	380	76,0	75,0	7,5	23,5	19,0
15.09.99	6,0	30,9	2000	1680	2700	200	600	1130	50,9	81,8	6,1	18,2	34,2
11.10.99	6,0	17,4	3200	2560	1200	450	1100	720	124,1	58,2	21,8	53,3	34,9
16.11.99	5,6	12,9	2900	3120	700	900	2200	600	137,1	30,8	39,5	96,7	26,4
14.12.99	4,5	13,8	2300	2240	300	850	1400	360	78,1	10,5	29,6	48,8	12,5
18.01.00	4,7	12,7	3750	1040	250	800	1150	160	59,1	14,2	45,5	65,3	9,1
18.02.00	5,2	11,6	4300	2640	750	850	1600	620	172,0	48,9	55,4	104,2	40,4
14.03.00	4,9	17,2	4290	6480	2500	1600	3600	1800	421,2	162,5	104,0	234,0	117,0
11.04.00	5,7	30,8	4000	1760	2700	600	1200	1320	106,7	163,6	36,4	72,7	80,0
16.05.00	6,3	26,7	2300	720	1600	150	300	660	25,1	55,8	5,2	10,5	23,0
14.06.00	6,6	18,9	5600	1040	1700	150	400	420	88,2	144,2	12,7	33,9	35,6
11.07.00	6,1	18,4	4500	1920	650	250	1050	240	130,9	44,3	17,0	71,6	16,4
09.08.00	5,4	10,9	6800	2080	1800	350	1800	720	214,3	185,4	36,1	185,4	74,2
12.09.00	6,0	37,8	3700	960	1400	250	500	420	53,8	78,5	14,0	28,0	23,5
11.10.00	5,6	22,5	4000	1440	1450	350	1300	960	87,3	87,9	21,2	78,8	58,2
14.11.00	6,1	29,0	2500	680	2100	500	750	1260	25,8	79,5	18,9	28,4	47,7
12.12.00	5,1	12,4	3200	1240	850	450	950	540	60,1	41,2	21,8	46,1	26,2
16.01.01	5,2	11,7	4200	680	450	300	650	360	43,3	28,6	19,1	41,4	22,9
16.02.01	4,9	9,7	3300	840	350	300	800	240	42,0	17,5	15,0	40,0	12,0
13.03.01	5,7	15,1	4200	1520	550	350	800	420	96,7	35,0	22,3	50,9	26,7
10.04.01	5,7	13,2	7300	520	750	250	500	360	57,5	82,9	27,6	55,3	39,8
15.05.01	6,0	18,5	3800	680	500	350	500	360	39,1	28,8	20,1	28,8	20,7
12.06.01	6,1	18,0	5260	470	270	110	490	280	37,5	21,5	8,8	39,0	22,3
17.07.01	5,9	18,3	5900	230	90	40	150	40	20,6	8,0	3,6	13,4	3,6
14.08.01	6,1	25,5	2300	220	100	80	160	180	7,7	3,5	2,8	5,6	6,3
18.09.01	5,5	17,1	6500	830	580	170	620	420	81,7	57,1	16,7	61,1	41,4
16.10.01	6,0	19,9	2900	1210	640	135	465	270	53,2	28,1	5,9	20,4	11,9
20.11.01	6,1	17,8	4000	180	640	340	480	300	10,9	38,8	20,6	29,1	18,2
11.12.01	5,2	10,3	4500	340	380	410	900	230	23,2	25,9	28,0	61,4	15,7

Anzahl	75	75	77	77	77	74	40	77	77	77	74	40	77
Min	4,0	6,2	400	150	80	40	150	40	3,7	1,8	1,2	5,6	2,5
Median	5,7	17,4	3710	1040	700	265	575	420	58,9	41,8	16,1	40,7	23,5
MW	5,6	20,6	3980	1513	921	398	811	552	78,1	50,9	19,5	52,8	29,9
Max	6,8	61,3	12000	10800	4600	3000	3600	2400	421,2	223,0	104,0	234,0	141,8

## Donau-Gäuboden Straubing

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )
19.04.95	5,9	16,4	1850	5040	800	1300		480	141,3	22,4	36,4		13,5
07.05.95	5,8	28,5	1150	8000	1700	400		900	139,4	29,6	7,0		15,7
08.06.95	5,5	51,0	7000	800	1000	1400		600	84,8	106,1	148,5		63,6
13.07.95			2500	1200	1200	800		480	45,5	45,5	30,3		18,2
16.08.95	5,9	27,9	4600	1440	1400	200		480	100,4	97,6	13,9		33,5
11.09.95	5,7	17,2	9400	1440	1400	200		480	205,1	199,4	28,5		68,4
10.10.95	5,6	18,9	2000	2160	700	650		1140	65,4	21,2	19,7		34,5
14.11.95	5,7	20,4	3200	640	1200	900		1200	31,0	58,2	43,6		58,2
12.12.95	5,4	15,7	2700	3360	400	500		420	137,4	16,4	20,5		17,2
17.01.96	5,8	22,0	2950	2720	370	370		720	121,6	16,5	16,5		32,2
13.02.96			800		350	2500		540		4,2	30,3		6,5
13.03.96	4,4	24,4	2000	2240	300	900		420	67,9	9,1	27,3		12,7
17.04.96	5,9	50,7	2000	240	2000	1100		1560	7,3	60,6	33,3		47,3
17.05.96	5,8	31,4	2600	5120	600	300		660	201,7	23,6	11,8		26,0
10.07.96	5,1	13,7	10000	1920	400	200		300	290,9	60,6	30,3		45,5
10.08.96	5,5	15,1	4500	440	1300	130		540	30,0	88,6	8,9		36,8
17.09.96	6,0	18,6	4500	200	350	100		480	13,6	23,9	6,8		32,7
15.10.96	6,0	48,0	1200	8800	2400	1800		1440	160,0	43,6	32,7		26,2
13.11.96	6,1	13,5	5600	1440	700	500		480	122,2	59,4	42,4		40,7
16.12.96	5,6	13,7	4000	3360	400	1100		310	203,6	24,2	66,7		18,8
16.01.97	4,1	19,3	1300	5200	550	700		360	102,4	10,8	13,8		7,1
13.02.97	6,0	23,0	1250	960	600	300		480	18,2	11,4	5,7		9,1
11.03.97	5,9	20,0	3000	760	1200	200		780	34,5	54,5	9,1		35,5
14.04.97	5,7	27,9	3900	600	1250	110		840	35,5	73,9	6,5		49,6
14.05.97	6,7	43,0	2500	370	1000	60		720	14,0	37,9	2,3		27,3
12.06.97	5,7	18,0	3200	260	300	0		240	12,6	14,5	0,0		11,6
01.07.97	5,2	17,3	4800	320	400	80		160	23,3	29,1	5,8		11,6
13.08.97	6,3	17,0	6000	220	450	40		260	20,0	40,9	3,6		23,6
13.09.97	5,6	21,9	2000	40	300	0		140	1,2	9,1	0,0		4,2
14.10.97	5,3	15,9	5900	1680	700	250		720	150,2	62,6	22,3		64,4
11.11.97	6,2	71,3	500	4640	1500	1400		960	35,1	11,4	10,6		7,3
17.12.97	6,2	13,5	4300	2080	500	400		300	135,5	32,6	26,1		19,5
14.01.98	6,3	12,4	1800	4880	700	1300		840	133,1	19,1	35,5		22,9
18.02.98	6,6	22,0	800	1760	500	500		540	21,3	6,1	6,1		6,5
16.03.98	5,7	22,0	3100	12000	1800	2200		1680	563,6	84,5	103,3		78,9
16.04.98	6,3	69,7	1800	4160	1000	600		780	113,4	27,3	16,4		21,3
12.05.98	5,9	46,3	1100	5680	1900	550		900	94,7	31,7	9,2		15,0
24.06.98	5,9	19,3	7200	1200	850	90		440	130,9	92,7	9,8		48,0
15.07.98	6,5	36,1	3500	960	800	75		440	50,9	42,4	4,0		23,3
13.08.98	6,5	21,4	3500	240	300	0		100	12,7	15,9	0,0		5,3
15.09.98	5,8	13,0	7200	1440	660	100	410	330	157,1	72,0	10,9	44,7	36,0
14.10.98	6,5	12,5	6400	1320	1150	200	780	650	128,0	111,5	19,4	75,6	63,0
11.11.98	5,0	6,7	12000	1160	500	270	570	360	210,9	90,9	49,1	103,6	65,4
15.12.98	4,5	25,0	2200	1440	360	460	850	460	48,0	12,0	15,3	28,3	15,3
13.01.99	4,9	13,5	2300	1350	190	350	700	240	47,0	6,6	12,2	24,4	8,4
12.02.99	4,6	23,0	2500	700	150	220	480	140	26,5	5,7	8,3	18,2	5,3
16.03.99	2,8	1013,0	4650	1280	500	1100	700	410	90,2	35,2	77,5	49,3	28,9
12.04.99	6,5	60,4	2800	3520	280	900	1400	680	149,3	11,9	38,2	59,4	28,8

## Donau-Gäuboden Straubing

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )
11.05.99	6,6	37,8	3000	2960	1000	600	2000	900	134,5	45,5	27,3	90,9	40,9
17.06.99	5,0	11,0	8000	190	900	70	180	310	23,0	109,1	8,5	21,8	37,6
17.07.99	5,8	10,7	7000	210	480	100	300	260	22,3	50,9	10,6	31,8	27,6
18.08.99	6,1	19,9	2300	380	600	190	350	290	13,2	20,9	6,6	12,2	10,1
15.09.99	6,3	28,4	1900	320	2350	150	500	1080	9,2	67,6	4,3	14,4	31,1
12.10.99	6,5	14,9	5100	2640	2200	300	1300	1560	204,0	170,0	23,2	100,4	120,5
16.11.99	5,9	16,3	2200	1200	870	750	1500	660	40,0	29,0	25,0	50,0	22,0
14.12.99	4,5	18,0	2400	3200	900	1800	2500	780	116,4	32,7	65,4	90,9	28,4
18.01.00	4,7	14,0	4200	1600	260	1200	1600	380	101,8	16,5	76,4	101,8	24,2
18.02.00	4,8	19,1	3400	2320	1200	1200	1500	900	119,5	61,8	61,8	77,3	46,4
14.03.00	5,5	17,4	3430	4960	1750	1650	3150	1440	257,7	90,9	85,7	163,7	74,8
11.04.00	5,7	14,4	5300	4240	1100	700	1500	720	340,5	88,3	56,2	120,4	57,8
16.05.00	6,0	29,8	4200	280	4400	350	1500	1080	17,8	280,0	22,3	95,4	68,7
14.06.00	6,6	24,5	3500	120	900	100	1400	420	6,4	47,7	5,3	74,2	22,3
11.07.00	6,6	25,4	4300	1520	700	200	1150	300	99,0	45,6	13,0	74,9	19,5
09.08.00	3,2	288,0	7600	1360	1050	250	1300	420	156,6	120,9	28,8	149,7	48,4
12.09.00	6,5	20,3	3000	680	1100	250	650	420	30,9	50,0	11,4	29,5	19,1
11.10.00	4,9	12,8	6800	2040	1000	600	1950	660	210,2	103,0	61,8	200,9	68,0
14.11.00	5,8	21,8	1800	600	1850	850	900	1080	16,4	50,4	23,2	24,5	29,5
12.12.00	5,5	12,2	3400	1200	850	550	850	420	61,8	43,8	28,3	43,8	21,6
16.02.01	5,5	14,4	2600	5560	650	1350	3450	300	219,0	25,6	53,2	135,9	11,8
13.03.01	5,8	15,8	3900	3920	1250	700	1500	660	231,6	73,9	41,4	88,6	39,0
10.04.01	5,4	11,2	9000	1160	650	250	900	360	158,2	88,6	34,1	122,7	49,1
15.05.01	6,0	16,5	3637	1080	600	300	900	360	59,5	33,1	16,5	49,6	19,8
12.06.01	6,0	15,0	6000	760	420	80	570	310	69,1	38,2	7,3	51,8	28,2
17.07.01	5,3	13,8	6180	250	210	40	190	40	23,4	19,7	3,7	17,8	3,7
14.08.01	6,2	26,5	2700	320	500	100	320	140	13,1	20,5	4,1	13,1	5,7
18.09.01	5,4	15,8	8000	680	860	100	400	380	82,4	104,2	12,1	48,5	46,1
16.10.01	6,4	35,6	2400	120	570	40	165	245	4,4	20,7	1,5	6,0	8,9
20.11.01	6,0	23,8	4200	300	610	140	260	300	19,1	38,8	8,9	16,5	19,1
11.12.01	5,2	44,3	4300	680	320	170	630	200	44,3	20,8	11,1	41,0	13,0

Anzahl	77	77	79	78	79	76	39	79	78,0	79,0	76,0	39,0	79,0
Min	2,8	6,7	500	40	150	0	165	40	1,2	4,2	0,0	6,0	3,7
Median	5,8	19,3	3400	1300	700	300	850	480	75,8	38,8	16,5	50,0	26,2
MW	5,7	39,8	3947	2021	905	543	1058	582	97,9	51,6	25,5	65,7	31,1
Max	6,7	1013,0	12000	12000	4400	2500	3450	1680	563,6	280,0	148,5	200,9	120,5

## Obelfing

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )
26.07.94	6,0	35,0	1150	1760	500	1000		340	40,5	11,5	23,0		7,8
05.08.94	6,3	23,5	1600	1600	1200	350		560	51,2	38,4	11,2		17,9
26.08.94			4700	1680	1300	200		440	157,9	122,2	18,8		41,4
13.09.94	6,1	14,6	2750	2480	1400	290		640	136,4	77,0	16,0		35,2
02.11.94	7,2	14,0	1050	880	1200	650		720	18,5	25,2	13,7		15,1
01.12.94	6,3	14,0	3600	1440	660	700		600	103,7	47,5	50,4		43,2
14.12.94	5,9	10,1	1600	260	550	170		280	8,3	17,6	5,4		9,0
03.02.95	5,9	16,4	1850	290	270	700		160	10,7	10,0	25,9		5,9
26.03.95			3500	290	800	850		480	20,3	56,0	59,5		33,6
21.04.95	5,0	35,3	2400	1520	400	1000		240	73,0	19,2	48,0		11,5
07.05.95	5,6	25,3	950	1120	2200	1000		1020	21,3	41,8	19,0		19,4
08.06.95	5,6	25,5	11100	720	1000	300		420	159,8	222,0	66,6		93,2
14.07.95			3200	560	1000	200		360	35,8	64,0	12,8		23,0
16.08.95	6,1	15,7	6500	360	900	220		130	46,8	117,0	28,6		16,9
11.09.95	5,9	15,3	7000	480	1500	450		480	67,2	210,0	63,0		67,2
10.10.95	5,2	18,8	1900	240	850	450		960	9,1	32,3	17,1		36,5
15.11.95	5,2	18,8	1800	960	800	700		840	34,6	28,8	25,2		30,2
13.12.95	4,7	9,5	2500	400	350	350		360	20,0	17,5	17,5		18,0
15.01.96	4,6	11,0	3900	1440	400	400		420	112,3	31,2	31,2		32,8
12.02.96			1200	3040	330	1200		240	73,0	7,9	28,8		5,8
12.03.96	5,2	24,2	1000	5360	300	1200		360	107,2	6,0	24,0		7,2
18.04.96	6,9	85,8	2000	9600	2000	1000		1440	384,0	80,0	40,0		57,6
18.05.96	6,2	18,6	4300	2960	600	300		420	254,6	51,6	25,8		36,1
13.06.96	6,6	18,7	4500	1360	650	150		480	122,4	58,5	13,5		43,2
11.07.96	5,6	10,0	7200	1520	300	300		160	218,9	43,2	43,2		23,0
14.08.96	5,5	16,2	5700	800	850	100		370	91,2	96,9	11,4		42,2
18.09.96	6,1	18,7	6700	1680	900	400		480	225,1	120,6	53,6		64,3
16.10.96	5,5	17,0	3300	2560	950	850		720	169,0	62,7	56,1		47,5
14.11.96	5,7	15,8	3400	300	700	300		480	20,4	47,6	20,4		32,6
17.12.96	5,6	9,9	3000	360	250	450		130	21,6	15,0	27,0		7,8
16.01.97	4,4	13,9	1300	1120	600	500		300	29,1	15,6	13,0		7,8
14.02.97	5,4		450	2880	650	600		420	25,9	5,9	5,4		3,8
12.03.97	6,2	18,0	2500	2800	1000	500		480	140,0	50,0	25,0		24,0
14.04.97	6,1	29,6	3000	4400	1100	600		660	264,0	66,0	36,0		39,6
14.05.97	6,1	22,8	3000	680	500	200		240	40,8	30,0	12,0		14,4
12.06.97	6,5	24,2	2700	560	700	180		340	30,2	37,8	9,7		18,4
17.07.97	5,4	11,4	8500	560	40	70		180	95,2	6,8	11,9		30,6
12.08.97	6,8	23,5	6000	360	460	50		300	43,2	55,2	6,0		36,0
12.09.97	6,5	35,0	5000	440	700	70		240	44,0	70,0	7,0		24,0
13.10.97	4,9	10,0	430	1520	1400	260		660	13,1	12,0	2,2		5,7
10.11.97	4,5	16,1	1000	1200	1900	500		400	24,0	38,0	10,0		8,0
17.12.97	5,9	8,0	4000	100	250	200		190	8,0	20,0	16,0		15,2
14.01.98	6,3	8,9	1500	1120	340	280		300	33,6	10,2	8,4		9,0
16.02.98	6,2	17,2	810	400	300	300		240	6,5	4,9	4,9		3,9
17.03.98	5,4	18,0	3100	8400	1700	1800		1200	520,8	105,4	111,6		74,4

## Obelfing

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )
17.04.98	5,6	22,7	3000	4080	1000	550		960	244,8	60,0	33,0		57,6
13.05.98	5,9	21,4	1800	2400	950	400		420	86,4	34,2	14,4		15,1
25.06.98	6,1	11,3	6600	360	650	70		360	47,5	85,8	9,2		47,5
15.07.98	6,3	6,3	3400	140	400	40		300	9,5	27,2	2,7		20,4
14.08.98	6,1	18,2	5500	840	360	100		100	92,4	39,6	11,0		11,0
17.09.98	6,3	12,1	6500	1240	600	160	340	280	161,2	78,0	20,8	44,2	36,4
15.10.98	5,3	8,1	2500	1040	420	280	1000	320	52,0	21,0	14,0	50,0	16,0
12.11.98	5,2	4,9	8000	960	180	310	560	130	153,6	28,8	49,6	89,6	20,8
16.12.98	4,5	16,0	2500	1600	280	760	1600	220	80,0	14,0	38,0	80,0	11,0
14.01.99	5,6	12,1	1800	1960	600	500	770	360	70,6	21,6	18,0	27,7	13,0
12.02.99	4,2	14,0	1500	1600	150	570	1000	50	48,0	4,5	17,1	30,0	1,5
17.03.99	4,3	10,7	5000	1120	150	230	500	170	112,0	15,0	23,0	50,0	17,0
13.04.99	5,9	19,8	2500	5440	1400	650	1300	600	272,0	70,0	32,5	65,0	30,0
07.05.99	7,4	10,8	2000	1680	440	340	900	200	67,2	17,6	13,6	36,0	8,0
01.06.99	4,8	9,4	9000	1520	850	250	950	280	273,6	153,0	45,0	171,0	50,4
15.06.99	5,7	25,7	2200	440	600	250	950	170	19,4	26,4	11,0	41,8	7,5
15.07.99	5,3	10,9	5900	600	550	290	500	230	70,8	64,9	34,2	59,0	27,1
19.08.99	5,7	10,9	4800	720	500	230	600	240	69,1	48,0	22,1	57,6	23,0
13.09.99	5,7	14,5	3500	2080	1300	500	2100	660	145,6	91,0	35,0	147,0	46,2
13.10.99	5,6	7,4	4200	4000	2800	650	1800	900	336,0	235,2	54,6	151,2	75,6
17.11.99	6,2	12,7	2900	3360	700	700	1600	480	194,9	40,6	40,6	92,8	27,8
15.12.99	4,6	12,3	2400	5600	500	1900	3500	560	268,8	24,0	91,2	168,0	26,9
19.01.00	4,4	11,2	3500	1040	140	600	500	240	72,8	9,8	42,0	35,0	16,8
19.02.00	5,1	10,0	3000	2400	600	800	1500	480	144,0	36,0	48,0	90,0	28,8
15.03.00	5,5	14,0	2300	5840	1150	1650	2800	1020	268,6	52,9	75,9	128,8	46,9
12.04.00	5,5	11,7	4900	3840	1100	800	1800	600	376,3	107,8	78,4	176,4	58,8
17.05.00	6,3	21,2	2800	1520	2400	550	1200	840	85,1	134,4	30,8	67,2	47,0
15.06.00	6,2	9,9	7500	680	1100	250	800	300	102,0	165,0	37,5	120,0	45,0
12.07.00	6,2	13,9	4900	1920	700	300	1100	240	188,2	68,6	29,4	107,8	23,5
10.08.00	5,1	7,5	6400	1920	450	400	1300	240	245,8	57,6	51,2	166,4	30,7
13.09.00	6,8	15,6	4000	2360	1900	350	1250	600	188,8	152,0	28,0	100,0	48,0
13.09.00	6,8	15,6	4000	2360	1900	350	1250	600	188,8	152,0	28,0	100,0	48,0
12.10.00	5,0	7,1	7700	1400	600	300	1150	420	215,6	92,4	46,2	177,1	64,7
15.11.00	6,1	20,7	1800	2880	1600	1200	1750	720	103,7	57,6	43,2	63,0	25,9
13.12.00	5,3	10,0	1700	1680	700	600	1200	300	57,1	23,8	20,4	40,8	10,2
17.01.01	4,9	11,1	4000	2800	1200	700	1450	480	224,0	96,0	56,0	116,0	38,4
17.02.01	4,8	7,4	3300	2880	950	650	1400	240	190,1	62,7	42,9	92,4	15,8
14.03.01	5,8	12,0	2800	2800	700	650	1500	300	156,8	39,2	36,4	84,0	16,8
11.04.01	5,5	10,9	5900	2920	1050	500	1300	420	344,6	123,9	59,0	153,4	49,6
17.05.01	5,6	17,8	4100	1680	850	400	800	300	137,8	69,7	32,8	65,6	24,6
13.06.01	6,0	10,0	6200	840	260	130	520	160	104,2	32,2	16,1	64,5	19,8
18.07.01	5,3	14,6	6500	390	160	70	150	40	50,7	20,8	9,1	19,5	5,2
16.08.01	5,6	11,7	4800	40	560	120	460	100	3,8	53,8	11,5	44,2	9,6
19.09.01	4,5	7,5	9100	480	570	160	480	170	87,4	103,7	29,1	87,4	30,9
17.10.01	5,6	11,3	1800	235	355	135	500	185	8,5	12,8	4,9	18,0	6,7

## Obelfing

Datum	pH	Leitfähigkeit ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo ( $\mu\text{g}/\text{Zeitraum} \cdot \text{m}^2$ )	2,4-DNP-Depo ( $\mu\text{g}/\text{Zeitraum} \cdot \text{m}^2$ )	3-M-4NP-Depo ( $\mu\text{g}/\text{Zeitraum} \cdot \text{m}^2$ )	2-M-4NP-Depo ( $\mu\text{g}/\text{Zeitraum} \cdot \text{m}^2$ )	DNOC - Depo ( $\mu\text{g}/\text{Zeitraum} \cdot \text{m}^2$ )
Anzahl	86	85	90	90	90	90	40	90	90,0	90,0	90,0	40,0	90
Min	4,2	4,9	430	40	40	40	150	40	3,8	4,5	2,2	18,0	1,5
Median	5,6	14,0	3250	1440	680	400	1125	360	86,9	45,4	25,5	82,0	24
MW	5,7	16,1	3768,22	1802,7	812,5	485,9	1153	420,7	117,3	58,1	29,6	87,0	28,2
Max	7,4	85,8	11100	9600	2800	1900	3500	1440	520,8	235,2	111,6	177,1	93,2

## Obelfing

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )
26.07.94	6,4	29,2	1200	1680	450	500		180	40,3	10,8	12,0		4,3
05.08.94	6,2	27,3	1350	640	210	160		760	17,3	5,7	4,3		20,5
26.08.94			3250	1520	950	2000		320	98,8	61,8	130,0		20,8
13.09.94	6,0	12,0	2500	680	1300	340		600	34,0	65,0	17,0		30,0
02.11.94	7,1	23,0	1000	740	1100	375		660	14,8	22,0	7,5		13,2
01.12.94	5,3	17,8	3450	1200	660	600		480	82,8	45,5	41,4		33,1
14.12.94	5,7	6,6	1550	140	550	300		220	4,3	17,1	9,3		6,8
03.02.95	5,9	17,3	1900	480	150	600		120	18,2	5,7	22,8		4,6
03.03.95	5,6	7,3	1700	400	450	750		100	13,6	15,3	25,5		3,4
18.09.96	5,5	17,5	6700	1200	900	400		480	160,8	120,6	53,6		64,3
16.10.96	5,5	15,0	3300	440	900	600		720	29,0	59,4	39,6		47,5
14.11.96	5,5	21,2	3400	260	700			540	17,7	47,6			36,7
17.12.96	6,0	15,9	3000	400	270	400		260	24,0	16,2	24,0		15,6
14.02.97	6,2	21,0	1800	300	650	400		420	10,8	23,4	14,4		15,1
11.03.97	6,4	18,0	2600	2400	1100	400		600	124,8	57,2	20,8		31,2
14.04.97	6,1	26,6	3000	1760	1300	800		900	105,6	78,0	48,0		54,0
14.05.97	6,0	16,5	3000	320	500	60		240	19,2	30,0	3,6		14,4
12.06.97	6,4	23,0	2700	180	280			130	9,7	15,1			7,0
17.07.97	6,2	9,9	9000	640	400	200		180	115,2	72,0	36,0		32,4
13.08.97	6,7	14,0	6000	800	600	220		310	96,0	72,0	26,4		37,2
13.09.97	6,7	14,0	500	800	700	170		300	8,0	7,0	1,7		3,0
13.10.97	4,8	14,1	4300	150	1250	300		620	12,9	107,5	25,8		53,3
10.11.97	4,4	25,6	1000	2960	1600	550		600	59,2	32,0	11,0		12,0
17.12.97	6,1	8,4	4000	1600	400	300		290	128,0	32,0	24,0		23,2
14.01.98	6,1	9,8	1500	1760	400	500		420	52,8	12,0	15,0		12,6
16.02.98	6,6	17,0	830	2240	300	750		240	37,2	5,0	12,5		4,0
17.03.98	6,0	15,3	3100	6800	1000	1200		720	421,6	62,0	74,4		44,6
17.04.98	5,6	25,5	3000	3120	900	600		960	187,2	54,0	36,0		57,6
13.05.98	5,6	13,8	1600	240	850	400		480	7,7	27,2	12,8		15,4
25.06.98	6,4	11,4	6800	2000	1400	400		660	272,0	190,4	54,4		89,8
15.07.98	6,2	16,8	3600	960	500	120		340	69,1	36,0	8,6		24,5
14.08.98	5,9	11,5	5300	370	220	80		100	39,2	23,3	8,5		10,6
17.09.98	5,7	8,1	6500	940	450	110	220	220	122,2	58,5	14,3	28,6	28,6
15.10.98	5,5	8,7	2500	1100	350	230	800	400	55,0	17,5	11,5	40,0	20,0
12.11.98	5,2	4,8	8000	920	200	350	600	170	147,2	32,0	56,0	96,0	27,2
16.12.98	4,5	15,0	2500	2000	200	800	2000	200	100,0	10,0	40,0	100,0	10,0
14.01.99	4,9	10,3	1800	1320	500	800	700	320	47,5	18,0	28,8	25,2	11,5
12.02.99	4,2	16,0	1500	1360	130	920	1700	40	40,8	3,9	27,6	51,0	1,2
17.03.99	4,3	11,0	5000	1200	160	250	520	140	120,0	16,0	25,0	52,0	14,0
13.04.99	5,9	18,7	2500	4320	1300	600	1200	600	216,0	65,0	30,0	60,0	30,0
07.05.99	6,3	10,4	2000	1920	580	440	950	300	76,8	23,2	17,6	38,0	12,0
01.06.99	4,8	9,4	9000	2000	600	200	900	290	360,0	108,0	36,0	162,0	52,2
16.06.99	5,5	11,0	2200	2240	480	230	1200	180	98,6	21,1	10,1	52,8	7,9
16.07.99	5,5	11,0	5800	1280	450	230	1000	220	148,5	52,2	26,7	116,0	25,5
19.08.99	5,4	11,6	4800	2160	650	370	1400	300	207,4	62,4	35,5	134,4	28,8
13.09.99	5,7	14,1	3500	5040	1450	600	2500	720	352,8	101,5	42,0	175,0	50,4
13.10.99	5,5	7,8	4500	1260	1700	300	950	920	113,4	153,0	27,0	85,5	82,8
17.11.99	6,3	13,9	2900	1840	700	550	1200	430	106,7	40,6	31,9	69,6	24,9

## Obelfing

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )
15.12.99	4,4	13,1	2400	1200	350	650	1200	200	57,6	16,8	31,2	57,6	9,6
19.01.00	4,3	11,2	3500	2320	180	900	1000	220	162,4	12,6	63,0	70,0	15,4
19.02.00	5,0	12,2	3000	4800	750	1400	2300	600	288,0	45,0	84,0	138,0	36,0
15.03.00	5,6	13,3	2300	3440	1400	950	1400	1140	158,2	64,4	43,7	64,4	52,4
12.04.00	5,2	11,9	4900	1440	800	300	900	480	141,1	78,4	29,4	88,2	47,0
17.05.00	5,7	13,9	2800	360	750	60	250	300	20,2	42,0	3,4	14,0	16,8
15.06.00	5,9	9,7	7500	520	550	150	350	240	78,0	82,5	22,5	52,5	36,0
12.07.00	5,7	10,4	4800	1040	450	150	750	240	99,8	43,2	14,4	72,0	23,0
10.08.00	5,9	10,5	6100	640	300	200	650	180	78,1	36,6	24,4	79,3	22,0
13.09.00	6,6	11,0	3700	1840	1750	300	1200	600	136,2	129,5	22,2	88,8	44,4
13.09.00	6,6	11,0	3700	1840	1750	300	1200	600	136,2	129,5	22,2	88,8	44,4
12.10.00	4,9	9,4	7700	1720	500	400	1300	480	264,9	77,0	61,6	200,2	73,9
15.11.00	5,9	14,4	1800	1680	1750	850	1300	660	60,5	63,0	30,6	46,8	23,8
13.12.00	4,7	10,5	1700	880	650	350	850	300	29,9	22,1	11,9	28,9	10,2
17.01.01	4,6	8,3	4000	1080	750	300	50	240	86,4	60,0	24,0	4,0	19,2
17.02.01	5,6	11,7	3300	4280	1400	850	1900	360	282,5	92,4	56,1	125,4	23,8
14.03.01	5,2	9,3	2800	3600	700	750	1300	240	201,6	39,2	42,0	72,8	13,4
11.04.01	5,4	9,0	5900	3400	1750	500	1350	420	401,2	206,5	59,0	159,3	49,6
17.05.01	5,5	13,2	4100	3480	950	450	1200	300	285,4	77,9	36,9	98,4	24,6
13.06.01	6,0	10,0	6200	1110	280	130	570	150	137,6	34,7	16,1	70,7	18,6
18.07.01	5,4	12,8	6400	750	230	90	290	60	96,0	29,4	11,5	37,1	7,7
16.08.01	5,6	11,3	4500	860	340	120	460	100	77,4	30,6	10,8	41,4	9,0
19.09.01	5,2	9,1	8500	820	560	140	480	170	139,4	95,2	23,8	81,6	28,9
18.10.01	5,3	13,9	1500	190	275	120	270	175	5,7	8,3	3,6	8,1	5,3
21.11.01	5,6	8,1	2800	680	420	320	440	140	38,1	23,5	17,9	24,6	7,8
12.12.01	5,1	8,0	5000	1280	340	370	160	110	128,0	34,0	37,0	16,0	11,0

Anzahl	73	73	74	74	74	72	42	74	74,0	74,0	72,0	42,0	74,0
Min	4,2	4,8	500	140	130	60	50	40	4,3	3,9	1,7	4,0	1,2
Median	5,6	12,0	3175	1200	590	373	950	300	96,0	39,9	24,7	69,8	22,5
MW	5,6	13,6	3700	1559	713	452	975	380	111,3	51,2	28,9	74,2	26,3
Max	7,1	29,2	9000	6800	1750	2000	2500	1140	421,6	206,5	130,0	200,2	89,8

## Nördliches Lechfeld Königsbrunn

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )
30.11.95			3000	1120	250	300		240	50,9	11,4	13,6		10,9
14.12.95	5,7	42,2	400	6400	2500	2000		900	38,8	15,2	12,1		5,5
15.01.96	5,2	8,3	3900	600	250	450		300	35,5	14,8	26,6		17,7
15.03.96	5,0	32,1	1500	3200	600	1400		600	72,7	13,6	31,8		13,6
15.04.96	6,4	42,8	2000	600	2000	1200		1320	18,2	60,6	36,4		40,0
14.05.96	5,5	38,3	1900	560	2000	230		660	16,1	57,6	6,6		19,0
10.06.96			7500	800	600	400		720	90,9	68,2	45,5		81,8
15.07.96	5,4	13,8	9500	1600	400	250		180	230,3	57,6	36,0		25,9
08.08.96	5,5	8,8	5500	1440	1250	280		480	120,0	104,2	23,3		40,0
13.09.96	5,4	12,7	6200	840	500	200		420	78,9	47,0	18,8		39,5
15.10.96	6,1	25,0	2300	800	1300	100		1020	27,9	45,3	3,5		35,5
11.11.96	6,3	23,7	4200	130	1350	500		840	8,3	85,9	31,8		53,4
13.12.96	5,9	16,5	3500	480	500	1100		300	25,5	26,5	58,3		15,9
13.01.97	4,9	13,0	1800		850	700		600		23,2	19,1		16,4
10.02.97	6,3	13,0	200	3200	100	500		300	9,7	0,3	1,5		0,9
07.03.97	6,0	12,0	4000	800	1100	550		600	48,5	66,7	33,3		36,4
15.04.97	6,3	27,2	2500	880	1000	500		540	33,3	37,9	18,9		20,5
15.05.97	6,3	27,2	3500	480	850	160		530	25,5	45,1	8,5		28,1
10.06.97	6,5	27,0	350	230	1250	140		600	1,2	6,6	0,7		3,2
15.07.97	6,1	21,5	600		500	120		300		4,5	1,1		2,7
10.08.97	6,8	38,0	4800	200	1200	200		660	14,5	87,3	14,5		48,0
10.09.97	6,6	45,5	3000	200	550	120		190	9,1	25,0	5,5		8,6
13.10.97	6,0	67,7	3000	1360	650	240		290	61,8	29,5	10,9		13,2
10.11.97	6,4	63,1	900	880	1600	300		960	12,0	21,8	4,1		13,1
14.12.97	6,2	19,2	3700	1040	500	320		380	58,3	28,0	17,9		21,3
13.01.98	6,0	11,3	2800	760	450	300		360	32,2	19,1	12,7		15,3
16.02.98	6,4	35,0	700	2320	400	600		360	24,6	4,2	6,4		3,8
18.03.98	5,7	17,5	4000	3520	850	800		480	213,3	51,5	48,5		29,1
18.04.98	6,4	26,9	2200	280	700	250		480	9,3	23,3	8,3		16,0
14.05.98	5,9	36,2	2500	310	440	110		250	11,7	16,7	4,2		9,5
22.06.98	6,0	13,9	8500	1680	850	60		600	216,3	109,5	7,7		77,3
11.07.98	6,6	33,3	3200	220	450	30		140	10,7	21,8	1,5		6,8
16.08.98	6,5	26,9	5800	120	1250	150		720	10,5	109,8	13,2		63,3
18.09.98	5,8	15,2	10500	660	650	80	270	440	105,0	103,4	12,7	43,0	70,0
12.10.98	5,8	13,5	6800	380	800	180	740	680	39,1	82,4	18,5	76,2	70,1
13.11.98	5,7	11,5	9200	650	390	330	460	230	90,6	54,4	46,0	64,1	32,1
17.12.98	4,2	16,0	3200	260	160	500	350	250	12,6	7,8	24,2	17,0	12,1
15.01.99	5,2	16,0	1800	140	550	190	550	600	3,8	15,0	5,2	15,0	16,4
09.02.99	5,2	16,0	2000	200	80	170	380	170	6,1	2,4	5,2	11,5	5,2
18.03.99	4,4	9,6	5900	800	450	420	1000	370	71,5	40,2	37,5	89,4	33,1
15.04.99	6,1	20,7	2000	880	1100	250	400	600	26,7	33,3	7,6	12,1	18,2
13.05.99	6,1	27,6	2900	50	650	190	160	350	2,2	28,6	8,3	7,0	15,4
02.06.99	6,1	12,2	10000	330	1000	210	750	480	50,0	151,5	31,8	113,6	72,7
18.06.99	5,5	12,3	2900	520	850	250	950	380	22,8	37,3	11,0	41,7	16,7

## Nördliches Lechfeld Königsbrunn

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg/Zeitraum*m <sup>2</sup> )
18.07.99	5,7	12,4	6700	360	500	180	500	170	36,5	50,8	18,3	50,8	17,3
20.08.99	6,2	31,7	5700	550	650	240	750	280	47,5	56,1	20,7	64,8	24,2
16.09.99	6,2	31,7	700	4000	3000	900	600	1560	42,4	31,8	9,5	6,4	16,5
14.10.99	6,1	14,1	5300	1680	1200	600	1100	580	134,9	96,4	48,2	88,3	46,6
18.11.99	6,8	90,0	5400	1920	1400	770	1400	600	157,1	114,5	63,0	114,5	49,1
10.12.99	5,7	15,7	2500	190	500	370	470	660	7,2	18,9	14,0	17,8	25,0
14.01.00	5,7	8,0	5000	180	200	320	500	250	13,6	15,2	24,2	37,9	18,9
14.02.00	5,7	8,0	4200	640	450	800	1000	540	40,7	28,6	50,9	63,6	34,4
14.03.00	5,9	15,0	3100	2000	1600	950	650	1200	93,9	75,1	44,6	30,5	56,4
13.04.00	6,0	25,8	7200	520	950	550	1150	660	56,7	103,6	60,0	125,4	72,0
18.05.00	6,3	33,0	6500	440	850	100	400	360	43,3	83,7	9,8	39,4	35,5
13.06.00	6,8	17,3	4900	280	550	150	500	180	20,8	40,8	11,1	37,1	13,4
13.07.00	6,3	25,5	6800	1120	1000	400	1200	480	115,4	103,0	41,2	123,6	49,4
11.08.00	6,5	26,0	9300	1040	1000	550	1300	600	146,5	140,9	77,5	183,2	84,5
14.09.00	6,4	18,3	6300	560	850	200	550	300	53,4	81,1	19,1	52,5	28,6
13.10.00	5,2	11,5	12400	1040	850	450	1300	660	195,4	159,7	84,5	244,2	124,0
16.11.00	6,4	42,2	1600	360	1350	750	800	660	8,7	32,7	18,2	19,4	16,0
14.12.00	5,7	11,8	3000	80	600	250	450	480	3,6	27,3	11,4	20,5	21,8
18.01.01	4,5	12,0	5500	320	650	400	800	420	26,7	54,2	33,3	66,7	35,0
18.02.01	5,4	10,7	2800	600	950	550	1300	420	25,5	40,3	23,3	55,1	17,8
15.03.01	5,5	9,9	7300	880	500	300	800	360	97,3	55,3	33,2	88,5	39,8
12.04.01	5,6	18,6	7500	560	800	200	600	420	63,6	90,9	22,7	68,2	47,7
16.05.01	5,5	26,5	4100	360	450	200	450	360	22,4	28,0	12,4	28,0	22,4
08.06.01	6,3	14,0	4900	350	430	90	440	140	26,0	31,9	6,7	32,7	10,4
19.07.01	5,4	17,1	10400	100	120	50	110	30	15,8	18,9	7,9	17,3	4,7
17.08.01	6,6	91,3	5900	720	540	220	380	140	64,4	48,3	19,7	34,0	12,5
19.09.01	5,3	38,8	8000	780	480	190	540	180	94,5	58,2	23,0	65,4	21,8
17.10.01	5,6	21,5	3000	750	625	150	460	260	34,1	28,4	6,8	20,9	11,8
21.11.01	6,4	37,4	5000	720	420	360	440	210	54,5	31,8	27,3	33,3	15,9
12.12.01	5,7	14,9	5300	760	320	320	770	150	61,0	25,7	25,7	61,8	12,0

Anzahl	72	72	74	72	74	74	41	74	72	74	74	41	74
Min	4,2	8,0	200	50	80	30	110	30	1,2	0,3	0,7	6,4	0,9
Median	6,0	18,5	4000	620	650	290	550	420	36	39	18	43	21
MW	5,9	24,5	4499	914	804	390	676	475	53	50	22	58	29
Max	6,8	91,3	12400	6400	3000	2000	1400	1560	230	160	85	244	124

## Chiemgauer Alpen Brand

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )
12.12.95	5,3	14,6	1000	2000		600	420	30,3		9,1	6,4
18.01.96	4,5	7,7	9000	1680	140	250	240	229,1	19,1	34,1	32,7
13.02.96			1200	10400	300	1300	480	189,1	5,5	23,6	8,7
13.03.96			4000	7600	650	1200	480	460,6	39,4	72,7	29,1
18.04.96	4,8	24,5	8500	6400	1000	600	840	824,2	128,8	77,3	108,2
18.05.96	5,7	10,3	9500	2800	450	400	300	403,0	64,8	57,6	43,2
14.06.96	6,3	9,8	12900	1440	500	120	240	281,4	97,7	23,5	46,9
12.07.96	5,3	9,7	21000	440	550	120	180	140,0	175,0	38,2	57,3
14.08.96	6,5	11,4	10500	440	850	200	360	70,0	135,2	31,8	57,3
18.09.96	4,8	11,0	22000	960	500	200	360	320,0	166,7	66,7	120,0
15.10.96	6,0	18,0	10500	800	400	350	420	127,3	63,6	55,7	66,8
14.11.96	5,4	6,0	14000	600	200	300	300	127,3	42,4	63,6	63,6
17.12.96	4,8	12,4	9000	2560	320	700	240	349,1	43,6	95,4	32,7
16.01.97	4,4	9,9	1300	100	220	520	140	2,0	4,3	10,2	2,8
14.02.97	4,7	8,0	3100	1040	600	300	480	48,8	28,2	14,1	22,5
11.03.97	5,1	12,0	7000	1760	900	350	420	186,6	95,4	37,1	44,5

Anzahl	14,0	14,0	16	16	15	16	16	16,0	15,0	16,0	16,0
Min	4,4	6,0	1000	100	140	120	140	2,0	4,3	9,1	2,8
Median	5,2	10,7	9000	1560	500	350	360	187,9	63,6	37,6	43,9
MW	5,3	11,8	9031	2564	505	469	369	236,8	74,0	44,4	46,4
Max	6,5	24,5	22000	10400	1000	1300	840	824,2	175,0	95,4	120,0

## Chiemgauer Voralpen Kirchanschöring

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )
14.04.97	5,9	22,6	9000	1280	700	400		420	174,5	95,4	54,5		57,3
14.05.97	6,3	23,3	3500	350	850	300		480	18,6	45,1	15,9		25,5
12.06.97	6,7	38,0	5500	2800	750	200		420	233,3	62,5	16,7		35,0
17.07.97	5,6	9,9	33000	1360	330	170		170	679,9	165,0	85,0		85,0
13.08.97	6,3	14,0	10000	1600	900	300		340	242,4	136,4	45,5		51,5
13.09.97	5,7	14,3	7500	1160	280	180		220	131,8	31,8	20,5		25,0
15.10.97	4,5	15,8	9100	1840	2300	320		200	253,7	317,1	44,1		27,6
12.11.97	5,9	32,2	1400	4480	1900	1900		1080	95,0	40,3	40,3		22,9
17.12.97	6,0	14,5	7600	960	350	400		240	110,5	40,3	46,1		27,6
14.01.98	6,5	12,0	2400	600	500	650		780	21,8	18,2	23,6		28,4
18.02.98	6,0	23,0	1300	560	400	600		360	11,0	7,9	11,8		7,1
17.03.98	5,5	12,0	9500	480	1300	1000		300	69,1	187,1	143,9		43,2
17.04.98	5,5	25,0	6100	960	1000	450		900	88,7	92,4	41,6		83,2
13.05.98	5,8	52,5	1300	560	1200	190		720	11,0	23,6	3,7		14,2
25.06.98	6,0	13,8	13000	260	750	180		380	51,2	147,7	35,5		74,8
15.07.98	6,1	13,1	8900	560	300	85		370	75,5	40,5	11,5		49,9
14.08.98	5,9	18,3	6400	720	470	80		130	69,8	45,6	7,8		12,6
17.09.98	6,1	11,5	8200	660	320	50	100	170	82,0	39,8	6,2	12,4	21,1
15.10.98	5,8	13,8	4900	530	300	230	690	360	39,3	22,3	17,1	51,2	26,7
12.11.98	5,4	7,4	9500	840	430	300	510	310	120,9	61,9	43,2	73,4	44,6
16.12.98	4,7	13,6	4500	1040	300	460	1100	310	70,9	20,5	31,4	75,0	21,1
14.01.99	5,5	10,2	3000	840	650	220	450	310	38,2	29,5	10,0	20,5	14,1
10.02.99	4,5	16,0	4000	3520	125	890	1800	130	213,3	7,6	53,9	109,1	7,9
17.03.99	4,9	7,6	10000	2000	130	380	720	160	303,0	19,7	57,6	109,1	24,2
14.04.99	5,9	19,1	4000	5440	950	650	1500	540	329,7	57,6	39,4	90,9	32,7
12.05.99	6,4	22,2	8800	3280	1000	350	1500	440	437,3	133,3	46,7	200,0	58,7
15.06.99	5,4	19,1	9200	2240	550	300	1100	290	312,2	76,7	41,8	153,3	40,4
15.07.99	5,9	46,5	7100	1200	350	350	850	1680	129,1	37,6	37,6	91,4	180,7
19.08.99	6,1	22,4	6700	2120	650	370	1000	300	215,2	66,0	37,6	101,5	30,5
13.09.99	6,1	27,8	3900	450	1100	370	950	590	26,6	65,0	21,9	56,1	34,9
13.10.99	6,0	17,3	6700	880	1600	400	850	950	89,3	162,4	40,6	86,3	96,4
17.11.99	6,4	17,6	4900	1200	550	400	750	340	89,1	40,8	29,7	55,7	25,2
15.12.99	5,2	11,7	4400	460	200	250	400	360	30,7	13,3	16,7	26,7	24,0
14.01.00	4,4	11,2	5900	560	70	250	450	230	50,1	6,3	22,3	40,2	20,6
14.02.00	5,4	9,9	6800	2080	350	750	1400	380	214,3	36,1	77,3	144,2	39,1
15.03.00	5,5	11,3	6000	1280	700	600	750	660	116,4	63,6	54,5	68,2	60,0
12.04.00	5,7	11,2	9300	240	550	550	900	420	33,8	77,5	77,5	126,8	59,2
17.05.00	5,9	21,7	3200	240	700	100	200	240	11,6	33,9	4,8	9,7	11,6
15.06.00	7,0	37,4	9300	800	700	150	650	300	112,7	98,6	21,1	91,6	42,3
12.07.00	6,6	29,0	11000	880	700	200	650	420	146,7	116,7	33,3	108,3	70,0
10.08.00	6,2	14,2	10000	520	800	150	500	300	78,8	121,2	22,7	75,8	45,5
13.09.00	6,5	14,8	6000	280	1550	250	650	540	25,5	140,9	22,7	59,1	49,1
12.10.00	5,4	8,8	12000	120	750	250	800	600	21,8	136,4	45,5	145,4	109,1
15.11.00	5,9	16,6	3000		1050	500	600	540		47,7	22,7	27,3	24,5
13.12.00	5,1	16,1	2400	680	850	600	1250	600	24,7	30,9	21,8	45,5	21,8
17.01.01	5,2	9,9	5700	440	400	300	550	180	38,0	34,5	25,9	47,5	15,5
17.02.01	5,1	10,5	3600	400	1450	400	1050	420	21,8	79,1	21,8	57,3	22,9
14.03.01	6,1	21,1	3900	320	600	300	500	360	18,9	35,5	17,7	29,5	21,3

## Chiemgauer Voralpen Kirchanschöring

Datum	pH	Leitfähigkeit (µS/cm)	Auffangvolumen (ml)	4-Nitrophenol (ng/l)	2,4-Dinitrophenol (ng/l)	3-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	2-Methyl-4-Nitrophenol (ng/l)	DNOC (ng/l)	4-NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2,4-DNP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	3-M-4NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	2-M-4NP-Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )	DNOC - Depo (µg//Zeitraum*m <sup>2</sup> )
11.04.01	5,6	11,3	8700	120	750	150	400	300	15,8	98,9	19,8	52,7	39,5
17.05.01	5,7	32,0	5000	440	650	200	400	300	33,3	49,2	15,2	30,3	22,7
13.06.01	6,9	82,0	8700	350	3160	100	300	90	46,1	416,5	13,2	39,5	11,9
18.07.01	5,5	40,8	7300	200	150	80	80	40	22,1	16,6	8,8	8,8	4,4
16.08.01	5,6	12,7	9400	60	380	80	260	100	8,5	54,1	11,4	37,0	14,2
19.09.01	4,8	11,6	13200	40	500	220	670	190	8,0	100,0	44,0	134,0	38,0
17.10.01	5,5	25,9	3500		120	45	165	210		6,4	2,4	8,7	11,1
21.11.01	6,0	20,5	6000	740	560	350	420	220	67,3	50,9	31,8	38,2	20,0
12.12.01	5,6	12,8	8500	180	300	360	840	160	23,2	38,6	46,4	108,2	20,6

Anzahl	57,0	57	57	55	57	57	40	57	55	57	57	40	57
Min	4,4	7,4	1300	40	70	45	80	40	8,0	6,3	2,4	8,7	4,4
Median	5,8	15,8	6700	680	650	300	660	340	69,8	49,2	25,9	58,2	27,6
MW	5,7	19,8	7082	1058	724	356	718	396	109,2	74,4	32,7	71,2	37,7
Max	7,0	82,0	33000	5440	3160	1900	1800	1680	679,9	416,5	143,9	200,0	180,7

## Langzeituntersuchung von Pflanzenschutzmittel im Niederschlag

Ort	Datum	Metamitron	Desethylatrazin	Chloridazon	Simazin	Desethylterbuthylazin	Metribuzin	Metabenzthiazuron	Chlortoluron	Atrazin	Isoproturon	Diuron	Metazachlor	Propazin	Terbuthylazin	Linuron	Metolachlor
Münchner Schotterebene bulk	14.5.96		<10	60	15	<10	<50	<10	<10	<10	50	<10	<50	<10	160	<10	<50
Münchner Schotterebene bulk	12.6.96		<10	<20	<10	100	35	<10	<10	<10	<8	<10	<50	<10	140	<10	<50
Münchner Schotterebene bulk	13.5.97	70	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	100	<10	<50	<10	<10	<10	<50
Münchner Schotterebene bulk	10.6.97	60	<10	<20	<10	<b>150</b>	<50	<10	<10	25	<10	<10	150	<10	<b>300</b>	<10	80
Münchner Schotterebene bulk	13.5.98	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	160	<10	<50	<10	<10	<20	<50
Münchner Schotterebene bulk	25.6.98	<40	<10	<20	<10	<b>220</b>	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	<b>260</b>	<20	<50
Münchner Schotterebene bulk	1.6.99	<40	<10	<20	<10	50	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50		55		<50
Münchner Schotterebene bulk	13.12.99	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	20	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Münchner Schotterebene bulk	15.4.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	20	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Münchner Schotterebene bulk	15.5.00	<20	<10	<10	<10	30	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	20	<30	<50
Münchner Schotterebene bulk	15.6.00	<20	<10	<10	<10	40	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	70	<30	<50
Münchner Schotterebene bulk	15.10.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Münchner Schotterebene bulk	11.4.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Münchner Schotterebene bulk	15.5.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	30	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Münchner Schotterebene bulk	17.7.01	<20	<10	<10	<10	30	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	40	<30	<50
Münchner Schotterebene wet only	10.6.97	50	<10	<20	<10	<b>125</b>	<50	<10	<10	25	<10	<10	160	<10	<b>260</b>	<10	<b>140</b>
Münchner Schotterebene wet only	13.5.98	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	100	<10	<50	<10	<10	<20	<50
Münchner Schotterebene wet only	25.6.98	<40	<10	<20	<10	<b>235</b>	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	<b>260</b>	<20	<50
Münchner Schotterebene wet only	1.6.99	<40	<10	<20	<10	30	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50		30		<50
Münchner Schotterebene wet only	13.12.99	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Münchner Schotterebene wet only	15.4.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Münchner Schotterebene wet only	15.5.00	<20	<10	<10	<10	20	<30	<10	<10	<10	40	<10	<30	<10	10	<30	<50
Münchner Schotterebene wet only	15.6.00	<20	<10	<10	<10	20	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	60	<30	<50
Münchner Schotterebene wet only	15.10.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Münchner Schotterebene wet only	11.4.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Münchner Schotterebene wet only	15.5.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Münchner Schotterebene wet only	17.7.01	<20	<10	<10	<10	20	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	40	<30	<50
Münchner Schotterebene wet only	17.11.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<30
Chiemgauer Voralpen	14.5.96		<10	90	<10	<10	<50	<10	<10	<10	40	<10	<50	<10	<10	<10	<50
Chiemgauer Voralpen	12.6.96		<10	<20	<10	50	<50	<10	<10	<10	50	<10	<50	<10	50	<10	<50
Südliche Frankenalp	13.5.96		<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	150	<10	<50	<10	20	<10	<50
Südliche Frankenalp	11.6.96		<10	<20	15	90	<50	<10	<10	35	<10	<10	<50	<10	150	<10	<50
Südliche Frankenalp	14.5.97	<10	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<b>300</b>	<10	<50	<10	<10	<10	<50
Südliche Frankenalp	15.7.97	<10	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<50
Südliche Frankenalp	12.5.98	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	90	<b>210</b>	<10	<50	<10	<10	<20	<50
Südliche Frankenalp	24.6.98	<40	<10	<20	<10	<b>250</b>	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	<b>190</b>	<20	<50
Südliche Frankenalp	11.5.99	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	80	<10	<50		<10		<50
Südliche Frankenalp	17.6.99	<40	<10		<10	155	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50		105		60

**Tabelle 5.1**

## Langzeituntersuchung von Pflanzenschutzmittel im Niederschlag

Ort	Datum	Metamitron	Desethylatrazin	Chloridazon	Simazin	Desethylerbuthylazin	Metribuzin	Metabenzthiazuron	Chlortoluron	Atrazin	Isoproturon	Diuron	Metazachlor	Propazin	Terbuthylazin	Linuron	Metolachlor
Südliche Frankenalp	13.12.99	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Südliche Frankenalp	15.4.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	130	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Südliche Frankenalp	15.5.00	<20	<10	<10	<10	20	<30	<10	<10	20	80	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Südliche Frankenalp	15.6.00	<20	<10	<10	<10	60	<30	<10	<10	10	<10	<10	<30	<10	120	<30	<50
Südliche Frankenalp	14.10.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	10	30	<10	<30	<10	30	<30	<50
Südliche Frankenalp	10.4.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Südliche Frankenalp	14.5.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	10	80	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Südliche Frankenalp	17.7.01	<20	<10	<10	<10	50	<30	<10	<10	10	<10	<10	<50	<10	80	<30	<50
Südliche Frankenalp	20.11.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<30
Nördliches Lechfeld	12.5.96		<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	30	<b>400</b>	<10	<50	<10	<10	<10	<50
Nördliches Lechfeld	10.6.96		<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<50
Nördliches Lechfeld	12.5.97	<10	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<b>400</b>	<10	<50	<10	<10	<10	<50
Nördliches Lechfeld	10.6.97	<10	<10	<20	<10	170	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	500	<10	60
Nördliches Lechfeld	14.5.98	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<b>210</b>	<10	<50	<10	<10	<20	<50
Nördliches Lechfeld	7.5.99	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	115	<10	<50		<10		<50
Nördliches Lechfeld	2.6.99	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50		30		<50
Nördliches Lechfeld	18.6.99	<40	<10		<10	170	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50		165		75
Nördliches Lechfeld	13.12.99	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Nördliches Lechfeld	15.4.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	50	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Nördliches Lechfeld	15.5.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	50	<10	<30	<10	40	<30	<50
Nördliches Lechfeld	15.6.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	10	<10	<10	<30	<10	50	<30	<50
Nördliches Lechfeld	16.10.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Nördliches Lechfeld	12.4.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Nördliches Lechfeld	16.5.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	10	60	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Nördliches Lechfeld	18.7.01	<20	<10	<10	<10	20	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	30	<30	<50
Nördliches Lechfeld	21.11.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<30
München	21.5.99	<40	<10	<20	<10	15	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50		22		50
München	21.5.99	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50		<10		60
München	25.5.99	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50		<10		<50
München	25.5.99	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50		<10		<50
München	7.6.99	<40	<10	<20	<10	150	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50		145		<50
Spessart	12.5.96		<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	300	<10	<50	<10	<10	<10	<50
Spessart	10.6.96		<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<50
Spessart	11.5.99	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50		<10		<50
Spessart	17.6.99	<40	<10		<10	65	<50	<10	<10	45	<10	<10	<50		30		60
Spessart	13.12.99	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Spessart	15.4.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Spessart	15.5.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50

**Tabelle 5.1**

Konzentrationen in [ng/l]

**fett = wahrscheinliche Anwendung in der Umgebung**

## Langzeituntersuchung von Pflanzenschutzmittel im Niederschlag

Ort	Datum	Metamitron	Desethylatrazin	Chloridazon	Simazin	Desethylerbuthylazin	Metribuzin	Metabenzthiazuron	Chlortoluron	Atrazin	Isoproturon	Diuron	Metazachlor	Propazin	Terbuthylazin	Linuron	Metolachlor
Spessart	15.6.00	<20	<10	<10	<10	40	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	30	<30	<50
Spessart	13.10.00	<20	<10	<10	<10	40	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Spessart	9.4.01	<20	<10	<10	<10	40	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Spessart	14.5.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Spessart	16.7.01	<20	<10	<10	<10	40	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	10	<30	<50
Spessart	19.11.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	10	<30	<50
Bayerischer Wald	13.5.96		<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	80	<10	<50	<10	<10	<10	<50
Bayerischer Wald	12.6.96		<10	<20	15	90	<50	<10	<10	<10	80	<10	<50	<10	90	<10	<50
Bayerischer Wald	15.7.96		<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<50
Bayerischer Wald	13.5.97	<10	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	80	<10	<50	<10	<10	<10	<50
Bayerischer Wald	12.6.97	<10	<10	<20	<10	60	<50	<10	<10	25	<10	<10	<50	<10	90	<10	<50
Bayerischer Wald	24.6.98	<40	<10	<20	<10	120	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	120	<20	<50
Bayerischer Wald	12.4.99	<40	<10		<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50		<10		<50
Bayerischer Wald	11.5.99	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50		<10		<50
Bayerischer Wald	17.6.99	<40	<10		<10	90	<50	<10	<10	25	<10	<10	<50		45		75
Bayerischer Wald	13.12.99	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Bayerischer Wald	15.4.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Bayerischer Wald	15.5.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	40	40	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Bayerischer Wald	15.6.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Bayerischer Wald	14.10.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Bayerischer Wald	10.4.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Bayerischer Wald	14.5.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	30	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Bayerischer Wald	17.7.01	<20	<10	<10	<10	20	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	50	<30	<50
Bayerischer Wald	20.11.01	<20	<10	<10	<10	20	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<30
Donau-Gäuboden	14.5.96		<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<b>300</b>	<10	<50	<10	15	<10	<50
Donau-Gäuboden	12.6.96		<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	25	<50	<10	60	<10	<50
Donau-Gäuboden	15.7.96		<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<50
Donau-Gäuboden	14.5.97	40	<10	10	<10	<10	<50	<10	<10	<10	50	<10	<50	<10	<10	<10	<50
Donau-Gäuboden	12.6.97	110	<10	<20	<10	110	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	140	<10	<50
Donau-Gäuboden	12.5.98	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	<10	<20	<50
Donau-Gäuboden	24.6.98	<40	<10	<20	<10	<b>300</b>	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	<b>390</b>	<20	<50
Donau-Gäuboden	12.4.99	<40	<10		<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50		<10		<50
Donau-Gäuboden	11.5.99	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50		<10		<50
Donau-Gäuboden	17.6.99	<40	<10		<10	140	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50		100		140
Donau-Gäuboden	13.12.99	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<20	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Donau-Gäuboden	15.4.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	50	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Donau-Gäuboden	15.5.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<b>320</b>	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Donau-Gäuboden	15.6.00	<20	30	<10	<10	140	<30	<10	<10	20	<10	<10	<30	<10	170	<30	60

**Tabelle 5.1**

Konzentrationen in [ng/l]

**fett = wahrscheinliche Anwendung in der Umgebung**

## Langzeituntersuchung von Pflanzenschutzmittel im Niederschlag

Ort	Datum	Metamitron	Desethylatrazin	Chloridazon	Simazin	Desethylterbuthylazin	Metribuzin	Metabenzthiazuron	Chlortoluron	Atrazin	Isoproturon	Diuron	Metazachlor	Propazin	Terbuthylazin	Linuron	Metolachlor
Donau-Gäuboden	14.10.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Donau-Gäuboden	10.4.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	50	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Donau-Gäuboden	14.5.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	150	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Donau-Gäuboden	17.7.01	<20	<10	<10	<10	40	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	60	<30	30
Donau-Gäuboden	20.11.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<30
Chiemgauer Voralpen	14.5.97	<10	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<50
Chiemgauer Voralpen	12.6.97		<10	<20	<10	<b>170</b>	<50	<10	<10	30	<10	<10	<50	<10	<b>240</b>	<10	200
Chiemgauer Voralpen	13.5.98	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	90	<10	<50	<10	<10	<20	<50
Chiemgauer Voralpen	25.6.98	<40	<10	<20	<10	<b>270</b>	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	<b>260</b>	<20	<50
Chiemgauer Voralpen	13.5.99	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	75	<10	<50		<10		<50
Chiemgauer Voralpen	16.6.99	<40	<10		<10	115	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50		160		150
Chiemgauer Voralpen	13.12.99	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Chiemgauer Voralpen	15.4.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Chiemgauer Voralpen	15.5.00	<20	<10	<10	<10	20	<30	<10	<10	<10	60	<10	<30	<10	20	<30	<50
Chiemgauer Voralpen	15.6.00	<20	<10	<10	<10	90	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	110	<30	50
Chiemgauer Voralpen	15.10.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Chiemgauer Voralpen	11.4.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Chiemgauer Voralpen	15.5.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Chiemgauer Voralpen	17.11.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<20	<20	<10	<20	<20	<30	<10	<10	<30	<30
Fichtelgebirge	13.5.96		<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	60	100	<10	<50	<10	50	<10	<50
Fichtelgebirge	11.6.96		<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	60	<10	<10	<50	<10	50	<10	<50
Fichtelgebirge	13.5.97	<10	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<50
Fichtelgebirge	11.6.97	<10	<10	<20	<10	125	<50	<10	<10	40	<10	<10	<50	<10	150		<50
Fichtelgebirge	12.5.98	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	<10	<20	<50
Fichtelgebirge	25.6.98	<40	<10	<20	<10	150	<50	<10	<10	<10	<10	<10	<50	<10	85	<20	<50
Fichtelgebirge	10.5.99	<40	<10	<20	<10	<10	<50	<10	<10	<10	100	<10	<50		<10		<50
Fichtelgebirge	16.6.99	<40	<10		<10	100	<50	<10	<10	35	<10	<10	<50		60		55
Fichtelgebirge	13.12.99	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Fichtelgebirge	15.4.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Fichtelgebirge	15.5.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	40	<10	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Fichtelgebirge	15.6.00	<20	<10	<10	<10	40	<30	<10	<10	10	<10	<10	<30	<10	40	<30	<50
Fichtelgebirge	15.10.00	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	20	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Fichtelgebirge	9.4.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	20	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Fichtelgebirge	14.5.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	40	<10	<30	<10	<10	<30	<50
Fichtelgebirge	16.7.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	20	<10	<30	<10	40	<10	<50
Fichtelgebirge	19.11.01	<20	<10	<10	<10	<10	<30	<10	<10	<10	20	<10	<30	<10	<10	<30	<30

**Tabelle 5.1**

Konzentrationen in [ng/l]

**fett = wahrscheinliche Anwendung in der Umgebung**

Ort	Datum	Metobromuron	Prosulfocarb	Ethofumesat	Pirimicarb	Pendimethalin
Donau Gäuboden	15.5.00		<b>1300</b>	110		
Donau Gäuboden	15.7.01				<b>210</b>	
Donau Gäuboden	20.11.01			110		40
Fichtelgebirge	15.5.00	20				
Münchner Schotterebene [bulk]	15.5.00		140			
Münchner Schotterebene [wet only]	15.5.00		110			
Nördliches Lechfeld	16.5.00		40			
Nördliches Lechfeld	21.11.01					60
Südliche Frankenalb	20.11.01					<b>680</b>

## Insektizide in ng/l

Ort	Datum	Art	Lindan	alpha-Endosulfan	beta-Endosulfan	Endo-sulfansulfat	Summe Endosulfan
Münchner Schotterebene	15. Jan. 96	Niederschlag	7,6	<0,5	<0,5	<1	
Münchner Schotterebene	18. Apr. 96	Niederschlag	47,0	<0,5	<0,5	<1	
Münchner Schotterebene	13. Jun. 96	Niederschlag	55,0	2,3	2,9	1,8	7,0
Münchner Schotterebene	11. Jul. 96	Niederschlag	22,0	1,1	3,4	1,3	5,8
Münchner Schotterebene	14. Sep. 96	Niederschlag	18,0	<0,5	2,2	2,8	5,0
Münchner Schotterebene	16. Okt. 96	Niederschlag	26,0	1,1	1,4	2,4	4,9
Münchner Schotterebene	14. Nov. 96	Niederschlag	36,0	2,6	1,7	2,1	6,4
Münchner Schotterebene	13. Mrz. 98	Niederschlag	30,0	<0,5	<0,5	<1	
Münchner Schotterebene	17. Apr. 98	Niederschlag	24,0	<0,5	<0,5	<1	
Münchner Schotterebene	25. Jun. 98	Niederschlag	54,0	4,7	5,0	4,2	13,9
Münchner Schotterebene	15. Jul. 98	Niederschlag	22,0	<0,5	<0,5	<1	
Münchner Schotterebene wet only	18. Jul. 96	Niederschlag	20,0	0,6	1,4	2,4	4,4
Münchner Schotterebene wet only	16. Okt. 96	Niederschlag	23,0	<0,5	1,4	2,1	3,5
Münchner Schotterebene wet only	14. Nov. 96	Niederschlag	35,0	1,4	1,3	1,8	4,5
Münchner Schotterebene wet only	17. Apr. 98	Niederschlag	21,0	<0,5	<0,5	<1	
Münchner Schotterebene wet only	25. Jun. 98	Niederschlag	50,0	<0,5	<0,5	<1	
Münchner Schotterebene wet only	15. Jul. 98	Niederschlag	22,0	<0,5	<0,5	<1	
Chiemgauer Alpen	18. Jan. 96	Niederschlag	7,2	<0,5	<0,5	<1	
Chiemgauer Alpen	13. Mrz. 96	Niederschlag	7,9	<0,5	<0,5	<1	
Chiemgauer Alpen	18. Apr. 96	Niederschlag	35,0	<0,5	<0,5	<1	
Chiemgauer Alpen	18. Mai. 96	Niederschlag	48,0	2,9	1,7	<1	4,6
Chiemgauer Alpen	14. Jun. 96	Niederschlag	54,0	3,0	4,0	1,6	8,6
Chiemgauer Alpen	12. Jul. 96	Niederschlag	20,0	2,9	5,8	1,1	9,8
Chiemgauer Alpen	14. Aug. 96	Niederschlag	18,0	1,4	2,7	2,3	6,4
Chiemgauer Alpen	18. Sep. 96	Niederschlag	15,0	1,1	1,0	0,9	3,0
Chiemgauer Alpen	15. Okt. 96	Niederschlag	24,0	<0,5	<0,5	<1	
Chiemgauer Alpen	14. Nov. 96	Niederschlag	28,0	0,8	1,0	1,4	3,2
Südliche Frankenalp	17. Jan. 96	Bachwasser	10,0				
Südliche Frankenalp	10. Jul. 96	Niederschlag	23,0	1,9	4,1	1,6	7,6
Südliche Frankenalp	13. Sep. 96	Niederschlag	22,0	2,0	4,1	3,8	9,9
Südliche Frankenalp	17. Sep. 96	Niederschlag	24,0	2,9	2,2	2,9	7,0
Südliche Frankenalp	12. Nov. 96	Niederschlag	57,0	2,3	2,2	2,3	6,8
Südliche Frankenalp	16. Mrz. 98	Niederschlag	33,0	<0,5	<0,5	<1	
Südliche Frankenalp	24. Jun. 98	Niederschlag	43,0	6,0	5,1	<1	11,1
Südliche Frankenalp	11. Mai. 99	Niederschlag	27,0				
Nördliches Lechfeld	15. Jan. 96	Niederschlag	12,0	<0,5	<0,5	<1	
Nördliches Lechfeld	10. Jun. 96	Niederschlag	55,0	1,2	2,4	1,6	5,2
Nördliches Lechfeld	15. Jul. 96	Niederschlag	27,0	1,4	4,7	2,6	8,7
Nördliches Lechfeld	08. Aug. 96	Niederschlag	22,0	2,0	3,8	3,4	9,2

**Tabelle: 6**

## Insektizide in ng/l

Ort	Datum	Art	Lindan	alpha-Endosulfan	beta-Endosulfan	Endo-sulfansulfat	Summe Endosulfan
Nördliches Lechfeld	15. Nov. 96	Niederschlag	42,0	1,6	1,6	2,1	5,3
Nördliches Lechfeld	18. Mrz. 98	Niederschlag	19,0	<0,5	<0,5	<1	
Nördliches Lechfeld	18. Apr. 98	Niederschlag	24,0	<0,5	<0,5	<1	
Nördliches Lechfeld	22. Jun. 98	Niederschlag	88,0	7,0	9,5	4,4	20,9
Nördliches Lechfeld	11. Jul. 98	Niederschlag	25,0	<0,5	<0,5	<1	
München	22. Nov. 95	Niederschlag	19,0	3,3	1,0	0,7	5,0
München	12. Dez. 95	Niederschlag	11,0	<0,5	<0,5	<1	
München	12. Jan. 96	Niederschlag	11,0	1,9	0,6	<1	2,5
München	19. Mrz. 96	Niederschlag	7,1	<0,5	<0,5	<1	
München	08. Jul. 96	Niederschlag	23,0	1,2	3,6	1,5	6,3
München	02. Sep. 96	Niederschlag	19,0	0,6	1,4	1,8	3,8
München	11. Sep. 96	Niederschlag	16,0	1,2	1,0	1,9	4,1
München	01. Okt. 96	Niederschlag	21,0	0,5	0,7	1,4	2,6
München	07. Nov. 96	Niederschlag	39,0	1,2	1,7	2,9	5,8
Regen	10. Mai. 99	Flußwasser	2,7				
Spessart	16. Apr. 96	Niederschlag	52,0	<0,5	<0,5	<1	
Spessart	10. Jun. 96	Niederschlag	89,0	1,3	3,6	3,1	9,0
Spessart	09. Jul. 96	Niederschlag	41,0	1,9	4,8	3,6	10,3
Spessart	10. Mai. 99	Niederschlag	26,0				
Bayerischer Wald Nationalpark	12. Dez. 95	Bachwasser	1,1				
Bayerischer Wald Nationalpark	17. Jan. 96	Niederschlag	10,0	<0,5	<0,5	<1	
Bayerischer Wald Nationalpark	13. Mrz. 96	Niederschlag	4,8	<0,5	<0,5	<1	
Bayerischer Wald Nationalpark	17. Apr. 96	Niederschlag	20,0	<0,5	<0,5	<1	
Bayerischer Wald Nationalpark	17. Mai. 96	Niederschlag	60,0	3,1	1,9	1,3	6,3
Bayerischer Wald Nationalpark	11. Jun. 96	Niederschlag	67,0	4,9	5,4	2,1	12,4
Bayerischer Wald Nationalpark	10. Jul. 96	Niederschlag	20,0	1,6	2,7	1,0	6,3
Bayerischer Wald Nationalpark	13. Aug. 96	Niederschlag	18,0	1,1	2,0	2,0	5,1
Bayerischer Wald Nationalpark	17. Sep. 96	Niederschlag	13,0	0,7	0,9	1,5	3,1
Bayerischer Wald Nationalpark	15. Okt. 96	Niederschlag	22,0	<0,5	1,1	3,5	4,6
Bayerischer Wald Nationalpark	13. Nov. 96	Niederschlag	47,0	1,5	1,8	2,5	5,8
Bayerischer Wald Nationalpark	17. Feb. 98	Niederschlag	7,0	<0,5	<0,5	<1	
Bayerischer Wald Nationalpark	16. Mrz. 98	Niederschlag	25,0	<0,5	<0,5	<1	

**Tabelle: 6**

## Insektizide in ng/l

Ort	Datum	Art	Lindan	alpha-Endosulfan	beta-Endosulfan	Endo-sulfansulfat	Summe Endosulfan
Bayerischer Wald Nationalpark	16. Apr. 98	Niederschlag	19,0	<0,5	<0,5	<1	
Bayerischer Wald Nationalpark	24. Mai. 98	Niederschlag	27,0	<0,5	<0,5	<1	
Bayerischer Wald Nationalpark	14. Jul. 98	Niederschlag	10,0	<0,5	<0,5	<1	
Bayerischer Wald Nationalpark	11. Mai. 99	Niederschlag	24,0				
Donau Gäuboden	17. Jan. 96	Niederschlag	11,0	<0,5	<0,5	<1	
Donau Gäuboden	13. Mrz. 96	Niederschlag	4,6	<0,5	<0,5	<1	
Donau Gäuboden	17. Apr. 96	Niederschlag	35,0	<0,5	<0,5	<1	
Donau Gäuboden	10. Jun. 96	Niederschlag	41,0	3,5	5,3	1,7	10,5
Donau Gäuboden	24. Jun. 96	Niederschlag	43,0	3,6	4,6	<1	8,2
Donau Gäuboden	15. Jul. 96	Niederschlag	27,0	<0,5	<0,5	<1	
Donau Gäuboden	10. Aug. 96	Niederschlag	27,0	1,9	3,0	3,4	8,3
Donau Gäuboden	17. Sep. 96	Niederschlag	23,0	0,9	1,3	2,2	4,4
Donau Gäuboden	13. Nov. 96	Niederschlag	37,0	1,1	2,1	1,7	4,9
Donau Gäuboden	16. Mrz. 98	Niederschlag	30,0	<0,5	<0,5	<1	
Donau Gäuboden	16. Apr. 98	Niederschlag	68,0	<0,5	<0,5	<1	
Thann	09. Jun. 96	Niederschlag	71,0	<0,5	<0,5	<1	
Thann	12. Aug. 96	Niederschlag	32,0	2,1	3,9	6,9	12,9
Thann	16. Aug. 96	Niederschlag	31,0	<0,5	1,6	4,3	5,9
Chiemgauer Voralpen	17. Mrz. 98	Niederschlag	20,0	<0,5	<0,5	<1	
Chiemgauer Voralpen	17. Apr. 98	Niederschlag	16,0	<0,5	<0,5	<1	
Chiemgauer Voralpen	25. Jun. 98	Niederschlag	34,0	<0,5	<0,5	<1	
Chiemgauer Voralpen	15. Jul. 98	Niederschlag	18,0	<0,5	<0,5	<1	
Chiemgauer Voralpen	17. Mai. 99	Niederschlag	25,0				
Fichtelgebirge	11. Dez. 95	Bachwasser	1,6	<0,5	<0,5	<1	
Fichtelgebirge	12. Jun. 96	Niederschlag	101,0	2,7	4,3	1,9	8,9
Fichtelgebirge	09. Jul. 96	Niederschlag	28,0	3,2	7,2	2,1	12,5
Fichtelgebirge	16. Sep. 96	Niederschlag	20,0	<0,5	1,2	3,0	4,2
Fichtelgebirge	15. Nov. 96	Niederschlag	43,0	3,3	2,4	3,9	9,6
Fichtelgebirge	17. Feb. 98	Niederschlag	8,8	<0,5	<0,5	<1	
Fichtelgebirge	16. Mrz. 98	Niederschlag	43,0	<0,5	<0,5	<1	
Fichtelgebirge	16. Apr. 98	Niederschlag	57,0	<0,5	<0,5	<1	
Fichtelgebirge	24. Jun. 98	Niederschlag	48,0	3,4	6,6	<1	10,0
Fichtelgebirge	14. Jul. 98	Niederschlag	20,0	3,0	5,0	1,0	9,0

## Synthetische Moschusverbindungen im Regenwasser

Probenstelle	Probedatum	DPMI	ADBI	AHMI	HHCB	ATII	AHTN	Ambrette	Mosken	Tibeten	M-Xylol	M-Keton
Chiembauer Voralpen	01.06.99	<0,5	<0,5	0,5	54	1,2	26	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,3
Chiembauer Voralpen	01.04.00	<0,5	0,9	1,5	78	2,0	24	0,7	<0,5	<0,5	6,3	6,2
Chiembauer Voralpen	01.05.00	<0,5	<0,5	<0,5	16	0,8	4,5	<0,5	<0,5	<0,5	3,4	1,3
Chiembauer Voralpen	14.03.01	<0,5	1,1	1,4	42	1,6	20	1,3	<0,5	<0,5	<0,5	1,2
Chiembauer Voralpen	11.04.01	<0,5	1,1	1,3	43	1,9	13	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7
Chiembauer Voralpen	17.05.01	<0,5	0,5	0,6	18	<0,5	4,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Chiembauer Voralpen	13.06.01	<0,5	0,6	1,1	19	<0,5	17	1,6	<0,5	<0,5	<0,5	1,9
Chiembauer Voralpen	19.07.01	<0,5	<0,5	<0,5	17	0,5	3,1	<0,5	<0,5	<0,5	0,9	<0,5
Chiembauer Voralpen	21.11.01	<0,5	0,9	0,5	30	<0,5	8,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Münchener Schotterebene bulk	01.06.99	<0,5	<0,5	<0,5	29	0,8	12	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,6
Münchener Schotterebene bulk	01.04.00	<0,5	<0,5	<0,5	15	1,2	7,0	<0,5	<0,5	<0,5	3,3	4,9
Münchener Schotterebene bulk	14.03.01	<0,5	<0,5	<0,5	5,4	0,8	4,1	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
Münchener Schotterebene bulk	11.04.01	<0,5	<0,5	<0,5	4,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Münchener Schotterebene bulk	17.05.01	<0,5	<0,5	<0,5	3,7	0,8	3,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Münchener Schotterebene bulk	13.06.01	<0,5	<0,5	<0,5	1,6	<0,5	1,6	0,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Münchener Schotterebene bulk	19.07.01	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	<0,5	3,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,9
Münchener Schotterebene wet only	01.06.99	<0,5	<0,5	<0,5	9,2	0,7	7,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,6
Münchener Schotterebene wet only	01.04.00	<0,5	<0,5	1,0	63	1,6	34	0,9	<0,5	<0,5	3,3	4,2
Münchener Schotterebene wet only	14.03.01	<0,5	<0,5	<0,5	28	0,7	5,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
Münchener Schotterebene wet only	11.04.01	<0,5	<0,5	<0,5	7,2	0,7	2,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Münchener Schotterebene wet only	17.05.01	<0,5	<0,5	<0,5	3,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Münchener Schotterebene wet only	13.06.01	<0,5	2,6	4,6	119	6,3	91	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,0
Münchener Schotterebene wet only	19.07.01	<0,5	<0,5	<0,5	3,2	<0,5	4,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,0
Münchener Schotterebene wet only	21.11.01	<0,5	<0,5	<0,5	6,1	<0,5	3,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
Hochspessart	01.06.99	<0,5	<0,5	<0,5	10	0,6	8,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,9
Hochspessart	01.04.00	<0,5	<0,5	0,7	17	0,5	11	<0,5	<0,5	<0,5	1,2	2,1
Hochspessart	01.05.00	<0,5	<0,5	<0,5	18	<0,5	7,4	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	0,9
Hochspessart	12.03.01	<0,5	<0,5	<0,5	5,8	<0,5	4,5	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

## Synthetische Moschusverbindungen im Regenwasser

Probenstelle	Probedatum	DPMI	ADBI	AHMI	HHCB	ATII	AHTN	Ambrette	Mosken	Tibeten	M-Xylol	M-Keton
Hochspessart	09.04.01	<0,5	<0,5	<0,5	1,8	<0,5	1,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Hochspessart	14.05.01	<0,5	<0,5	<0,5	1,7	1,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Hochspessart	11.06.01	<0,5	0,5	1,1	3,3	1,7	35	<0,5	5,7	<0,5	<0,5	2,5
Hochspessart	16.07.01	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	4,8	1,3	<0,5	<0,5	2,1	0,6
Hochspessart	19.11.01	<0,5	<0,5	<0,5	3,9	0,8	2,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Fichtelgebirge	12.03.01	<0,5	<0,5	<0,5	5,4	<0,5	5,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6
Fichtelgebirge	09.04.01	<0,5	<0,5	<0,5	2,4	<0,5	3,1	0,9	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
Fichtelgebirge	14.05.01	<0,5	<0,5	<0,5	2,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Fichtelgebirge	11.06.01	<0,5	3,5	4,5	173	11,1	138	<0,5	<0,5	<0,5	1,1	<0,5
Fichtelgebirge	16.07.01	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Fichtelgebirge	19.11.01	<0,5	<0,5	<0,5	3,2	0,6	2,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
südliche Frankenalb	01.06.99	<0,5	<0,5	<0,5	15	<0,5	4,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
südliche Frankenalb	01.04.00	<0,5	<0,5	0,6	17	0,5	11	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	2,0
südliche Frankenalb	13.03.01	<0,5	<0,5	<0,5	1,8	<0,5	3,2	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
südliche Frankenalb	10.04.01	<0,5	<0,5	<0,5	1,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
südliche Frankenalb	15.05.01	<0,5	<0,5	<0,5	1,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
südliche Frankenalb	12.06.01	<0,5	<0,5	0,5	6,5	<0,5	1,7	3,0	0,6	<0,5	<0,5	<0,5
südliche Frankenalb	16.07.01	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
südliche Frankenalb	20.11.01	<0,5	<0,5	<0,5	2,8	0,5	1,4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bayerische Wald	01.06.99	<0,5	<0,5	<0,5	9,3	<0,5	4,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bayerische Wald	01.04.00	<0,5	<0,5	<0,5	9,2	<0,5	5,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,0
Bayerische Wald	01.05.00	<0,5	<0,5	<0,5	5,0	<0,5	2,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bayerische Wald	10.04.01	<0,5	<0,5	<0,5	1,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6
Bayerische Wald	15.05.01	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bayerische Wald	12.06.01	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	1,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bayerische Wald	16.07.01	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bayerische Wald	20.11.01	<0,5	<0,5	<0,5	3,6	0,7	2,5	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

**Tab. 7**  
Seite 30

Konzentration in ng/l  
< kleiner Nachweisgrenze

## Synthetische Moschusverbindungen im Regenwasser

Probenstelle	Probedatum	DPMI	ADBI	AHMI	HHCB	ATII	AHTN	Ambrette	Mosken	Tibeten	M-Xylol	M-Keton
Donau-Gäuboden	01.06.99	<0,5	<0,5	<0,5	22	0,9	22,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,6
Donau-Gäuboden	01.04.00	<0,5	<0,5	1,0	48	1,5	23,0	0,6	<0,5	<0,5	5,2	9,3
Donau-Gäuboden	01.05.00	<0,5	<0,5	<0,5	12	0,7	7,0	<0,5	7,0	<0,5	2,3	2,0
Donau-Gäuboden	13.03.01	<0,5	<0,5	0,5	4,8	1,3	17,2	2,6	<0,5	<0,5	<0,5	2,2
Donau-Gäuboden	10.04.01	<0,5	<0,5	<0,5	3,8	<0,5	2,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
Donau-Gäuboden	15.05.01	<0,5	<0,5	<0,5	4,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5
Donau-Gäuboden	12.06.01	<0,5	<0,5	<0,5	1,9	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Donau-Gäuboden	16.07.01	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,9	2,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
Donau-Gäuboden	20.11.01	<0,5	<0,5	<0,5	2,9	0,8	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
nördliches Lechfeld	01.06.99	<0,5	<0,5	<0,5	11	0,9	8,8	<0,5	<0,5	<0,5	1,1	1,3
nördliches Lechfeld	01.04.00	<0,5	<0,5	<0,5	3,6	<0,5	2,2	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	1,1
nördliches Lechfeld	15.03.01	<0,5	<0,5	0,5	8,2	0,6	17,4	1,1	<0,5	<0,5	<0,5	0,8
nördliches Lechfeld	12.04.01	<0,5	<0,5	<0,5	2,4	<0,5	<0,5	0,7	<0,5	<0,5	0,8	<0,5
nördliches Lechfeld	16.05.01	<0,5	<0,5	0,5	26	<0,5	9,4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
nördliches Lechfeld	08.06.01	<0,5	<0,5	<0,5	1,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5
nördliches Lechfeld	19.07.01	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
nördliches Lechfeld	22.11.01	<0,5	<0,5	<0,5	5,9	<0,5	2,8	1,1	<0,5	0,7	0,5	0,5

## Methyl-tert.-buthylether im Regenwasser

Messort	Datum	MTBE
Münchner Schotterebene	15.11.99	0,2
Münchner Schotterebene	12.04.00	< 0,01
Münchner Schotterebene	15.05.00	< 0,01
Münchner Schotterebene	12.06.00	< 0,01
Münchner Schotterebene	17.07.01	0,02
Münchner Schotterebene wet only	15.11.99	0,05
Münchner Schotterebene wet only	12.04.00	< 0,01.
Münchner Schotterebene wet only	15.05.00	< 0,01
Münchner Schotterebene wet only	12.06.00	< 0,01
Münchner Schotterebene wet only	17.07.01	0,02
Chiemgauer Alpen	15.11.99	0,3
Chiemgauer Alpen	12.04.00	< 0,01.
Chiemgauer Alpen	15.05.00	< 0,01
Chiemgauer Alpen	12.06.00	< 0,01
Chiemgauer Alpen	17.07.01	< 0,01.
Südliche Frankenalb	15.11.99	0,1
Südliche Frankenalb	11.04.00	< 0,01.
Südliche Frankenalb	15.05.00	< 0,01
Südliche Frankenalb	12.06.00	0,03
Südliche Frankenalb	17.07.01	< 0,01.
Fichtelgebirge	15.11.99	0,1
Fichtelgebirge	10.04.00	< 0,01.
Fichtelgebirge	15.05.00	< 0,01
Fichtelgebirge	12.06.00	< 0,01
Fichtelgebirge	16.07.01	< 0,01.
Donau-Gäuboden	15.11.99	0,8
Donau-Gäuboden	11.04.00	< 0,01.
Donau-Gäuboden	15.05.00	< 0,01
Donau-Gäuboden	12.06.00	< 0,01
Donau-Gäuboden	17.07.01	0,02
Bayerischer Wald Nationalpark	15.11.99	0,1
Bayerischer Wald Nationalpark	11.04.00	< 0,01.
Bayerischer Wald Nationalpark	15.05.00	< 0,01
Bayerischer Wald Nationalpark	12.06.00	< 0,01
Bayerischer Wald Nationalpark	17.07.01	0,01
Nördliches Lechfeld	15.11.99	0,2
Nördliches Lechfeld	13.04.00	< 0,01.
Nördliches Lechfeld	15.05.00	< 0,01
Nördliches Lechfeld	12.06.00	< 0,01
Nördliches Lechfeld	18.07.01	< 0,01.
Hochspessart	15.11.99	0,1
Hochspessart	10.04.00	< 0,01.
Hochspessart	15.05.00	< 0,01
Hochspessart	12.06.00	< 0,01
Hochspessart	16.07.01	0,01