



EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT  
FÜR OBST-, WEIN- UND GARTENBAU  
CH-8820 WÄDENSWIL

Station Fédérale de Recherches en Arboriculture,  
Viticulture et Horticulture

Stazione Federale di Ricerche in Frutticoltura,  
Viticultura e Orticoltura

Swiss Federal Research Station for Fruit-Growing,  
Viticulture and Horticulture

## Rückstände von Pflanzenschutzmittel- Wirkstoffen im Zürichsee, 1997 – 2002



Verfasst von:  
Andrea Hauser, Thomas Poiger

Wädenswil, Januar 2003

## **Zusammenfassung**

Im Rahmen der Arbeiten des Bundesamtes für Landwirtschaft zur Evaluation der Ökomassnahmen bzgl. ihrer Auswirkungen auf die Umwelt werden in ausgewählten Seen die Konzentrationen von Pflanzenschutzmitteln (PSM) gemessen. Diese Messungen, die u.a. durch die FAW im Zürichsee (Kt. Zürich) durchgeführt werden und von 1997 bis 2005 geplant sind, zeigen nachweisbare Konzentrationen von Pflanzenschutzmitteln in allen Tiefen. Die Konzentrationen sind bei allen PSM deutlich tiefer als der in der Gewässerschutzverordnung festgelegte Toleranzwert von 100 ng/L.

## **Hintergrund**

Für die vom Parlament geforderte Ökologisierung der Landwirtschaft legte das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) im Bereich Pflanzenschutzmittel folgende Ziele fest: Reduktion des PSM-Einsatzes um 30 % (Umsetzungsziel bis 2005), Reduktion des Eintrages von PSM in Oberflächengewässer um 50 % (Wirkungsziel bis 2005). Ob das durch verschiedene Ökologisierungsmassnahmen in der Landwirtschaft angestrebte Reduktionsziel für Oberflächengewässer erreicht wird, soll an ausgewählten Seen durch eine Kombination von Messungen und PSM-Verbrauchserhebungen in den Einzugsgebieten überprüft werden (siehe Konzeptbericht Evaluation Ökomassnahmen, BLW 1997).

Beteiligte Institutionen:

*Erfassung des PSM-Verbrauchs in den Einzugsgebieten:*

- Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau (LBL)
- Service romand de vulgarisation agricole (SRVA)

*Bestimmung der PSM-Einträge in die Seen:*

- Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau (FAW)
- Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG)

## **Aufgaben der FAW**

Die Arbeiten umfassen die analytische Erfassung ausgewählter Stoffe, die Berechnung der jährlichen Einträge (Frachten) mittels Modellrechnungen, die Bestimmung des Verhaltens der PSM im See (Abbau), sowie die Bestimmung des Zusammenhanges zwischen Einträgen und ausgebrachten Mengen (Transferfunktion). Zwischen der EAWAG und der FAW besteht eine Aufgabenteilung, die nicht thematisch (Messung und Modellierung bilden ein Einheit), sondern sinnvollerweise nach Untersuchungsobjekt vorgenommen wurde. Von den fünf Seen, die in dieses Monitoringprogramm einbezogen wurden, untersucht die FAW den Baldegger- und Zürichsee, die EAWAG den Greifen-, Murten- und Sempachersee (letzteren nur sporadisch).

## **Untersuchte Wirkstoffe, resp. Metaboliten**

Angesichts der Vielzahl von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen, die in der Schweiz zugelassen sind (mehrere hundert Verbindungen), sowie einer noch grösseren Zahl von Metaboliten, musste eine Auswahl für die Untersuchung getroffen werden, die einerseits möglichst viele mengenmässig wichtige Stoffe erfasst und die andererseits eine Untersuchung mit möglichst wenig verschiedenen, selektiven und empfindlichen analytischen Methoden erlaubt. Derzeit besteht die Auswahl aus 29 Wirkstoffen und Metaboliten aus drei Stoffgruppen (Tabelle 1). Gemäss Verbrauchserhebung der LBL für die Einzugsgebiete des Greifen- und Baldeggersees

(1997/1998) werden mit dieser Auswahl 45% der gesamten im Einzugsgebiet eingesetzten Wirkstoffmengen erfasst.

**Tabelle 1** Liste der analysierten PSM-Wirkstoffe, resp. Metaboliten

<b>Triazine und Verwandte</b>	<b>Acylanilide</b>	<b>Phenoxysäuren und Verwandte</b>
Atrazin	Metolachlor	Mecoprop
Simazin	Acetochlor	Dichlorprop
Terbuthylazin	Dimethenamid	2,4-D
Propazin	Propachlor	MCPA
Desethylatrazin	Alachlor	Dicamba
Prometryn	Metalaxyl	Triclopyr
Terbutryn	Benalaxyl	MCPB
Cyanazin	Furalaxyl	Haloxyfop
Irgarol	Metazachlor	Bifenox (-säure)
Metamitron	Oxadixyl	

### **Probenahme**

Wasserproben werden durch Mitarbeiter der Wasserversorgung Zürich in monatlichen Abständen in der Seemitte aus verschiedenen Wassertiefen entnommen. Die Proben werden in Glasflaschen bei 4°C gelagert und in der Regel wenige Tage, in Ausnahmefällen wenige Wochen, nach der Probenahme aufgearbeitet. Rückstellproben werden ca. 1 Jahr aufbewahrt, bevor sie verworfen werden. Durch die Messung der Konzentrationen in verschiedenen Wassertiefen kann die Dynamik von Eintrag und Verteilung der Stoffe im See erfasst werden.

### **Probenaufarbeitung und Analyse**

Es wird eine robuste Methode basierend auf Festphasenextraktion und anschliessender Bestimmung mittels Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS-SIM<sup>1</sup>) verwendet. Dazu werden zwei Teilproben (neutral/sauer) separat aufgearbeitet. Durch die Verwendung von Isotopen-markierten internen Standards (D<sub>5</sub>-Atrazin, <sup>13</sup>C<sub>6</sub>-Metolachlor, <sup>13</sup>C<sub>6</sub>-Dichlorprop) liegt der relative Analysenfehler bei wenigen Prozenten. Die Nachweisgrenzen der Methode liegen bei 1-10 ng/L, je nach Verbindung.

Für einzelne Proben werden ausserdem partielle Massenspektren registriert, sodass z.T. auch spätere Auswertungen möglich sind für Verbindungen, die derzeit noch nicht in Betracht gezogen werden, sich aber womöglich zu einem späteren Zeitpunkt als wichtig erweisen könnten. Diese Daten werden elektronisch archiviert.

<sup>1</sup> SIM=selected-ion-monitoring; bei diesem Verfahren werden vorgängig für die Zielverbindungen ausgewählte Ionen (m/z) registriert, wodurch die Nachweisempfindlichkeit besonders hoch ist

## Konzentrationen der PSM im Zürichsee

Von den 29 untersuchten Verbindungen wurden im Zürichsee 11 Stoffe regelmässig aufgefunden. Die Konzentrationen dieser Verbindungen lagen im Bereich von < 1 - 27 ng/L (siehe Tabelle 2) und somit deutlich unter der in der Gewässerschutzverordnung gesetzten Qualitätsanforderung für Fließgewässer von 100 ng/L. Die in Tabelle 2 nicht aufgeführten Verbindungen wurden im Zürichsee nicht über der jeweiligen Nachweisgrenze<sup>2)</sup> gefunden.

**Tabelle 2** PSM-Konzentrationen im Zürichsee im Zeitraum von 1997 – 2002 (ng/L)

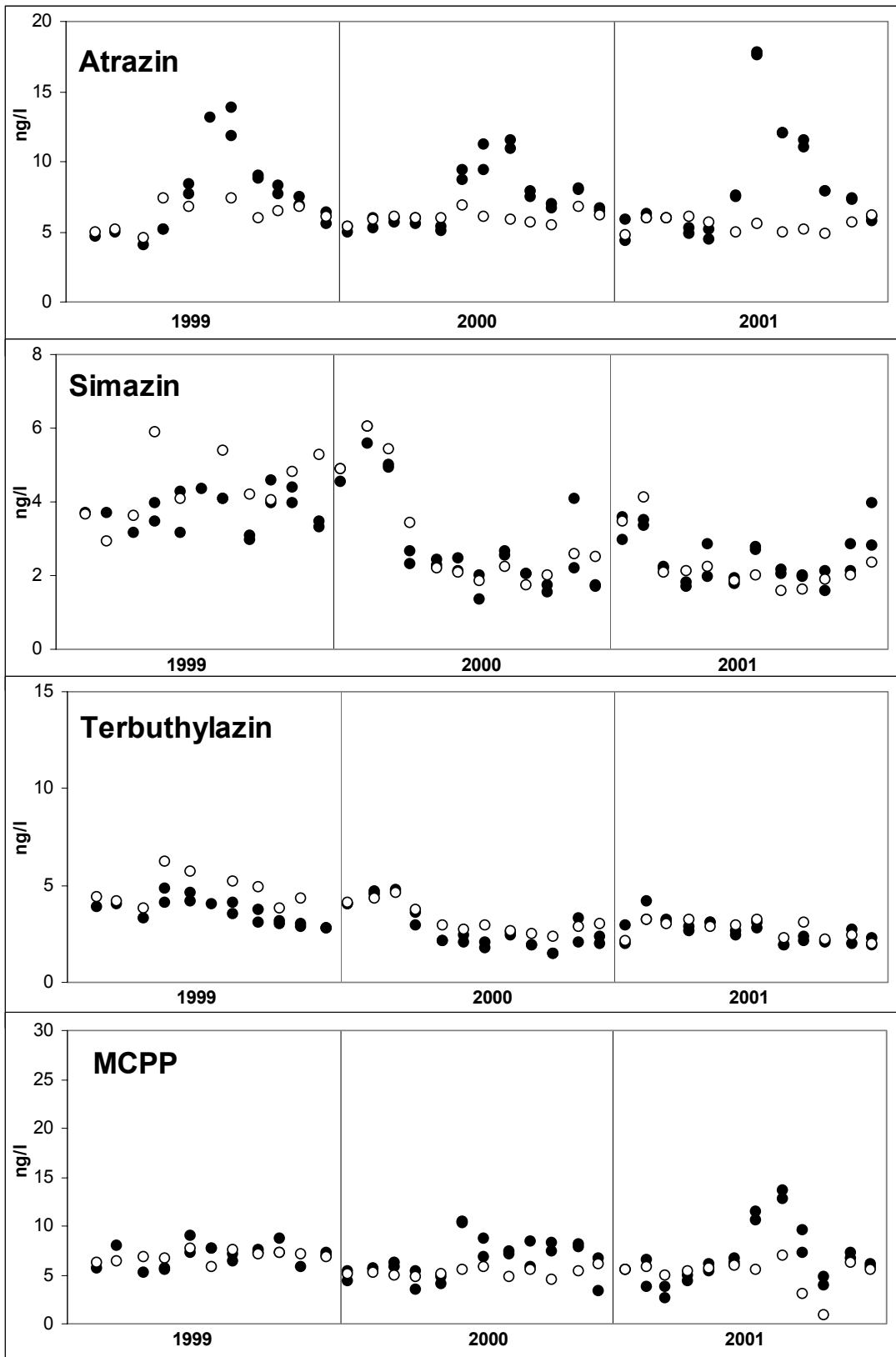
	Konzentration (ng/L)
<i>Triazine</i>	
Atrazin	4 - 18
Simazin	1 - 7
Terbuthylazin	< 1 - 10
Propazin	< 1 - 7
Desethylatrazin <sup>3)</sup>	< 1 - 13
Irgarol	< 1 - 10
<i>Acylanilide</i>	
Metolachlor	< 1 - 3
<i>Phenoxyalkansäuren</i>	
MCPP	1 - 27
MCPA	< 1 - 9
Dicamba	< 1 - 6
2,4-D	< 1 - 5

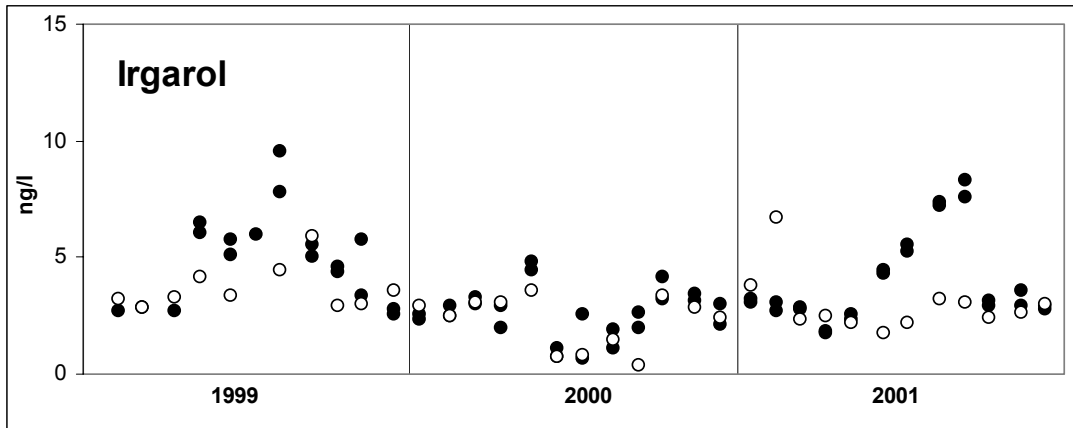
In Abbildung 1 sind die Konzentrationen der Herbizide Atrazin, Simazin, Terbuthylazin und Mecoprop (MCPP), sowie das in Bootsanstrichen als Antifouling eingesetzte Irgarol in den Jahren 1999-2001 im Oberflächen- und Tiefenwasser des Zürichsees dargestellt. Die Konzentrationen im Oberflächenwasser (Epilimnion) zeigen den für PSM typischen Verlauf mit einer mehr oder weniger starken Zunahme durch Einträge im Anschluss an die Applikation im Frühling/Frühsummer und einer raschen Abnahme durch Verdünnung mit unbelastetem (oder weniger belastetem) Wasser im Sommer/Herbst. Das Ausmass des Konzentrationsanstiegs im Frühjahr und damit die Menge an PSM, die in den See eingetragen wird, ist in hohem Mass von der Witterung abhängig und kann von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich ausfallen. In einem Jahr mit trockener Witterung im Frühjahr, wie z.B. 2000, können die Einträge so gering sein, dass die PSM-Konzentrationen kaum merklich beeinflusst werden. Fällt dieser Zeitraum jedoch besonders nass aus (wie 1999), dann können die Einträge recht massiv ausfallen. Trotz ähnlicher Niederschlagsmenge fallen die Einträge von Atrazin und MCPP im Jahr 2001 höher aus als

<sup>2)</sup> Nachweisgrenzen für die übrigen Verbindungen (ng/L): Prometryn, Terbutryn, 0.5; Cyanazin, 10; Metamitron, 10; Dimethenamid, 2; Alachlor, 3; Acetochlor, 2; Propachlor, 2; Metalaxyl, 5; Benalaxyl, 5; Furalaxyl, 3; Oxadixyl, 3; Metazachlor, 2; Dichlorprop, 0.5; MCPB, 5; Haloxyfop, 1; Bifenox, 5

<sup>3)</sup> biologischer Metabolit aus dem Abbau von Atrazin im Boden

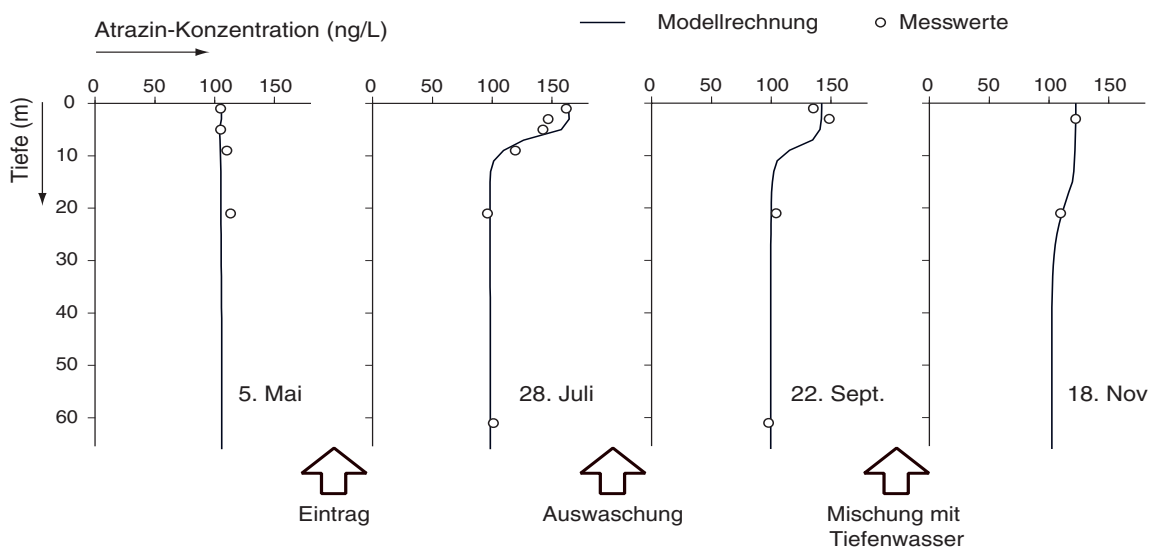
1999, was zeigt, dass nicht nur die Menge, sondern auch der Zeitpunkt der Niederschläge sehr wichtig ist.





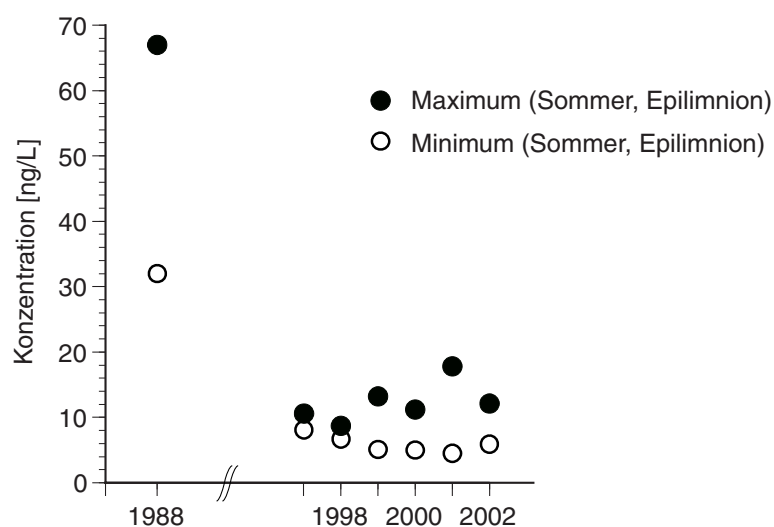
**Abbildung 1:** Konzentrationen (ng/L) der Herbizide Atrazin, Simazin, Terbutylazin und MCPP, sowie des in Bootsanstrichen enthaltenen Irgarol (als Antifouling) im Oberflächen- (volle Symbole) und Tiefenwasser (leere Symbole) des Zürichsees 1999-2001.

Die typischen Konzentrationsveränderungen und das Verhalten von PSM im Verlauf eines Jahres wird im folgenden mittels Messresultaten aus dem Baldeggersees (LU) erklärt, da dort dank höheren Konzentrationen der Verlauf besser nachzuvollziehen ist. Die Resultate lassen sich qualitativ auf den Zürichsee übertragen. In Abbildung 2 ist der Konzentrationsverlauf von Atrazin in Abhängigkeit der Tiefe für das Jahr 1998 gezeigt. Neben den Messwerten sind auch die mittels Modellrechnung bestimmten Konzentrationen dargestellt. Anfang Mai waren die Atrazin-Konzentrationen noch über die ganze Seetiefe gleich, was auf die während des Winters erfolgte vertikale Durchmischung des Sees zurückzuführen ist. Zwischen Mai und Ende Juli wurde Atrazin in den See eingetragen, wobei dieser Eintrag an oder nahe der Oberfläche stattfand. Da im Sommer, durch die Dichteunterschiede zwischen warmem Oberflächenwasser und kaltem Tiefenwasser, kaum vertikale Durchmischung erfolgt, bleibt der Konzentrationsunterschied zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser bis Ende September erhalten. Es findet lediglich ein Austrag von Atrazin aus dem Epilimnion und damit eine gewisse Verdünnung mit unbelastetem Wasser statt. Mitte November wird jedoch die einsetzende Durchmischung von Oberflächen- und Tiefenwasser deutlich, die schliesslich die Konzentrationsunterschiede ganz ausgleicht.



**Abbildung 2:** Vertikale Konzentrationsprofile von Atrazin im Baldeggersee, 1998; Darstellung der massgebenden Prozesse.

Zum Vergleich der Messdaten aus dieser Studie stehen für einige s-Triazine (Atrazin, Simazin, Terbutylazin und Prometryn) im Zürichsee Messdaten von 1988 zur Verfügung<sup>4</sup>. In Abbildung 3 sind die Atrazin-Konzentrationen im Zürichsee vor (leere Symbole) und nach (volle Symbole) dem saisonalen Eintrag in den Jahren 1988, sowie 1997 – 2002 dargestellt. Die Atrazin-Konzentration betrug im Mai 1988 ein Minimum von 32 ng/L und stieg im Juli auf ein Maximum von 67 ng/L. Ein Vergleich mit den Daten von 1997 – 2002 (Abbildung 3) zeigt, dass innerhalb von 10 Jahren eine deutliche Abnahme der Atrazin-Belastung stattgefunden hat, welche auf wiederholte Reduktion der Einsatzmengen und Einschränkungen in der Anwendung (Verzicht auf Anwendung auf Bahngleisen, Reduktion der Aufwandmengen, Verbot von Herbstanwendungen) während diesem Zeitraum zurückzuführen ist. Seit den letzten 5 Jahren ist die Eintragsmenge von Atrazin stagnierend. Andere Verbindungen wie Simazin und Terbutylazin sind jedoch weiterhin mit abnehmenden Konzentrationen nachweisbar (siehe Abbildung 1).



**Abbildung 3:** Konzentration von Atrazin im Zürichsee kurz vor dem Eintrag (Minimum) und nach dem Eintrag (Maximum) im Mai - Juli in den Jahren 1988 und 1997-2002.

## Anhänge

Im folgenden sind die Analysenresultate dargestellt, als:

- Tabelle mit Messwerten für alle im Zürichsee nachgewiesenen PSM-Wirkstoffe, resp. Metaboliten für die Jahre 1997 bis 2002.
- Grafische Darstellung der Messwerte (in ng/L) im Oberflächen- (volle Symbole) und Tiefenwasser (leere Symbole).

<sup>4</sup> Hans-Rudolf Buser, Atrazine and Other s-Triazine Herbicides in Lakes and in Rain in Switzerland, Environ. Sci. Technol. 1990, 24, 1049-1058

PSM-Konzentrationen im Zürichsee, 1997 (ng/L):

Datum	Tiefe (m)	Atrazin	Simazin	Propazin	Terbutylazin	Desethylatrazin	Metolachlor	Irgarol	MCPP	MCPA	Dicamba	2,4-D
05.03.1997	1	10.1	4.3	3.6	9.3		(4.2)	5.1	7.3	1.8	0.5	1.4
05.03.1997	2.5	11.7	4.1	3.4	7			3	6.4	1.7	0.4	1.4
05.03.1997	20	9.6	4.1	2	7.2		(5.5)	2.4	6.7	1.8	0.4	1.2
05.03.1997	40	10.5	5.9	4.9	8		(7.2)	7	7.6	2.1	0.5	1.5
03.04.1997	1	9.5	2.5	2.5	5.5		(4.2)	3.8	6.8	1.6	0.3	1.4
03.04.1997	5	8.5	4	3.3	6.8		(4.7)	7.6	6.9	0.6	0.4	0.9
03.04.1997	10	10.7	6.3	4.6	7.6		(14.8)	6	7	1.6	0.5	1.1
03.04.1997	20	9.2	3.6	4.5	7.4		(3.4)	6.9	7.1	1.7	0.4	1
04.06.1997	1	8.1	4.0	1.5	5.9	4.2	1.9	8.0	7.7	3.0	0.7	1.6
04.06.1997	20	8.1	3.4	1.7	7.6	5.2	1.5	4.2	6.8	2.3	0.4	1.7
09.07.1997	1	10.6	3.7	0.7	5.9	5.6	1.2	4.8	3.8	1.1	0.4	0.6
09.07.1997	2.5	5.3	1.7	0.5	3.0	2.2	1.5	2.6	5.5	1.7	0.5	0.8
09.07.1997	20	8.5	3.3	1.9	7.1	5.5	1.6	3.4	6.0	1.7	0.4	1.0
06.08.1997	2.5	9.0	3.0	0.78	5.1	5.3	0.8	5.1	3.6	1.1	0.3	1.4
06.08.1997	20	6.3	3.3	1.00	6.1	5.2	0.8	3.3	3.7	0.4	0.2	1.2
03.09.1997	2.5	8.1	3.4	1.87	4.7	6.8	1.0	6.1	4.8	1.2	0.3	0.9
03.09.1997	20	6.6	3.6	1.48	6.0	5.5	0.9	3.1	3.9	1.1	0.2	0.8
08.10.1997	2.5	6.3	5.7	3.5	5.4	10.5	1.0	7.2	8.8	3.6	0.7	1.7
08.10.1997	20	6.9	5.3	2.2	7.2	10.9	0.9	4.9	7.4	2.4	0.4	1.7
05.11.1997	2.5	5.8	5.9	1.5	5.2	7.3	1.2	5.0	8.1	2.5	0.6	1.9
05.11.1997	20	6.0	3.7	1.5	6.2	6.1	1.0	2.9	5.9	1.8	0.4	1.2
03.12.1997	2.5	6.2	5.8	1.5	5.0	6.8	0.7	4.2	3.0	1.2	0.1	0.7
03.12.1997	20	6.3	4.9	2.2	6.6	8.0	0.8	3.5	2.3	0.8	0.1	0.6
03.12.1997	60	6.6	4.8	2.5	6.4	6.1	1.2	3.3				
03.12.1997	130	5.9	3.7	2.5	7.4	5.8	0.7	2.8				



PSM-Konzentrationen im Zürichsee, 1998 (ng/L):

Datum	Tiefe (m)	Atrazin	Simazin	Propazin	Terbutylazin	Desethylatrazin	Metolachlor	Irgarol	MCPP	MCPA	Dicamba	2,4-D
07.01.1998	2.5	6.0	5.3	2.4	6.2	8.9	1.2	4.2	8.5	2.6	0.4	2.0
07.01.1998	20	6.3	5.6	2.5	6.6	6.5	0.8	6.7	7.6	2.6	0.4	1.4
04.02.1998	2.5	7.9	5.2	1.7	5.2	6.4	0.9	6.7	13.3	4.4	0.8	3.0
04.02.1998	20	7.0	3.5	1.3	5.8	5.8	0.7	5.1	8.5	2.6	0.7	1.8
04.03.1998	2.5	11.0	6.6	3.4	10.3	12.8	1.0	6.4	8.9	3.8	0.4	1.9
04.03.1998	20	12.4	7.1	3.5	8.5	13.2	1.1	5.3	9.2	2.6	0.5	2.1
08.04.1998	1	7.3	4.7	1.1	7.1	4.6	0.8	5.3	6.8	2.1	(6.3)	1.5
08.04.1998	2.5	7.9	7.3	1.8	6.6	7.1	1.1	7.1	7.3	2.3	(5.7)	1.1
08.04.1998	20	8.9	6.2	1.58	8.3	6.3	0.7	8.1	5.9	1.6	(5.6)	0.9
04.05.1998	2.5								6.8	1.7	0.5	0.9
04.05.1998	20								5.8	1.5	0.3	1.0
10.06.1998	1	7.0	3.7	0.8	4.7	3.4	0.8	10.0	5.0	1.5	0.2	0.6
10.06.1998	2.5	6.7	3.0	1.8	4.7	3.8	0.4	7.8				
10.06.1998	20	5.1	3.0	1.8	3.6	2.1	0.3	2.1	4.3	1.5	0.2	0.7
08.07.1998	1	8.4	5.5	0.8	4.6	7.9	0.9	6.8	7.3	1.5	0.4	0.8
08.07.1998	2.5	8.7	6.2	0.8	4.3	7.4	0.8		7.8	1.8	0.5	1.0
08.07.1998	20	6.9	4.5	0.9	5.9	6.3	0.6	4.5	4.2	1.1	0.2	1.2
05.08.1998	1	7.5	3.7	1.02	3.6	4.9	0.8	6.0	11.7	2.8	0.7	1.1
05.08.1998	2.5	6.4	3.2	0.47	3.8	4.3	0.6	7.0	11.2	2.5	0.6	0.9
05.08.1998	20	5.1	3.1	0.89	4.3	4.5	0.5	3.2	5.2	1.6	0.2	0.9
09.09.1998	1	7.5	4.3	2.27	4.0	3.6	0.6	7.5	21.2	3.7	0.8	1.7
09.09.1998	2.5	6.7	4.2	0.93	4.0	3.4	0.5	7.8	20.5	3.8	0.8	1.6
09.09.1998	20	6.9	4.2	2.66	5.7	4.3	0.4	4.3	12.0	2.5	0.5	1.8
07.10.1998	2.5	6.2	4.8	1.1	3.5	2.9	0.5	5.2	16.9	3.7	0.8	1.6
07.10.1998	20	6.5	4.9	1.3	4.3	3.8	0.5	5.5	12.2	2.5	0.5	1.6
04.11.1998	2.5	5.5	3.6	7.0	4.5	3.6	0.9	9.0	7.2	2.2	0.5	1.2
04.11.1998	10	5.3	4.8	1.0	3.6	3.8	1.2	3.8	7.7	2.4	0.5	1.1
04.11.1998	60	6.3	4.0	2.9	5.9	6.3	1.3	4.2	4.5	1.5	0.2	1.5
09.12.1998	10	5.3	3.2	0.6	4.2	4.8	1.0	3.8	6.5	2.1	0.4	1.0
09.12.1998	20	5.3	3.0	0.8	4.4	4.2	1.1	3.6	5.6	1.5	0.2	0.9
09.12.1998	60	5.8	4.2	2.5	5.5	6.5	1.1	4.1	6.3	1.5	0.3	1.0

PSM-Konzentrationen im Zürichsee, 1999 (ng/L):

Datum	Tiefe (m)	Atrazin	Simazin	Propazin	Terbutylazin	Desethylatrazin	Metolachlor	Irgarol	MCP	MCPA	Dicamba	2,4-D
03.02.1999	2.5	4.6	3.7	2.1	3.9	4.2	0.9	2.7	5.6	1.5	0.2	1.0
03.02.1999	20	4.9	3.6	1.6	4.4	4.5	0.7	3.2	6.3	1.7	0.2	1.0
03.03.1999	2.5	5.0	3.7	1.9	4.0	3.4	1.1	2.9	8.0	1.4	0.6	1.2
03.03.1999	10	5.1	2.9	0.9	4.2	3.6	1.0	2.9	6.4	1.6	0.7	1.4
08.04.1999	2.5	4.0	3.1	1.4	3.3	3.6	0.7	2.7	5.2	1.4	0.6	1.1
08.04.1999	20	4.5	3.6	2.2	3.8	4.3	1.1	3.3	6.8	1.6	0.7	1.0
05.05.1999	1	5.2	3.9	3.6	4.1	5.3	6.3	6.5	5.6	2.1	0.6	3.3
05.05.1999	2.5	5.1	3.4	1.9	4.8	6.0	1.8	6.0	5.7	2.2	0.6	3.8
05.05.1999	20	7.3	5.9	4.2	6.2	7.0	2.0	4.1	6.7	1.6	0.4	3.1
09.06.1999	1	7.6	4.3	2.1	4.6	5.8	2.4	5.1	7.2	3.5	0.8	2.5
09.06.1999	2.5	8.4	3.1	2.0	4.2	5.4	2.4	5.8	9.0	3.8	0.7	4.7
09.06.1999	20	6.8	4.1	3.3	5.7	5.7	0.9	3.4	7.6	2.0	0.3	3.1
07.07.1999	1	13.2	4.4	1.5	4.0	5.6	2.8	5.9	7.7	4.8	1.5	1.4
07.07.1999	2.5								7.7	4.3	2.1	1.3
07.07.1999	20								5.7	1.8	0.7	1.1
04.08.1999	1	11.8	4.1	0.25	3.5	7.0	1.8	7.8	6.3	3.1	0.9	1.3
04.08.1999	2.5	13.8	4.1	0.75	4.1	7.1	2.0	9.6	7.1	3.5	1.0	1.2
04.08.1999	20	7.4	5.4	2.78	5.2	5.8	0.9	4.4	7.5	2.8	0.8	1.3
08.09.1999	1	8.8	3.0	0.27	3.1	4.9	1.2	5.0	7.6	3.8	0.9	2.7
08.09.1999	2.5	9.0	3.1	0.50	3.7	5.2	1.3	5.5	7.2	3.6	1.0	1.5
08.09.1999	20	5.9	4.2	2.70	4.9	4.9	0.6	5.9	7.1	2.7	0.4	1.4
06.10.1999	1	8.3	4.0	1.1	3.1		1.5	4.4	8.6	3.5	0.7	1.5
06.10.1999	2.5	7.7	4.6	1.5	3.0	3.6	2.2	4.6	7.2	3.3	0.4	1.5
06.10.1999	20	6.4	4.0	2.3	3.8	3.7	1.2	2.9	7.2	2.7	0.5	1.3
03.11.1999	1	6.8	4.0	2.5	2.8	5.0	1.2	3.3	5.8	3.2	0.5	1.7
03.11.1999	2.5	7.4	4.4	1.7	3.0	3.0	1.5	5.8				
03.11.1999	20	6.8	4.8	2.2	4.3	3.3	1.1	3.0	7.1	2.5	0.5	1.5
08.12.1999	1	6.3	3.5	1.7	2.8	3.9	1.4	2.7	7.0	2.8	0.6	1.4
08.12.1999	2.5	5.6	3.3	1.3	2.8	2.1	0.9	2.5	7.3	2.7	0.7	1.6
08.12.1999	20	6.0	5.3				1.2	3.5	6.9	2.7	0.6	1.4

PSM-Konzentrationen im Zürichsee, 2000 (ng/L):

Datum	Tiefe (m)	Atrazin	Simazin	Propazin	Terbutylazin	Desethylatrazin	Metolachlor	Irgarol	MCPP	MCPA	Dicamba	2,4-D
05.01.2000	1	4.9	4.9	2.3	4.0	4.2	1.2	2.3	4.4	1.5	0.6	1.0
05.01.2000	2.5	5.3	4.6	1.9	4.0	4.4	1.0	2.5	5.4	1.9	0.7	0.9
05.01.2000	20	5.4	4.9	2.1	4.1	4.3	0.9	2.9	5.1	1.8	0.5	0.9
09.02.2000	1	5.3	6.0	2.7	4.5	4.5	1.0	2.9	5.6	1.7	0.5	1.1
09.02.2000	2.5	5.9	5.6	2.6	4.7	5.6	1.1	2.5	5.5	1.7	0.6	0.8
09.02.2000	20	5.9	6.1	2.7	4.3	3.9	1.0	2.5	5.2	1.7	0.4	1.0
08.03.2000	1	5.9	5.0	2.0	4.7	5.4	1.8	3.0	6.2	1.7	0.4	1.1
08.03.2000	2.5	5.7	4.9	2.9		4.9	1.2	3.3	5.9	1.9	0.5	1.1
08.03.2000	20	6.0	5.4	2.6	4.6	6.1	1.5	3.0	4.9	1.8	0.3	1.1
05.04.2000	1	6.0	2.3	1.5	3.6	3.1	0.9	2.9	5.3	2.9	0.4	0.9
05.04.2000	2.5	5.5	2.6	1.9	2.9	4.7	1.2	2.0	3.4	1.4	0.1	0.9
05.04.2000	20	6.0	3.4	4.0	3.7	4.2	1.1	3.1	4.7	1.8	0.4	1.0
10.05.2000	1	5.0	2.3	0.8	2.2	2.4	0.7	4.5	4.1	2.1	0.5	1.4
10.05.2000	2.5	5.4	2.4	0.5	2.1	2.6	1.0	4.8	4.8	2.3	0.3	1.0
10.05.2000	20	5.9	2.2	1.1	2.9	2.6	0.9	3.6	5.1	2.6	0.4	0.9
07.06.2000	1	9.4	2.5	1.0	2.4	3.8	2.0	1.1	10.5	2.0	1.1	1.0
07.06.2000	2.5	8.6	2.1	1.0	2.1	1.9	1.8	0.7	10.3	1.7	1.3	1.1
07.06.2000	20	6.9	2.1	1.8	2.7	2.0	1.5	0.7	5.5	1.9	1.0	1.2
05.07.2000	1	9.4	1.4	0.2	1.8	2.7	1.8	0.7	8.6	2.4	1.3	1.0
05.07.2000	2.5	11.2	2.0	0.6	2.0	4.7	1.6	2.6	6.8	2.2	1.0	0.9
05.07.2000	20	6.1	1.8	1.0	3.0	2.3	1.2	0.8	5.9	1.7	0.9	1.4
09.08.2000	0	10.9	2.5	0.65	2.4	4.9	1.8	1.1	7.1	2.9	1.1	0.9
09.08.2000	2.5	11.5	2.6	0.55	2.6	4.6	1.7	1.9	7.3	2.9	0.9	1.2
09.08.2000	20	5.9	2.2	1.14	2.6	2.8	1.0	1.5	4.8	1.7	0.5	1.0
06.09.2000	1	7.9	2.0	0.68	1.9	3.9	1.2	2.0	5.8	3.4	0.4	1.4
06.09.2000	2.5	7.5	2.1	0.33	1.9	3.2	1.3	2.6	8.4	3.2	0.9	1.0
06.09.2000	20	5.7	1.7	0.26	2.5	3.2	1.4	0.4	5.5	1.7	0.5	1.1
04.10.2000	1	6.9	1.6	0.6	1.4	2.7	0.8	4.2	7.4	4.3	0.8	1.2
04.10.2000	2.5	6.7	1.7	0.6	1.5	2.3	0.8	3.2	8.2	4.8	1.0	1.5
04.10.2000	20	5.5	2.0	1.6	2.3	2.5	0.7	3.4	4.4	1.7	0.5	1.1
08.11.2000	1	8.1	2.2	0.9	2.1	4.9	0.8	3.1	8.2	3.8	0.8	1.0
08.11.2000	2.5	8.0	4.1	0.9	3.3	4.8	1.3	3.5	7.8	3.7	0.8	1.0
08.11.2000	20	6.8	2.6	2.2	2.9	6.3	1.3	2.8	5.4	2.0	0.5	0.6
06.12.2000	1	6.6	1.7	1.2	2.0	3.7	1.0	2.1	3.4	3.4	0.6	2.3
06.12.2000	2.5	6.5	1.7	0.5	2.3	3.9	0.8	3.0	6.6	3.6	0.4	3.2
06.12.2000	20	6.1	2.5	0.4	3.0	5.0	1.1	2.4	6.0	2.3	0.6	1.3

PSM-Konzentrationen im Zürichsee, 2001 (ng/L):

Datum	Tiefe (m)	Atrazin	Simazin	Propazin	Terbutylazin	Desethylatrazin	Metolachlor	Irgarol	MCPP	MCPA	Dicamba	2,4-D
10.01.2001	1	5.9	3.6	1.7	2.9	6.9	0.8	3.2	5.5	2.6	0.6	1.7
10.01.2001	2.5	4.3	3.0	1.8	2.0	4.1	0.8	3.1	5.4	3.1	0.7	3.0
10.01.2001	20	4.8	3.5	2.2	2.2	4.8	1.0	3.8	5.5	2.9	0.8	2.4
07.02.2001	1	6.3	3.5	2.4	4.1	7.3	0.9	2.7	3.8	2.5	0.2	1.5
07.02.2001	2.5	5.9	3.3	1.9	3.2	8.1	0.9	3.1	6.5	2.6	0.9	1.8
07.02.2001	20	5.9	4.1	1.6	3.2	7.2	0.9	6.7	5.9	2.4	0.8	1.2
05.03.2001	1	5.9	2.2	0.1	3.1	6.0	0.7	2.7	2.6	2.6	0.2	1.9
05.03.2001	2.5	6.0	2.2	0.3	3.2	6.1	0.8	2.8	3.7	2.5	0.2	1.5
05.03.2001	20	6.0	2.1	0.1	3.0	5.9	0.7	2.3	4.9	2.3	0.5	1.5
04.04.2001	1	4.9	1.7	0.1	2.6	4.2	0.7	1.7	4.4	1.6	0.4	1.3
04.04.2001	2.5	5.2	1.8	0.1	2.9	4.0	0.7	1.9	5.0	1.5	0.4	0.4
04.04.2001	20	6.0	2.1	0.18	3.2	5.3	0.8	2.5	5.3	1.7	0.3	0.9
02.05.2001	1	4.5	1.9	0.2	3.1	5.7	0.7	2.3	5.4	3.4	0.4	0.9
02.05.2001	2.5	5.2	2.9	0.3	3.0	10.3	1.2	2.6	6.1	3.1	0.5	0.9
02.05.2001	20	5.7	2.2	0.2	2.9	6.6	0.8	2.2	5.7	2.5	0.4	1.0
06.06.2001	1	7.5	1.8	0.2	2.4	3.8	1.5	4.3	6.7	3.4	0.9	0.9
06.06.2001	2.5	7.6	1.9	0.2	2.6	3.9	1.6	4.4	6.2	3.1	0.7	1.5
06.06.2001	20	4.9	1.8	0.3	2.9	4.1	0.8	1.8	5.9	3.2	0.6	0.9
04.07.2001	1	17.8	2.8	0.2	3.1	8.6	1.8	5.5	11.4	4.3	2.4	1.7
04.07.2001	2.5	17.6	2.7	0.3	2.7	8.2	1.8	5.3	10.5	3.9	1.9	2.1
04.07.2001	20	5.6	2.0	0.1	3.2	5.3	0.7	2.2	5.5	3.3	0.5	0.9
08.08.2001	1	12.0	2.0	0.30	1.9	4.8	1.2	7.2	12.8	4.4	0.9	1.8
08.08.2001	2.5	12.0	2.1	0.35	1.9	4.8	1.4	7.3	13.6	4.4	1.2	2.4
08.08.2001	20	5.0	1.6	0.83	2.3	3.3	0.7	3.2	6.9	4.0	0.8	1.7
05.09.2001	1	11.5	2.0	1.10	2.3	4.6	0.9	8.3	7.2	2.4	0.4	1.7
05.09.2001	2.5	11.1	2.0	0.43	2.1	4.7	1.1	7.6	9.5	3.1	0.9	1.2
05.09.2001	20	5.1	1.6	0.09	3.0	4.3	0.8	3.1	3.0	2.0	0.1	1.1
03.10.2001	1	7.9	2.1	0.9	2.1	4.1	1.0	2.9	4.8	3.9	0.4	1.5
03.10.2001	2.5	7.8	1.6	0.9	2.0	6.1	0.8	3.2	3.9	3.9	0.1	1.8
03.10.2001	20	4.8	1.9	0.7	2.2	4.6	0.7	2.4	0.9	2.6	0.8	1.0
07.11.2001	1	7.4	2.9	1.0	2.0	5.2	0.7	3.6	7.2	3.2	0.6	1.2
07.11.2001	2.5	7.3	2.1	1.0	2.7	5.7	1.1	2.9	6.7	3.4	0.3	1.1
07.11.2001	20	5.7	2.0	1.8	2.4	5.4	0.7	2.6	6.2	2.6	0.3	1.0
05.12.2001	1	5.7	4.0	1.4	2.3	5.4	0.7	2.8	5.7	2.7	0.4	1.1
05.12.2001	2.5	6.1	2.8	1.3	1.9	3.6	0.8	2.9	6.1	3.0	0.5	1.0
05.12.2001	20	6.1	2.3	1.5	2.0	3.5	0.8	3.0	5.5	2.5	0.4	0.9

PSM-Konzentrationen im Zürichsee, 2002 (ng/L):

Datum	Tiefe (m)	Atrazin	Simazin	Propazin	Terbutylazin	Desethylatrazin	Metolachlor	Irgarol	MCPP	MCPA	Dicamba	2,4-D
09.01.2002	1	5.5	1.9	1.3	2.1	6.5	0.5	2.5				
09.01.2002	2.5	5.6	1.6	1.5	2.4	4.6	1.0	2.4				
09.01.2002	20	5.2	1.5	0.3	2.2	3.8	0.7	2.5				
10.04.2002	2.5	4.6	1.7	0.8	2.0	6.6	0.7	3.1	5.6	2.2	0.4	1.2
10.04.2002	20	5.2	1.6	0.9	2.5	5.1	0.8	3.0	5.6	1.9	0.9	0.9
15.05.2002	2.5								8.8	4.8	1.0	1.7
15.05.2002	20	6.1	2.9	1.0	3.0	12.8	1.1	4.1	3.4	3.1	0.4	2.7
05.06.2002	2.5	5.9	3.3	0.5	2.0	6.7	1.4	4.8	4.1	2.4	2.3	1.7
05.06.2002	20	4.4	2.1	0.5	1.9	11.7	0.8	1.4	8.9	3.4	0.6	1.4
07.08.2002	1	10.2	2.2	0.2	1.3	2.6	1.1	2.9				
07.08.2002	2.5	12.1	2.2	0.2	1.8	4.5	1.3	5.1	27.0	9.4	2.6	2.9
07.08.2002	20	5.4	1.5	0.2	1.8	3.3	0.6	3.0	11.9	4.2	1.1	1.9
07.08.2002	60	4.9	1.6	0.2	1.3	2.8	0.5	1.4	6.7	2.7	0.8	1.3
07.08.2002	130	5.9	1.9	0.2	1.9	1.9	0.6	2.2	7.0	2.6	1.9	1.1
04.09.2002	2.5	12.0	2.5	0.0	1.9	5.6	1.5	5.8	16.1	7.2	2.6	2.8
04.09.2002	20	5.5	1.5	0.2	1.8	5.2	0.6	3.9	7.6	2.9	1.4	1.4
10.10.2002	2.5	8.4	1.9	0.3	1.5	3.5	1.3	2.8	14.3	6.7	1.2	2.6
10.10.2002	20	5.0	1.4	0.1	1.6	2.6	0.6	2.0	8.8	3.7	1.0	1.8
04.12.2002	2.5	6.4	2.0	0.2	1.2	3.5	0.8	2.0	9.6	4.2	0.7	1.6
04.12.2002	20	5.5	1.6	0.2	1.2	2.2	0.5	1.7	8.1	3.5	0.6	1.5

# PSM-Konzentrationen im Zürichsee im Zeitraum von 1997 – 2002

