

Pestiziduntersuchungen

bei den Hauptmessstellen Furtbach
Würenlos und Jonen nach ARA Zwilli-
kon im Jahr 2008



**Baudirektion
Kanton Zürich**

AWEL Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft

**AWEL Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft
Abteilung Gewässerschutz**

Oberflächengewässerschutz

Dr. Jürg Sinniger
juerg.sinniger@bd.zh.ch

Dr. Pius Niederhauser
pius.niederhauser@bd.zh.ch

Dr. Walo Meier
walo.meier@bd.zh.ch

Zürich, Juni 2009

Pestiziduntersuchungen

bei den Hauptmessstellen Furtbach bei Würenlos und Jonen nach ARA Zwillikon im Jahr 2008

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	2
1. Einleitung	4
2. Methode	6
2.1 Messstellen und Probenahme	6
2.2 Analytik	8
2.3 Untersuchte Verbindungen	8
2.4 Auswertung der Daten	10
3. Resultate und Diskussion	12
3.1 Die Konzentrationen der Pestizide und ihrer Abbauprodukte in den Wochenmischproben von Furtbach und Jonen	12
3.1.1 Durchschnittliche Belastung der Wochenmischproben	12
3.1.2 Verteilung der Nachweise auf die einzelnen Verbindungen	13
3.1.3 Streuung der Konzentrationen der einzelnen Verbindungen in den Wochenmischproben	16
3.1.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	20
3.2 Jahreszeitlicher Verlauf und Zusammensetzung der Wochenmischproben	22
3.2.1 Jahreszeitlicher Verlauf der Summe der Konzentrationen	22
3.2.2 Zusammensetzung der Wochenmischproben	23
3.2.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	26
3.3 Vergleich der Wochenmischproben, Tagesmischproben und monatlichen Stichproben	28
3.3.1 Durchschnittliche Belastung der drei Probentypen	28
3.3.2 Nachgewiesene Verbindungen in den drei Probentypen	29
3.3.3 Maximalkonzentrationen in den drei Probentypen	29
3.3.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	32
3.4 Gesamtkonzentrationen vs. Abfluss	34
3.4.1 Darstellung der Daten	34
3.4.2 Schlussfolgerungen	35
4. Literatur	36
Anhang	37
Anhang 1: Vergleich der monatlichen Stichproben mit den Wochenmischproben	37
Anhang 2: Untersuchung der Tagesmischproben des Furtbachs	39
Anhang 3: Detaillierte Resultate ausgewählter Verbindungen	41

Zusammenfassung

Für die Pestiziduntersuchungen 2008 wurden Proben des Furtbachs bei Würenlos und der Jonen nach der Abwasserreinigungsanlage Zwillikon genommen. Die beiden Probenahmestellen gehören zu den 17 Hauptmessstellen im Kanton Zürich, die der Überwachung der wichtigsten Fließgewässer dienen. Wie alle Hauptmessstellen sind auch diese zwei mit Schöpfautomaten ausgerüstet, die eine automatische Entnahme von abflussproportionalen Tagesmischproben ermöglichen. Die Tagesmischproben wurden jeweils am Ende einer Woche zu Wochenmischproben vereinigt; bei hohen Abflussmengen im Furtbach wurden die Tagesmischproben des Furtbachs zusätzlich separat analysiert. Einmal pro Monat wurden schliesslich noch Stichproben aus der „fliessenden Welle“ der beiden Flüsse entnommen. Die Untersuchungsperiode dauerte von März bis November 2008. Die Wochenmischproben, Tagesmischproben und monatliche Stichproben aus den beiden Flüssen wurden auf 49 Pestizide und Abbauprodukte analysiert.

In den Wochenmischproben des Furtbachs lagen im Schnitt 16 Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze vor, davon zeigten drei eine Konzentration höher als den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l. Eine durchschnittliche Wochenmischprobe der Jonen enthielt sieben Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze und eine in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung. Die Proben aus dem Furtbach zeigten somit rund doppelt so viele Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze und des Anforderungswertes der Gewässerschutzverordnung wie die Proben aus der Jonen.

In den Wochenmischproben des Furtbachs wurden von den 49 untersuchten Verbindungen 33 mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen, 20 mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung. In den Proben der Jonen wurden 25 resp. zwölf Verbindungen mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze resp. des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung gefunden. Im Furtbach wurden somit 1.3-mal mehr Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze und 1.7-mal mehr Verbindungen oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung als in der Jonen nachgewiesen. Die Verbindungen, die im Furtbach in mehr als 50 % der Wochenmischproben gefunden wurden und die in diesen Wochenmischproben eine Durchschnittskonzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung aufwiesen, sind Isoproturon, Linuron, Mecoprop, Metazachlor und Propachlor. In der Jonen gehörte lediglich Mecoprop zu dieser Gruppe von Verbindungen.

Betrachtet man die Summe der Konzentrationen, die in den Wochenmischproben gemessen wurden, so stellt man bei beiden Flüssen einen ähnlichen Verlauf fest. Im Frühjahr liegt die Summe der Konzentrationen bei ca. 0.5 µg/l, steigt dann zum Sommer hin auf ca. 5 µg/l an, um im Herbst wieder auf ca. 1 µg/l abzufallen. Dieses Muster widerspiegelt die saisonalen Anwendungen der Pflanzenschutzmittel in Landwirtschaft und Garten. Die Aufschlüsselung der Wochenmischproben nach Pestiziden kann Hinweise darauf liefern, über welchen Weg die Wirkstoffe in die Fließgewässer

ser gefunden haben. Einmalige Pestizidstöße mit hohen Konzentrationen lassen vermuten, dass die Stoffe über die Hofplatzentwässerung oder über die Kanalisation und Abwasserreinigungsanlage, wo sie nur unvollständig zurückgehalten wurden, in den Fluss gelangt sind. Eine andere Möglichkeit ist, dass Pestizide mit Regenwasser abgeschwemmt wurden, kurz nachdem sie auf dem Feld ausgebracht worden waren. Stoffe, die zwar häufig, aber nie in hohen Konzentrationen auftraten, wurden vermutlich kontinuierlich vom Regen aus dem Boden oder aus Oberflächen, die Biozidprodukte enthalten, ausgewaschen und in die Flüsse transportiert.

Neben den Wochenmischproben wurden noch zwei weitere Probetypen erhoben: bei hohen Abflüssen im Furtbach wurden die Tagesmischproben nicht nur zu Wochenmischproben vereint, sondern zusätzlich separat analysiert, und einmal pro Monat wurden Stichproben aus der fließenden Welle des Furtbachs und der Jonen genommen. Der Vergleich der Aussagekraft der monatlichen Stichproben mit derjenigen der Wochenmischproben ist allerdings schwierig, weil während den beiden Sommermonaten Juni und Juli keine Stichproben genommen wurden. So fehlen die Werte von Stichproben für die beiden Monate, welche die höchsten Pestizidkonzentrationen aufwiesen. Diesem Umstand ist es zuzuschreiben, dass die monatlichen Stichproben eine geringere Belastung der beiden Flüsse auswiesen als die Tages- und Wochenmischproben.

Zwischen Abfluss und Gesamtkonzentrationen konnte keine Korrelation festgestellt werden. Vielmehr lassen die Daten vermuten, dass bei tiefen bis mittleren Abflüssen die höchsten Konzentrationen erreicht werden, während bei hohen Abflüssen die Konzentrationen wieder sinken. Mässiger Regen kann ausgebrachte Wirkstoffe in ein Oberflächengewässer abschwemmen, viel Regen den Schadstoff wieder verdünnen. Dass erhöhte Abflüsse keine höheren Konzentrationen an Pestiziden und ihren Abbauprodukten bedingen, liegt auch darin begründet, dass der Zusammenhang zwischen Niederschlag im Einzugsgebiet eines Flusses und seines Abflusses nicht linear ist, sondern ein komplexes Wechselspiel verschiedener Faktoren darstellt. Hohe Pestizidkonzentrationen sind somit nicht auf erhöhte Abflüsse zurückzuführen, sondern auf individuelle Ereignisse. Ein solches Ereignis kann Regen sein, der gleich nach dem Spritzen fällt, unvorsichtiges Spritzen oder Entsorgung von Spritzbrühresten und Spülwasser über die Hofplatzentwässerung oder die Kanalisation.

1. Einleitung

Pestizide sind chemische Stoffe, die zur Bekämpfung oder Abwehr unerwünschter Organismen verwendet werden. Zum Einsatz kommen sie in Pflanzenschutzmitteln und Biozidprodukten. Sind Pestizide erst einmal in die Umwelt ausgebracht, finden viele von ihnen ihren Weg ins Wasser, wo sie die aquatische Umwelt schädigen und unser Trinkwasser gefährden können. Deshalb untersucht das Gewässerschutzlabor des AWEL seit 1999 systematisch ausgewählte Grund- und Oberflächengewässer im Kanton Zürich auf Wirkstoffe aus Pflanzenschutzmitteln und Biozidprodukten [1].

Während die Qualität des Grundwassers bezüglich der Belastung mit Pestiziden meist als gut beurteilt wird, weisen einzelne Fliessgewässer regelmässig zu hohe Konzentrationen dieser Schadstoffe auf [2]. Deshalb wurden im Jahr 2007 zwei problematische Gewässer, nämlich Furtbach und Glatt, eingehend untersucht. Von April bis Oktober wurden Wochenmischproben, Tagesmischproben und monatliche Stichproben aus den beiden Flüssen genommen und auf insgesamt 49 Pestizide und Abbauprodukte analysiert. Die Resultate dieser Messkampagne wurden detailliert im Bericht *Pestiziduntersuchungen bei den Hauptmessstellen Furtbach Würenlos und Glatt vor Rhein 2007* [3] vorgestellt. Die Pestizidbelastung im Furtbach und in der Glatt wurde anhand der Qualitätsanforderung der Gewässerschutzverordnung sowie anhand von stoffspezifischen Qualitätskriterien vorgenommen. Der Bericht geht zudem den beiden Fragen nach, ob ein Zusammenhang zwischen dem Konzentrationsverlauf der Pestizide und dem Abfluss besteht, und ob die drei Probenahmemethoden zu vergleichbaren Ergebnissen führen. Was die erste Frage betrifft, so liessen die vorliegenden Ergebnisse keine allgemeine Formulierung einer Beziehung zwischen Abfluss und Pestizidkonzentration zu. Für grössere Gewässer sei die Pestizidbelastung deshalb auch künftig nur mittels geeigneter Messreihen und nicht über Modellierung zu ermitteln. Bei der zweiten Frage wurde aus den Resultaten geschlossen, dass die drei Methoden in der Beurteilung der Belastungssituation sehr ähnliche Ergebnisse liefern, und dass demnach bereits monatliche Stichproben eine recht gute Beschreibung eines Gewässers bezüglich der Belastung mit Pestiziden ermöglichen würden. Besonders bei regelmässig vorhandenen Pestiziden wurden mit Wochenmischproben und monatlichen Stichproben sehr ähnliche Konzentrationsverläufe erhalten. Kurzzeitig erhöhte Konzentrationen hingegen, wie sie bei markanten Einzelereignissen auftreten, erfassten die monatlichen Stichproben nur zufällig.

Die Pestiziduntersuchungen 2008 an Furtbach und Jona sind die Fortsetzung der Untersuchung des Jahres 2007. Von Anfang März bis Anfang November wurden wiederum die drei Probentypen Wochenmischproben, Tagesmischproben und monatliche Stichproben genommen und auf 49 Pestizide und Abbauprodukte untersucht. Der vorliegende Bericht wertet die Daten aus, die im Rahmen dieser Untersuchung erhoben wurden. Dabei werden die Fragestellungen des letztjährigen Berichts wieder aufgegriffen, um die damals gezogenen Schlussfolgerungen zu bestätigen oder zu widerlegen:

- Wie ist die allgemeine Belastungssituation zu beurteilen, und welche Verbindungen sind hauptsächlich verantwortlich für die Belastung?

- Wie sieht der jahreszeitliche Verlauf der Belastung mit Pestiziden aus?
- Vermitteln Wochenmischproben, Tagesmischproben und monatliche Stichproben ein vergleichbares Bild der Belastung?
- Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Abfluss eines Fließgewässers und der Summe der Pestizidkonzentrationen?

2. Methode

2.1 Messstellen und Probenahme

Für die Pestiziduntersuchungen 2008 wurden Proben des Furtbachs bei Würenlos (*Abb. 1*) und der Jonen nach der Abwasserreinigungsanlage Zwillikon (*Abb. 2*) genommen. Die beiden Probenahmestellen gehören zu den 17 permanenten Messstationen (Hauptmessstellen) im Kanton Zürich, die der Überwachung der wichtigsten Fließgewässer dienen. Abbildung 3 auf der gegenüberliegenden Seite zeigt die Lage der beiden Stellen im Kanton Zürich und gibt ihre Messstellen-Nummer sowie die Landeskoordinaten an.



Abb. 1: Messstelle am Furtbach bei Würenlos



Abb. 2: Messstelle an der Jonen nach der ARA Zwillikon



Abb. 3: Die beiden Messstellen der Pestiziduntersuchungen 2008

Messstelle Nr. 913
Furtbach bei Würenlos
(669'889 / 255'285)

Messstelle Nr. 916
*Jonen nach Abwasserreinigungs-
anlage Zwillikon*
(675'074 / 238'460)

Wie alle Hauptmessstellen sind auch diese zwei mit IBUK-Schöpfautomaten ausgerüstet. Diese Geräte ermöglichen eine automatische Entnahme von Tagesmischproben, die proportional zur Abflussmenge sind. Die Tagesmischproben wurden jeweils am Ende einer Woche zu Wochenmischproben vereinigt. Bei hohen Abflussmengen im Furtbach (ab ca. 1 m³/s) wurden die Tagesmischproben nicht nur zu Wochenmischproben vereint, sondern auch noch separat analysiert. Bei der Untersuchung der Jonen verzichtete man auf die Analyse der Tagesmischproben. Einmal pro Monat wurden schliesslich noch Stichproben aus der „fliessenden Welle“ entnommen und analysiert.

Aufgrund eines Missverständnisses zwischen AWEL und dem Labor Veritas, das im Auftrag des AWEL die Proben gesammelt und analysiert hat, wurden in den Monaten Juni und Juli keine monatlichen Stichproben erhoben. Zudem konnten im Furtbach in den Wochen vom 21. April 2008 und 5. Mai 2008 keine Wochenmischproben gesammelt werden.

Tabelle 1 listet die Untersuchungsperiode für die beiden Probenahmestellen auf und zeigt, wie viele Proben von jedem Typ genommen wurden.

	Furtbach bei Würenlos	Jonen nach ARA Zwillikon
Untersuchungsperiode:	3. März 2008 – 2. Nov. 2008	
monatliche Stichproben:	6	6
Tagesmischproben:	51	-
Wochenmischproben:	33	35
Total:	90	41

Tab. 1: Untersuchungsperiode 2008 und Anzahl Proben von jedem Probentyp

2.2 Analytik

Im Auftrag des AWEL sammelte das Labor Veritas in Zürich wöchentlich die Proben ein und analysierte sie. Um die verschiedenen Verbindungen mit ihren unterschiedlichen chemisch-physikalischen Eigenschaften zu erfassen, erfolgte die Anreicherung der Proben mittels Festphasenextraktion einmal im neutralen und einmal im sauren Milieu. Zur anschliessenden Bestimmung der Konzentration der Verbindungen in den Extrakten wurden sowohl die Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) wie auch die Flüssigchromatographie-Massenspektrometrie (LC-MS) eingesetzt.

Zur Qualitätssicherung wurden je vier monatliche Stichproben aus Furtbach und Jonen auch vom Gewässerschutzlabor des AWEL untersucht. In einem Fall wurden die Stichproben aufgestockt. Der Vergleich der Messresultate des AWEL mit denjenigen des Labor Veritas fiel in allen Fällen zufrieden stellend aus.

2.3 Untersuchte Verbindungen

Die Proben wurden auf 49 Verbindungen analysiert: 36 Herbizide; 4 Insektizide; 4 Fungizide; 1 Algizid; 1 Repellent; 3 Abbauprodukte.

Tabelle 2 listet die Verbindungen in alphabetischer Reihenfolge auf. Zu jeder Verbindung sind folgende Informationen gegeben:

- Substanzklasse, Wirkstoffgruppe, Einsatzgebiet;
- Bestimmungsgrenze;
- Anforderungswert der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung¹: 0,1 µg/l je Einzelstoff².
- chronisches resp. akutes Qualitätskriterium gemäss Chèvre³;
- Zielvorgabe LAWA⁴ für das Schutzgut „aquatische Lebensgemeinschaft“⁵;
- Nachweismethode.

¹ Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. Juli 2008)

² Dieser Wert gilt für organische Pestizide (Biozidprodukte und Pflanzenschutzmittel), wobei andere Werte auf Grund von Einzelstoffbeurteilungen im Rahmen eines Zulassungsverfahrens vorbehalten bleiben. Er ist eine Anforderung an die Wasserqualität oberirdischer Gewässer (Anh. 2 Ziff. 12 Abs. 5 GSchV) und an Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist (Anh. 2 Ziff. 22 Abs. 2 GSchV). Für oberirdische Gewässer gilt dieser Wert bei jeder Wasserführung nach weitgehender Durchmischung des eingeleiteten Abwassers im Gewässer; besondere natürliche Verhältnisse wie Wasserzufluss aus Moorebenen, seltene Hochwasserspitzen oder seltene Niederwasserereignisse bleiben vorbehalten. Für Grundwasser bleiben besondere natürliche Verhältnisse vorbehalten; für Stoffe, die von belasteten Standorten stammen, gelten diese Anforderungen nicht im Abstrombereich, in dem der grösste Teil dieser Stoffe abgebaut oder zurückgehalten wird

³ Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung, der gleichermassen für alle organischen Pestizide gilt, ist unbefriedigend, da er die unterschiedliche Wirkung der verschiedenen Pestizide auf die Vielfalt der Organismen im Wasser nicht berücksichtigt. Deshalb wurde ein Konzept zur wirkungsbasierten Beurteilung von Pestiziden erarbeitet. Für Wirkstoffe, über die genügend Literaturdaten vorlagen, konnten Werte für die chronische (CQK) und akute Toxizität (AQK) festgelegt werden. Aufgrund fehlender Unterlagen liegen aber bei weitem noch nicht für alle Pestizide solche stoffspezifischen Qualitätskriterien vor. [4]

⁴ Die Deutsche Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) ist ein Arbeitsgremium der Umweltministerkonferenz der Bundesrepublik Deutschland und besteht mittlerweile seit 50 Jahren.

⁵ Die LAWA hat für insgesamt 38 gewässerrelevante Pestizide Zielvorgaben aufgestellt. Für das Schutzgut Trinkwasser wurde der Trinkwassergrenzwert von 0.1 µg/l herangezogen. Beim Schutzgut der aquatischen Lebensgemeinschaften wird je nach Pestizid auf der Grundlage von Tests zur Ermittlung der Giftigkeit jene Konzentration kalkuliert, bei der keine nachteiligen Auswirkungen zu erwarten sind. Oft liegen diese Zielvorgaben weit unter dem Trinkwassergrenzwert oder sogar unter der analytischen Bestimmungsgrenze. Das zeigt, wie empfindlich Gewässer-Ökosysteme auf Pestizide reagieren können.

Verbindung	Substanzklasse	Wirkstoffgruppe	Einsatzgebiet	Bestimmungs- grenze	AF GSchV CH	CQK	AQK	ZV LAWA	Nachweis- methode
				[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	
2,4,5-T	Phenoxykarbons.	H	Getreide, Forst, Rasen	0.02	0.1				LC-MS
2,4-D	Phenoxykarbons.	H	Mais, Getreide	0.02	0.1			2	LC-MS
2,6-Dichlorbenz.			Abbauprodukt von Dichlobenil	0.01	0.1				GC-MS
2,4-DB	Phenoxykarbons.	H	Getreide, Soja	0.02	0.1				LC-MS
Alachlor	Chloracetanilid	H	Mais, Soja	0.01	0.1	0.56	8.4		GC-MS
Ametryn	Methylthiotriazin	H	Gemüse, Kartoffeln	0.01	0.1			0.5	GC-MS
Atrazin	Triazin	H	Mais	0.01	0.1	1.8	15		GC-MS
Bentazon	Phenoxykarbons.	H	Mais, Wiesen, Kartoffeln, Erbsen, Soja	0.02	0.1			70	LC-MS
Bromacil	Uracil	H		0.02	0.1			0.6	LC-MS
Cyanazin	Triazin	H	Erbsen	0.01	0.1	0.57	4.7		GC-MS
Cypermethrin	Pyrethroid	H	Raps	0.01	0.1				GC-MS
DEET	Diethyltoluamid	R	gegen Stechmücken (Repellent)	0.01	0.1				GC-MS
Desethylatrazin	Triazin		Abbauprodukt von Atrazin	0.01	0.1				GC-MS
Desisopropylatrazin	Triazin		Abbauprodukt von Atrazin	0.01	0.1				GC-MS
Diazinon	Organophosphat	I	Obst, Gemüse	0.02	0.1	0.0027	0.14		GC-MS
Dichlobenil	Nitrilherbizid	H	Unkräuter, Ungräser	0.01	0.1				GC-MS
Dichlorprop	Phenoxykarbons.	H	Getreide	0.02	0.1			10	GC-MS
Dimethachlor	Chloracetanilid	H	Winterraps	0.01	0.1				GC-MS
Dimethenamid	Chloracetanilid	H	Mais, Soja, Sonnenblumen, Bohnen	0.01	0.1	0.11	1.6		GC-MS
Dimethoat	Organophosphat	I	gegen Insekten und Spinnmilben	0.01	0.1	0.026	1.38	0.2	GC-MS
Diuron	Phenylharnstoff	H	Obst, Reben, Spargel, Baumaterialien	0.02	0.1	0.15	1.3	0.05	GC-MS
Ethofumesat	Sulfonat	H	Zuckerrüben	0.01	0.1				GC-MS
Fluroxypyr	Phenoxykarbons.	H	Getreide	0.02	0.1				LC-MS
Hexazinon	Triazin	H	Totalherbizid	0.02	0.1			0.07	GC-MS
Irgarol 1051	Methylthiotriazin	A	Antifouling-Anstriche	0.01	0.1				GC-MS
Isoproturon	Phenylharnstoff	H	Wintergetreide	0.02	0.1	0.27	2.2	0.3	GC-MS
Linuron	Phenylharnstoff	H	Mais, Kartoffeln, Bohnen, Soja	0.02	0.1	0.32	2.6	0.3	GC-MS
MCPA	Phenoxykarbons.	H	Wiesen, Getreide	0.02	0.1			2	LC-MS
MCPB	Phenoxykarbons.	H	Wiesen, Kartoffeln, Getreide	0.02	0.1				LC-MS
Mecoprop	Phenoxykarbons.	H	Getreide, Rasen, Flachdächer	0.02	0.1			50	LC-MS
Metalaxyl	Acylanilid	F	Kartoffeln, Hopfen	0.01	0.1				GC-MS
Metamitron	Triazin	H	Zuckerrüben	0.05	0.1				GC-MS
Metazachlor	Chloracetanilid	H	Raps, Kohl	0.01	0.1	0.13	1.9	0.4	GC-MS
Metobromuron	Phenylharnstoff	H	Feldsalat, Kartoffeln	0.02	0.1				GC-MS
Metolachlor	Chloracetanilid	H	Mais, Soja, Sonnenblumen, Bohnen	0.01	0.1	0.3	4.4	0.2	GC-MS
Metoxuron	Phenylharnstoff	H	Wintergetreide	0.01	0.1	1.9	16		GC-MS
Monolinuron	Phenylharnstoff	H	Kartoffeln, Bohnen, Soja,	0.02	0.1				GC-MS
Oxadixyl	Acylanilid	F	Reben, Kartoffeln, Tabak	0.01	0.1				GC-MS
Penconazol	Triazol	F	Reben, Kernobst	0.01	0.1				GC-MS
Permethrin	Pyrethroid	I	Mais, Kartoffeln, Raps, Gemüse	0.01	0.1				GC-MS
Pirimicarb	Carbamat	I	Blattläuse	0.01	0.1				GC-MS
Prometryn	Triazin	H		0.01	0.1			0.5	GC-MS
Propachlor	Chloracetanilid	H	Kohl, Raps, Lauch, Fenchel, Radis.	0.01	0.1	0.09	1.4		GC-MS
Propazin	Triazin	H	Totalherbizid (in Kombination)	0.01	0.1				GC-MS
Propiconazol	Triazol	F	gegen Gelbrost, Braunrost, Mehltau	0.01	0.1				GC-MS
Simazin	Triazin	H	Kernobst, Gemüse, Beeren, Mais	0.01	0.1	2.8	23	0.1	GC-MS
Terbutylazin	Triazin	H	Kartoffeln	0.01	0.1	0.38	3.1	0.5	GC-MS
Terbutryn	Triazin	H	Mais, Kartoffeln, Wintergetreide	0.01	0.1	0.17	1.4		GC-MS
Triclopyr	Phenoxykarbons.	H	Wiesen, Nichtkulturland	0.02	0.1				LC-MS

A: Algizid; **F:** Fungizid; **H:** Herbizid; **I:** Insektizid; **R:** Repellent. **AF GSchV CH:** Anforderungswert der eidg. Gewässerschutzverordnung; **CQK, AQK:** Chronisches resp. akutes Qualitätskriterium; **ZV LAWA:** Zielvorgabe Deutsche Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.

Tab. 2: Übersicht über die untersuchten Verbindungen

2.4 Auswertung der Daten

Im Rahmen der Pestiziduntersuchungen 2008 wurden in Furtbach und Jonen insgesamt 131 Proben genommen (s. Tab. 1), die auf die Konzentration von 49 Verbindungen untersucht wurden (s. Tab. 2). Das ergibt ein Total von 6419 Messwerten. Tabelle 3 zeigt die Auslegeordnung dieser Messwerte.

Furtbach 08 (F)				
		Verbindung 1	... Verb. 49	
Monatliche Stichproben (S)				
Probe FS1	Datum FS1	Wert FS11	...	Belastung Probe FS1
...
Tagesmischproben (T)				
Probe FT1	Datum FT1	Wert FT11	...	Belastung Probe FT1
...
Wochenmischproben (W)				
Probe FW1	Datum JW1	Wert FW11	...	Belastung Probe FT1
...

Jonen 08 (J)				
		Verbindung 1	... Verb. 49	
Monatliche Stichproben (S)				
Probe JS1	Datum JS1	Wert JS11	...	Belastung Probe JS1
...
Wochenmischproben (W)				
Probe JW1	Datum JW1	Wert JW11	...	Belastung Probe JT1
...

Tab. 3: Auslegeordnung der Messwerte, die im Rahmen der Pestiziduntersuchungen 2008 in Furtbach und Jonen erhoben wurden

In Kapitel 3.1 werden die Konzentrationen der Pestizide und ihrer Abbauprodukte in den Wochenmischproben von Furtbach und Jonen betrachtet.

Kapitel 3.1.1 vergleicht die durchschnittliche Belastung der Wochenmischproben der beiden Flüsse miteinander. Dazu wurde für jede Wochenmischprobe bestimmt, wie viele Messwerte oberhalb der Bestimmungsgrenze der jeweiligen Verbindung und wie viele Messwerte oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l lagen. Diese Zahlen wurden über alle Proben des jeweiligen Flusses gemittelt, um die Belastung einer durchschnittlichen Probe zu erhalten.

In Kapitel 3.1.2 wird festgehalten, wie viele der 49 untersuchten Verbindungen in den Wochenmischproben der beiden Flüsse mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze oder des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung gefunden wurden. In einem nächsten Schritt wird untersucht, wie sich diese Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenzen und des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung auf die einzelnen Verbindungen verteilen.

In Kapitel 3.1.3 werden die Streuungen der Konzentrationen in den Wochenmischproben detailliert dargestellt. Für jede Verbindung wurden die folgenden statistischen Parameter ermittelt: Maximalwert, das 90-Quantil, oberes und unteres Quartil sowie den Median. Die grafische Darstellung dieser Werte geschieht vor dem Hintergrund der Häufigkeit, mit der die betreffende Verbindung in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze auftrat.

Kapitel 3.2 untersucht, wie sich die Zusammensetzung der Wochenmischproben im Verlaufe der Untersuchungsperiode veränderte. In Kapitel 3.2.1 wird die Summe der Konzentrationen der Verbindungen, die oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurden, vor dem Hintergrund des Abflusses dargestellt. Kapitel 3.2.2 schlüsselt die Zusammensetzung der einzelnen Wochenmischproben auf, indem die Verbindungen durch verschiedene Farben repräsentiert werden.

Kapitel 3.3 geht der Frage nach, ob Wochenmischproben, Tagesmischproben und monatliche Stichproben bezüglich der Belastung der beiden Flüsse mit Pestiziden und Abbauprodukten die gleichen Schlussfolgerungen zulassen. In Kapitel 3.3.1 werden die durchschnittlichen Belastungen der Tagesmischproben und monatlichen Stichproben ermittelt und mit den Werten für die Wochenmischproben aus Kapitel 3.1.1 verglichen. In Kapitel 3.3.2 wird analysiert, ob mit den drei Probetypen gleich viele Verbindungen oberhalb der Bestimmungsgrenze und des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung erfasst werden. Kapitel 3.3.3 geht der Frage nach, in welchem Probetyp die maximalen Konzentrationen gemessen wurden.

Kapitel 3.4 greift die Frage auf, ob zwischen dem Abfluss eines Fliessgewässers und der Gesamtkonzentration an Pestiziden ein Zusammenhang besteht oder nicht.

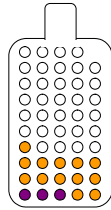
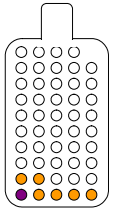
Anhang 1 vergleicht die Zusammensetzung der monatlichen Stichproben mit den Wochenmischproben, die in der Vorwoche und in der folgenden Woche in Furtbach und Jonen genommen wurden. Anhang 2 stellt die Zusammensetzung der Tagesmischproben aus drei Perioden vor, in denen an aufeinanderfolgenden Tagen im Furtbach Proben genommen wurden. Anhang 3 zeigt von 27 Verbindungen die detaillierten Resultate aller Probetypen aus Furtbach und Jonen. Den Resultaten des Furtbachs sind die Resulte der Pestiziduntersuchungen 2007 gegenübergestellt.

3. Resultate und Diskussion

3.1 Die Konzentrationen der Pestizide und ihrer Abbauprodukte in den Wochenmischproben von Furtbach und Jonen

3.1.1 Durchschnittliche Belastung der Wochenmischproben

Jede der Wochenmischproben, die im Rahmen der Pestiziduntersuchungen 2008 im Furtbach und in der Jonen erhoben wurden (Tab. 1), untersuchte man auf die Konzentrationen von 49 Verbindungen (Tab. 2). In den 33 Wochenmischproben des Furtbachs lagen im Schnitt 16 Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze vor, wobei die Konzentrationen von drei Verbindungen den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l überschritten (Tab. 4). Die Untersuchung der 35 Wochenmischproben aus der Jonen ergab, dass jede Probe im Schnitt sieben Verbindungen mit einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze enthielt und die Konzentration von jeweils einer Verbindung den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung überschritt (Tab. 4).


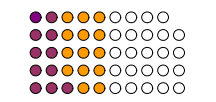
		Furtbach 08	Jonen 08
			
Anzahl Wochenmischproben		33	35
Anzahl untersuchte Verbindungen	○	49	49
Durchschnittliche Anzahl Verbindungen pro Probe mit einer Konzentration oberhalb ...			
... der Bestimmungsgrenze;	●	16	7
... des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l.	●	3	1

Tab. 4: Durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung in den Wochenmischproben

3.1.2 Verteilung der Nachweise auf die einzelnen Verbindungen

In den 33 Wochenmischproben des Furtbachs wurden 33 der 49 untersuchten Verbindungen mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen; 20 dieser Verbindungen lagen mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l vor. In den 35 Proben der Jonen überschritt die Konzentration von 25 Verbindungen mindestens einmal die Bestimmungsgrenze resp. von 12 Verbindungen mindestens einmal den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung. (Tab 5)

Tab. 5: Anzahl Verbindungen mit Nachweisen oberhalb Bestimmungsgrenze und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung

	Furtbach 08	Jonen 08
		
Anzahl Wochenmischproben	33	35
Anzahl untersuchte Verbindungen	49	49
Anzahl Verbindungen, die mindestens einmal mit einer Konzentration oberhalb ...		
... der Bestimmungsgrenze ...;	33	25
... des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l auftraten.	20	12

Von den 49 Verbindungen wurden zehn weder in einer Wochenmischprobe des Furtbachs noch in einer Wochenmischprobe der Jonen nachgewiesen. Es handelt sich dabei um: 2,4-DB, Ametryn, Bromacil, Cyanazin, Cypermethrin, Dichlobenil, Hexazinon, Metoxuron, Monolinuron und Propazin.

Abbildung 4 auf der folgenden Seite zeigt, wie sich die Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenzen und des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l auf die 39 nachgewiesenen Verbindungen verteilen. Atrazin zum Beispiel wurde in allen 33 Wochenmischproben des Furtbachs (100%) in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden; in 4 Proben (12%) lag die Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung. Auf der anderen Seite des Spektrums wurde Permethrin in den 33 Wochenmischproben des Furtbachs lediglich einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Um den Vergleich zwischen den beiden Flüssen zu erleichtern, wurden die Verbindungen in beiden Darstellungen nach abnehmender Anzahl Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenzen in den Wochenmischproben des Furtbachs geordnet.

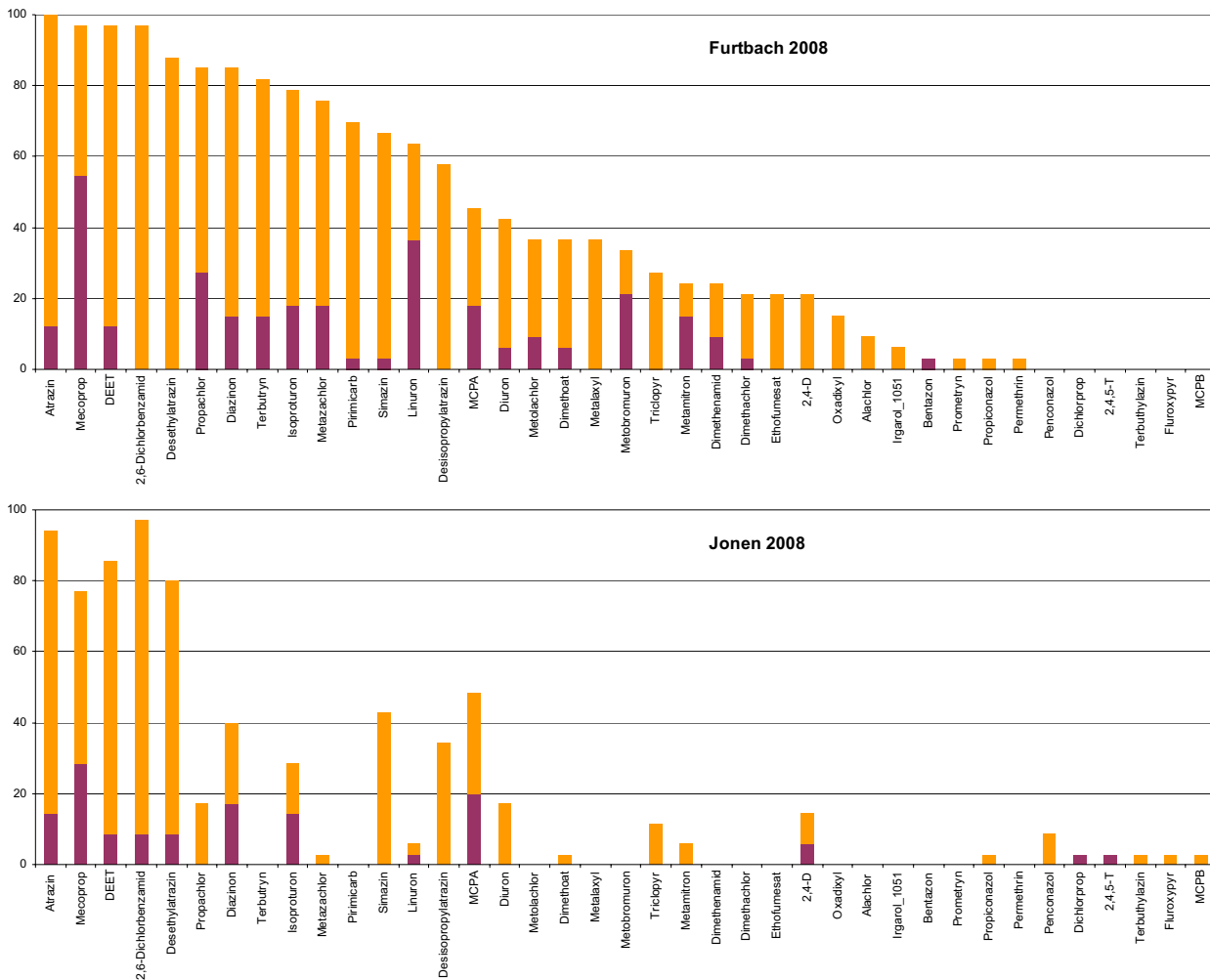


Abb. 4: Anteil der Wochenmischproben (in Prozent), in denen eine bestimmte Verbindung oberhalb der Bestimmungsgrenze (gesamte Länge des Balkens) und oberhalb des Anforderungswertes der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l (dunkler Teil des Balkens) gefunden wurde

In Abbildung 5 auf der nächsten Seite wird jede Verbindung durch einen Punkt in einem Koordinatensystem repräsentiert. Der x-Wert zeigt an, wie gross der Anteil der Wochenmischproben ist, in denen die betreffende Verbindung in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurde. Der y-Wert entspricht der Durchschnittskonzentration dieser Verbindung in diesen Proben. Atrazin zum Beispiel wurde in der Jonen in 94 % der Wochenmischproben in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden. Die Durchschnittskonzentration von Atrazin in diesen Proben betrug 0.075 µg/l. Rechts unten liegen also die Verbindungen, die häufig, aber nie in hohen Konzentrationen nachgewiesen wurden, während links oben die Verbindungen liegen, die zwar selten, dafür aber in hohen Konzentrationen auftraten.

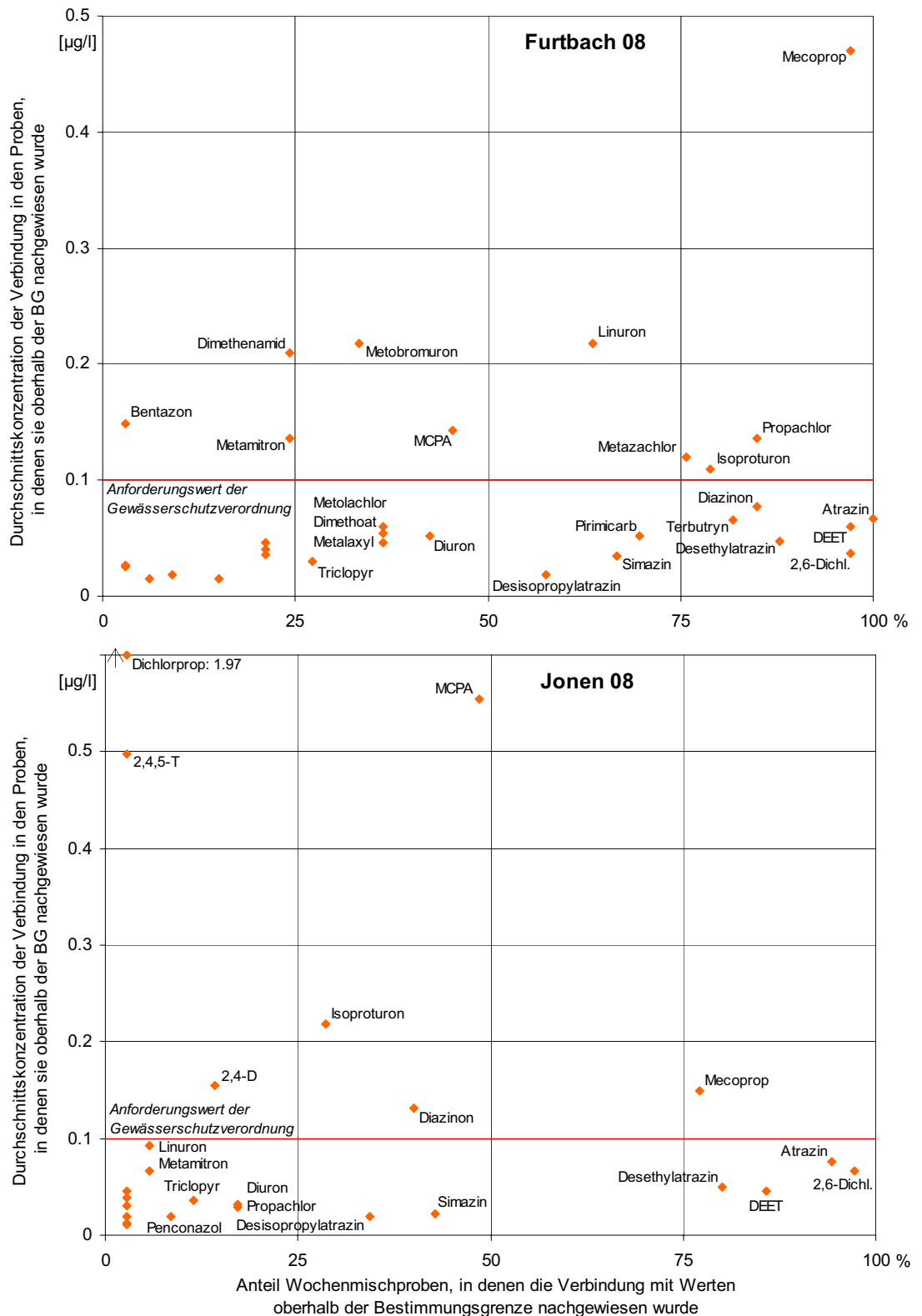


Abb. 5: Anteil der Wochenmischproben, in denen eine Verbindung in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurde, aufgetragen gegen die Durchschnittskonzentration dieser Verbindung in diesen Proben

3.1.3 Streuung der Konzentrationen der einzelnen Verbindungen in den Wochenmischproben

Die Tabelle 6 fasst die wichtigsten Grössen zusammen, mit denen die Streuung der gemessenen Konzentrationen dargestellt werden kann. Tabelle 6a) listet die 33 Verbindungen auf, die im Furtbach oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurden, Tabelle 6b) die 25 Verbindungen der Jonen. Neben dem Median als Bezugspunkt sind das obere und das untere Quartil, das 90-Quantil und der Maximalwert aufgeführt. Die Verbindungen sind nach abnehmendem Median aufgelistet. Ist der Median Null, sind sie nach abnehmendem oberem Quartil geordnet, dann nach abnehmendem 90-Quantil.

Furtbach 08	Maximalwert	90-Quantil	ob. Quartil	Median	unt. Quartil
	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]
Mecoprop	3.25	1.33	0.39	0.14	0.04
Diazinon	0.39	0.10	0.09	0.06	0.03
Linuron	1.17	0.36	0.16	0.05	0
Terbutryn	0.21	0.12	0.07	0.05	0.01
Propachlor	1.64	0.18	0.11	0.04	0.01
DEET	0.24	0.12	0.07	0.04	0.03
2,6-Dichlorbenzamid	0.08	0.06	0.05	0.04	0.02
Desethylatrazin	0.10	0.07	0.06	0.04	0.03
Isoproturon	0.72	0.17	0.08	0.04	0.02
Metazachlor	0.81	0.25	0.08	0.03	0.01
Pirimicarb	0.18	0.09	0.06	0.03	0
Atrazin	0.41	0.11	0.06	0.03	0.02
Simazin	0.13	0.05	0.03	0.02	0
Desisopropylatrazin	0.03	0.02	0.02	0.01	0
Metobromuron	0.81	0.19	0.05	0	0
MCPA	0.61	0.12	0.05	0	0
Metalaxyl	0.09	0.05	0.04	0	0
Diuron	0.16	0.06	0.03	0	0
Dimethoat	0.18	0.06	0.03	0	0
Triclopyr	0.05	0.03	0.02	0	0
Metolachlor	0.24	0.03	0.01	0	0
Metamitron	0.21	0.12	0	0	0
Dimethenamid	0.94	0.08	0	0	0
Ethofumesat	0.08	0.04	0	0	0
2,4-D	0.09	0.04	0	0	0
Dimethachlor	0.11	0.03	0	0	0
Oxadixyl	0.03	0.01	0	0	0
Bentazon	0.15	0	0	0	0
Alachlor	0.03	0	0	0	0
Permethrin	0.03	0	0	0	0
Propiconazol	0.03	0	0	0	0
Prometryn	0.03	0	0	0	0
Irgarol 1051	0.02	0	0	0	0
		oberhalb Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung			
		oberhalb Bestimmungsgrenze			

Tab. 6a: Wichtige Grössen zur Beschreibung der Streuung der Konzentrationen in den Wochenmischproben des Furtbachs

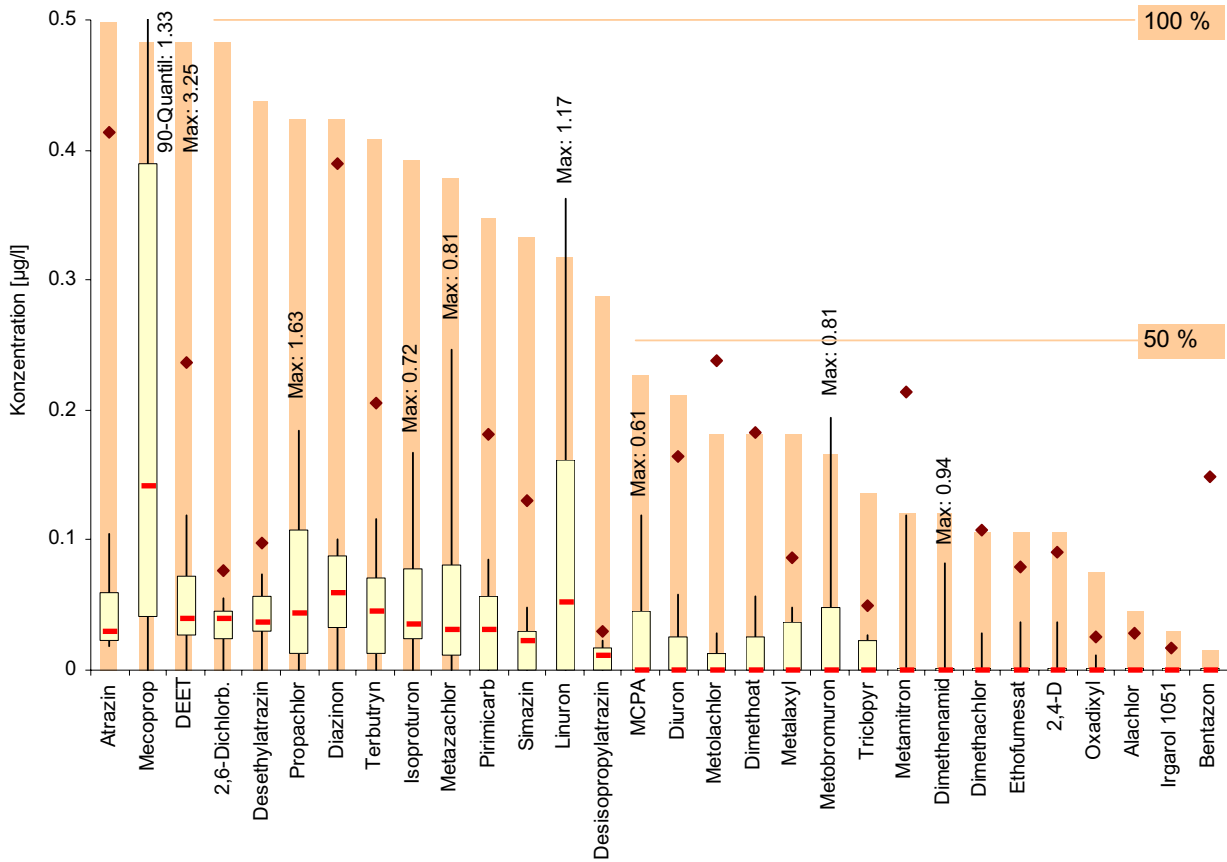
Jonen 08	Maximalwert	90-Quantil	ob. Quartil	Median	unt. Quartil
	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]
2,6-Dichlorbenzamid	0.16	0.09	0.08	0.06	0.05
Mecoprop	0.96	0.27	0.16	0.05	0.02
Desethylatrazin	0.14	0.08	0.06	0.03	0.02
DEET	0.14	0.10	0.06	0.03	0.01
Atrazin	0.67	0.20	0.07	0.02	0.02
MCPA	2.27	1.00	0.08	0	0
Diazinon	0.43	0.16	0.05	0	0
Isoproturon	0.75	0.18	0.03	0	0
Simazin	0.05	0.03	0.02	0	0
Desisopropylatrazin	0.04	0.02	0.01	0	0
2,4-D	0.34	0.04	0	0	0
Diuron	0.06	0.03	0	0	0
Propachlor	0.07	0.02	0	0	0
Triclopyr	0.06	0.01	0	0	0
Dichlorprop	1.97	0	0	0	0
2,4,5-T	0.50	0	0	0	0
Linuron	0.16	0	0	0	0
Metamitron	0.07	0	0	0	0
Dimethoat	0.05	0	0	0	0
Fluroxypyr	0.04	0	0	0	0
MCPB	0.03	0	0	0	0
Penconazol	0.02	0	0	0	0
Terbutylazin	0.02	0	0	0	0
Metazachlor	0.01	0	0	0	0
Propiconazol	0.01	0	0	0	0
		oberhalb Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung			
		oberhalb Bestimmungsgrenze			

Tab. 6b: Wichtige Grössen zur Beschreibung der Streuung der Konzentrationen in den Wochenmischproben der Jonen

Die Abbildungen 6a) und b) auf den folgenden zwei Seiten zeigen sogenannte Kastengrafiken¹ der Konzentrationen in den Wochenmischproben von Furtbach und Jonen. In beiden Grafiken sind die Verbindungen nach abnehmendem Anteil der Wochenmischproben, in denen die betreffende Verbindung oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurde, geordnet. In der Grafik des Furtbachs sind von den Verbindungen, die in den Wochenmischproben in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden, drei Verbindungen nicht aufgeführt, weil ihre Konzentration nie oberhalb 0.03 µg/l lag. Es handelt sich dabei um Permethrin, Prometrin und Propiconazol. In der Grafik der Jonen sind alle Verbindungen aufgeführt, die in den Wochenmischproben in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurden.

¹ Kastengrafiken (auch Kastenschaubilder oder Boxplots genannt) werden hauptsächlich verwendet, wenn man sich schnell einen Überblick über die Verteilung von Daten verschaffen will. Die Box wird durch das obere und das untere Quartil begrenzt. Sie umfasst also den Bereich, in dem 50% der Daten liegen. Die Länge der Box entspricht dem Interquartilsabstand und ist ein Mass der Streuung der Daten. Der Median wird als durchgehender Strich in der Box eingezeichnet. Dieser Strich teilt das gesamte Diagramm in zwei Hälften, in denen jeweils 50% der Daten liegen. Durch seine Lage innerhalb der Box bekommt man einen Eindruck von der Schiefe der Verteilung der Daten. Die obere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum 90-Quantil, die untere bis zum kleinsten Wert der Daten. Die Box inklusive Linien decken somit 90% der Spannweite der Daten ab.

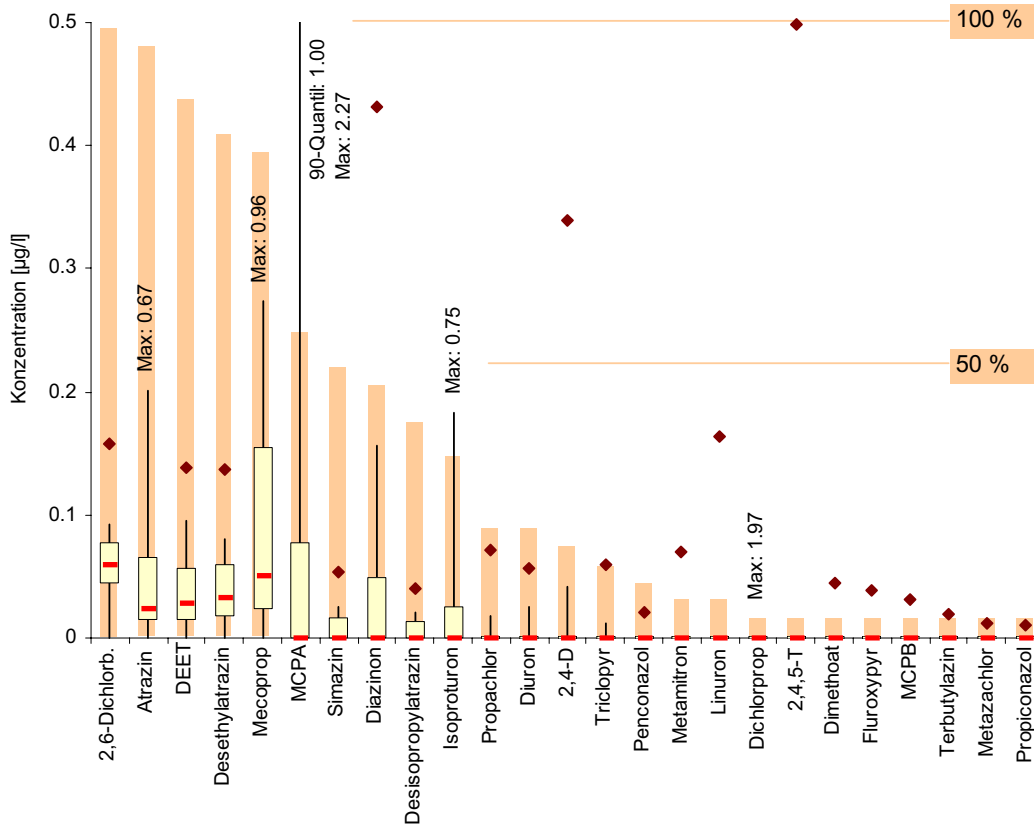
Furtbach 2008



- Anteil Proben (in Prozent), in denen die betreffende Verbindung in den Wochenmischproben oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurde
- ◆ Höchstwert, der in den Wochenmischproben gemessen wurde
Die obere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum 90-Quantil
- Die obere Begrenzung des Rechtecks zeigt das obere Quartil an
- Median
- Die untere Begrenzung des Rechtecks zeigt das untere Quartil an
- Die untere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum Minimalwert.

Abb. 6a: Kastengrafik der Konzentrationen in den Wochenmischproben des Furtbachs

Jonen 2008



Anteil Proben (in Prozent), in denen die betreffende Verbindung in den Wochenmischproben oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurde

◆ Höchstwert, der in den Wochenmischproben gemessen wurde
Die obere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum 90-Quantil

Die obere Begrenzung des Rechtecks zeigt das obere Quartil an

Median

Die untere Begrenzung des Rechtecks zeigt das untere Quartil an

Die untere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum Minimalwert.

Abb. 6b: Kastengrafik der Konzentrationen in den Wochenmischproben der Jonen

3.1.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Vergleich der Belastung von Furtbach und Jonen

Die Antwort auf die Frage, wie viele Verbindungen in einer durchschnittlichen Wochenmischprobe eine Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze beziehungsweise Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l zeigten, gibt Aufschluss über die Belastung der beiden Flüsse mit Pestiziden und ihren Abbauprodukten. In einer Wochenmischprobe des Furtbachs lagen im Schnitt 16 Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze vor, davon zeigten drei eine Konzentration höher als der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung. In den Wochenmischproben der Jonen lagen im Schnitt sieben Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze vor und eine in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung. (Tab. 4) Die Proben aus dem Furtbach zeigen somit rund doppelt so viele Überschreitungen der Bestimmungsgrenze und des Anforderungswertes der Gewässerschutzverordnung wie die aus der Jonen. Überraschenderweise stellte der letztjährige Bericht fest, dass im Furtbach ebenfalls doppelt so viele Überschreitungen des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung gemessen wurden wie in der Glatt.

In den Wochenmischproben des Furtbachs wurden von den 49 untersuchten Verbindungen 33 mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen, 20 mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung. In den Proben der Jonen wurden 25 resp. zwölf Verbindungen mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze resp. des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung gefunden. (Tab. 5) Im Furtbach wurden somit mehr Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenzen oder des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung als in der Jonen nachgewiesen. Auch das Verhältnis der Anzahl Verbindungen, deren Konzentration den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung überschritt, zur Anzahl Verbindungen, die oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden, ist im Furtbach höher als in der Jonen (ca. 2:3 im Furtbach und 1:2 in der Jonen).

Bei Betrachtung der maximalen Konzentrationen in den Wochenmischproben stellt man fest, dass für zehn der 19 Verbindungen, die in beiden Flüssen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden, in den Proben des Furtbachs ein höherer Maximalwert gemessen wurde als in den Proben der Jonen (Abb. 6). Für neun Verbindungen war der Maximalwert in den Wochenmischproben der Jonen höher als der entsprechende Wert in den Proben des Furtbachs.

Insgesamt lassen die Resultate darauf schliessen, dass der Furtbach wesentlich stärker mit Pestiziden und ihren Abbauprodukten belastet ist als die Jonen.

Welche Verbindungen sind hauptverantwortlich für die Belastung?

Um die wichtigsten Pestizide und Abbauprodukte zu eruieren, welche den Furtbach und die Jonen belasten, wurde für jede Verbindung der Anteil Proben, der die Verbindung in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze enthielt, aufgetra-

gen gegen die Durchschnittskonzentration dieser Verbindung in diesen Proben (Abb. 5). Mit Hilfe dieser Grafik lassen sich die Verbindungen je nach dem, in welchem Teil des Koordinatensystems sie auftreten, grob in vier Klassen einteilen (Tab. 7).

Anteil Proben mit Werten höher als die Bestimmungsgrenze	50 – 100 %	50 – 100 %	0 – 50 %	0 – 50 %
Durchschnittskonzentration	> Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung	< Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung	> Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung	< Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung
Furtbach	Isoproturon Linuron Mecoprop Metazachlor Propachlor	2,6-Dichlorbenzamid Atrazin DEET Desethylatrazin Desisopropylatrazin Diazinon Pirimicarb Simazin Terbutryn	Bentazon Dimethenamid MCPA Metamitron Metobromuron Metolachlor	2,4-D Alachlor Cyanazin Dimethachlor Dimethoat Diuron Ethofumesat Fluroxypyr Irgarol 1051 MCPB Metalaxyl Metoxuron Oxadixyl Penconazol Permethrin Prometryn Propiconazol Terbutylazin Triclopyr
Jonen	Mecoprop	2,6-Dichlorbenzamid Atrazin DEET Desethylatrazin	2,4-D 2,4,5-T Diazinon Dichlorprop Isoproturon MCPA	Alachlor Bentazon Cyanazin Desisopropylatrazin Dimethachlor Dimethenamid Dimethoat Diuron Ethofumesat Fluroxypyr Irgarol 1051 Linuron MCPB Metalaxyl Metamitron Metazachlor Metobromuron Metolachlor Metoxuron Oxadixyl Penconazol Permethrin Pirimicarb Prometryn Propachlor Propiconazol Siamzin Terbutylazin Terbutryn Triclopyr

Tab. 7: Einteilung der Pestizide und ihrer Abbauprodukte in vier Gruppen

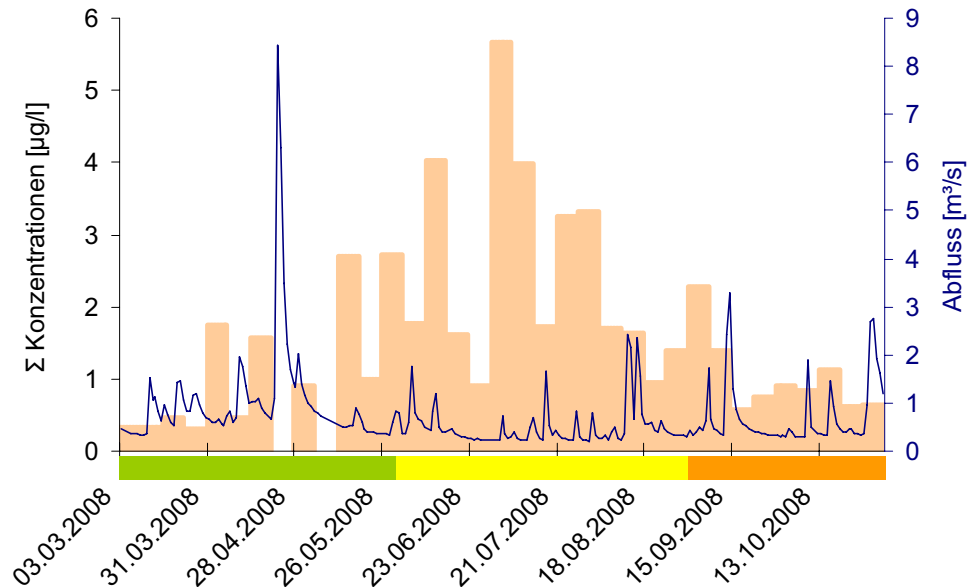
Im letztjährigen Bericht wurden Mecoprop, DEET, Propachlor, Linuron, Atrazin und Metazachlor als die Verbindungen aufgeführt, welche den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung am häufigsten überschritten [3].

3.2 Jahreszeitlicher Verlauf und Zusammensetzung der Wochenmischproben

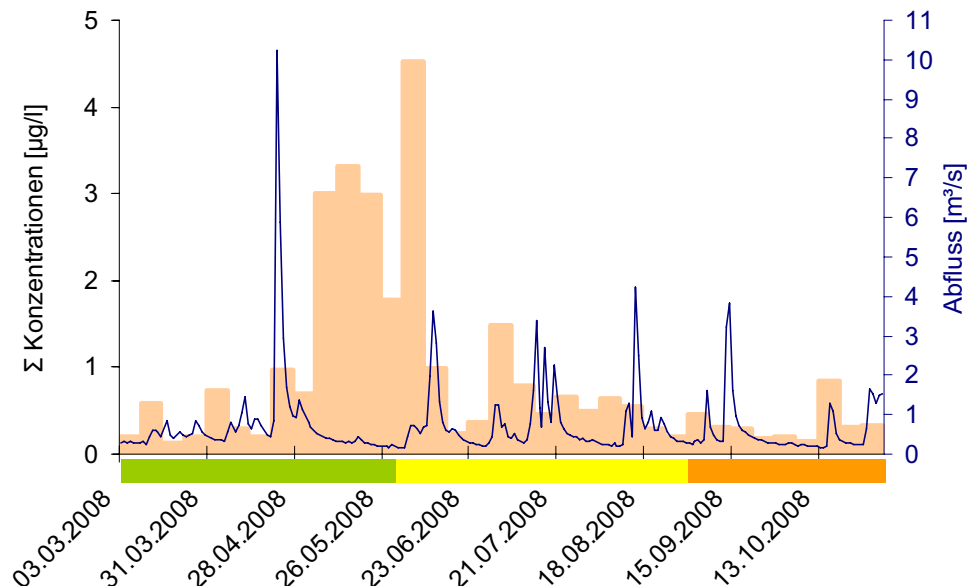
3.2.1 Jahreszeitlicher Verlauf der Summe der Konzentrationen

Abbildung 7 zeigt die Summe der Konzentrationen der 49 Verbindungen in den Wochenmischproben im Verlauf der Messperiode. Die blaue Kurve entspricht den mittleren Tagesabflüssen.

Furtbach 2008



Jonen 2008



Meteorologische Jahreszeiten

- Frühling (März – Mai)
- Sommer (Juni – August)
- Herbst (September – November)

- Mittlerer Tagesabfluss [m^3/s]
- Summe der Konzentrationen der 49 Verbindungen [$\mu\text{g}/\text{l}$]

Abb. 7: Summe der Konzentrationen der 49 Verbindungen in den Wochenmischproben des Furtbachs bei Würenlos und der Jonen nach ARA Zwillikon

3.2.2 Zusammensetzung der Wochenmischproben

Furtbach

Abbildung 8 auf der nächsten Seite zeigt die Zusammensetzung der Wochenmischproben, die im Jahr 2008 im Furtbach genommen wurden. Um nicht alle Verbindungen gleichzeitig darstellen zu müssen, wurden die Verbindungen gemäss der Klassifizierung in Tabelle 7 auf Seite 20 geordnet:

- Abbildung 8a): Verbindungen, die in 50 % der Proben und mehr gefunden wurden, wobei die Durchschnittskonzentration in diesen Proben mehr als 0.1 µg/l betrug;
- Abbildung 8b): Aufschlüsselung der restlichen Verbindungen aus Abbildung 8a). Farblich dargestellt sind die Verbindungen, die in weniger als 50 % der Proben gefunden wurden, wobei die Durchschnittskonzentration in diesen Proben mehr als 0.1 µg/l betrug;
- Abbildung 8c): Aufschlüsselung der restlichen Verbindungen aus Abbildung 8b). Farblich dargestellt sind die Verbindungen, die in 50 % der Proben und mehr gefunden wurden, wobei die Durchschnittskonzentration in diesen Proben weniger als 0.1 µg/l betrug.

Innerhalb einer Abbildung sind die dargestellten Verbindungen nach kleiner werdendem Anteil Proben geordnet, in denen sie in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden. So nimmt zum Beispiel in Abbildung 8a) der Anteil Proben, in der die Verbindung nachgewiesen wurde, von Mecroprop zu Linuron ab.

Insgesamt wurden in Abbildung 8a) bis 8c) 19 der 33 Verbindungen dargestellt, die in den Wochenmischproben des Furtbachs mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurden. Diese 18 Verbindungen sind für 91 % der Pestizidbelastung des Furtbachs verantwortlich.

Jonen

Auf der übernächsten Seite zeigt Abbildung 9 die Zusammensetzung der Wochenmischproben, die 2008 in der Jonen genommen wurden. Die Verbindungen wurden wiederum mit Hilfe der Tabelle 7 geordnet:

- Abbildung 9a): Verbindungen, die mit einer Durchschnittskonzentration von mehr als 0.1 µg/l gefunden wurden;
- Abbildung 9b): Aufschlüsselung der restlichen Verbindungen aus Abbildung 9a). Farblich dargestellt sind die Verbindungen, die in mehr als 25 % der Proben gefunden wurden, wobei die Durchschnittskonzentration in diesen Proben weniger als 0.1 µg/l betrug.

Innerhalb einer Abbildung sind die dargestellten Verbindungen nach kleiner werdendem Anteil Proben geordnet, in denen sie in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden.

Insgesamt wurden in Abbildung 9a) und 9b) 13 der 26 Verbindungen dargestellt, die in den Proben der Jonen mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurden. Diese 18 Verbindungen sind für 97 % der Pestizidbelastung der Jonen verantwortlich.

Abb. 8a): Verbindungen, die in 50 % der Proben und mehr gefunden wurden, wobei die Durchschnittskonzentration in diesen Proben mehr als 0.1 µg/l betrug

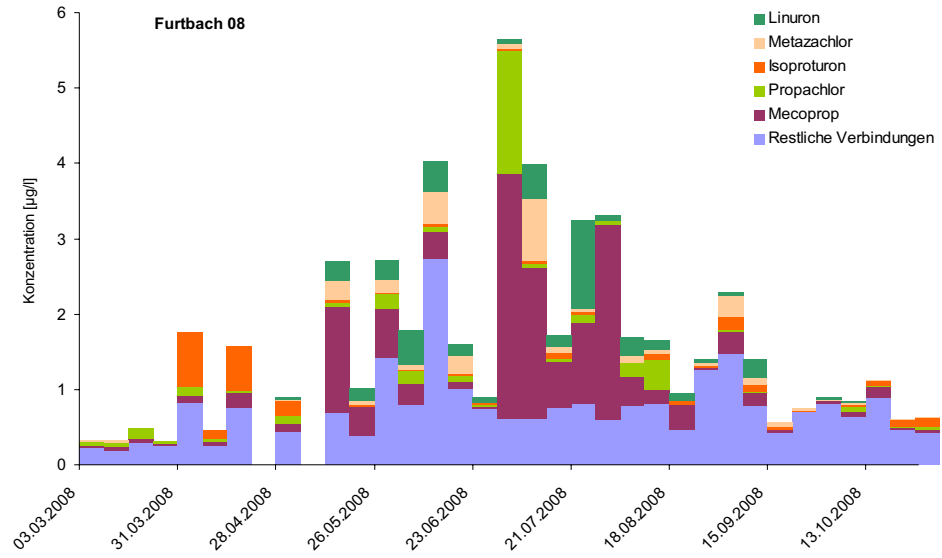


Abb. 8b): Verbindungen, die in weniger als 50 % der Proben gefunden wurden, wobei die Durchschnittskonzentration in diesen Proben mehr als 0.1 µg/l betrug

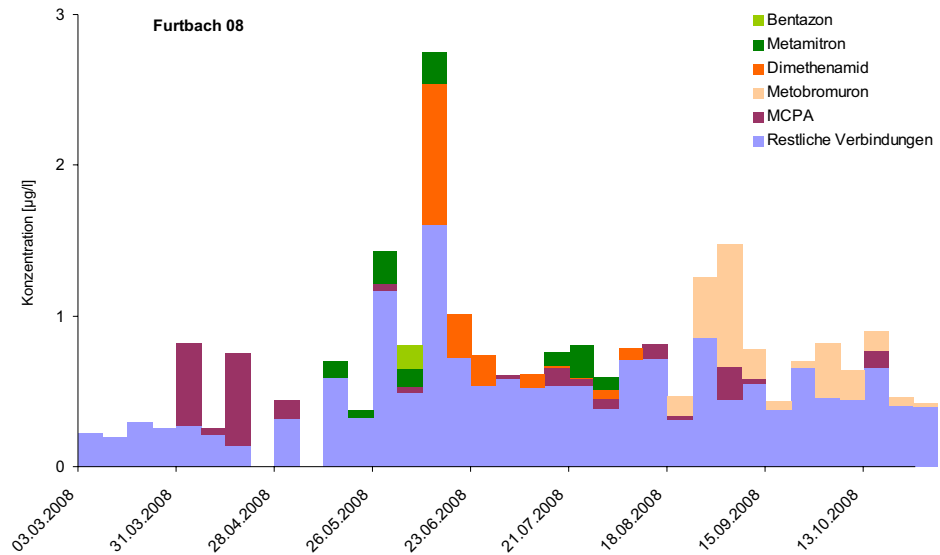


Abb. 8c): Verbindungen, die in 50 % der Proben und mehr gefunden wurden, wobei die Durchschnittskonzentration in diesen Proben weniger als 0.1 µg/l betrug

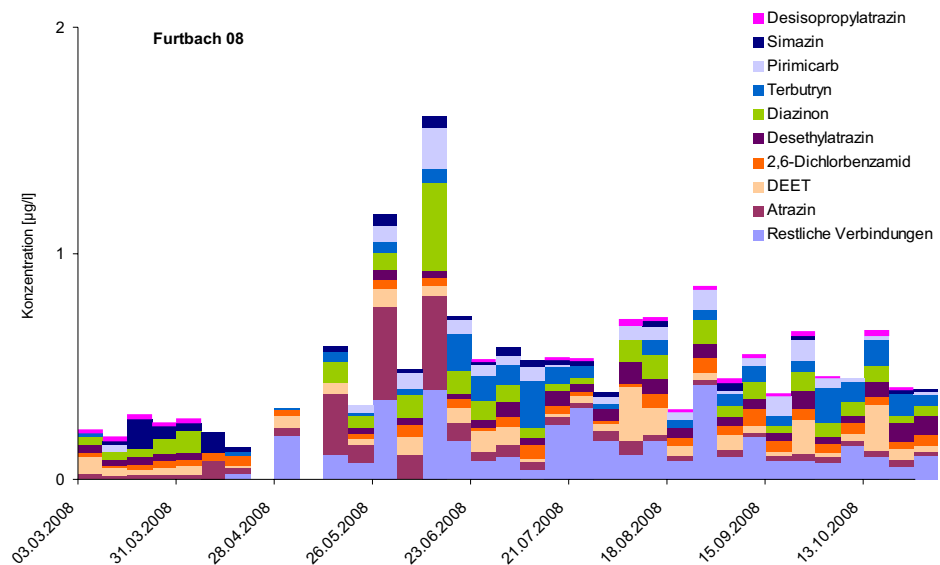


Abb. 9a): Verbindungen, deren Durchschnittskonzentration mehr als 0.1 µg/l betrug

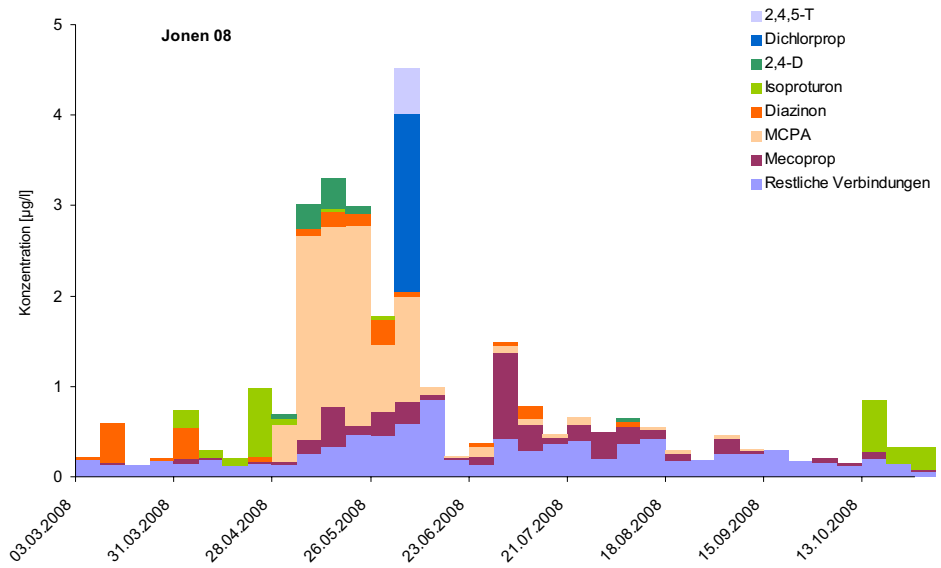
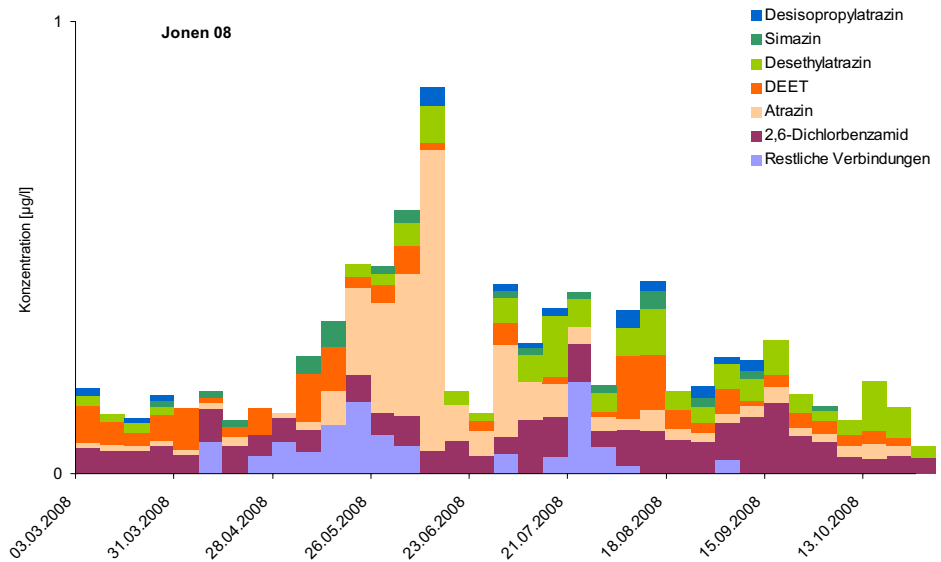


Abb. 9b): Verbindungen, die in 25 % der Proben und mehr gefunden wurden, wobei die Durchschnittskonzentration in diesen Proben weniger als 0.1 µg/l betrug



3.2.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Betrachtet man Summe der Konzentrationen, die in den Wochenmischproben gemessen wurden, in groben Zügen, so stellt man bei beiden Flüssen im Verlaufe der Untersuchungsperiode einen „hügelförmigen“ Verlauf fest. Dieser Hügel beginnt im Frühjahr bei ca. 0.3 µg/l, steigt an auf ca. 5 µg/l, um dann im Herbst auf ca. 1 µg/l zurückzufallen. Die Spitzen der Hügel sind zeitlich um etwa sechs Wochen verschoben: im Furtbach treten die höchsten Konzentrationen Anfang Juli auf, in der Jonen Mitte Mai. (Abb. 7)

In beiden Flüssen ist Anstieg und Fall der Summe der Konzentrationen nicht gleichmässig, sondern Wochen mit geringer Pestizidbelastung wechseln sich in unregelmässiger Folge ab mit Wochen, in denen hohe Konzentrationen an Pestiziden gemessen wurden. Diese „Pestizidstösse“ lassen sich in den meisten Fällen auf erhöhte Konzentrationen von einem oder einigen wenigen Pestiziden zurückführen. Die Zusammensetzung der Wochenmischproben ist in den Abbildungen 8 für den Furtbach und 9 für die Jonen aufgeschlüsselt.

Die beiden Stösse im Furtbach im April sind auf hohe Konzentrationen von Isoproturon (Abb. 8a) und MCPA (Abb. 8b) zurückzuführen. Wahrscheinlich kamen die beiden Herbizide, die im Getreideanbau eingesetzt werden, kombiniert zum Einsatz. Die erhöhten Pestizidkonzentrationen im Sommer sind im Wesentlichen durch Mecoprop (Abb. 8a) verursacht. Mitte Juni und anfangs Juli traten je einmal Dimethenamid (Abb. 8b) resp. Propachlor (Abb. 8a) prominent in Erscheinung. Im Herbst wurden hohe Konzentrationen von Metobromuron (Abb. 8b) gemessen, ein Herbizid, das im Anbau von Feldsalat eingesetzt wird.

Die Verbindungen, die häufig, aber in relativ geringen Konzentrationen gefunden wurden, bilden in dieser Art der Darstellung einen bunten Flickenteppich (Abb. 8c). Sie sind verantwortlich für eine Art „Grundrauschen“ in der Belastung des Furtbachs mit Pestiziden und ihren Abbauprodukten.

In der Jonen sind die Stossbelastungen noch deutlicher sichtbar als im Furtbach. Die hohe Pestizidbelastung im Mai ist hauptsächlich auf MCPA zurückzuführen. Im März und April wurden hohe Konzentrationen an Diazinon gemessen, im April und Oktober wurde Isoproturon gefunden. Für den markanten Pestizidstoss anfang Juni ist zu etwa 50 % Dichlorprop verantwortlich, das nur bei dieser einen Gelegenheit gemessen wurde. (Abb. 9a) Die Verbindungen, die mit einer Durchschnittskonzentration unter dem Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung gefunden wurden, bilden wiederum den bereits erwähnten „Flickenteppich“. Auffallend sind die fast konstante Konzentration von DEET und die hohen Atrazinkonzentrationen im Juni. (Abb. 9b)

Das Muster, das sich aus der Darstellung der Zusammensetzung der Wochenmischproben ergibt, widerspiegelt die saisonalen Applikationsphasen der Pflanzenschutzmittel in Landwirtschaft und Garten. Die Resultate für das Jahr 2008 bestätigen somit die Schlussfolgerungen, die bereits für das Jahr 2007 [3] gezogen wurden: In der zweiten Hälfte des Frühlings und im Sommer ist die Belastung mit Pestiziden ten-

denziell grösser als Anfang Frühling oder im Herbst, weil viele in der Landwirtschaft verwendeten Pestizide in den Frühlings- und Sommermonate eingesetzt werden.

Die Aufschlüsselung der Wochenmischproben nach Pestiziden kann Hinweise darauf liefern, über welchen Weg die Wirkstoffe in die Fliessgewässer gefunden haben. Einmalige Pestizidstösse mit hohen Konzentrationen lassen vermuten, dass die Stoffe über die Hofplatzentwässerung oder über die Kanalisation und Abwasserreinigungsanlage, wo sie nur unvollständig zurückgehalten wurden, in den Fluss gelangt sind. Eine Pflanzenschutzmitteluntersuchung im Kanton Thurgau, die Pestizidmessungen bei Abwasserreinigungsanlagen und Fliessgewässern umfasste, stellte für das Herbizid Metamitron fest, dass Drainageleitungen und Hofplatzentwässerungen, die an die Schmutzwasserkanalisation angeschlossen sind, den Haupteintragungspfad des Pestizids in die Gewässer darstellten. [5]

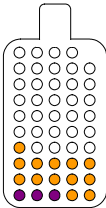
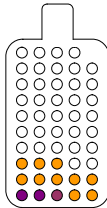
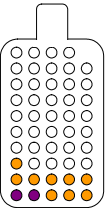
Eine andere Möglichkeit ist, dass Pestizide mit Regenwasser abgeschwemmt wurden, kurz nachdem sie auf dem Feld ausgebracht worden waren. Stoffe, die zwar häufig, aber nie in hohen Konzentrationen auftreten, werden vermutlich kontinuierlich vom Regen aus dem Boden oder aus Oberflächen, die Biozidprodukte enthalten, ausgewaschen und in die Flüsse transportiert.

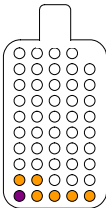
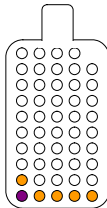
3.3 Vergleich der Wochenmischproben, Tagesmischproben und monatlichen Stichproben

3.3.1 Durchschnittliche Belastung der drei Probentypen

Dieser Bericht soll unter anderem die Frage beantworten, ob Wochenmischproben, Tagesmischproben und monatliche Stichproben ein vergleichbares Bild der Belastung eines Flusses mit Pestiziden vermitteln. Der Vergleich der Aussagekraft der drei Probentypen wird allerdings erschwert durch die Tatsache, dass im Rahmen der Pestiziduntersuchungen 2008 in den Monaten mit den höchsten Pestizidkonzentrationen keine monatlichen Stichproben erhoben wurden (s. Kap. 2.1). Trotzdem sollen die Resultate der drei Probentypen einander gegenübergestellt werden, um zu skizzieren, wie ein Vergleich bewerkstelligt werden könnte.

Für die beiden Flüsse wurde die durchschnittliche Belastung der drei Probentypen ermittelt (Tab. 8). Dabei kam dasselbe Vorgehen zum Zuge, wie es in Kapitel 3.1.1 erläutert wurde.

Furtbach 08	Wochenmischproben	Tagesmischproben	monatliche Stichproben
			
Anzahl Proben Anzahl untersuchte Verbindungen	33 49	51 49	6 49
Durchschnittliche Anzahl Verbindungen pro Probe mit einer Konzentration oberhalb ...			
... der Bestimmungsgrenze; ●	16	13	11
... des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l. ●	3	3	2

Jonen 08	Wochenmischproben	monatliche Stichproben
		
Anzahl Proben Anzahl untersuchte Verbindungen	35 49	6 49
Durchschnittliche Anzahl Verbindungen pro Probe mit einer Konzentration oberhalb ...		
... der Bestimmungsgrenze; ●	7	6
... des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l. ●	1	1

Tab. 8: Durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung in den drei verschiedenen Probentypen

3.3.2 Nachgewiesene Verbindungen in den drei Probetypen

Im Furtbach wurden mit den monatlichen Stichproben 29 Verbindungen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Die Konzentration von zehn dieser Verbindungen überschritt mindestens einmal den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung. In den Tagesmisch- und Wochenmischproben wurden je 33 Verbindungen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen – vier mehr als in monatlichen Stichproben. Die Anzahl Verbindungen, deren Konzentration mindestens einmal oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung lag, betrug bei den Tagesmischproben 22, bei den Wochenmischproben 21. (Tab. 9)

In der Jonen fand man in den monatlichen Stichproben elf Verbindungen, zwei davon mit Konzentrationen, die mindestens einmal den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung überschritten. Im Gegensatz dazu erfasste man mit den Wochenmischproben mehr als doppelt so viele Verbindungen, nämlich 25. Elf von ihnen wiesen Konzentrationen auf, die oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung lagen. (Tab. 9)

Tab. 9: Nachgewiesene Verbindungen in den drei Probetypen

	Furtbach 08			Jonen 08	
	S	T	W	S	W
Anzahl Verbindungen, die oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden	29	33	33	11	25
Anzahl Verbindungen, deren Höchstwerte oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung lag	10	22	20	2	12

3.3.3 Maximalkonzentrationen in den drei Probetypen

Tabelle 10 auf der nächsten Seite führt für die 41 Verbindungen, die mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden, die höchste Konzentration auf, die in jedem der drei Probetypen gemessen wurde. Wird der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l überschritten, ist der entsprechende Wert braun hinterlegt. Der Höchstwert, der für die jeweilige Verbindung in den beiden Flüssen gefunden wurde, ist fett gedruckt. Überschreitet dieser Wert das chronische oder akute Qualitätskriterium oder den Anforderungswert der LAWA (s. Kap. 2.3), ist der entsprechende Wert in den letzten drei Spalten violett hinterlegt. Die letzte Zeile der Tabelle (Anz. Max) zeigt, wie viele Maximalwerte auf das Konto des jeweiligen Probetyps gehen.

	Furtbach 08			Jonen 08		CQK	AQK	LAWA
	S	T	W	S	W			
	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]
2,4,5-T	-	-	-	-	0.50			
2,4-D	0.04	0.08	0.09	-	0.34			2
2,6-Dichlorbenzamid	0.04	0.11	0.08	0.09	0.16			
Alachlor	0.01	0.01	0.03	-	-	0.56	8.4	
Atrazin	0.04	0.83	0.41	0.02	0.67	1.8	15	
Bentazon	-	0.38	0.15	-	-			70
Cyanazin	-	0.01	-	-	-	0.57	4.7	
DEET	0.08	0.54	0.24	0.05	0.14			
Desethylatrazin	0.08	0.11	0.10	0.06	0.14			
Desisopropylatrazin	0.01	0.03	0.03	0.02	0.04			
Diazinon	0.08	0.51	0.39	0.06	0.43	0.0027	0.14	
Dichlorprop	-	-	-	-	1.97			10
Dimethachlor	-	0.22	0.11	-	-			
Dimethenamid	0.01	0.83	0.94	-	-	0.11	1.6	
Dimethoat	-	0.07	0.18	-	0.05	0.026	1.38	0.2
Diuron	0.05	0.07	0.16	-	0.06	0.15	1.3	0.05
Ethofumesat	0.13	0.21	0.08	-	-			
Fluroxypyr	-	0.03	-	-	0.04			
Irgarol 1051	-	0.01	0.02	-	-			
Isoproturon	0.33	3.79	0.72	0.25	0.75	0.27	2.2	0.3
Linuron	0.73	1.06	1.17	-	0.16	0.32	2.6	0.3
MCPA	0.07	3.13	0.61	-	2.27			2
MCPB	0.02	-	-	-	0.03			
Mecoprop	0.43	2.48	3.25	0.19	0.96			50
Metalaxyl	0.06	0.11	0.09	-	-			
Metamitron	1.01	2.76	0.21	-	0.07			
Metazachlor	0.38	0.66	0.81	-	0.01	0.13	1.9	0.4
Metobromuron	0.23	0.42	0.81	-	-			
Metolachlor	0.50	1.01	0.24	-	-	0.3	4.4	0.2
Metoxuron	-	0.05	-	-	-	1.9	16	
Oxadixyl	0.01	0.02	0.03	-	-			
Penconazol	-	-	-	-	0.02			
Permethrin	-	-	0.03	-	-			
Pirimicarb	0.02	0.16	0.18	-	-			
Prometryn	0.03	-	0.03	-	-			
Propachlor	0.46	1.37	1.63	0.02	0.07	0.09	1.4	
Propiconazol	-	-	0.03	-	0.01			
Simazin	0.18	0.42	0.13	0.01	0.05	2.8	23	0.1
Terbuthylazin	0.02	-	-	-	0.02	0.38	3.1	0.5
Terbutryn	0.07	0.16	0.21	0.01	-	0.17	1.4	
Triclopyr	0.03	0.09	0.05	-	0.06			
Anz. nachgewiesene Verbindungen	29	33	33	11	25			
Anz. Max.	3	19	16	1	25			

S monatliche Stichprobe
T Tagesmischprobe
W Wochenmischprobe

-	Konzentration unterhalb Bestimmungsgrenze
	Anforderung GSchV erfüllt
	Anforderung GSchV nicht erfüllt
0.02	Maximalwert aus beiden Flüssen
	Maximalwert überschreitet Anforderungswert

Name Resultate im Anhang detailliert dargestellt

Tab. 10: Gemessene Maximalkonzentrationen aller nachgewiesenen Verbindungen in Furtbach und Jonen während den Pestiziduntersuchungen 2008

Abbildung 10 stellt die maximale Konzentration, die für jede Verbindung in den Proben des Furtbachs und der Jonen gemessen wurde, grafisch dar. Farbe und Form des Punktes gibt Auskunft darüber, ob der Höchstwert in einer Wochenmischprobe, einer Tagesmischprobe oder einer monatlichen Stichprobe gemessen wurde. Die grauen Balken entsprechen den Balken in Abbildung 4, die angeben, wie viele Prozent der Wochenmischproben die entsprechende Verbindung in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze enthielten. Die Anordnung der Verbindungen entspricht ebenfalls derjenigen von Abbildung 4.

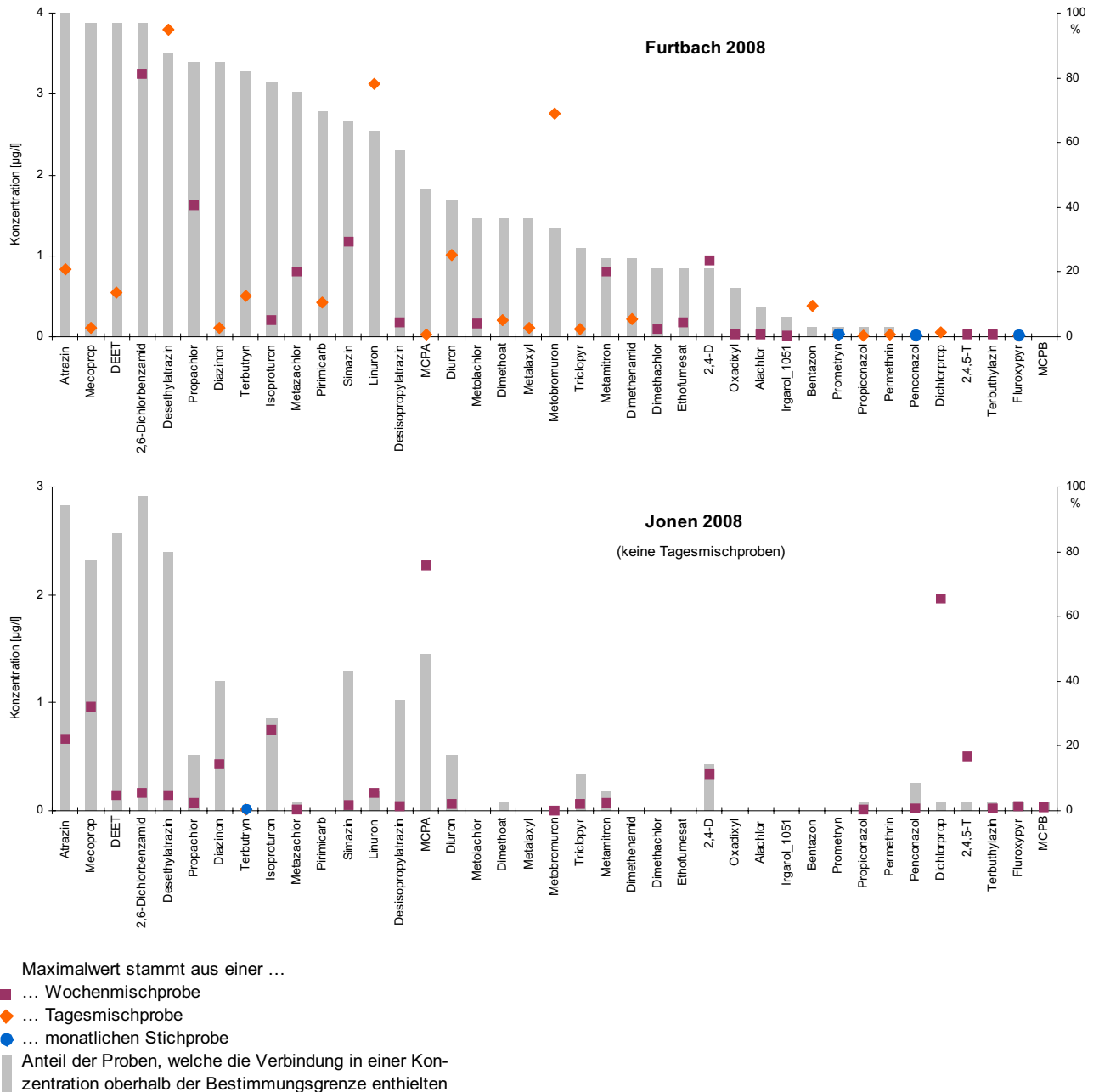


Abb. 10: Maximale Konzentrationen (Punkte) und Anteil Proben, in denen die betreffende Verbindung in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurde (Balken).

3.3.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Im Furtbach konnten in den monatlichen Stichproben 29 Verbindungen in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden werden, in den Tages- und Wochenmischproben waren es je 33. Von den Verbindungen, deren Konzentration den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung überschritten, erfassten die monatlichen Stichproben zehn, die Tages- und Wochenmischproben mehr als doppelt so viele, nämlich 22 resp. 21.

Mit den monatlichen Stichproben in der Jonen konnten nur elf Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden, im Gegensatz zu den Wochenmischproben, die 25 Verbindungen erfassten. Bei den Verbindungen, die mindestens einmal oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung gemessen wurden, erfassten die monatlichen Stichproben in der Jonen zwei, die Wochenmischproben elf Verbindungen.

Dasselbe Bild zeigt sich, wenn man untersucht, in welchem Probentyp die Maximalwerte für jede Verbindung gemessen wurden. Im Furtbach zeigten 19 resp. 16 Verbindungen ihre maximale Konzentration in einer Tagesmisch- resp. Wochenmischprobe, während nur drei Verbindungen ihren höchsten gemessenen Wert in einer Tagesmischprobe aufwiesen. Zudem lagen diese Maximalwerte bei sehr tiefen Konzentrationen. In der Jonen zeigte lediglich eine Verbindung ihren Maximalwert in einer monatlichen Stichprobe. Auch hier war der Wert mit 0.01 µg/l gleich der Bestimmungsgrenze.

Der Vergleich der Resultate aus den drei Probentypen zeigt, dass die monatlichen Stichproben eine geringere Belastung der Flüsse ausweisen als die Tages- und Wochenmischproben. Dieses Resultat überrascht nicht, da – wie bereits erwähnt – in den Monaten Juni und Juli, welche die höchsten Pestizidkonzentrationen aufwiesen, keine monatlichen Stichproben erhoben wurden. Zudem ist die Anzahl der monatlichen Stichproben (6) sehr viel geringer als die der Wochenmischproben (Furtbach: 33, Jonen: 35), was zuverlässige Schlussfolgerungen über die Aussagekraft der beiden Probentypen verunmöglicht.

Bemerkenswert ist, dass die Tagesmischproben des Furtbachs nicht das Bild einer wesentlich erhöhten Belastung mit Pestiziden ergeben, da die Tagesmischproben nur bei hohen Abflussmengen genommen wurden. Damit sollte die Hypothese geprüft werden, dass erhöhte Abflüsse höhere Konzentrationen an Pestiziden und ihren Abbauprodukten bedingen (s. Kap. 2.1). Betrachtet man aber, wie viele Verbindungen oberhalb der Bestimmungsgrenze und des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung in Tages- und Wochenmischproben gefunden wurden, so kommt man bei den Tages- und den Wochenmischproben auf die gleichen Zahlen (Tab. 9). Auch bei den Maximalwerten ist der Unterschied nicht gross: 19 Verbindungen zeigten in den Tagesmischproben ihren Maximalwert, 16 in den Wochenmischproben. Diese Beobachtungen deuten darauf hin, dass erhöhte Abflüsse nicht notwendigerweise höhere Konzentrationen an Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln und Biozidprodukten bedeuten (s. Kap. 3.4).

Im Anhang 1 werden die sechs monatlichen Stichproben, die je in Furtbach und Jonen genommen wurden, den Wochenmischproben der Vorwoche und der Nachwoche gegenübergestellt. Anhang 2 zeigt den Verlauf der Zusammensetzung der Tagesmischproben während dreier Perioden, in denen im Furtbach an fünf oder mehr aufeinander folgenden Tagen Tagesmischproben gesammelt und analysiert wurden.

3.4 Gesamtkonzentrationen vs. Abfluss

3.4.1 Darstellung der Daten

Abbildung 11 zeigt die Summe der Konzentrationen der 49 Verbindungen in den Wochenmischproben, Tagesmischproben und monatlichen Stichproben. Die Gesamtkonzentrationen der monatlichen Stichproben und Tagesmischproben wurden gegen den mittleren Abfluss des Tages, an dem die Probe genommen wurde, aufgetragen. Die Gesamtkonzentrationen der Wochenmischproben wurden gegen die mittleren Abflüsse der entsprechenden Wochen aufgetragen.

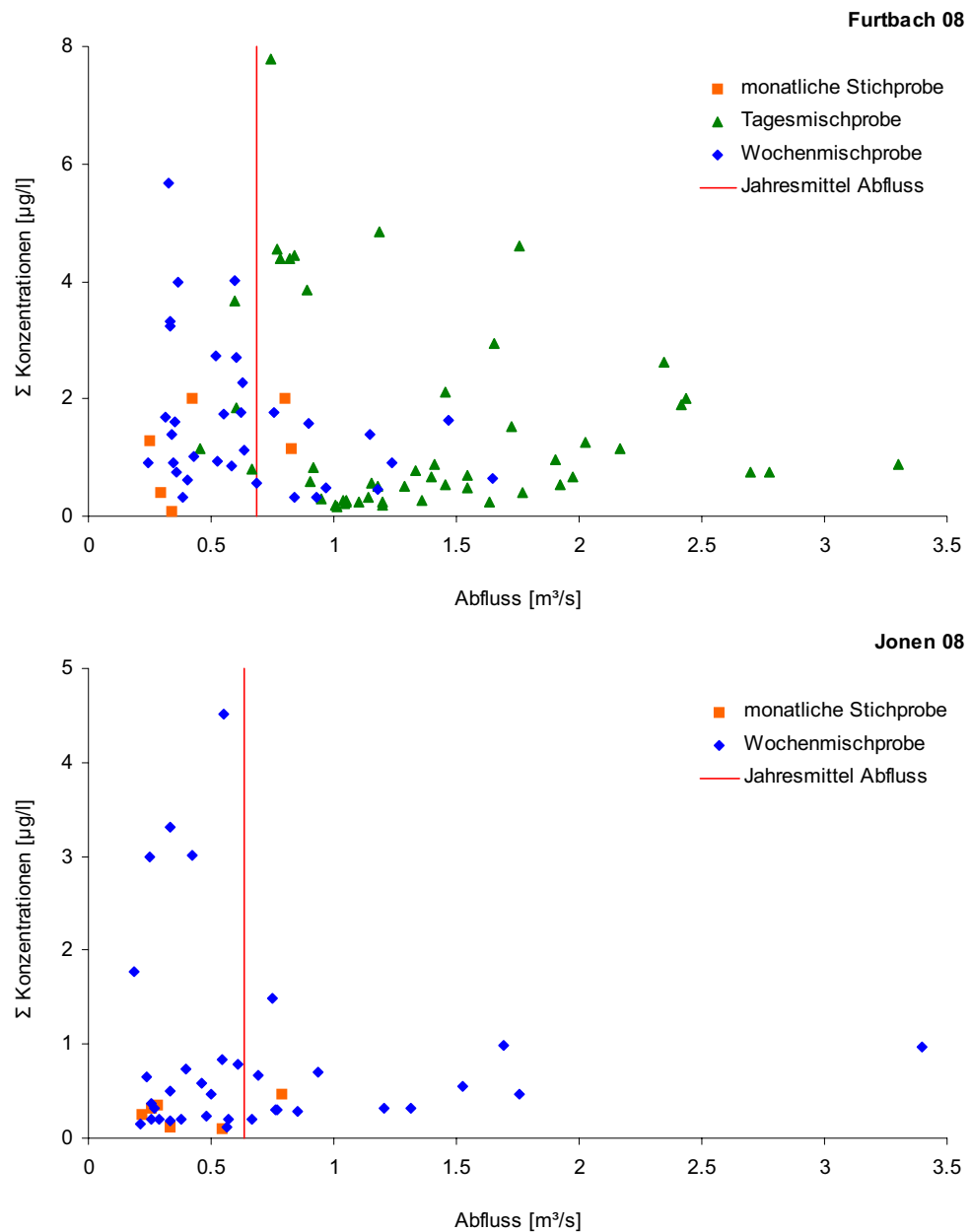


Abb. 11: Summe der Konzentrationen vs. mittlere Abflüsse der Probenahmetage resp. -wochen

3.4.2 Schlussfolgerungen

Wie bereits in den Schlussfolgerungen des vorhergehenden Kapitels angedeutet, kann keine Korrelation zwischen Abfluss und Gesamtkonzentrationen festgestellt werden. Auch der letztjährige Bericht konnte über die ganze Messperiode keine Beziehung zwischen der Abflussmenge und den gemessenen Gesamtkonzentrationen aller Pestizide nachweisen. Auch bei Betrachtung der einzelnen Pestizide wurde in den meisten Fällen kein Zusammenhang zwischen Abfluss und Pestizidkonzentration sichtbar [4].

Die Verteilung der Punkte in Abbildung 11 lässt vielmehr vermuten, dass bei tiefen bis mittleren Abflüssen die höchsten Konzentrationen erreicht werden, während bei hohen Abflüssen die Konzentrationen wieder sinken. Tatsächlich kann Regen ausgebrachte Wirkstoffe in ein Oberflächengewässer abschwemmen. Bei nicht zu starken Niederschlägen führt das zu erhöhten Konzentrationen eines Schadstoffs. Fällt hingegen viel Niederschlag, kann das zu einer Verdünnung des Schadstoffs im Gewässer führen. Dass erhöhte Abflüsse keine höheren Konzentrationen an Pestiziden und ihren Abbauprodukten bedingen, hat wahrscheinlich noch einen anderen Grund: der Zusammenhang zwischen Niederschlag im Einzugsgebiet eines Flusses und seines Abflusses ist in den wenigsten Fällen einfach linear, sondern ein komplexes Wechselspiel verschiedenster Faktoren.

Hohe Pestizidkonzentrationen sind somit nicht auf erhöhte Abflüsse zurückzuführen, sondern auf individuelle Ereignisse. Ein solches Ereignis kann Regen sein, der unglücklicherweise gleich nach dem Spritzen fällt, nachlässiges Spritzen oder unsachgemässe Entsorgung von Spritzbrühresten und Spülwasser über die Hofplatzenwässerung.

4. Literatur

- [1] AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft. Baudirektion Kanton Zürich (2004): *Pestizide in Fliessgewässern des Kantons Zürich – Auswertungen der Untersuchungen 1999 bis 2003*.
- [2] Balsiger, Christian: *Gewässerbelastung durch Pestizide*. GWA 3 (2007): 177 - 185.
- [3] AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft. Baudirektion Kanton Zürich (2008): *Pestiziduntersuchungen bei den Hauptmessstellen Furtbach Würenlos und Glatt vor Rhein 2007*.
- [4] Chèvre, Nathalie: *Pestizide in Schweizer Oberflächengewässern – Wirkungsbasierte Qualitätskriterien*. GWA 4 (2006): 297-307.
- [5] Abteilung Abwasser und Anlagensicherheit / Abteilung Gewässerqualität. Amt für Umwelt Kanton Thurgau (2008): *Pflanzenschutzmitteluntersuchungen bei Abwasserreinigungsanlagen und Fliessgewässern im Kanton Thurgau in den Jahren 2005 und 2007*.

Anhang

Anhang 1: Vergleich der monatlichen Stichproben mit den Wochenmischproben

Furtbach

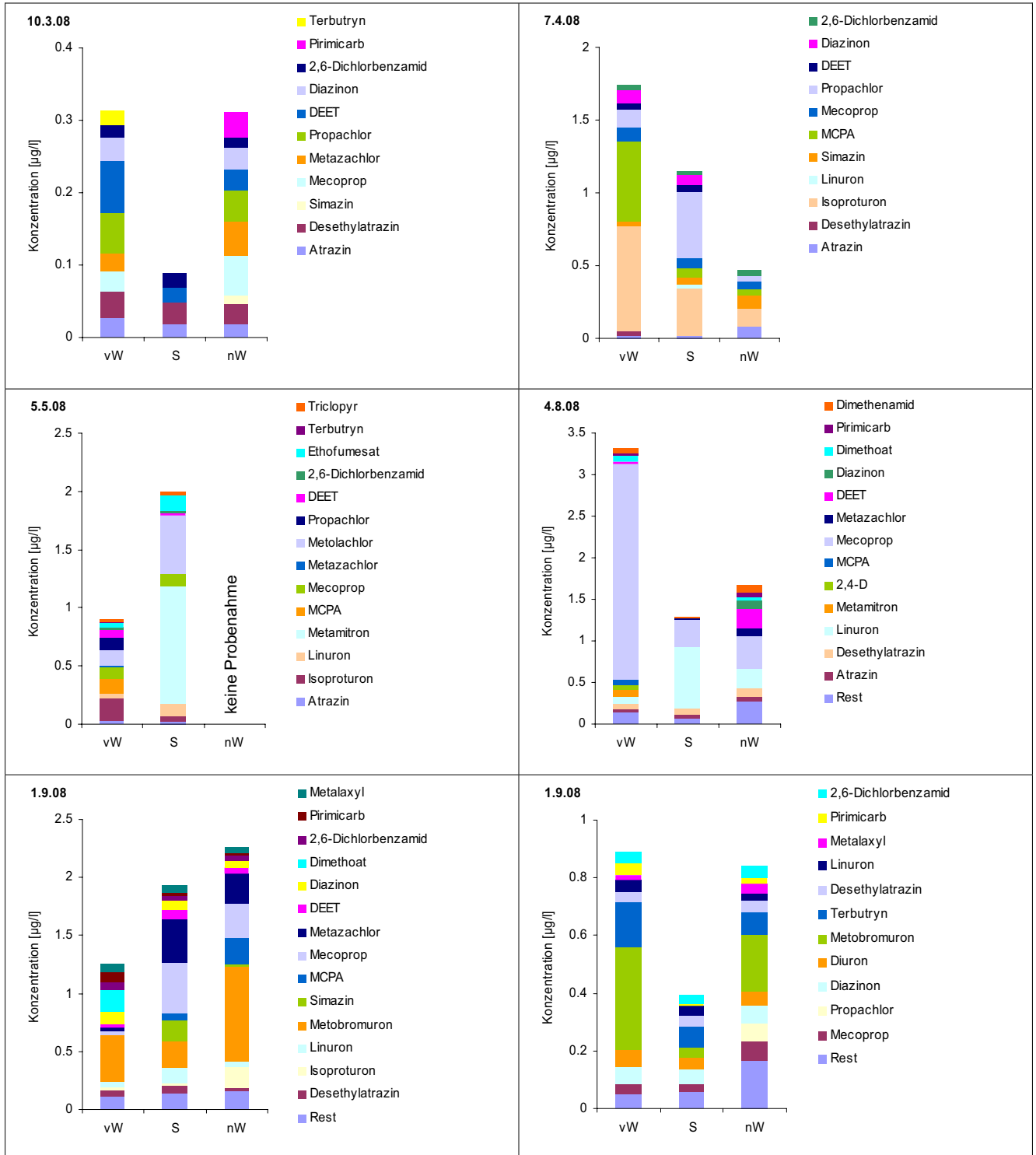


Abb. 11: Vergleich der Zusammensetzung der Monatsstichproben (S) mit den Wochenmischprobe, die vor (vW) und nach (nW) der betreffenden Monatsstichprobe im Furtbach gesammelt wurden.

Jonen

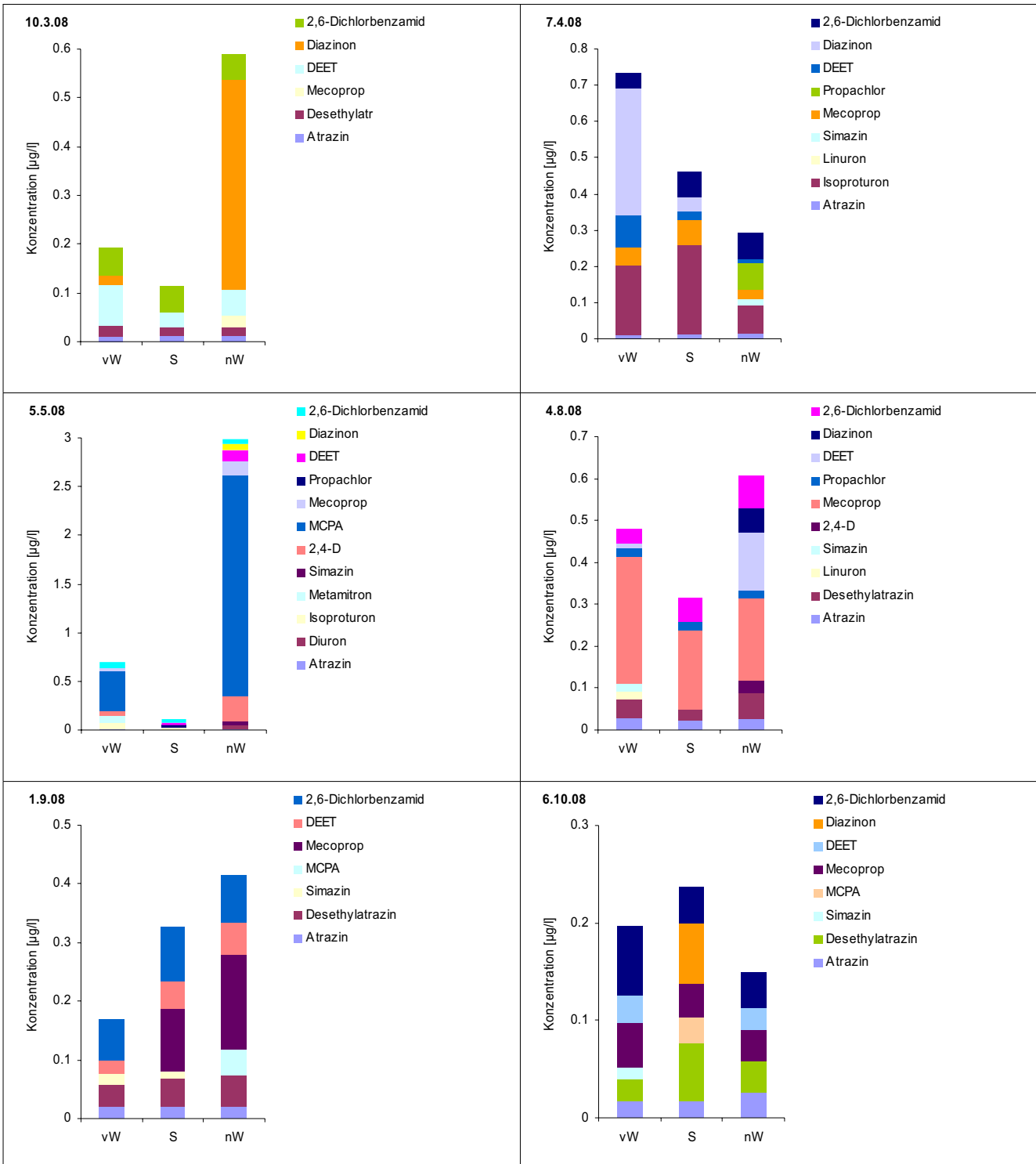
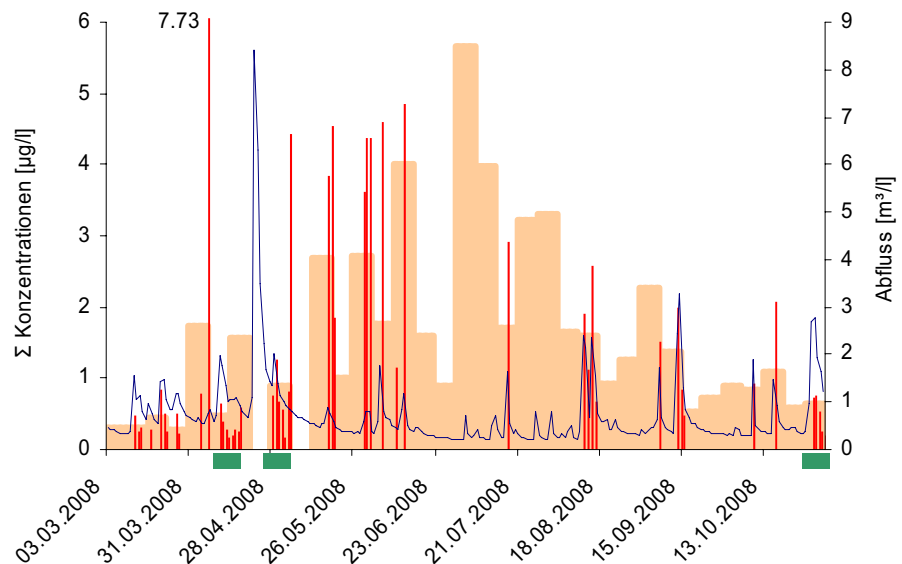


Abb. 12: Vergleich der Zusammensetzung der Monatsstichproben (S) mit den Wochenmischprobe, die vor (vW) und nach (nW) der betreffenden Monatsstichprobe in der Jona gesammelt wurden

Anhang 2: Untersuchung der Tagesmischproben des Furtbachs

Vergleich Gesamtkonzentrationen Wochen- vs. Tagesmischproben

Die untenstehende Abbildung stellt die Gesamtkonzentrationen der Wochenmischproben, der Tagesmischproben sowie den Abfluss des Furtbachs dar.

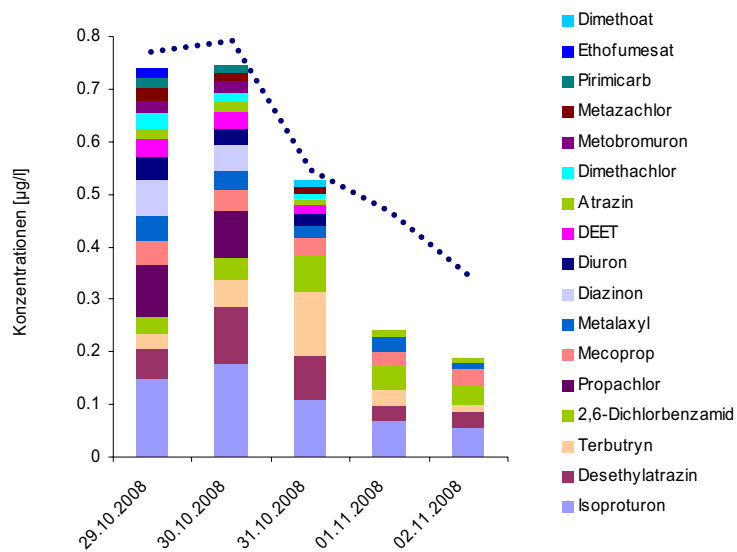
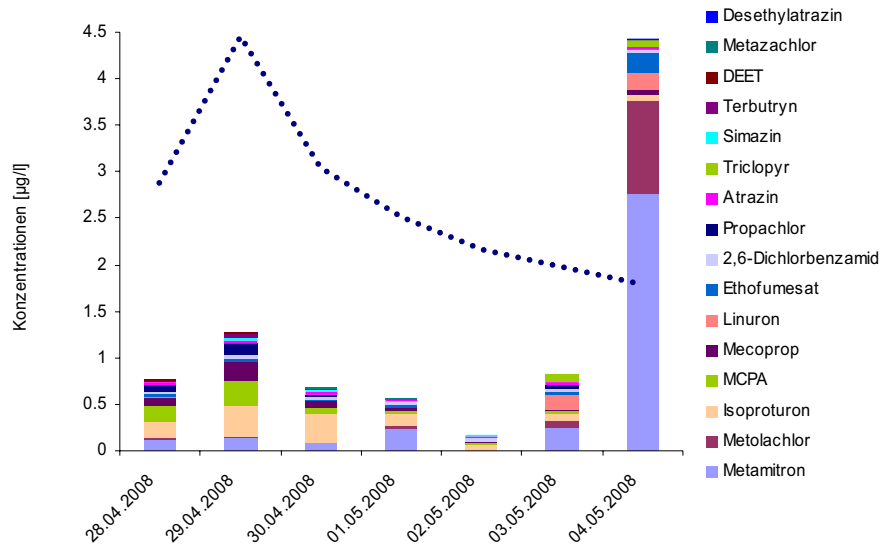
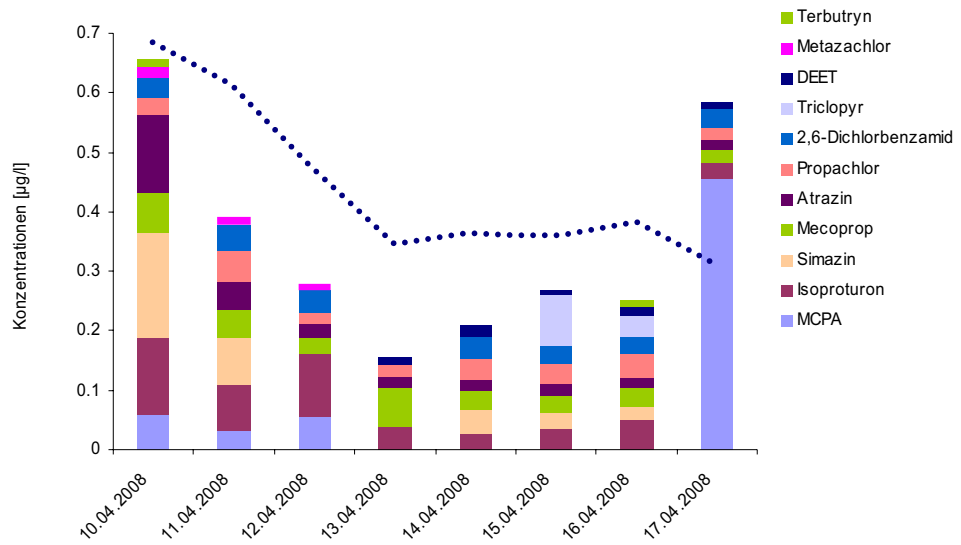


Gesamtkonzentration
vs. Abfluss

■ Zeitspanne, in der während fünf oder mehr aufeinander folgenden Tagen Tagesmischproben genommen wurden

Zusammensetzung der Tagesmischproben

Im Verlaufe des Jahres wurden dreimal während fünf oder mehr aufeinander folgenden Tagen Tagesmischproben genommen. Die entsprechenden Zeitspannen sind in der obenstehenden Abbildung durch grüne Balken gekennzeichnet. Auf der folgenden Seite sind die Zusammensetzung der einzelnen Tagesmischproben und der mittlere Abfluss der Probenahmetage dargestellt.



Zusammensetzung
aufeinander folgender
Tagesmischproben

●●● Abfluss (vergleiche Grafik auf der vorhergehenden Seite)

Anhang 3: Detaillierte Resultate ausgewählter Verbindungen

Triazine und Phenylharnstoffe

Atrazin
Desethylatrazin
Diuron
Isoproturon
Linuron
Metamitron
Metobromuron
Simazin
Terbutryn

Phenoxy-carbonsäuren

2,4-D
Bentazon
MCPA
Mecoprop
Triclopyr

Chloracetanilide

Dimethachlor
Dimethenamid
Metazachlor
Metolachlor
Propachlor

Diethyltoluamide

DEET

Organophosphate

Diazinon
Dimethoat

Weitere Stoffklassen

2,6-Dichlorbenzamid
Ethofumesat
Pirimicarb
Irgarol 1051
Metalaxyl

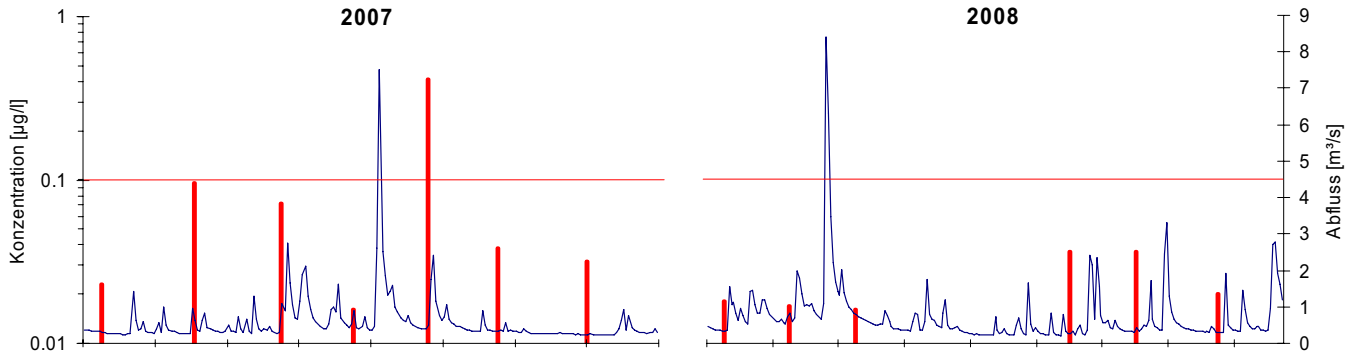
Bei den restlichen Verbindungen wurde auf eine detaillierte Darstellung der Resultate verzichtet, weil ihre Konzentration entweder nur bei einer Gelegenheit die Bestimmungsgrenze überschritt oder nie mehr als 0.04 µg/l betrug.

Verbindung(en)	Nachweise	Maximalkonzentration [µg/l]
2,4-DB, Ametryn, Cypermethrin, Hexazinon, Monolinuron, Propazin, Dichlobenil, Bromacil	0	unterhalb Bestimmungsgrenze
2,4,5-T, Cyanazin, Dichlorprop, Metoxuron, Permethrin	1	
Fluroxypyr, MCPB, Promethrin, Propiconazol, Terbutylazin, Penconazol, Alachlor, Oxadixyl, Desisopropylatrazin	> 1	< 0.04

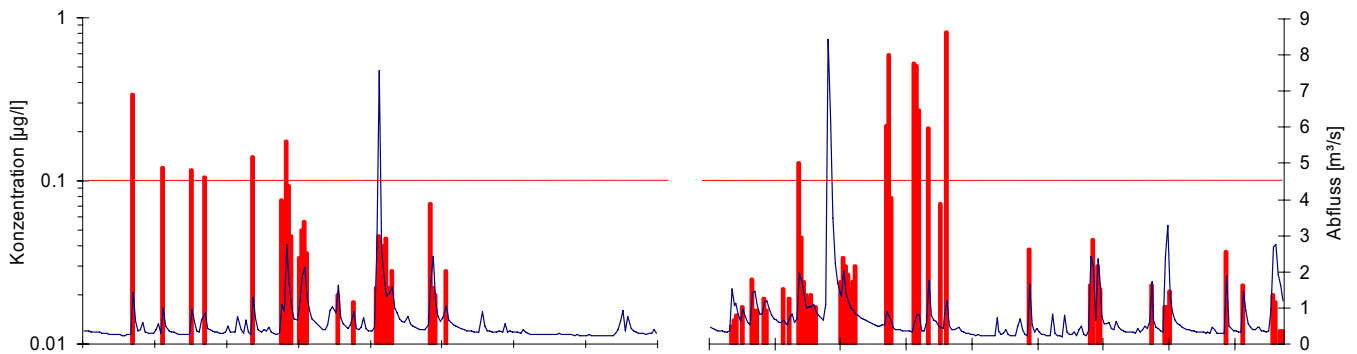
Triazine und Phenylharnstoffe

■ Atrazin (Furtbach)

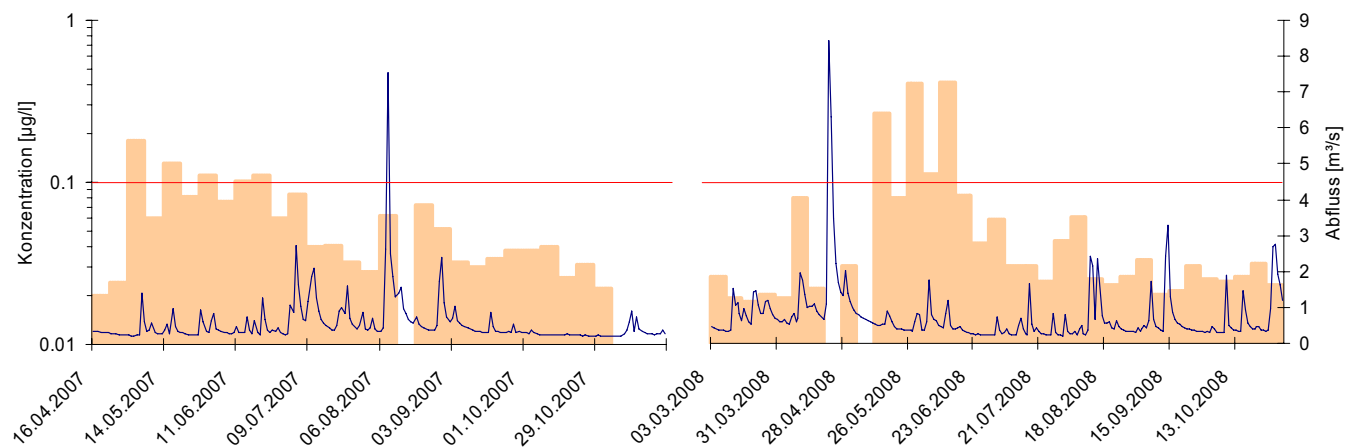
Monatsstichproben



Tagesmischproben



Wochenmischproben



Konzentrationen Pestizid [µg/l]

- Monatsstich- und Tagesmischproben
- Wochenmischproben

Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien

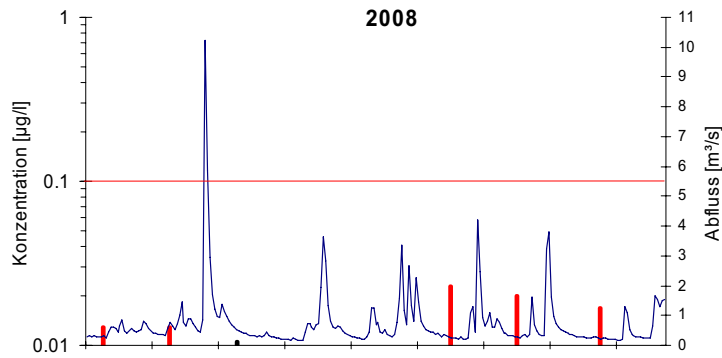
- Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
- Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
- Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie

- ~ Abfluss [m³/s]

■ Atrazin (Jonen)

Monatsstichproben



Atrazin

Substanzklasse
Triazin

Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Mais

Best.-grenze 0.01 µg/l

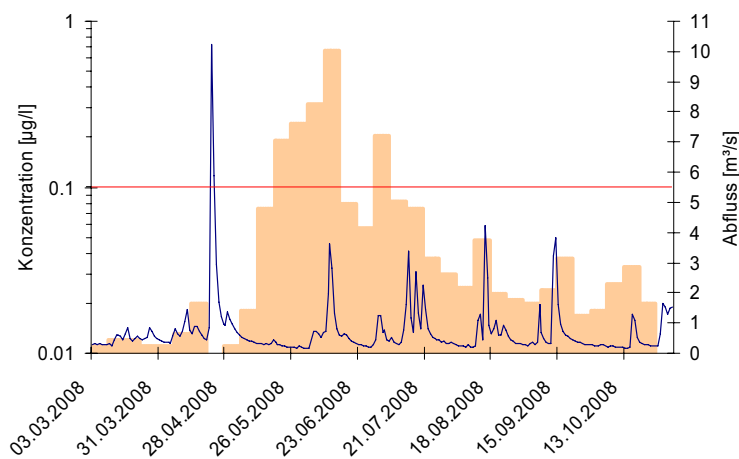
CQK 1.8 µg/l

AQK 15 µg/l

ZV LAWA -

Atrazin wurde in nahezu allen Proben nachgewiesen. Die Konzentrationen steigen zu Beginn der Applikationsperiode im Frühjahr an, erreichen im Sommer ein Maximum und sind danach bis zum Ende der Messperiode recht konstant. Die Qualitätsanforderung der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l wurde im Furtbach und in der Jonen mehrmals massiv überschritten.

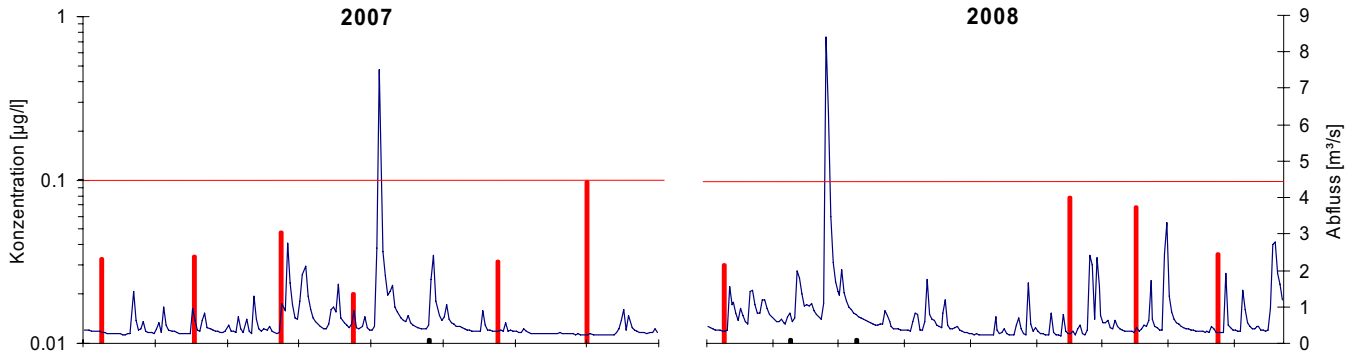
Wochenmischproben



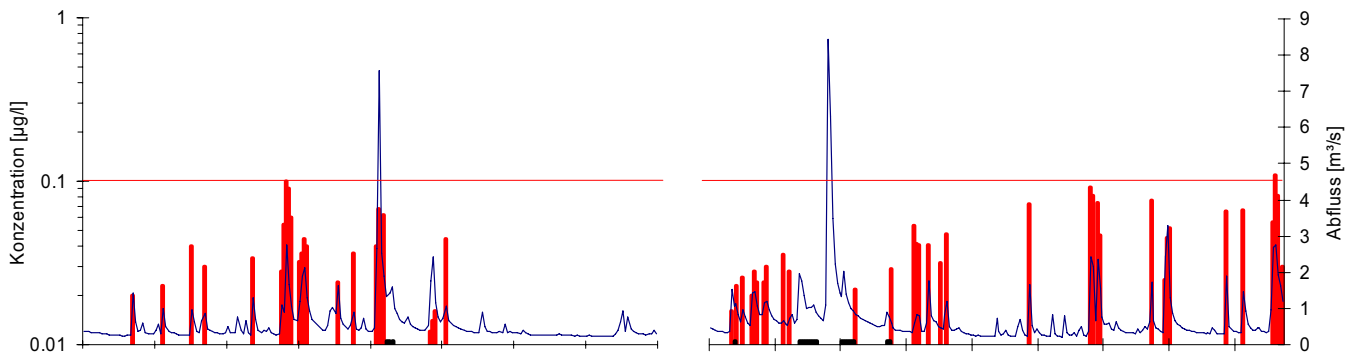
Triazine und Phenylharnstoffe (Fortsetzung)

■ Desethylatrazin (Furtbach)

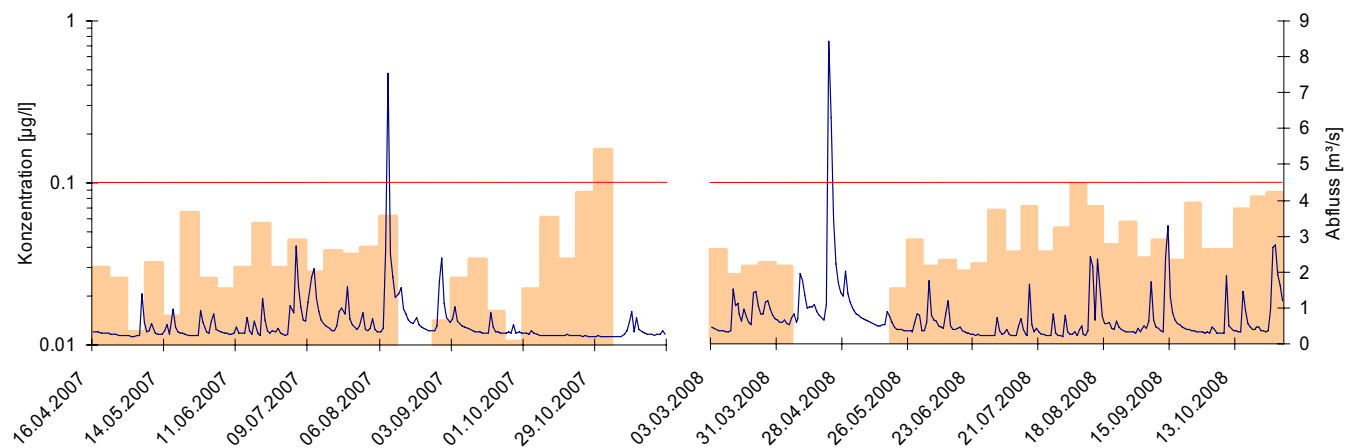
Monatsstichproben









Tagesmischproben



Wochenmischproben

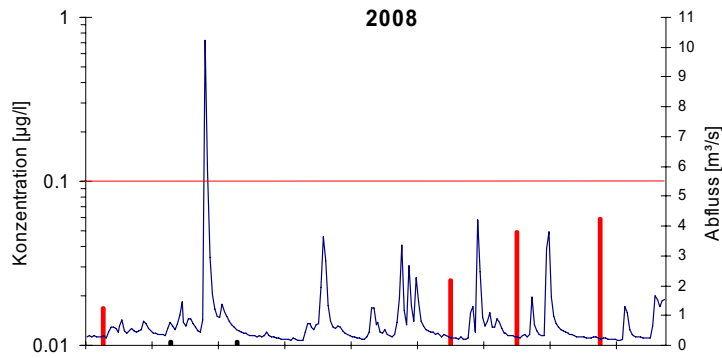


Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien
 Monatsstich- und Tagesmischproben	 Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
 Wochenmischproben	 Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
	 Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie
 Abfluss [m³/s]

■ Desethylatrazin (Jonen)

Monatsstichproben



Desethylatrazin

Substanzklasse

Triazin (Abbauprodukt von Atrazin)

Wirkstoffgruppe

-

Einsatzgebiet

-

Best.-grenze 0.01 µg/l

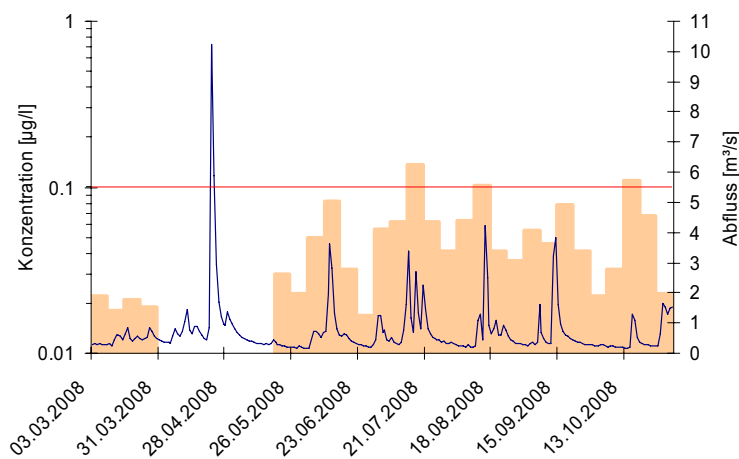
CQK -

AQK -

ZV LAWA -

Desethylatrazin wurde in nahezu allen Proben gefunden. Die Konzentrationen dieses Atrazin-Abbauprodukts unterliegen kaum saisonalen Schwankungen. Die Qualitätsanforderung von 0.1 µg/l wurde sowohl im Furtbach wie in der Jonen wiederholt überschritten.

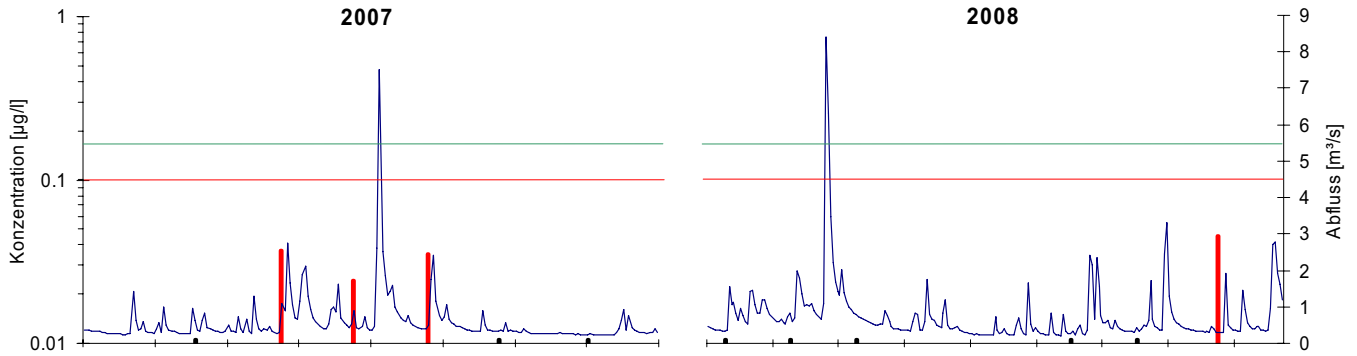
Wochenmischproben



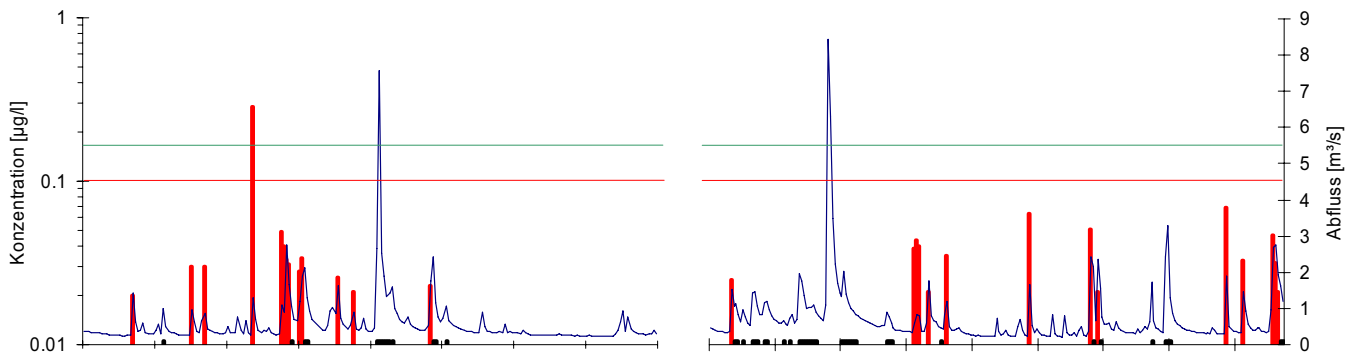
Triazine und Phenylharnstoffe (Fortsetzung)

■ Diuron (Furtbach)

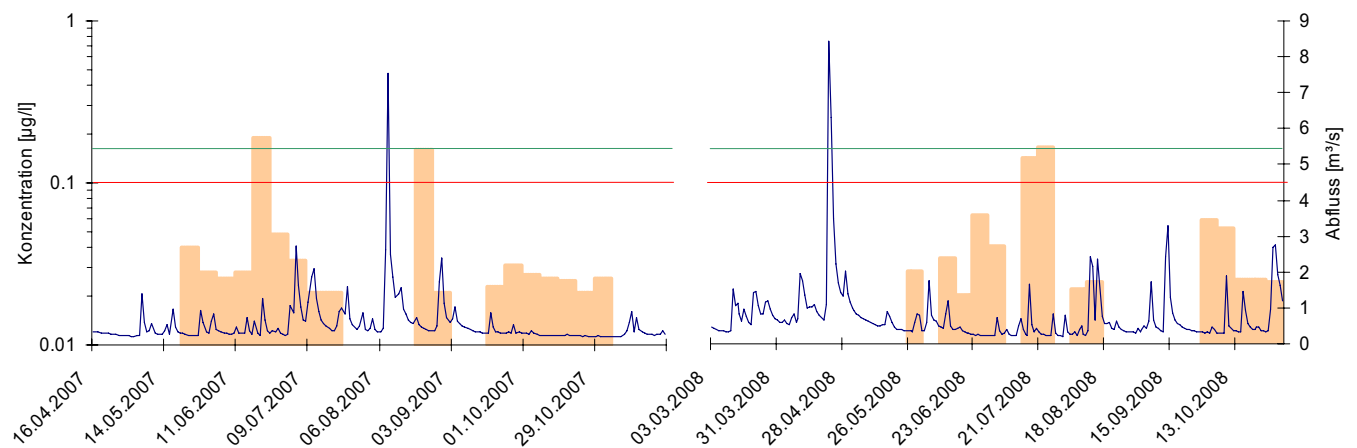
Monatsstichproben









Tagesmischproben



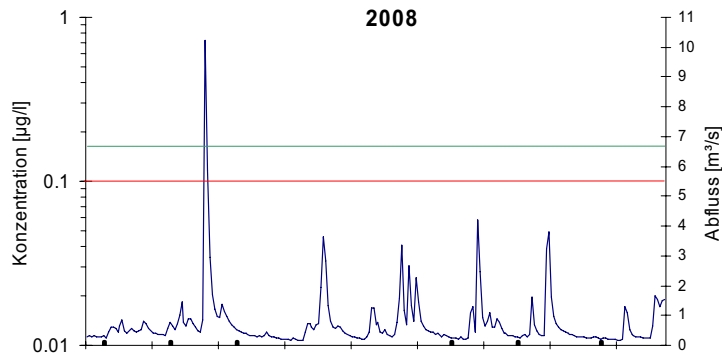
Wochenmischproben



Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien	Hydrologie
 Monatsstich- und Tagesmischproben	 Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)	 Abfluss [m³/s]
 Wochenmischproben	 Chronisches Qualitätskriterium (CQK)	
	 Akutes Qualitätskriterium (AQK)	

■ Diuron (Jonen)

Monatsstichproben



Diuron

Substanzklasse
Phenylharnstoff

Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Obst, Reben, Spargel, Baumaterialien

Best.-grenze 0.02 µg/l

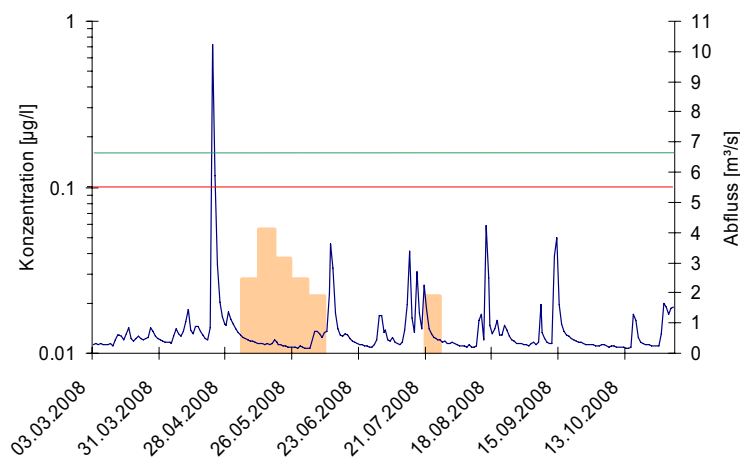
CQK 0.15 µg/l

AQK 1.3 µg/l

ZV LAWA 0.05 µg/l

Diuron trat im Furtbach und in der Jonen regelmässig in Konzentrationen um 0.02 bis 0.05 µg/l auf. In beiden Gewässern sind Maxima sichtbar, die wahrscheinlich mit Applikationsphasen zusammen hängen. Im Furtbach überschreiten die Konzentrationen während dieser Phasen das chronische Qualitätskriterium von 0.15 µg/l.

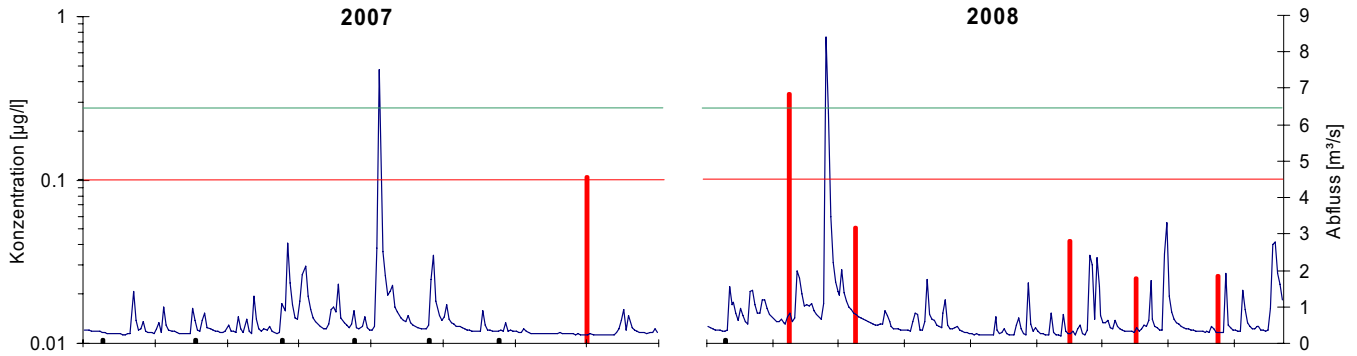
Wochenmischproben



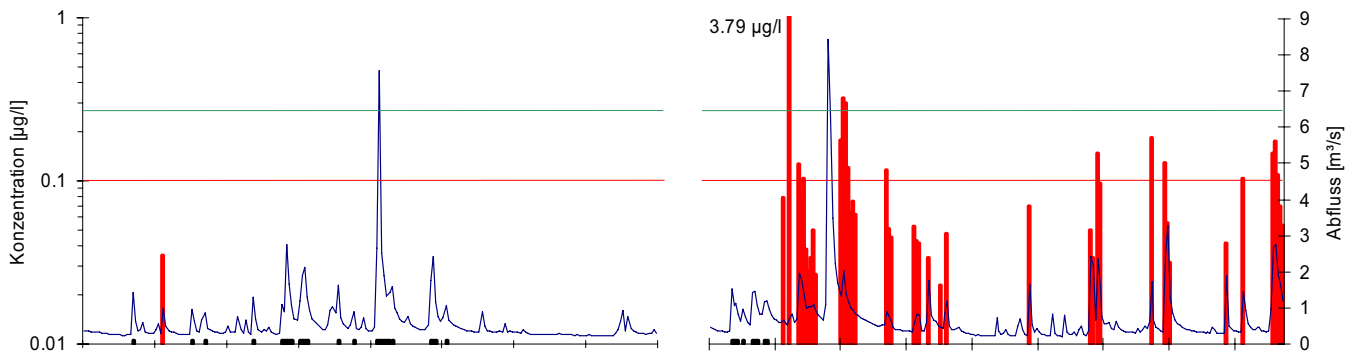
Triazine und Phenylharnstoffe (Fortsetzung)

■ Isoproturon (Furtbach)

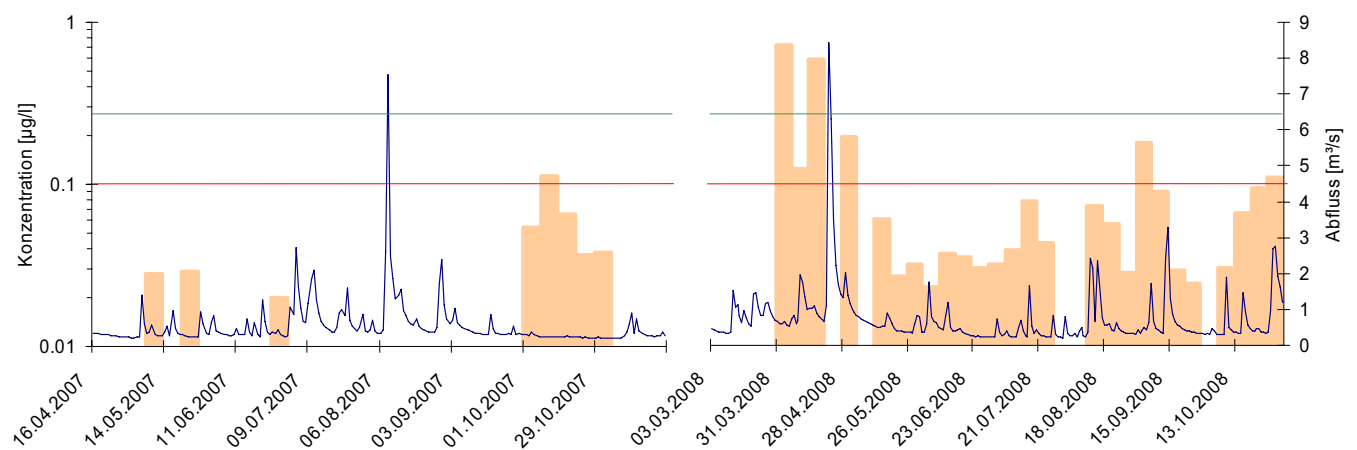
Monatsstichproben









Tagesmischproben



Wochenmischproben

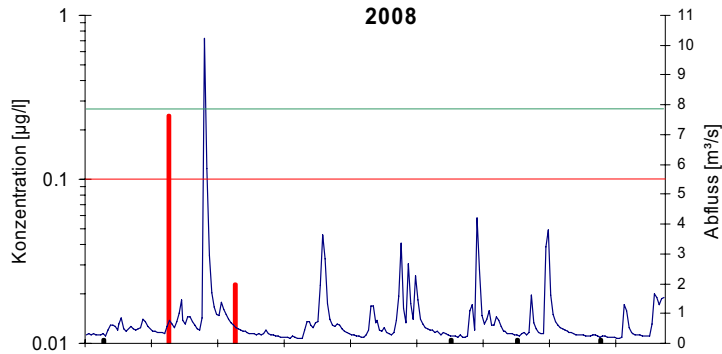


Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien
 Monatsstich- und Tagesmischproben	 Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
 Wochenmischproben	 Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
	 Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie
 Abfluss [m³/s]

■ Isoproturon (Jonen)

Monatsstichproben



Isoproturon

Substanzklasse
Phenylharnstoff

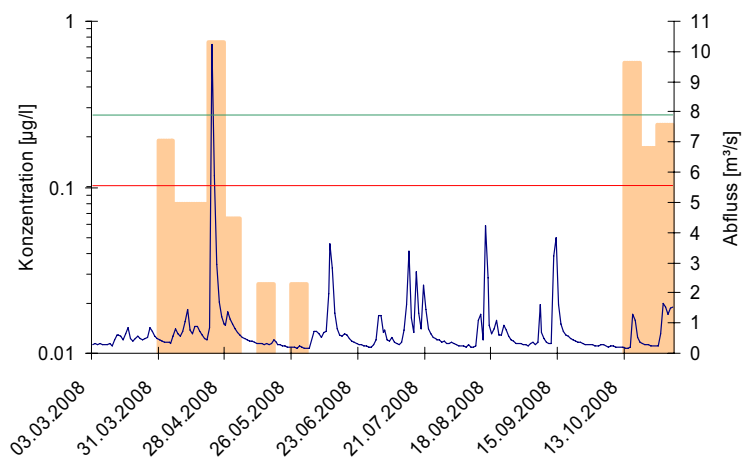
Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Wintergetreide

Best.-grenze 0.02 µg/l
CQK 0.27 µg/l
AQK 2.2 µg/l
ZV LAWA 0.3 µg/l

Isoproturon weist die Konzentrationsmaxima im Frühjahr und im Herbst auf, was die Applikationsschwerpunkte in diesen Jahreszeiten widerspiegelt. Das chronische Qualitätskriterium von 0.27 µg/l wurde 2008 in beiden Flüssen überschritten.

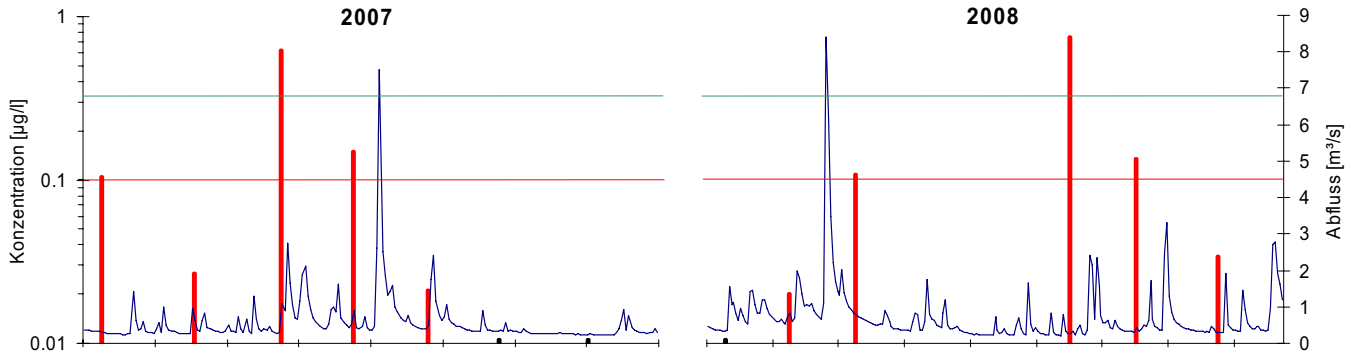
Wochenmischproben



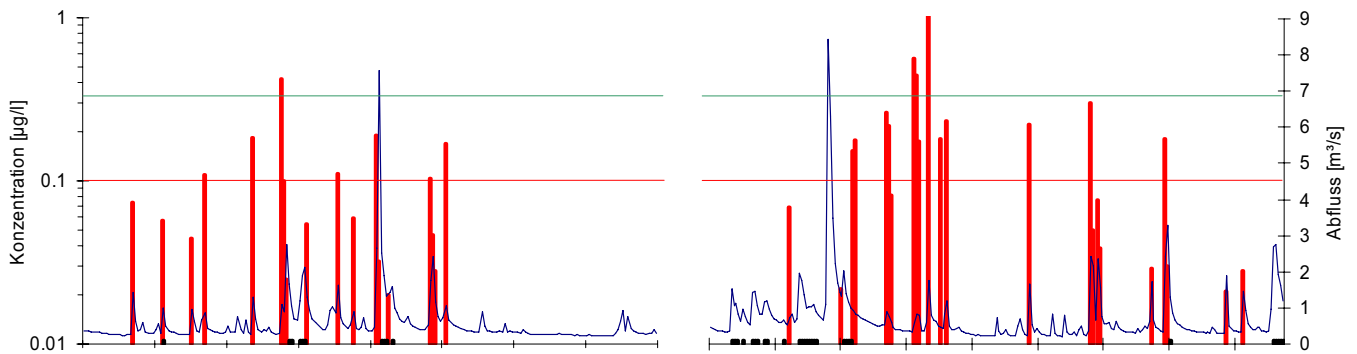
Triazine und Phenylharnstoffe (Fortsetzung)

■ Linuron (Furtbach)

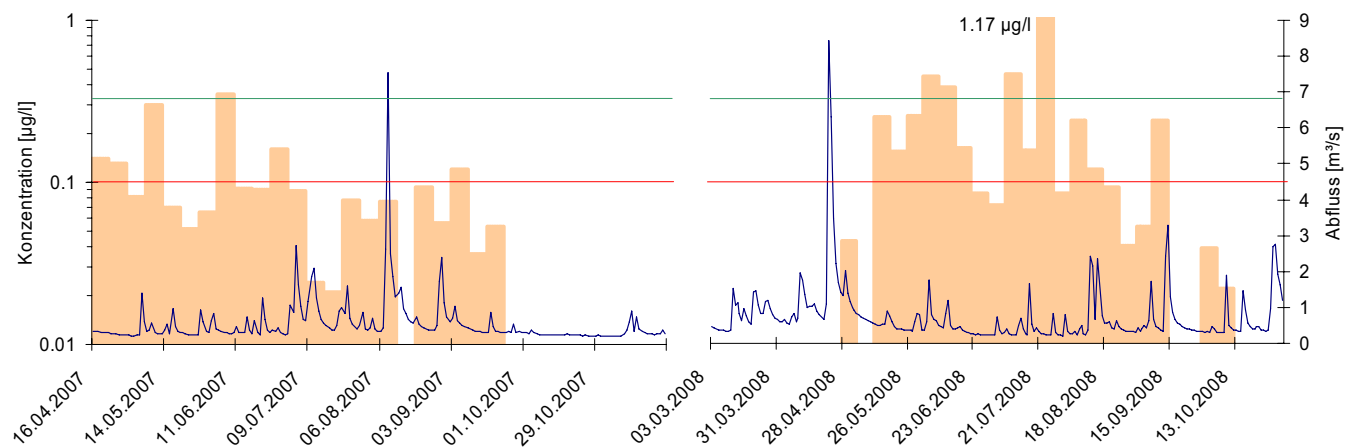
Monatsstichproben









Tagesmischproben



Wochenmischproben

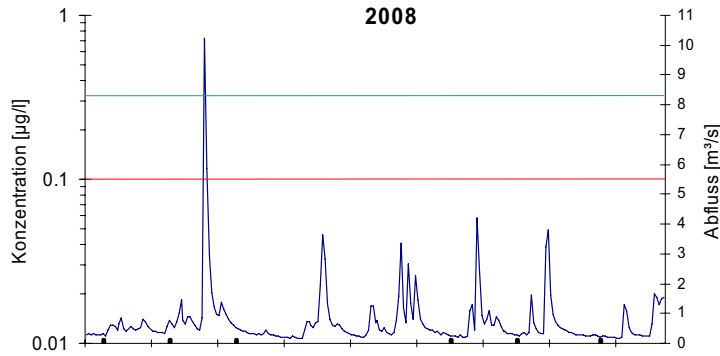


Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien
 Monatsstich- und Tagesmischproben	 Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
 Wochenmischproben	 Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
	 Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie
 Abfluss [m³/s]

■ Linuron (Jonen)

Monatsstichproben



Linuron

Substanzklasse
Phenylharnstoff

Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Mais, Kartoffeln, Bohnen, Soja

Best.-grenze 0.02 µg/l

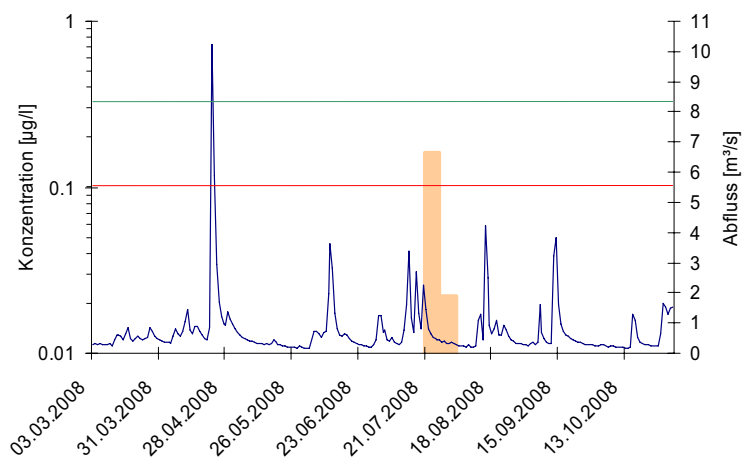
CQK 0.32 µg/l

AQK 2.6 µg/l

ZV LAWA 0.3 µg/l

Das im Gemüseanbau eingesetzte Linuron erscheint fast ausschliesslich in den Proben vom Furtbach. Die Konzentrationen liegen häufig über dem Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l. Auch das chronische Qualitätskriterium von 0.32 µg/l wird vereinzelt überschritten.

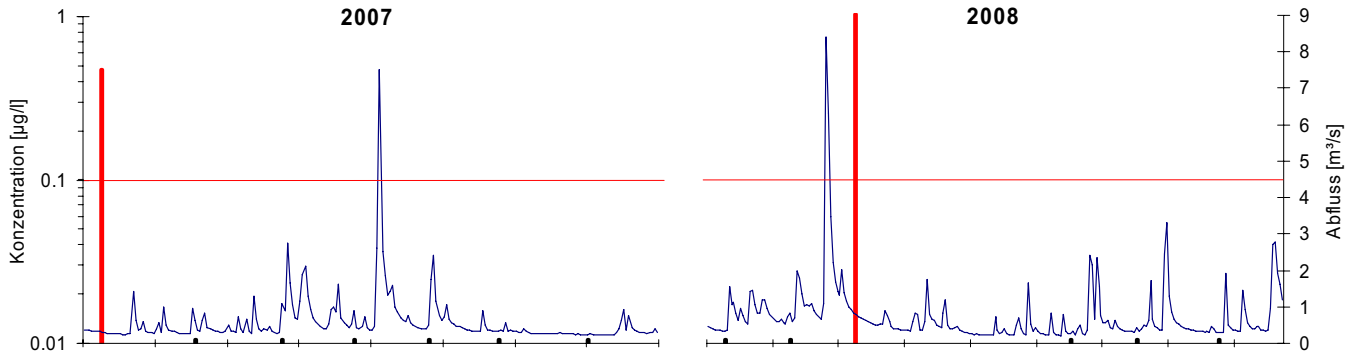
Wochenmischproben



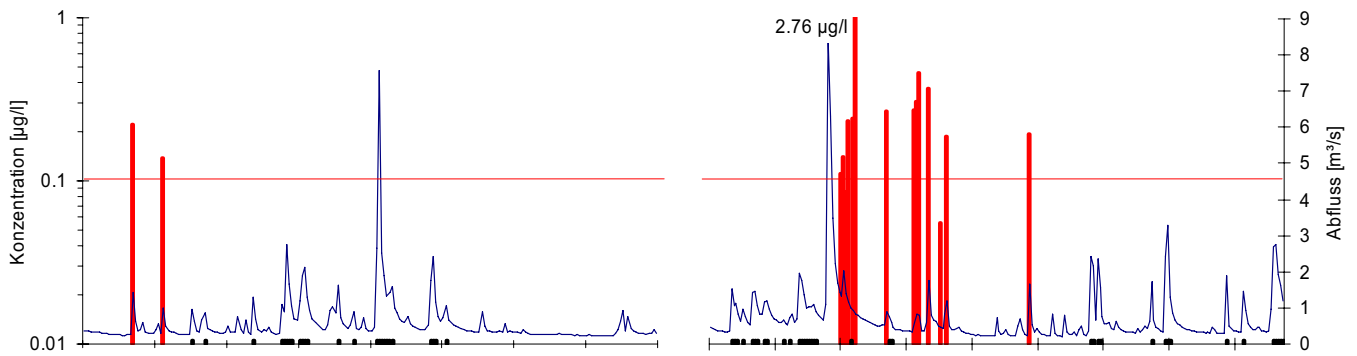
Triazine und Phenylharnstoffe (Fortsetzung)

■ Metamitron (Furtbach)

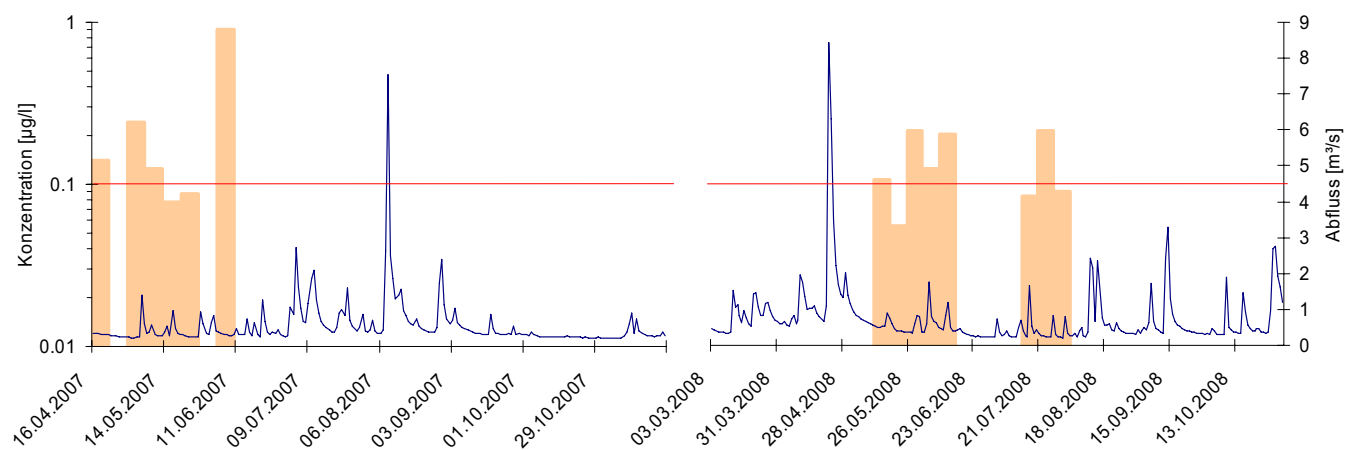
Monatsstichproben



Tagesmischproben



Wochenmischproben

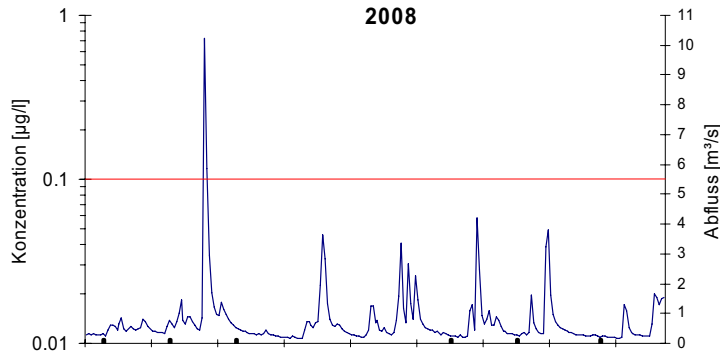


Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien
■ Monatsstich- und Tagesmischproben	— Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
■ Wochenmischproben	— Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
	— Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie
~ Abfluss [m³/s]

■ **Metamitron (Jonen)**

Monatsstichproben



Metamitron

Substanzklasse
Triazin

Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Zucker- und Futterrüben

Best.-grenze 0.05 µg/l

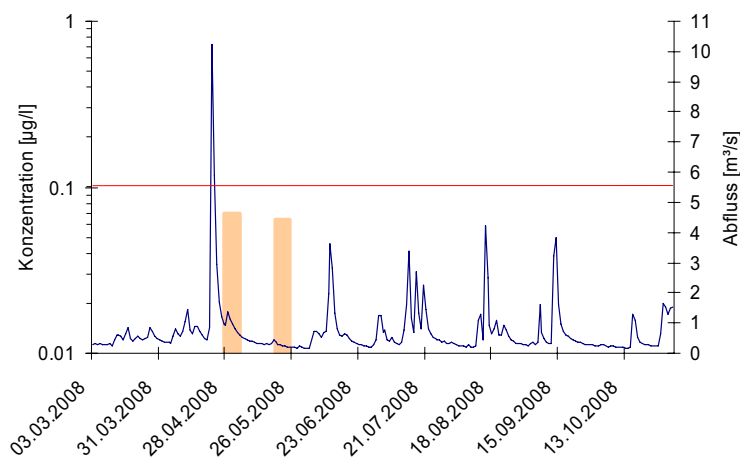
CQK -

AQK -

ZV LAWA -

Metamitron scheint nur während den Applikationsphasen in den Gewässern aufzutreten. Dann allerdings liegen die Konzentrationen um den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l, wobei dieser Wert auch deutlich überschritten werden kann.

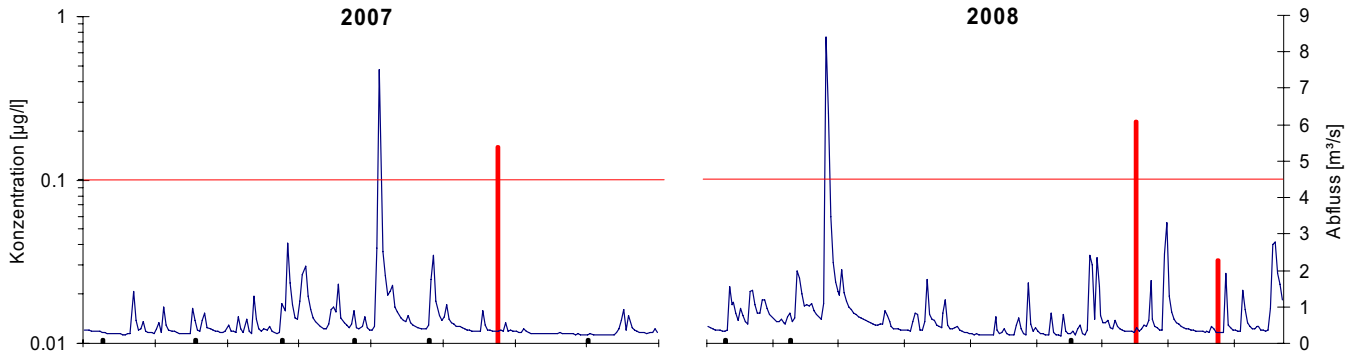
Wochenmischproben



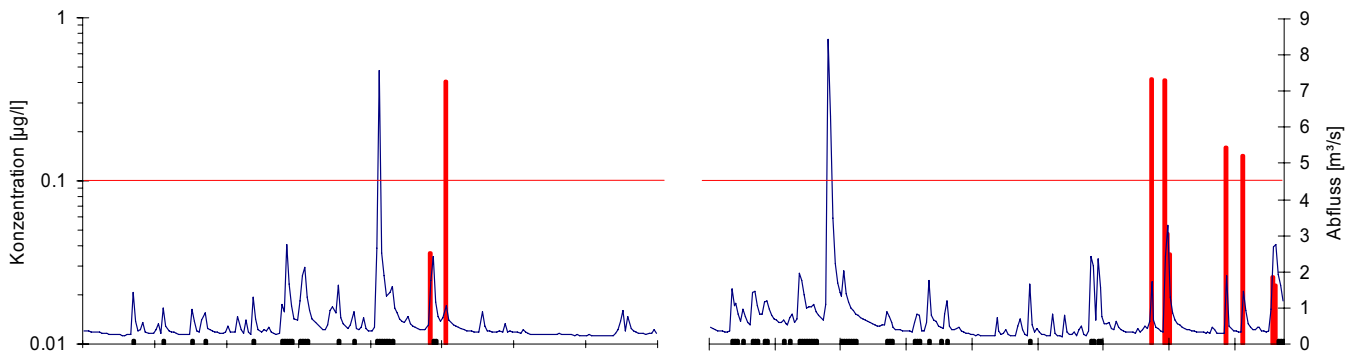
Triazine und Phenylharnstoffe (Fortsetzung)

■ Metobromuron (Furtbach)

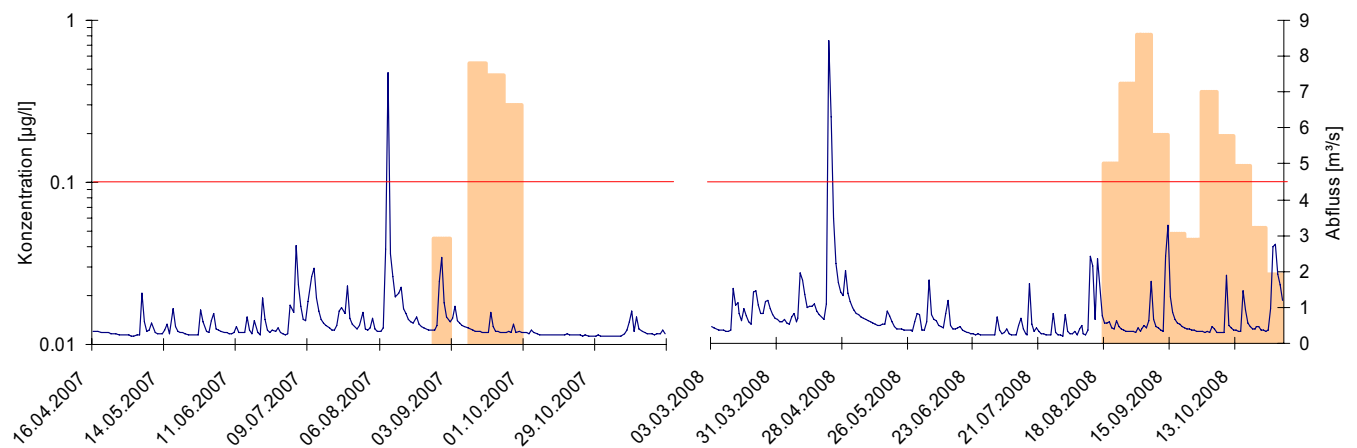
Monatsstichproben



Tagesmischproben



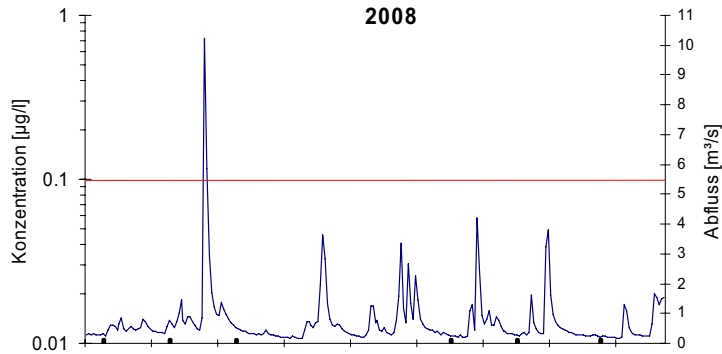
Wochenmischproben



Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien	Hydrologie
Monatsstich- und Tagesmischproben	Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)	Abfluss [m³/s]
Wochenmischproben	Chronisches Qualitätskriterium (CQK)	
	Akutes Qualitätskriterium (AQK)	

■ Metobromuron (Jonen)

Monatsstichproben



Metobromuron

Substanzklasse
Phenylharnstoff

Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Feldsalat, Kartoffeln

Best.-grenze 0.02 µg/l

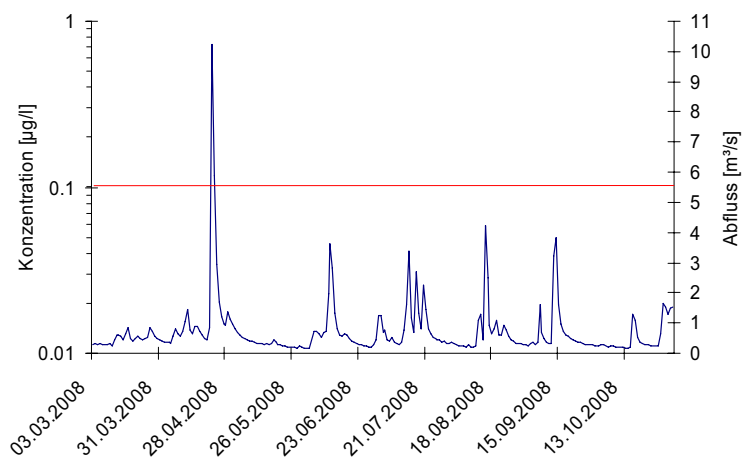
CQK -

AQK -

ZV LAWA -

Metobromuron kann im Furtbach von Mitte August bis Ende November nachgewiesen werden. In den meisten Fällen liegt die Konzentration deutlich über dem Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l. In der Jonen wurde dieses Herbizid nicht nachgewiesen.

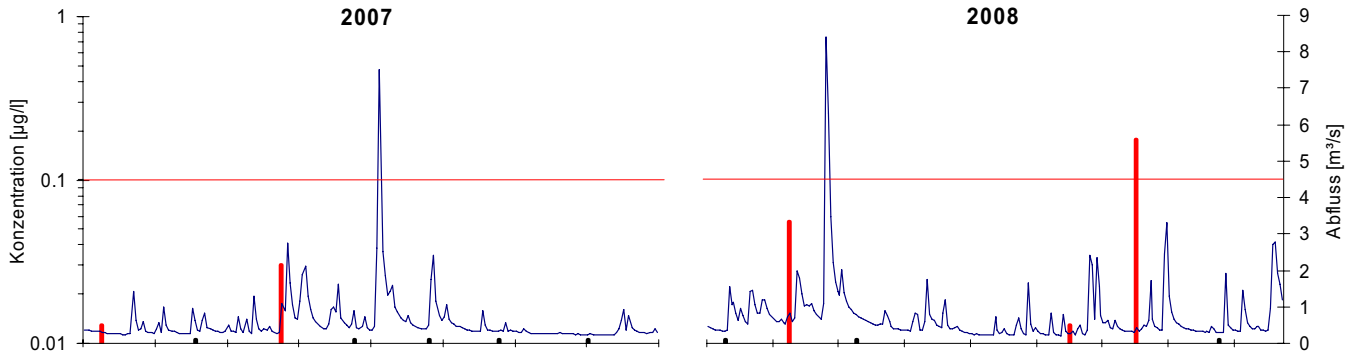
Wochenmischproben



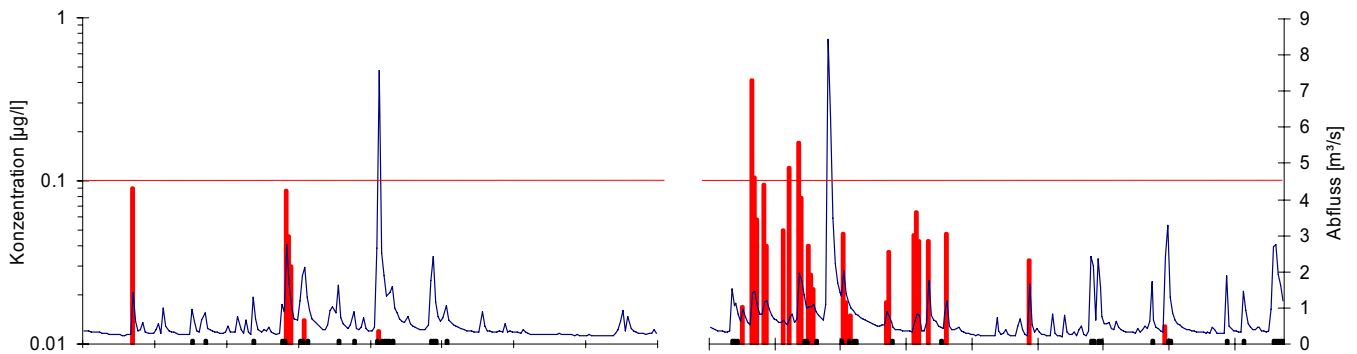
Triazine und Phenylharnstoffe (Fortsetzung)

■ Simazin (Furtbach)

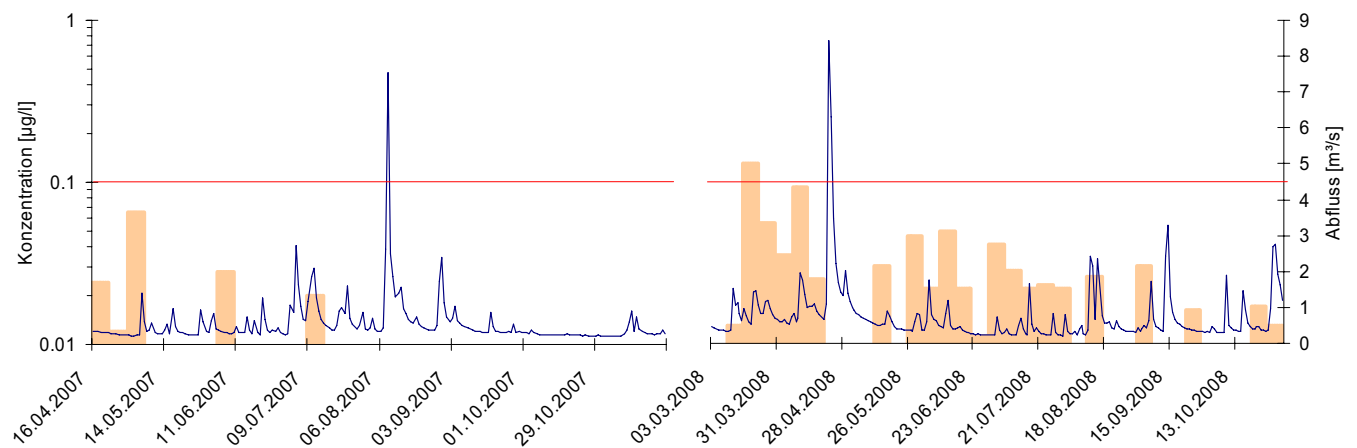
Monatsstichproben



Tagesmischproben



Wochenmischproben

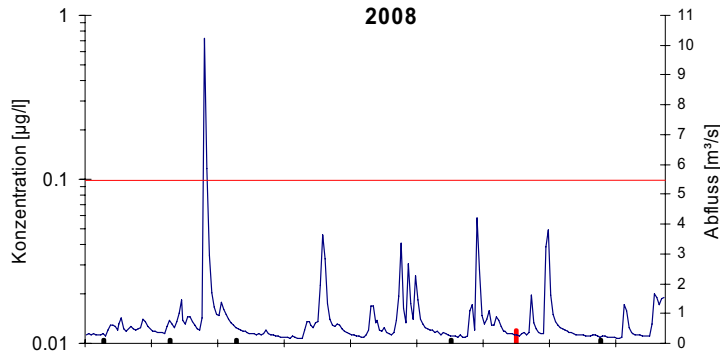


Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien
■ Monatsstich- und Tagesmischproben	— Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
■ Wochenmischproben	— Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
	— Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie
~ Abfluss [m³/s]

■ Simazin (Jonen)

Monatsstichproben



Simazin

Substanzklasse
Triazin

Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Kernobst, Gemüse, Beeren, Mais

Best.-grenze 0.01 µg/l

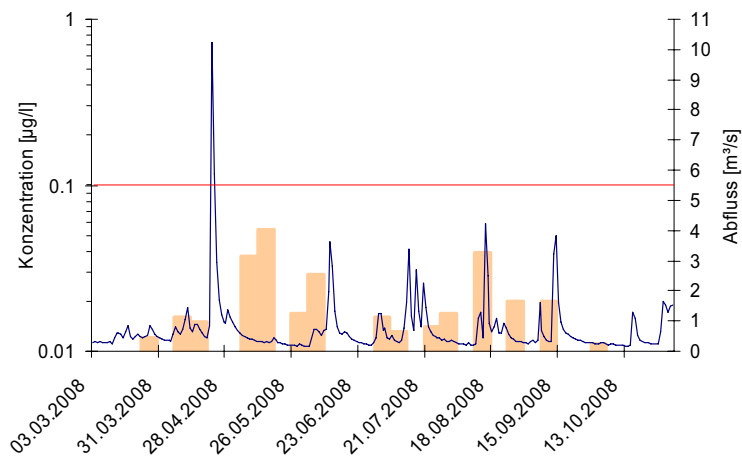
CQK 2.8 µg/l

AQK 23 µg/l

ZV LAWA 0.1 µg/l

Simazin ist in beiden Flüssen das ganze Jahr über nachweisbar. Es ist jedoch eine deutlich saisonale Charakteristik sichtbar: ein Applikationsschwerpunkt im Frühling / Sommer führt zu hohen Konzentrationen, die dann gegen den Herbst zu abnehmen. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l wurde im Frühjahr 2008 im Furtbach überschritten.

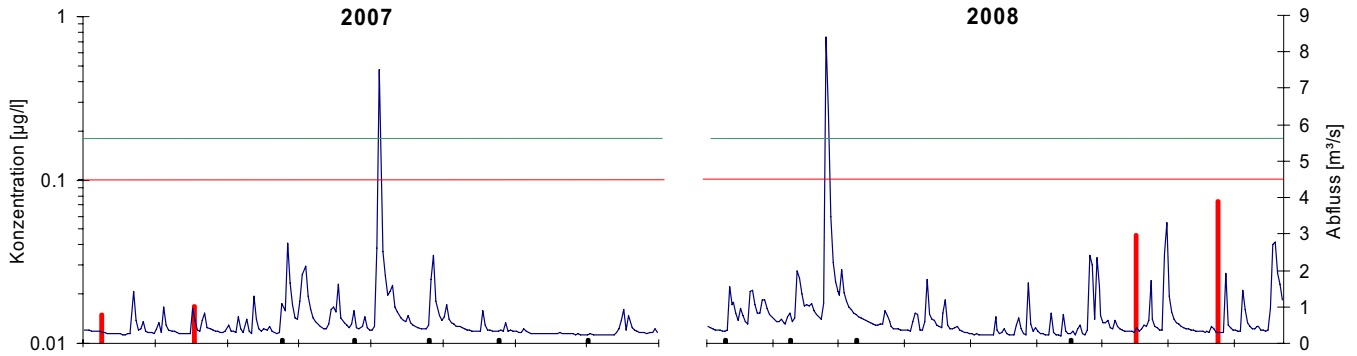
Wochenmischproben



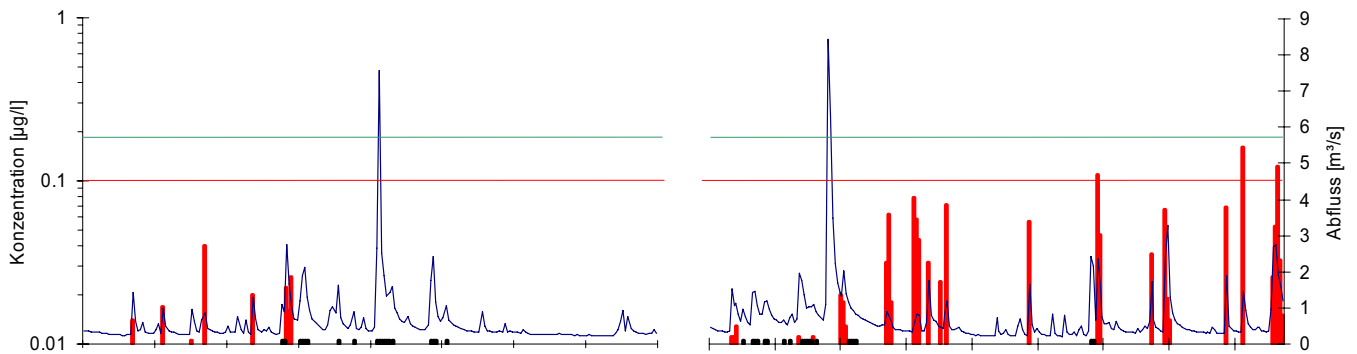
Triazine und Phenylharnstoffe (Fortsetzung)

■ Terbutryn (Furtbach)

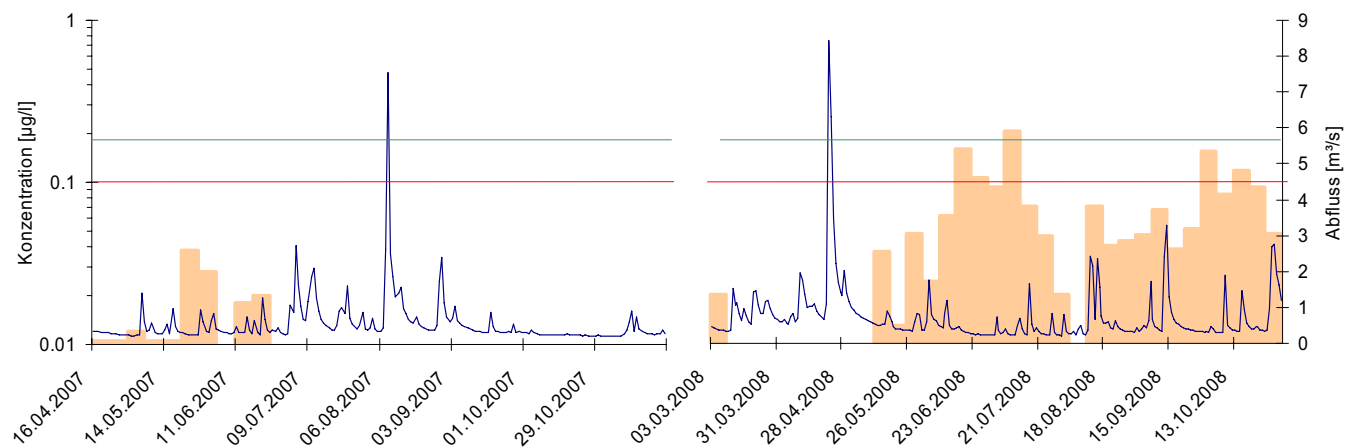
Monatsstichproben



Tagesmischproben



Wochenmischproben

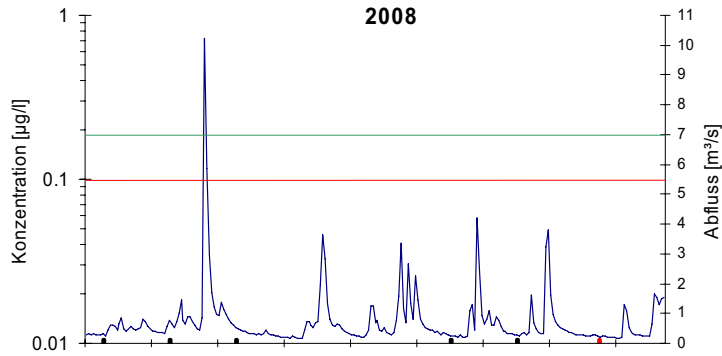


Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien
■ Monatsstich- und Tagesmischproben	— Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
■ Wochenmischproben	— Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
	— Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie
~ Abfluss [m³/s]

■ Terbutryn (Jonen)

Monatsstichproben



Terbutryn

Substanzklasse
Triazin

Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Mais, Kartoffeln, Wintergetreide

Best.-grenze 0.01 µg/l

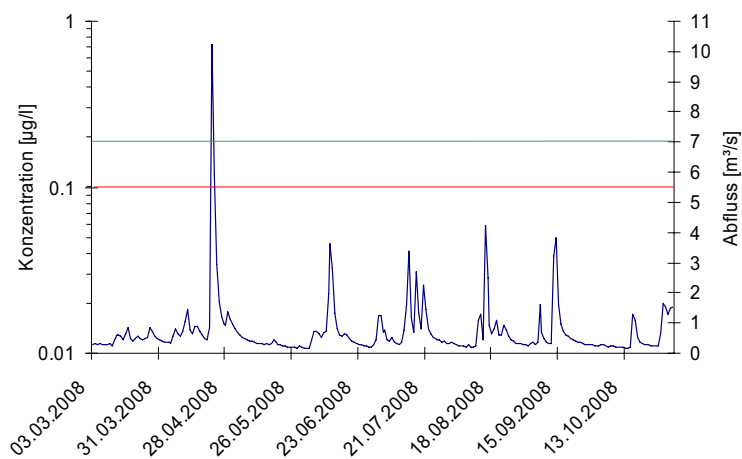
CQK 0.17 µg/l

AQK 1.4 µg/l

ZV LAWA -

Terbutryn trat im Furtbach im Sommer und Herbst in relativ hohen Konzentrationen auf, wobei der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wiederholt und das chronische Qualitätskriterium einmal überschritten wurden.

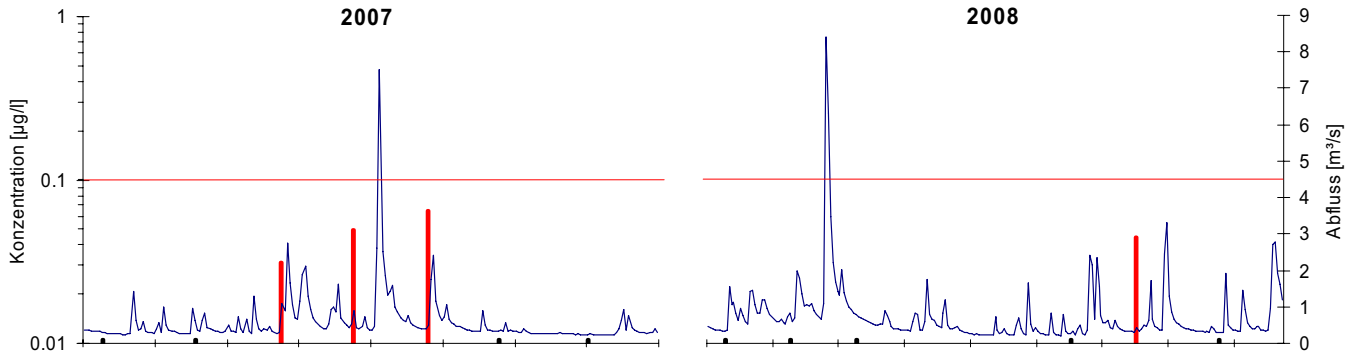
Wochenmischproben



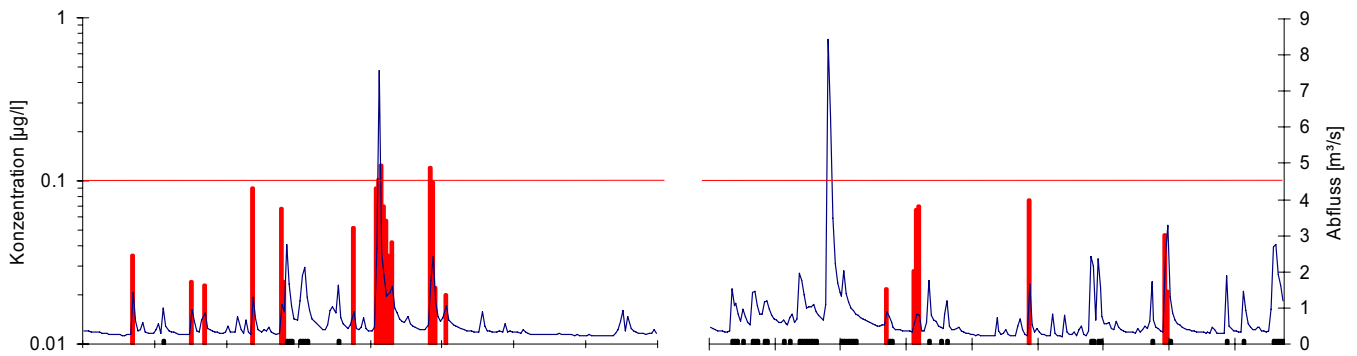
Phenoxycarbonsäuren

■ 2,4-D (Furtbach)

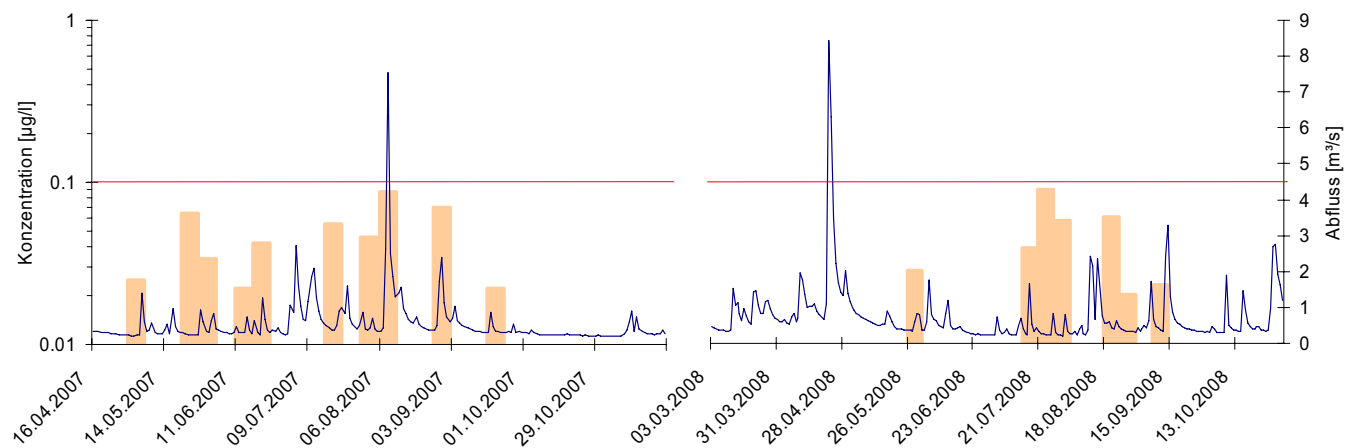
Monatsstichproben



Tagesmischproben



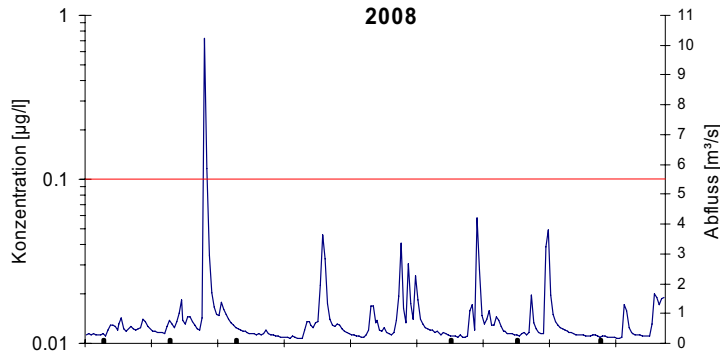
Wochenmischproben



Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien	Hydrologie
<ul style="list-style-type: none"> █ Monatsstich- und Tagesmischproben █ Wochenmischproben 	<ul style="list-style-type: none"> — Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l) — Chronisches Qualitätskriterium (CQK) — Akutes Qualitätskriterium (AQK) 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Abfluss [m³/s]

■ **2,4-D (Jonen)**

Monatsstichproben



2,4-D

Substanzklasse
Phenoxy-carbonsäure

Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Mais, Getreide

Best.-grenze 0.02 µg/l

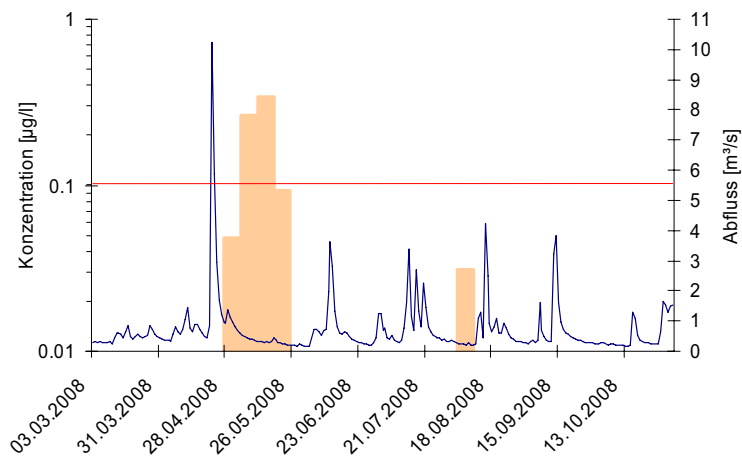
CQK -

AQK -

ZV LAWA 2.0 µg/l

2,4-D (2,4-Dichlorphenoxyessigsäure) war sowohl im Furtbach wie auch in der Jonen nachweisbar. In der Jonen wurde der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l im Mai 2008 deutlich überschritten.

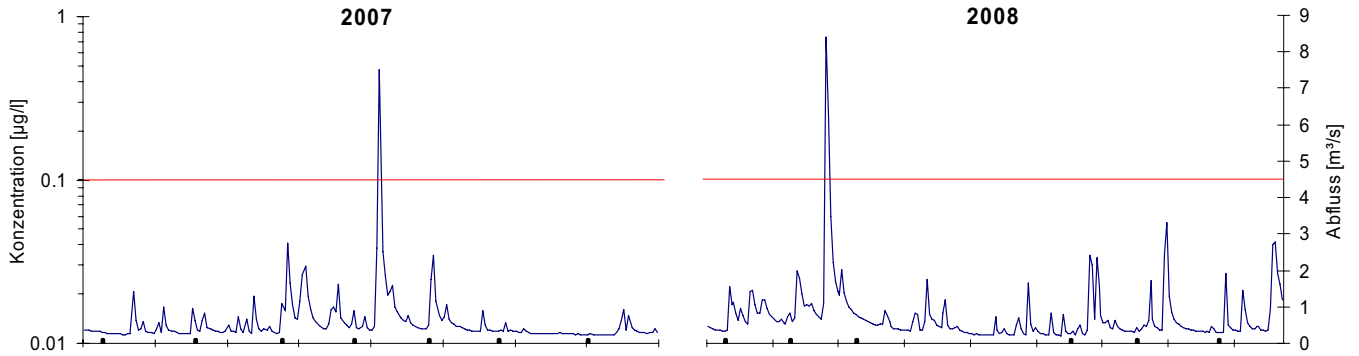
Wochenmischproben



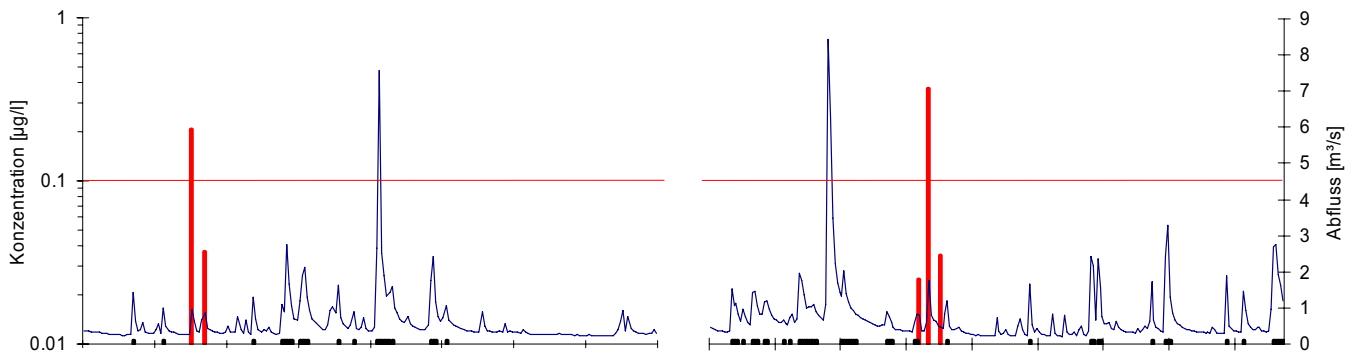
Phenoxycarbonsäuren (Fortsetzung)

■ Bentazon (Furtbach)

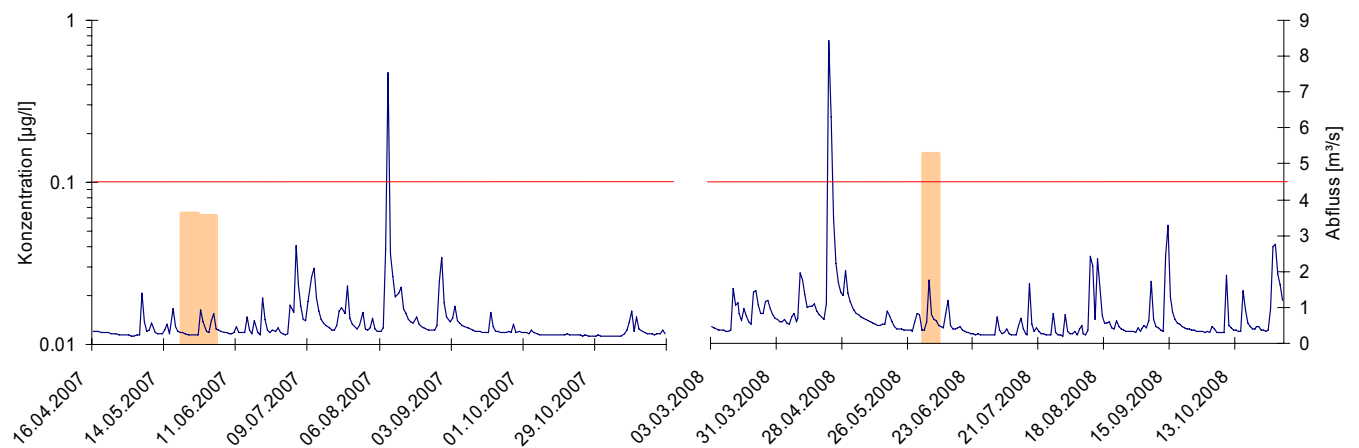
Monatsstichproben



Tagesmischproben



Wochenmischproben

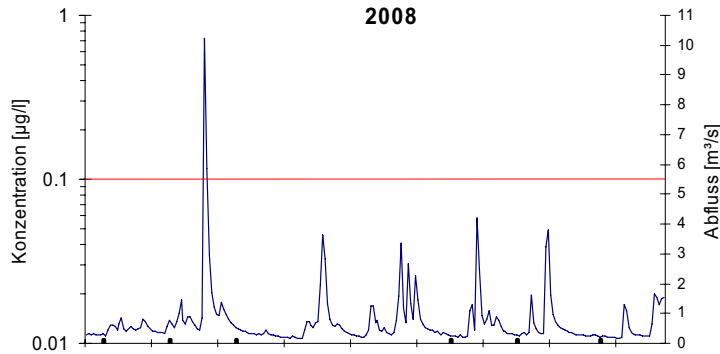


Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien
█ Monatsstich- und Tagesmischproben	— Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
█ Wochenmischproben	— Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
	— Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie
~ Abfluss [m³/s]

■ **Bentazon (Jonen)**

Monatsstichproben



Bentazon

Substanzklasse
Phenoxy-carbonsäure

Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Mais, Wiesen, Kartoffeln, Erbsen, Soja

Best.-grenze 0.02 µg/l

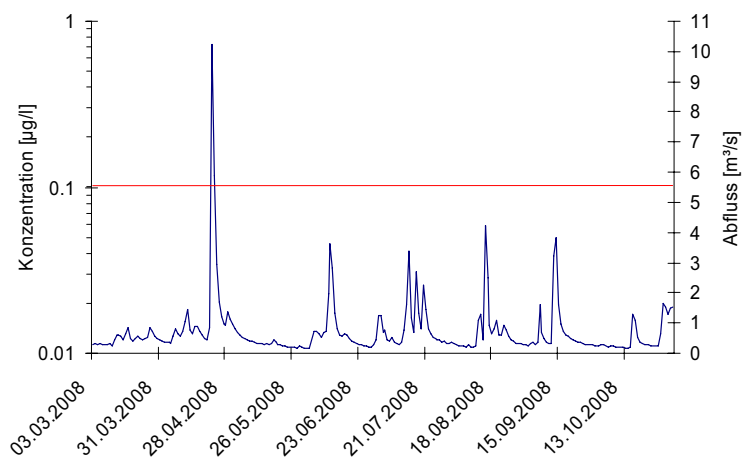
CQK -

AQK -

ZV LAWA 70 µg/l

Bentazon wurde nur während zwei Wochen Anfang Juni 2007 und 2008 im Furtbach nachgewiesen, wobei die Konzentrationen um den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l liegen. Das kurzfristige Auftreten dieses Herbizids dürfte eine eng begrenzte Applikationsphase widerspiegeln. In der Jonen konnte das Herbizid nicht nachgewiesen werden.

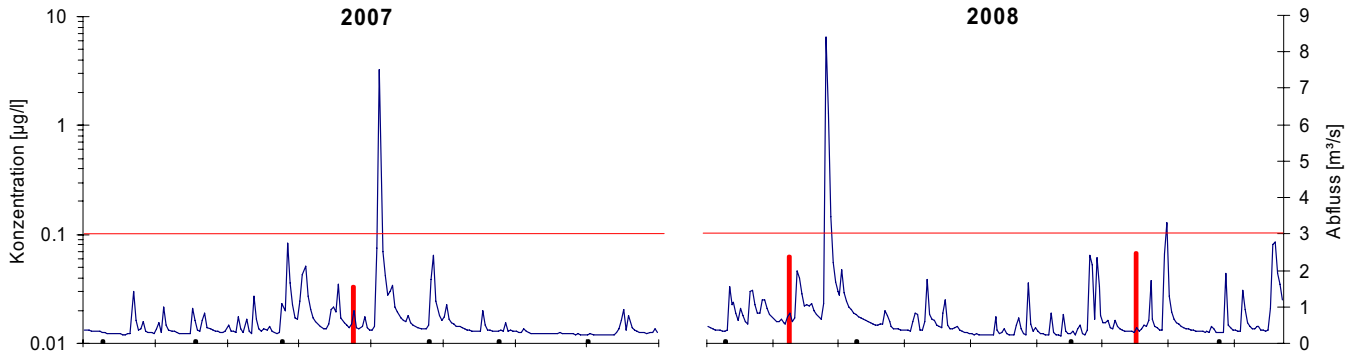
Wochenmischproben



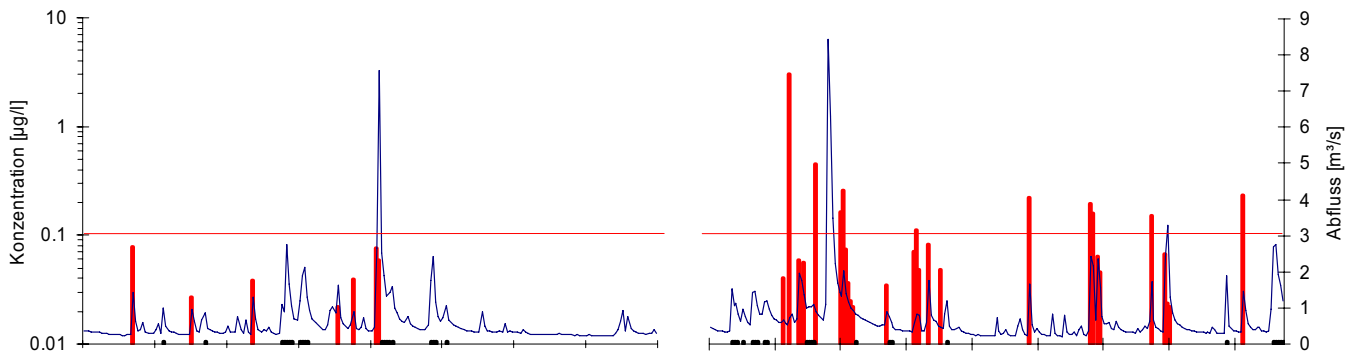
Phenoxycarbonsäuren (Fortsetzung)

■ MCPA (Furtbach)

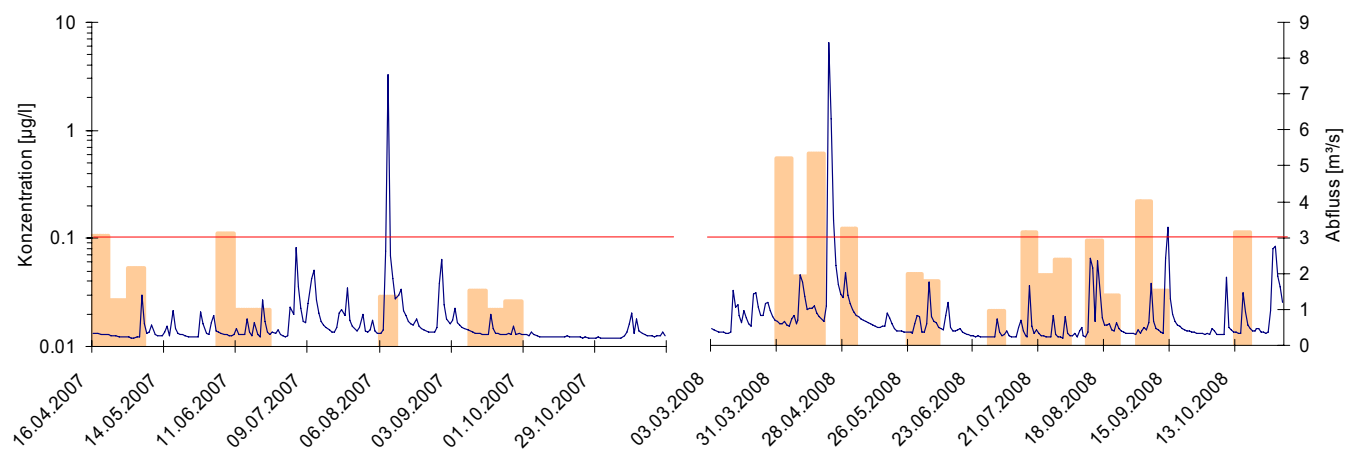
Monatsstichproben









Tagesmischproben



Wochenmischproben

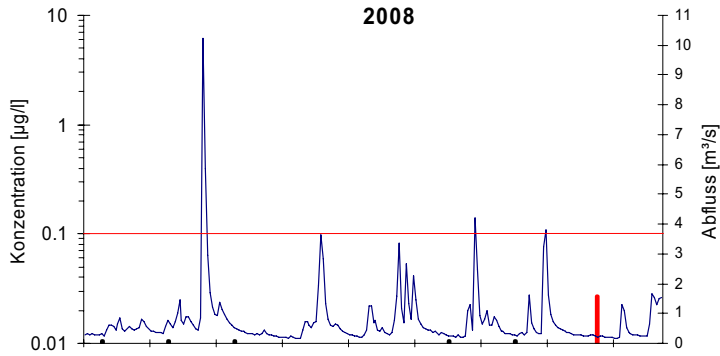


Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien
 Monatsstich- und Tagesmischproben	 Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
 Wochenmischproben	 Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
	 Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie
 Abfluss [m³/s]

■ **MCPA (Jonen)**

Monatsstichproben



MCPA

Substanzklasse
Phenoxycarbonsäure

Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Wiesen, Getreide, Zier- und Sportrasen

Best.-grenze 0.02 µg/l

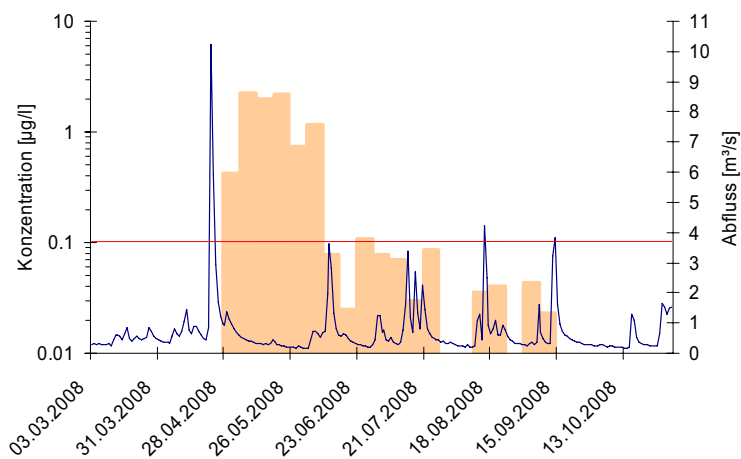
CQK -

AQK -

ZV LAWA 2 µg/l

MCPA (4-Chloro-2-Methylphenoxyessigsäure) wurde in beiden Gewässern gefunden, wobei der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l immer wieder überschritten wurde. Auffallend sind die hohen Konzentrationen im Mai und Juni 2008 in der Jonen mit einem Spitzenwert von 2.27 µg/l.

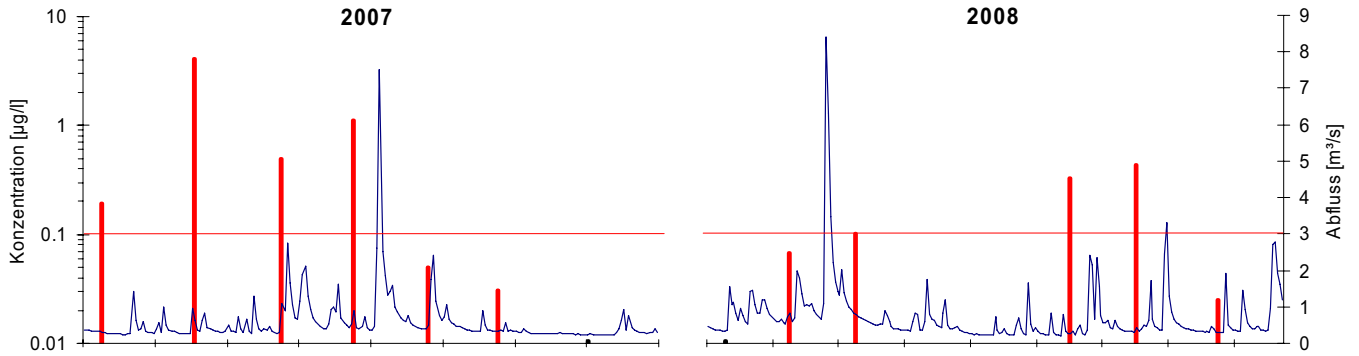
Wochenmischproben



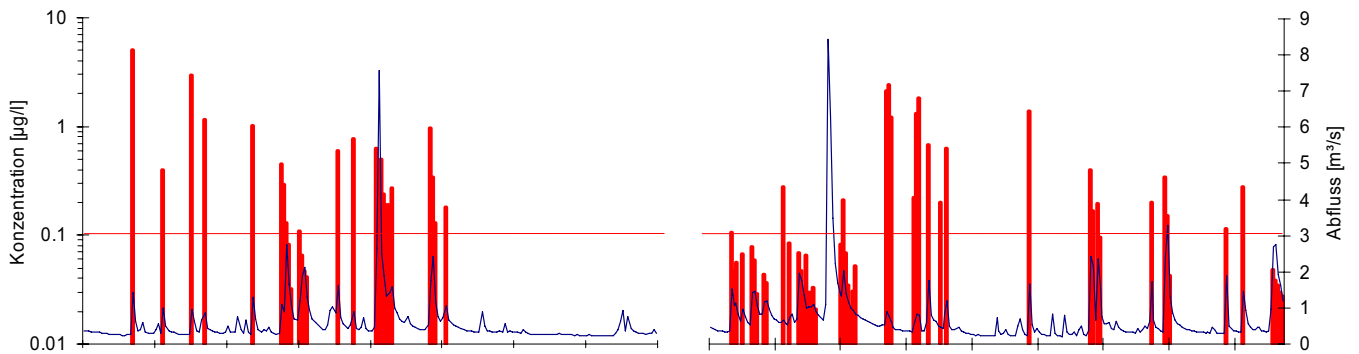
Phenoxycarbonsäuren (Fortsetzung)

■ Mecoprop (Furtbach)

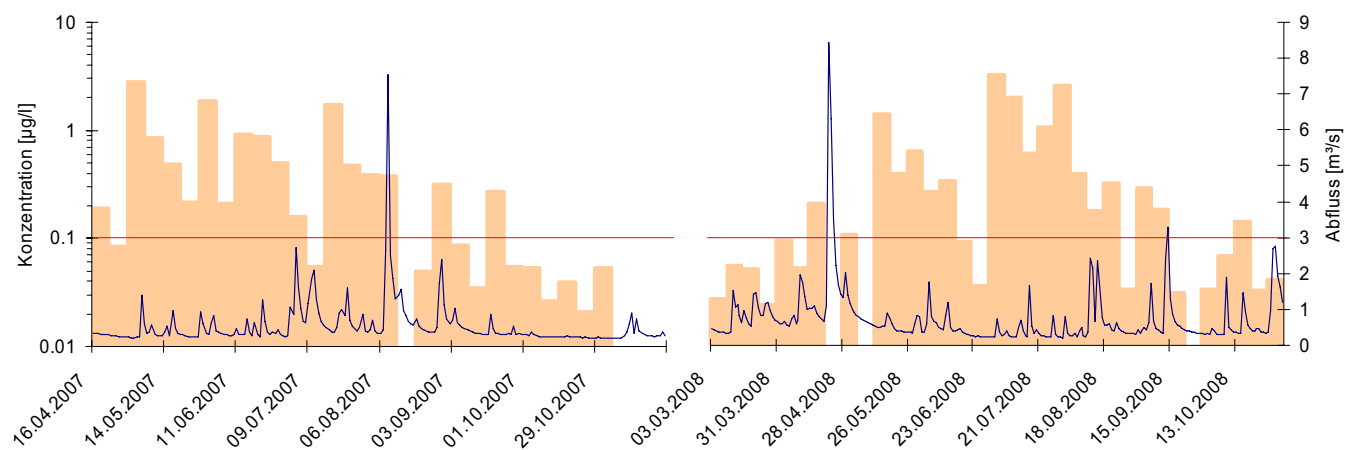
Monatsstichproben



Tagesmischproben



Wochenmischproben

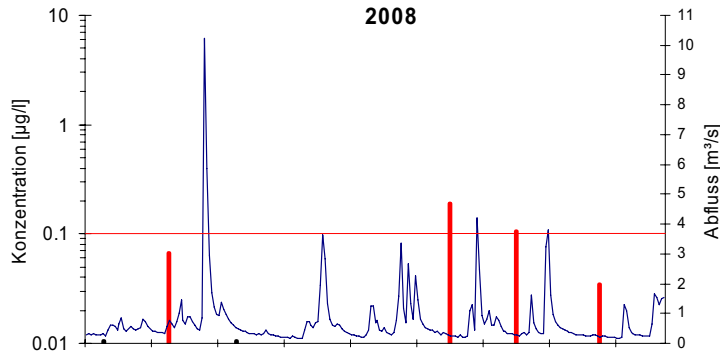


Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien
█ Monatsstich- und Tagesmischproben	— Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
█ Wochenmischproben	— Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
	— Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie
~ Abfluss [m³/s]

■ Mecoprop (Jonen)

Monatsstichproben



Mecoprop

Substanzklasse
Phenoxy-carbonsäure

Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Getreide, Rasen, Flachdächer

Best.-grenze 0.02 µg/l

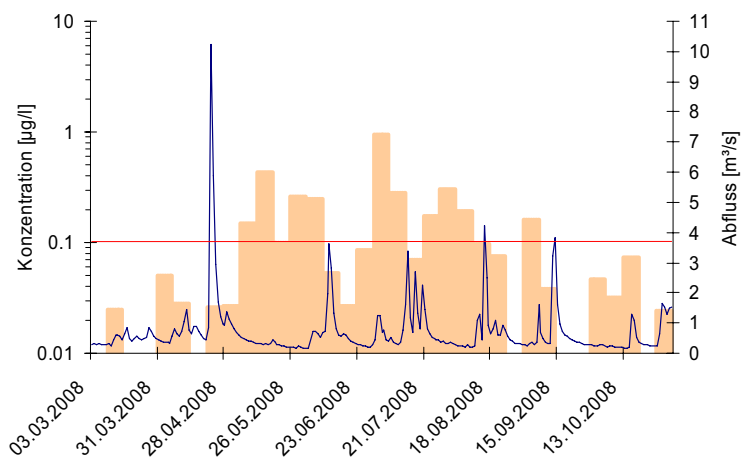
CQK -

AQK -

ZV LAWA 50 µg/l

Mecoprop wurde in beiden Gewässern während der ganzen Messperiode in zum Teil sehr hohen Konzentrationen gemessen, wobei die Werte im Jahr 2008 im Sommer tendenziell höher sind als im Frühjahr und Herbst.

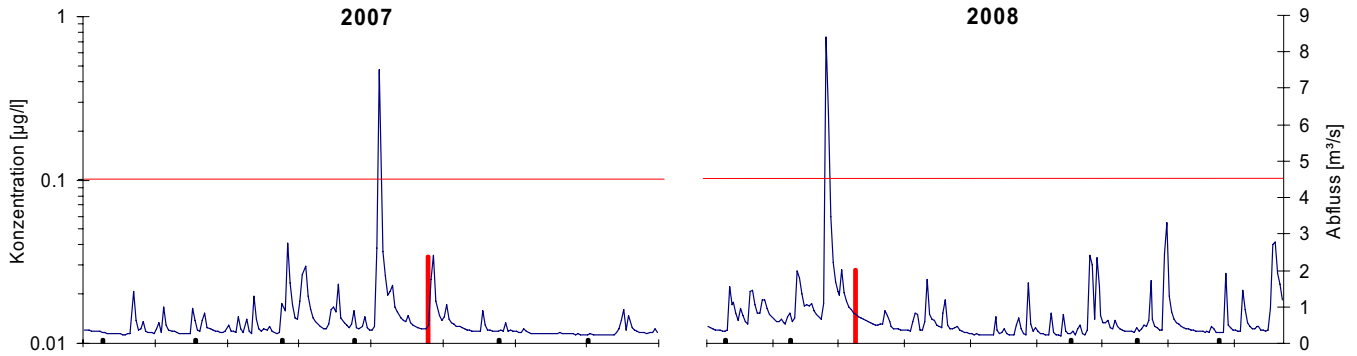
Wochenmischproben



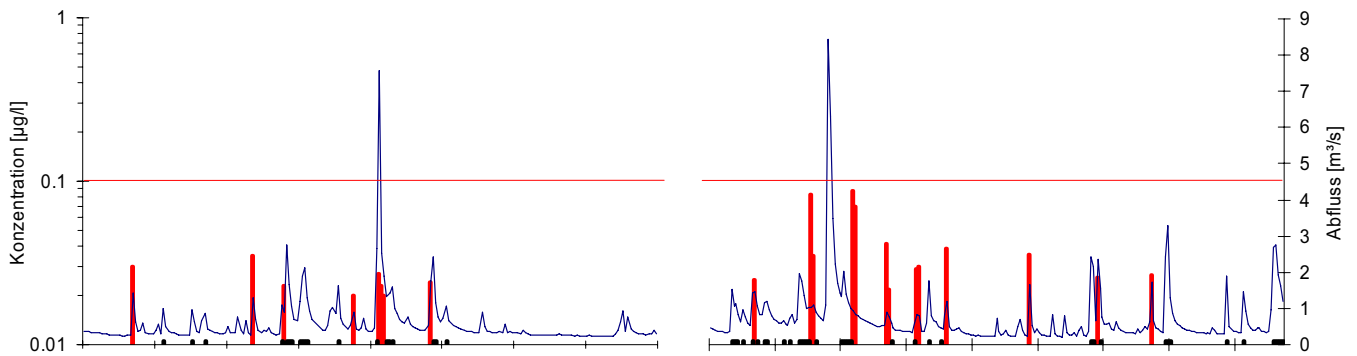
Phenoxycarbonsäuren (Fortsetzung)

■ Triclopyr (Furtbach)

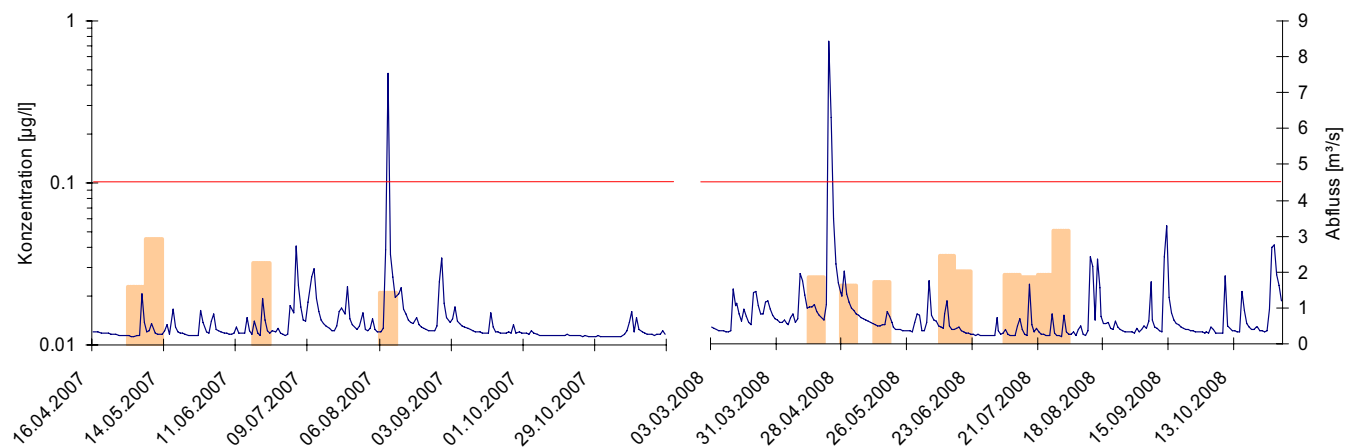
Monatsstichproben



Tagesmischproben



Wochenmischproben

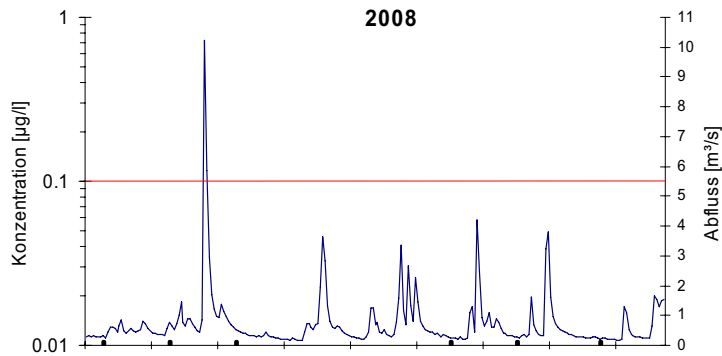


Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien
█ Monatsstich- und Tagesmischproben	— Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
█ Wochenmischproben	— Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
	— Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie
~ Abfluss [m³/s]

■ Triclopyr (Jonen)

Monatsstichproben



Triclopyr

Substanzklasse
Phenoxy-carbonsäuren

Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Wiesen, Nichtkulturland

Best.-grenze 0.02 µg/l

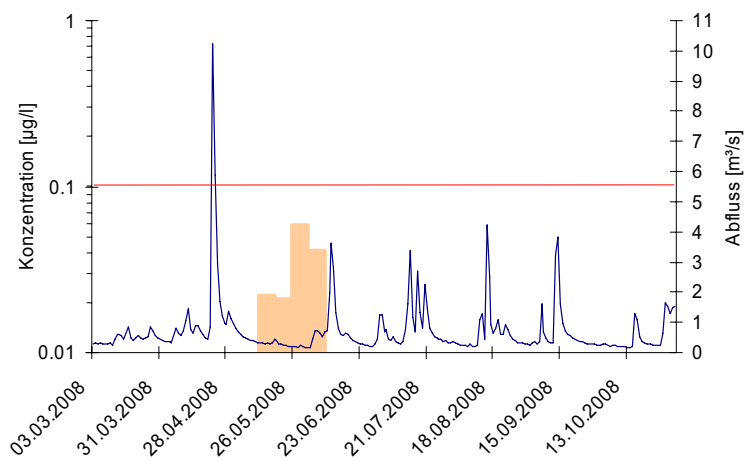
CQK -

AQK -

ZV LAWA -

Triclopyr wurde in beiden Flüssen gefunden, hauptsächlich im Spätfrühling und Sommer.

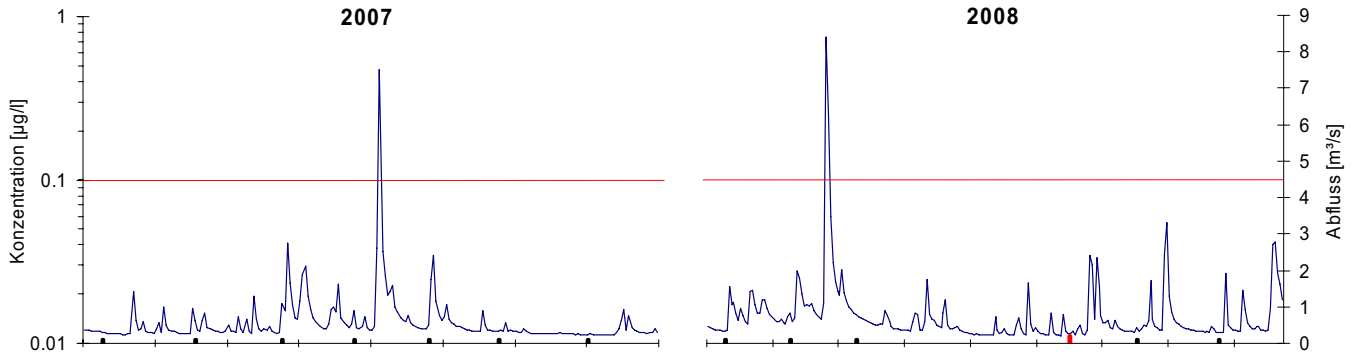
Wochenmischproben



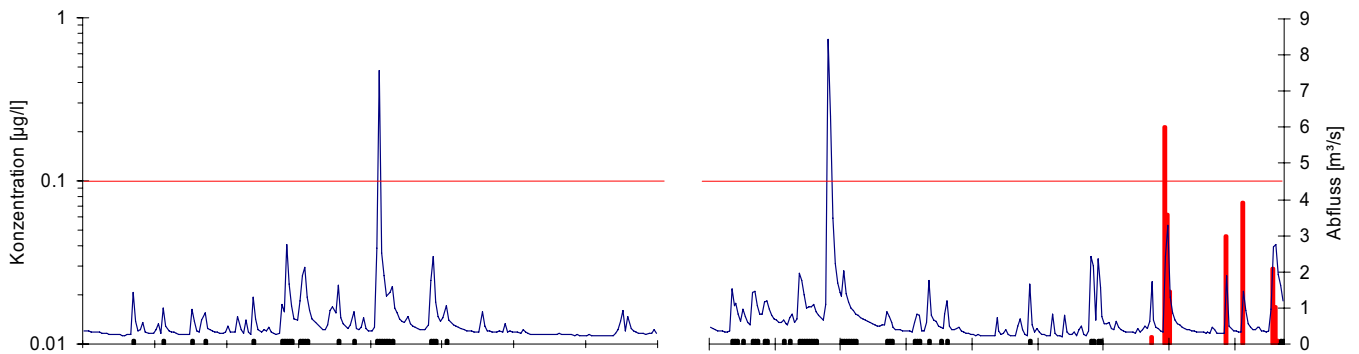
Chloracetanilide

■ Dimethachlor (Furtbach)

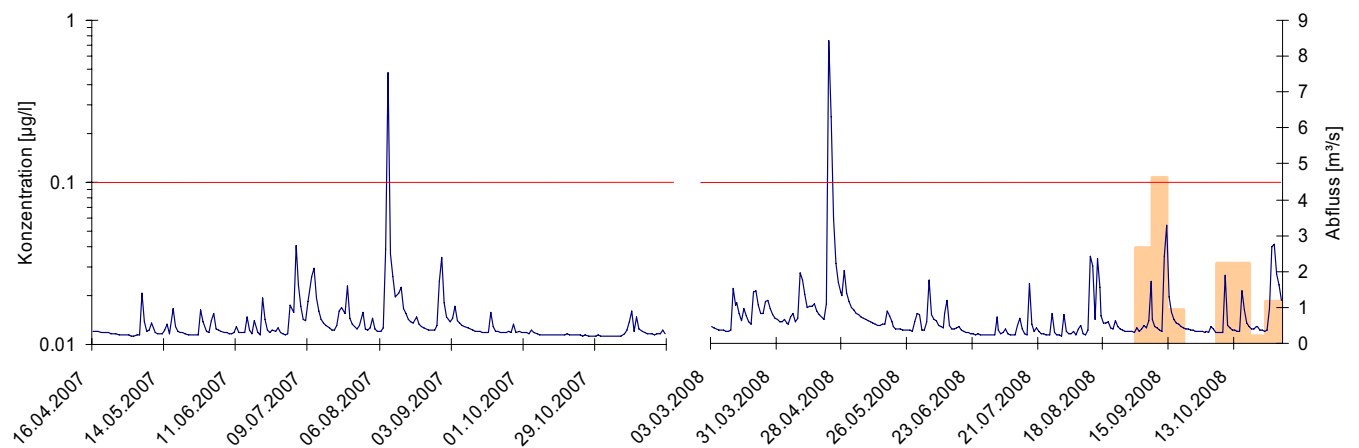
Monatsstichproben



Tagesmischproben



Wochenmischproben

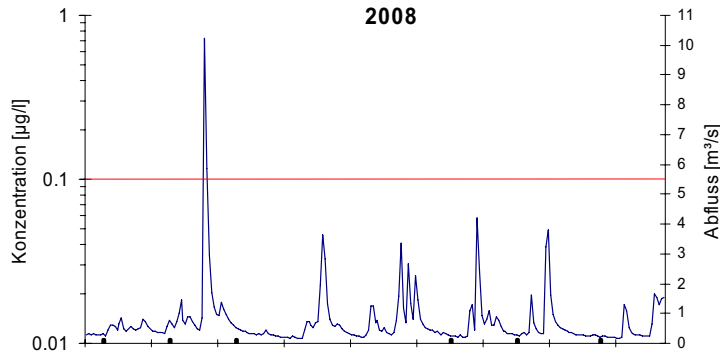


Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien
■ Monatsstich- und Tagesmischproben	— Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
■ Wochenmischproben	— Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
	— Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie
~ Abfluss [m³/s]

■ **Dimethachlor (Jonen)**

Monatsstichproben



Dimethachlor

Substanzklasse
Chloracetanilid

Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Winterraps

Best.-grenze 0.01 µg/l

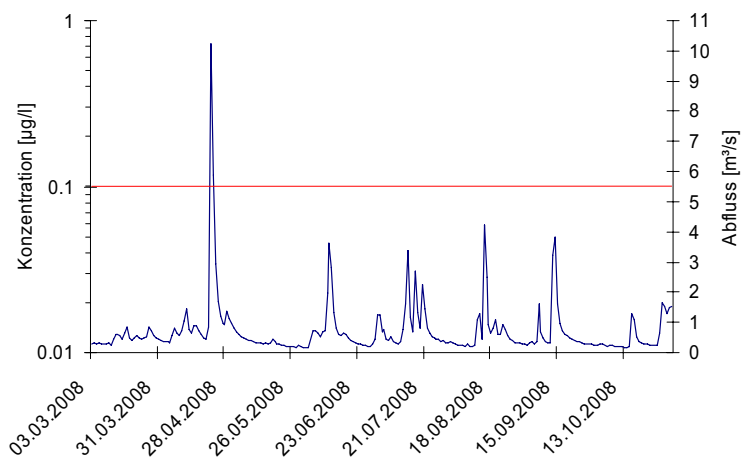
CQK -

AQK -

ZV LAWA -

Dimethachlor wurde nur im Furtbach gefunden, und zwar im Herbst, was mit seiner Anwendung beim Anbau von Winterraps erklärt werden kann. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde bei einer Gelegenheit überschritten.

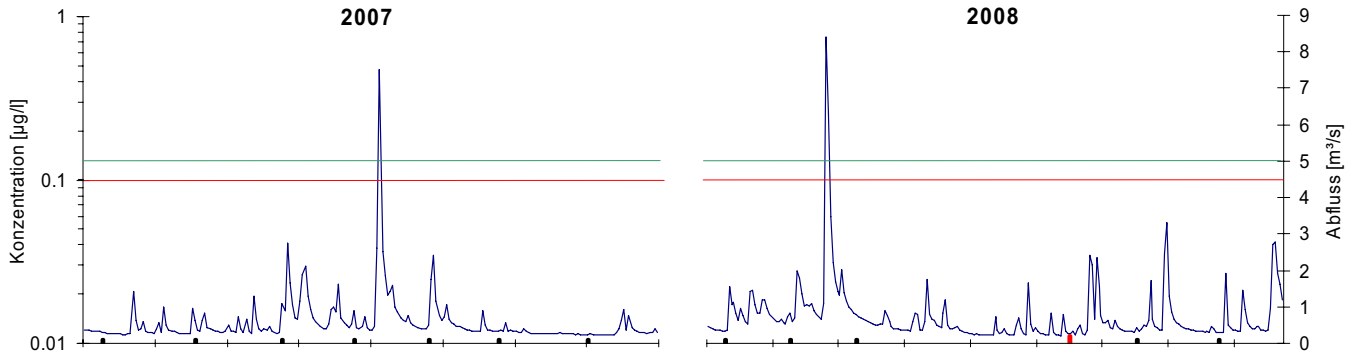
Wochenmischproben



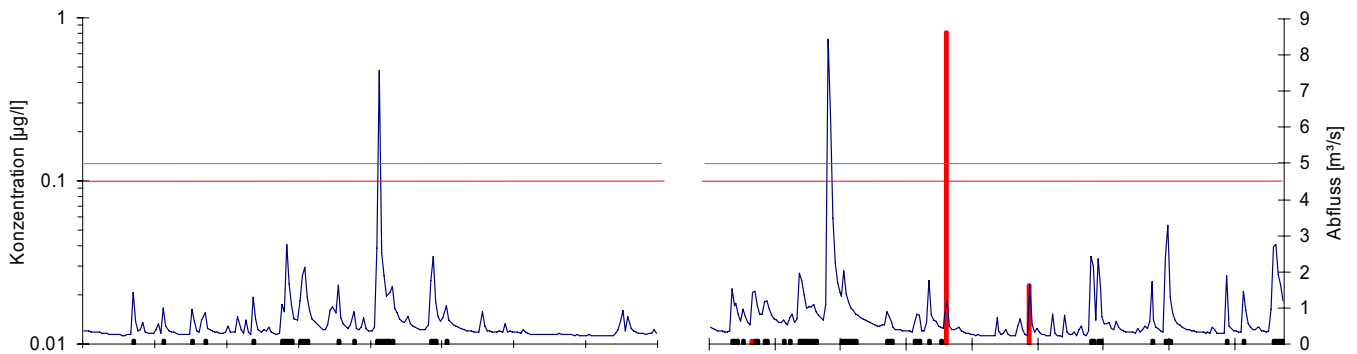
Chloracetanilide (Fortsetzung)

■ Dimethenamid (Furtbach)

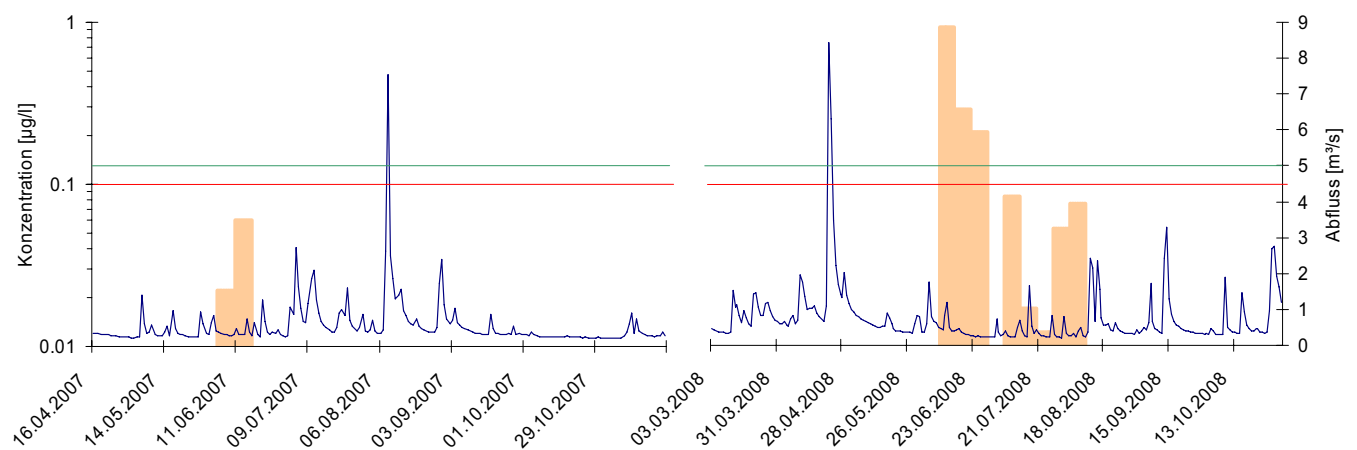
Monatsstichproben



Tagesmischproben



Wochenmischproben

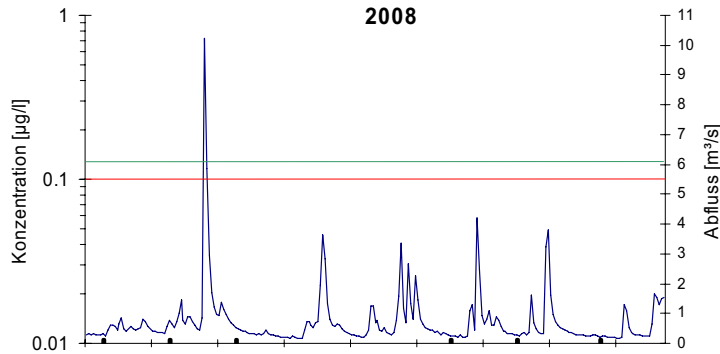


Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien
■ Monatsstich- und Tagesmischproben	— Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
■ Wochenmischproben	— Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
	— Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie
~ Abfluss [m³/s]

■ **Dimethenamid (Jonen)**

Monatsstichproben



Dimethenamid

Substanzklasse
Chloracetanilid

Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Mais, Soja, Sonnenblumen, Bohnen

Best.-grenze 0.01 µg/l

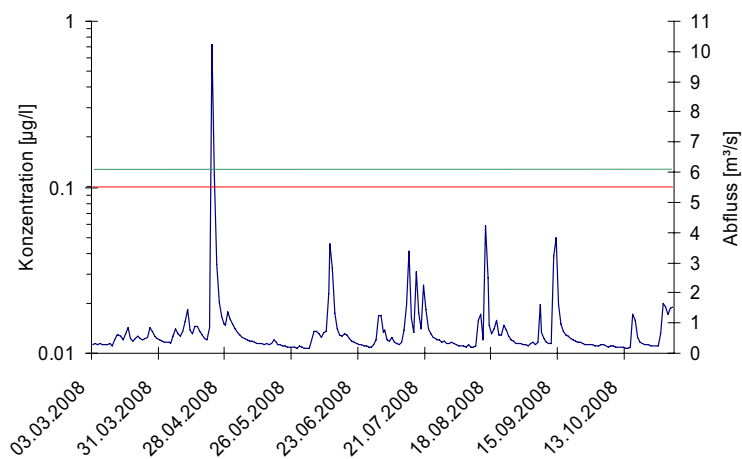
CQK 0.11 µg/l

AQK 1.6 µg/l

ZV LAWA -

Dimethenamid wurde im Sommer im Furtbach über zwei Monate hinweg in relativ hohen Konzentrationen gemessen. Das chronische Qualitätskriterium wurde bei drei Gelegenheiten überschritten.

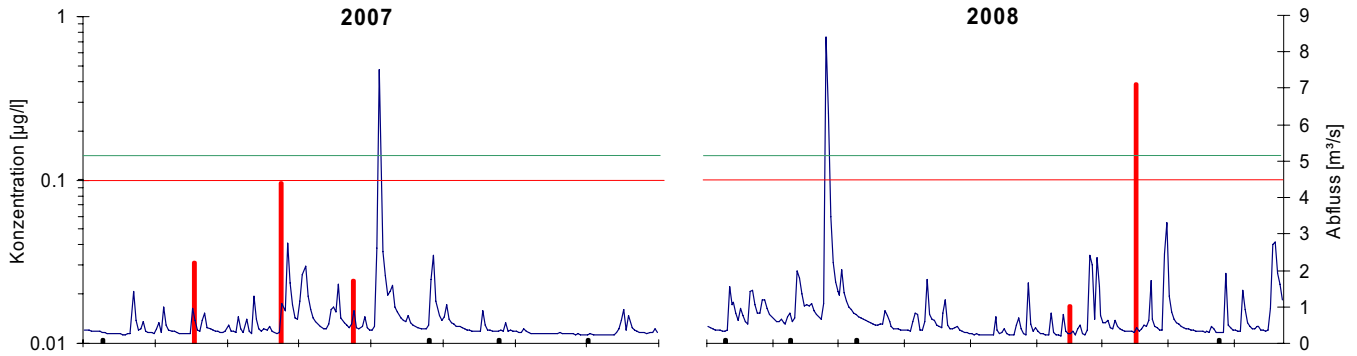
Wochenmischproben



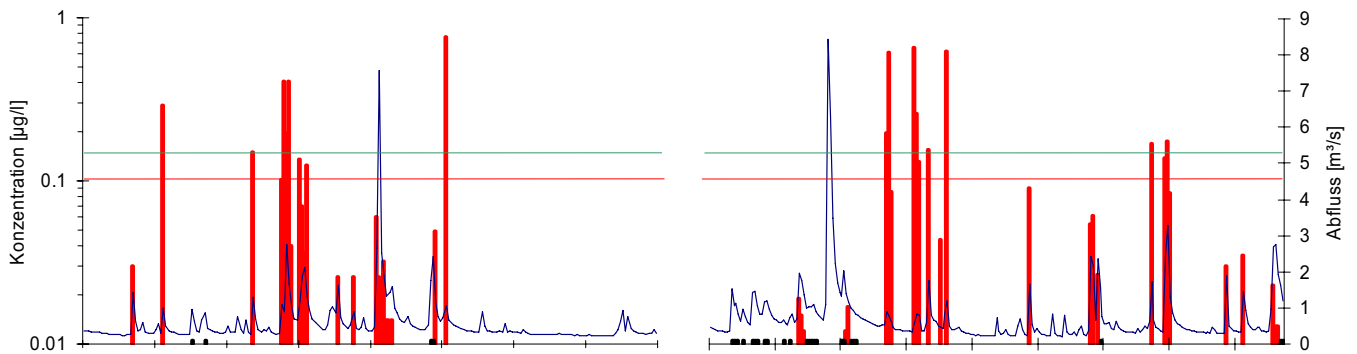
Chloracetanilide (Fortsetzung)

■ Metazachlor (Furtbach)

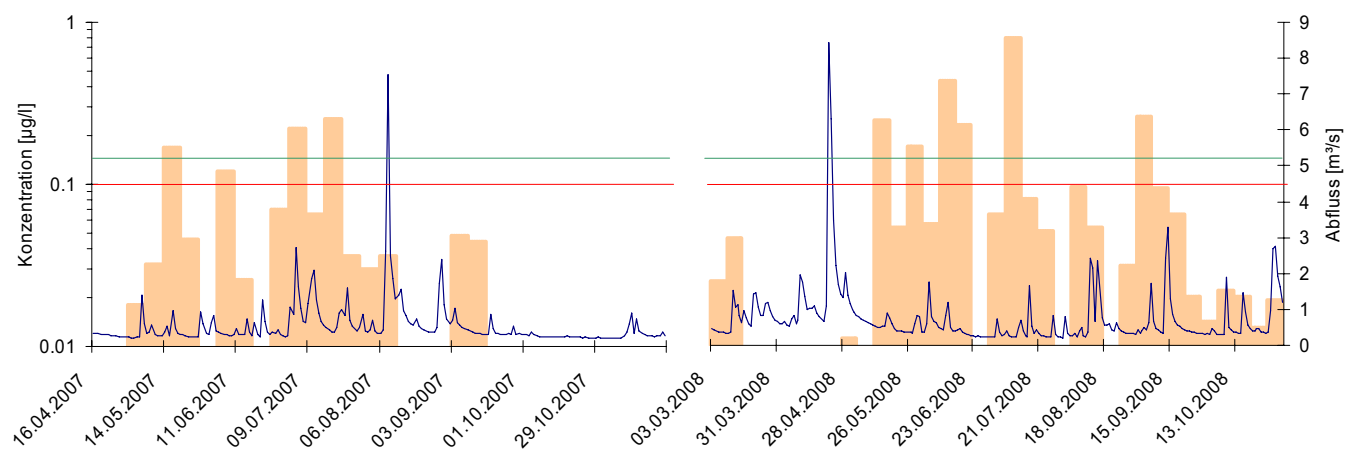
Monatsstichproben









Tagesmischproben



Wochenmischproben

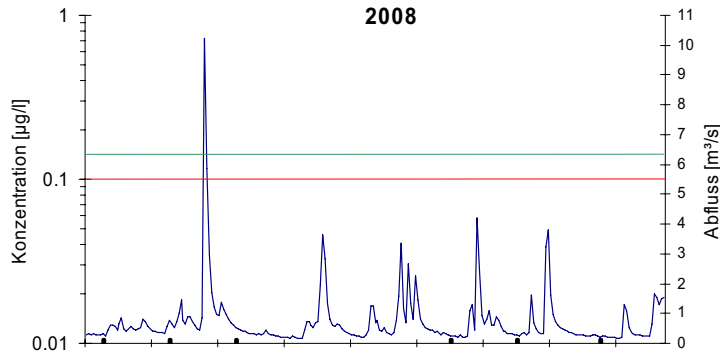


Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien
 Monatsstich- und Tagesmischproben	 Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
 Wochenmischproben	 Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
	 Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie
 Abfluss [m³/s]

■ Metazachlor (Jonen)

Monatsstichproben



Metazachlor

Substanzklasse
Chloracetanilid

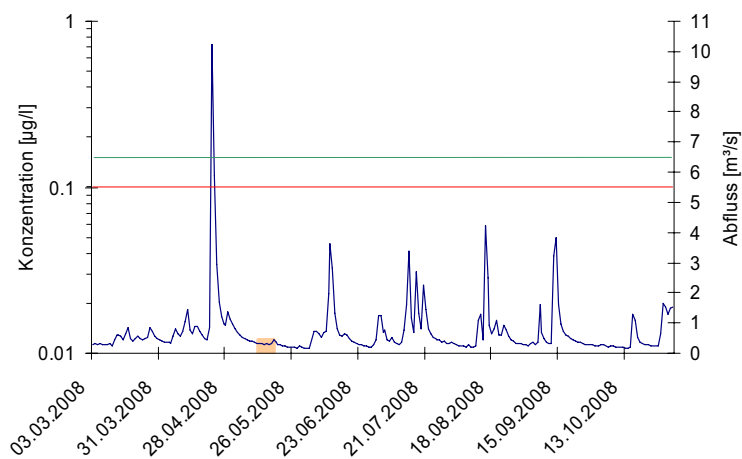
Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Raps, Kohl

Best.-grenze	0.01 µg/l
CQK	0.13 µg/l
AQK	1.9 µg/l
ZV LAWA	0.4 µg/l

Im Furtbach erreicht das im Gemüseanbau eingesetzte Metazachlor die höchsten Konzentrationen in den Monaten Juli bis September und überschreitet in diesem Zeitraum nicht nur den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l, sondern auch das chronische Qualitätskriterium von 0.13 µg/l. In der Jonen ist das Pestizid nur in einer Mischprobe in einer tiefen Konzentration nachweisbar.

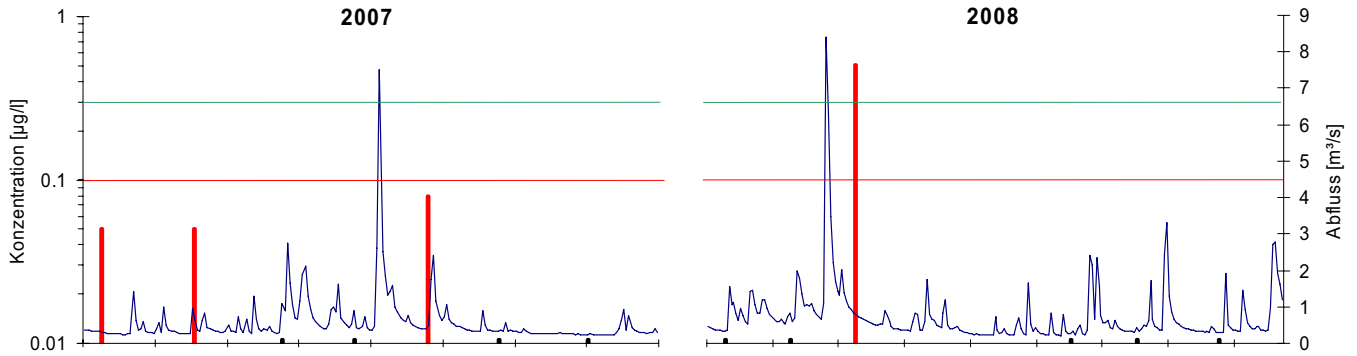
Wochenmischproben



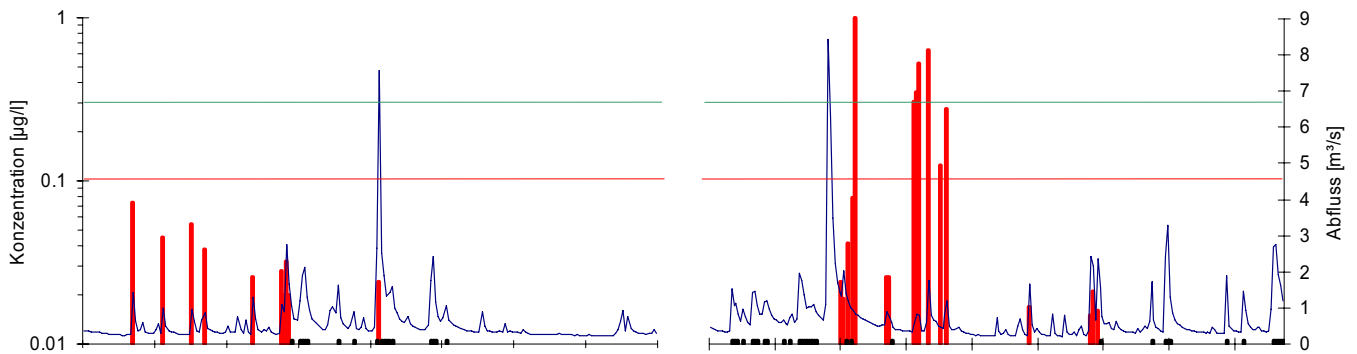
Chloracetanilide (Fortsetzung)

■ Metolachlor (Furtbach)

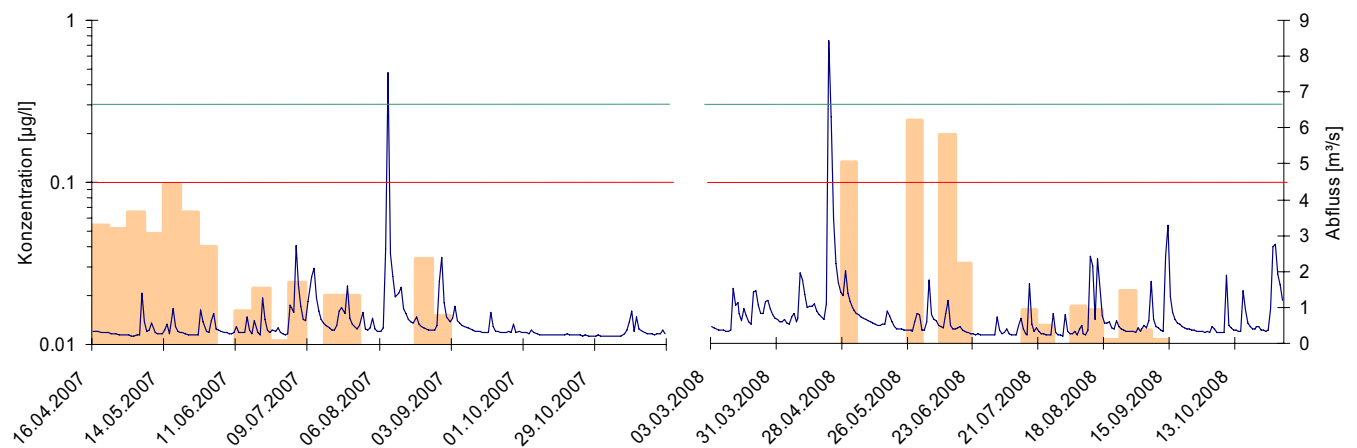
Monatsstichproben









Tagesmischproben



Wochenmischproben

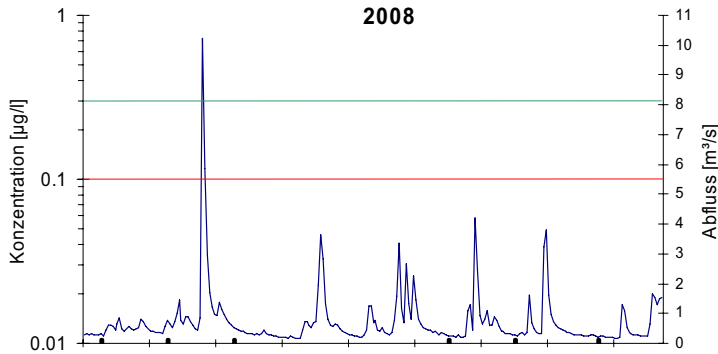


Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien
 Monatsstich- und Tagesmischproben	 Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
 Wochenmischproben	 Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
	 Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie
 Abfluss [m³/s]

■ Metolachlor (Jonen)

Monatsstichproben



Metolachlor

Substanzklasse
Chloracetanilid

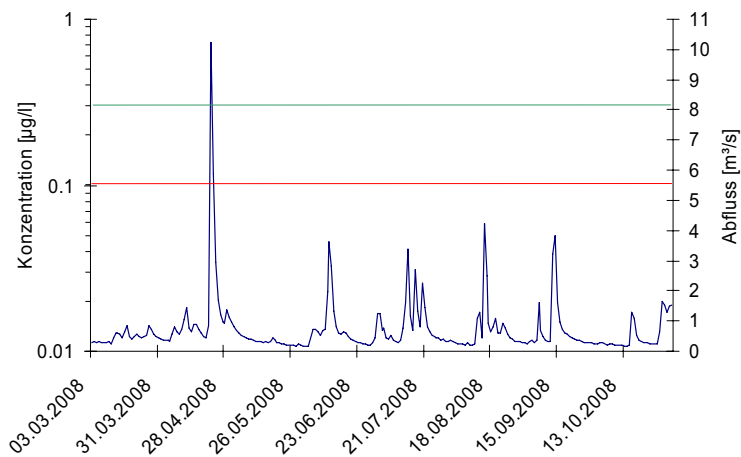
Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Mais, Soja, Sonnenblumen, Bohnen

Best.-grenze	0.01 µg/l
CQK	0.3 µg/l
AQK	4.4 µg/l
ZV LAWA	0.2 µg/l

Metolachlor ist ein weiteres saisonal auftretendes Herbizid im Furtbach. Die höchsten Konzentrationen werden im Mai und Juni gemessen, danach nehmen die Werte bis unter die Nachweisgrenze ab. Die Höchstwerte der Tagesmischproben liegen oberhalb des chronischen Qualitätskriteriums von 0.3 µg/l. In der Jonen lag kein einziger Messwert oberhalb der Bestimmungsgrenze.

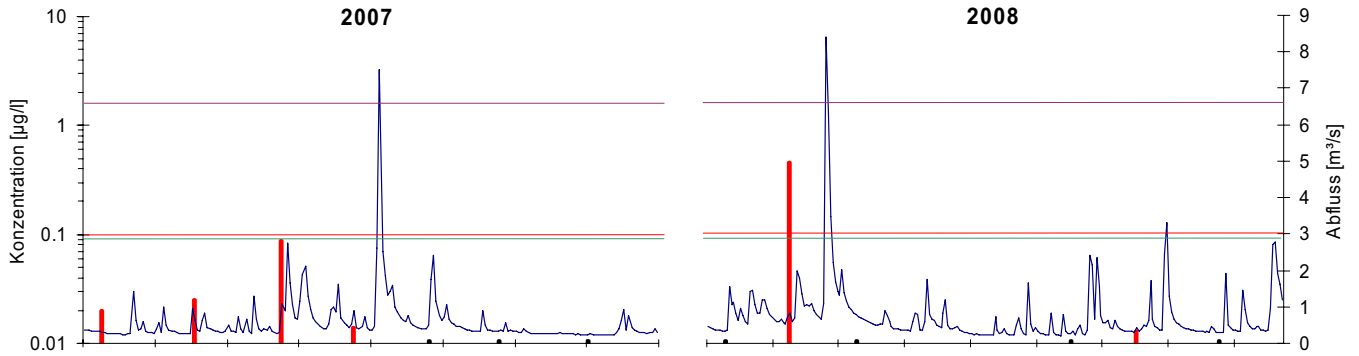
Wochenmischproben



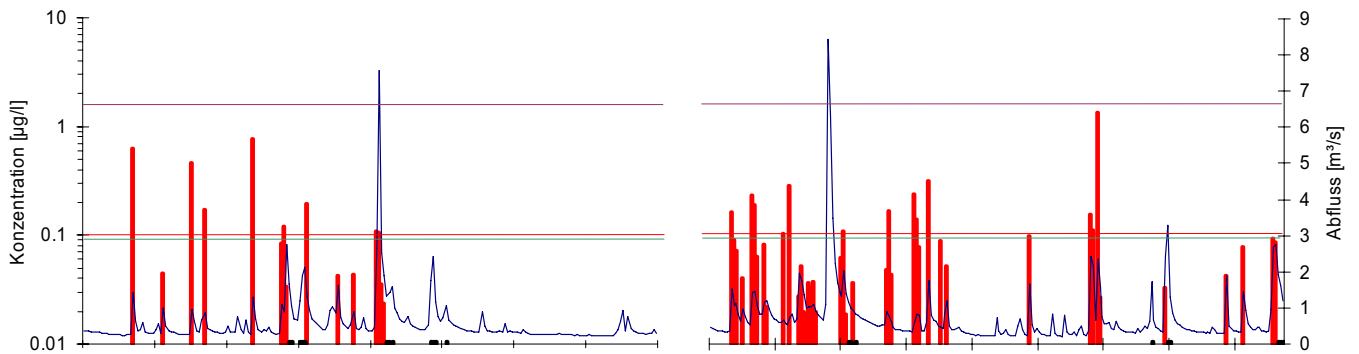
Chloracetanilide (Fortsetzung)

■ Propachlor (Furtbach)

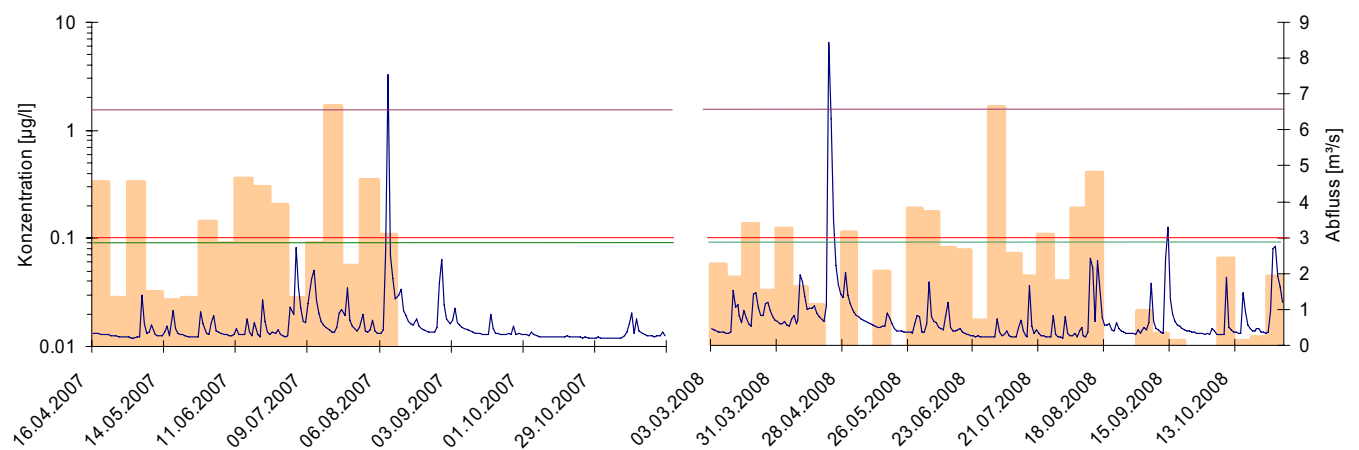
Monatsstichproben









Tagesmischproben



Wochenmischproben

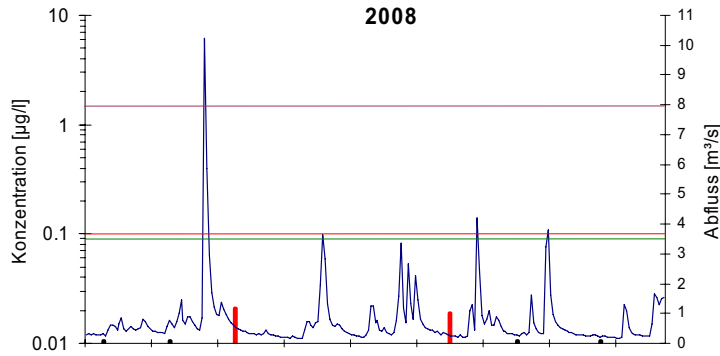


Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien
 Monatsstich- und Tagesmischproben	 Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
 Wochenmischproben	 Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
	 Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie
 Abfluss [m³/s]

■ Propachlor (Jonen)

Monatsstichproben



Propachlor

Substanzklasse
Chloracetanilid

Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Kohl, Raps, Lauch, Fenchel, Radieschen

Best.-grenze 0.01 µg/l

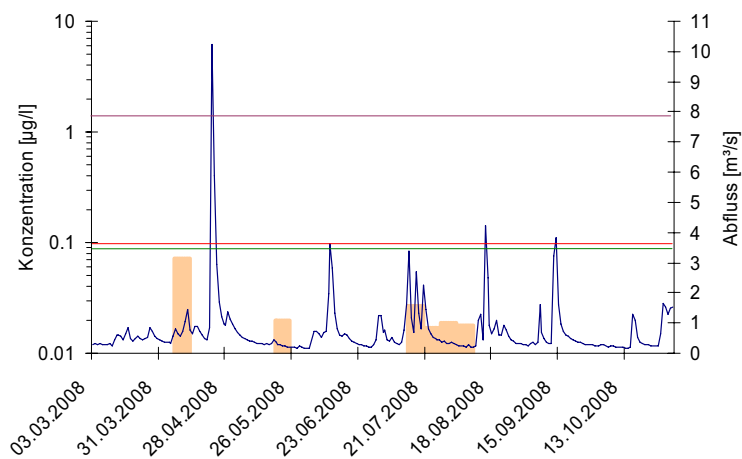
CQK 0.09 µg/l

AQK 1.4 µg/l

ZV LAWA -

Propachlor zeigt die höchsten Konzentrationen im Furtbach während der Hauptapplikationszeit im Gemüseanbau von April bis Mitte August. Das chronische Qualitätskriterium wird in diesem Zeitraum oft überschritten, das akute Qualitätskriterium 2007 und 2008 je einmal. Mitte August fällt die Konzentration im Furtbach. Auch in der Jonen wird Propachlor vereinzelt oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen.

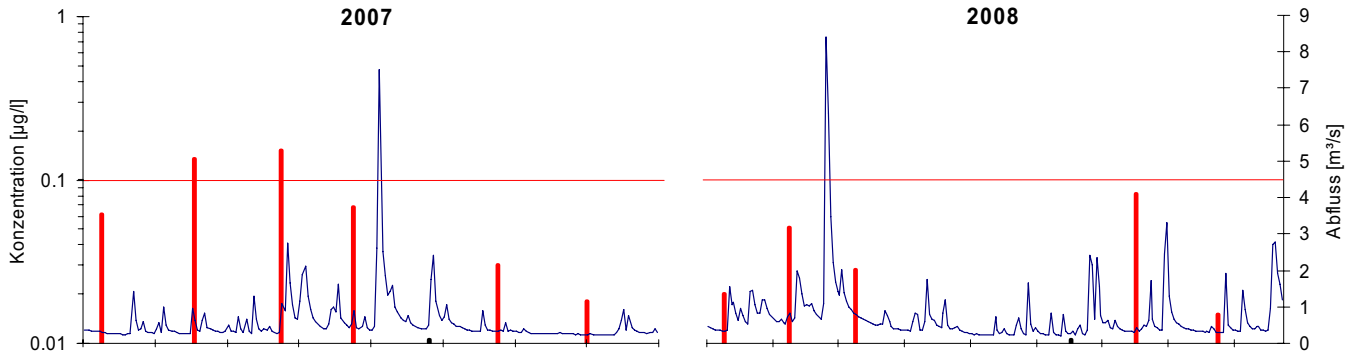
Wochenmischproben



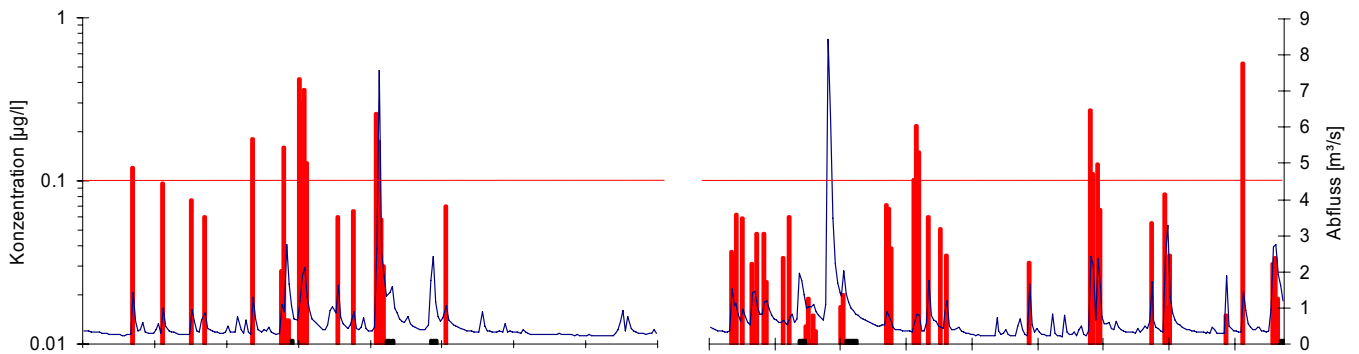
Diethyltoluamide

■ DEET (Furtbach)

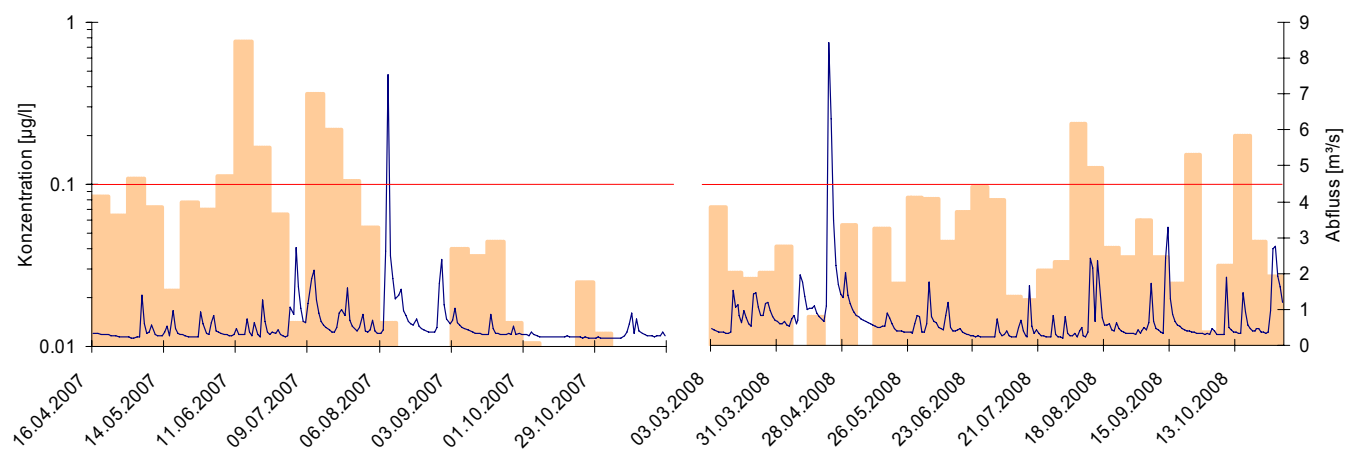
Monatsstichproben



Tagesmischproben



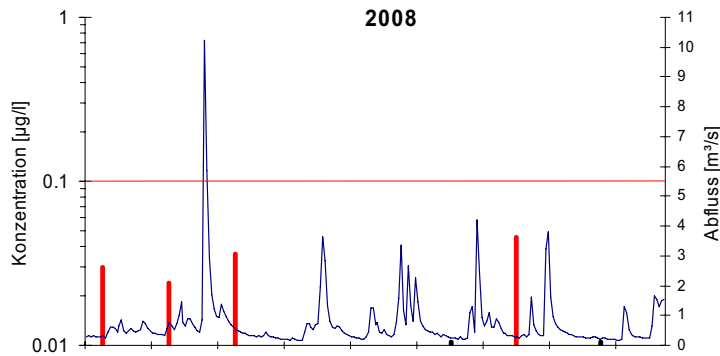
Wochenmischproben



Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien	Hydrologie
<ul style="list-style-type: none"> ■ Monatsstich- und Tagesmischproben ■ Wochenmischproben 	<ul style="list-style-type: none"> — Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l) — Chronisches Qualitätskriterium (CQK) — Akutes Qualitätskriterium (AQK) 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Abfluss [m³/s]

■ **DEET (Jonen)**

Monatsstichproben



DEET

Substanzklasse
Diethyltoluamid

Wirkstoffgruppe
Repellent

Einsatzgebiet
Gegen Stechmücken

Best.-grenze 0.01 µg/l

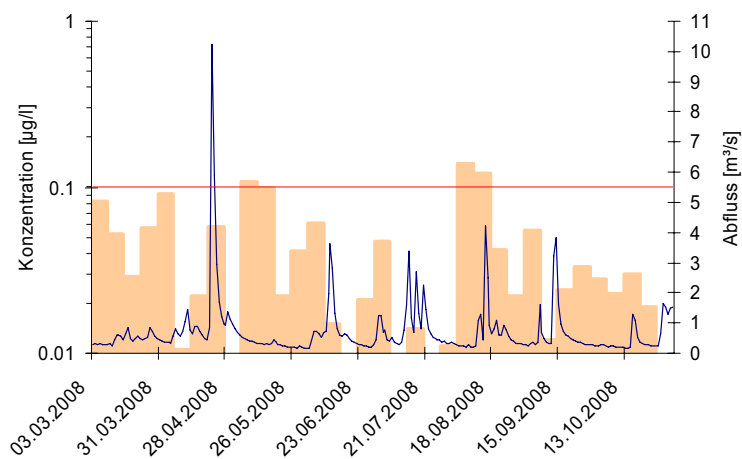
CQK -

AQK -

ZV LAWA -

Das Insekten-Repellent DEET wurde im Furtbach und in der Jonen während der ganzen Messperiode in vergleichbar hohen und abflussunabhängigen Konzentrationen nachgewiesen, wobei der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l wiederholt überschritten wurde. Die höchsten Konzentrationen wurden in den Sommermonaten Juni bis August gemessen. Bemerkenswert sind auch die recht hohen Konzentrationen vor und nach der Hauptapplikationszeit (April-Mai und September-Oktober).

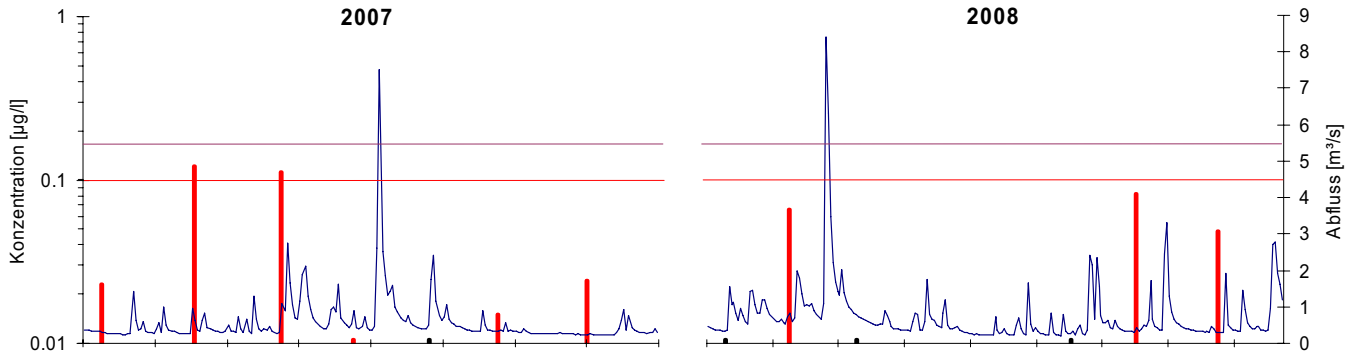
Wochenmischproben



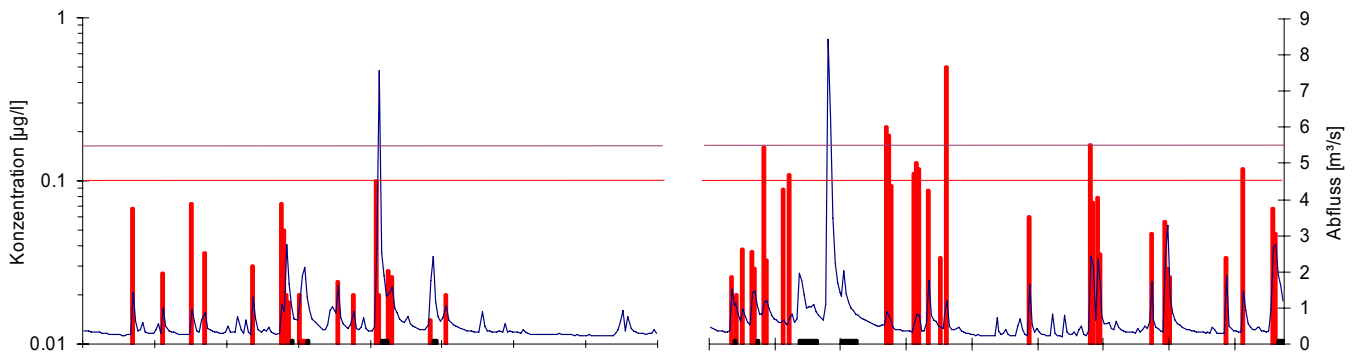
Organophosphate

■ Diazinon (Furtbach)

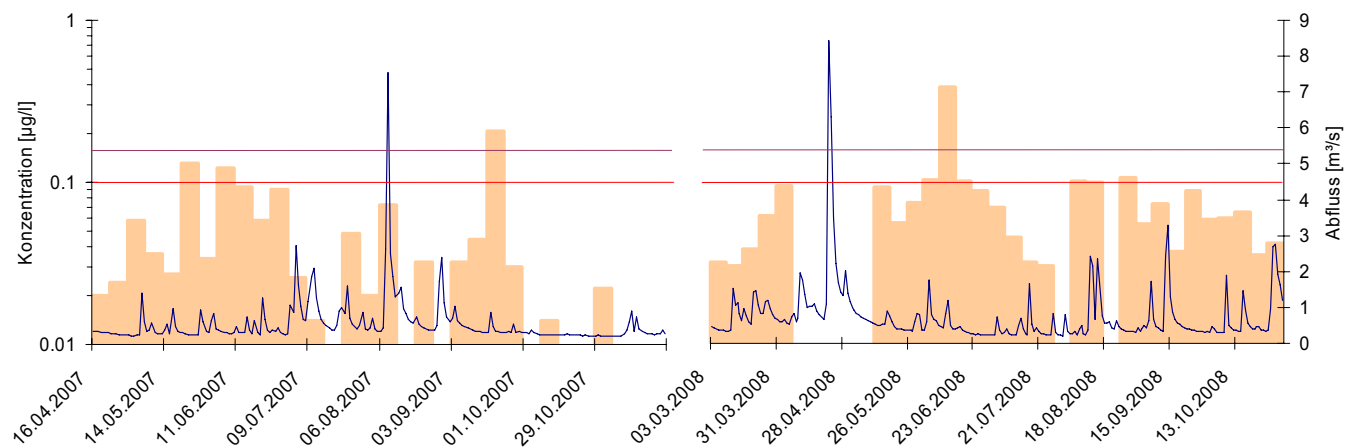
Monatsstichproben



Tagesmischproben



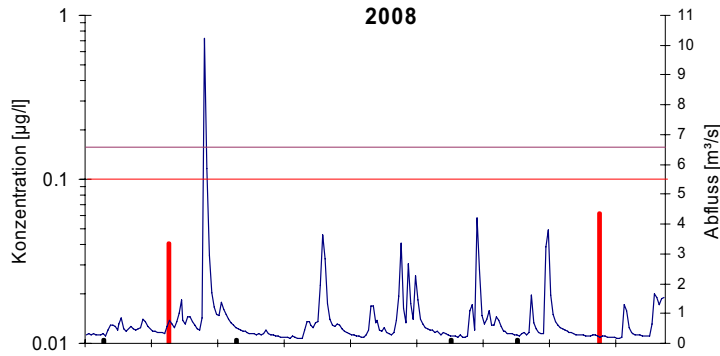
Wochenmischproben



Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien	Hydrologie
<ul style="list-style-type: none"> ■ Monatsstich- und Tagesmischproben ■ Wochenmischproben 	<ul style="list-style-type: none"> — Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l) — Chronisches Qualitätskriterium (CQK) — Akutes Qualitätskriterium (AQK) 	<ul style="list-style-type: none"> ~ Abfluss [m³/s]

■ Diazinon (Jonen)

Monatsstichproben



Diazinon

Substanzklasse
Organothiophosphat

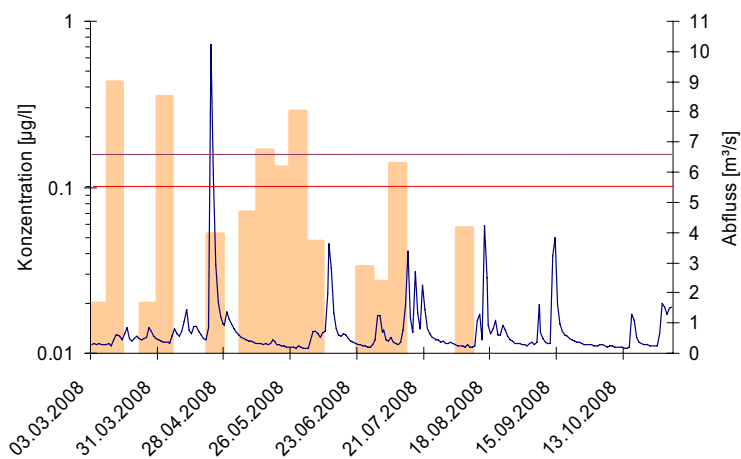
Wirkstoffgruppe
Insektizid

Einsatzgebiet
Obst, Gemüse

Best.-grenze	0.01 µg/l
CQK	0.0027 µg/l
AQK	0.14 µg/l
ZV LAWA	-

Das stark toxische Insektizid Diazinon wurde in einem Grossteil der Proben während der ganzen Messperiode nachgewiesen. Jeder Nachweis lag über dem chronischen Qualitätskriterium von 0.0027 µg/l. In beiden Flüssen wurde sogar das akute Qualitätskriterium von 0.14 µg/l überschritten.

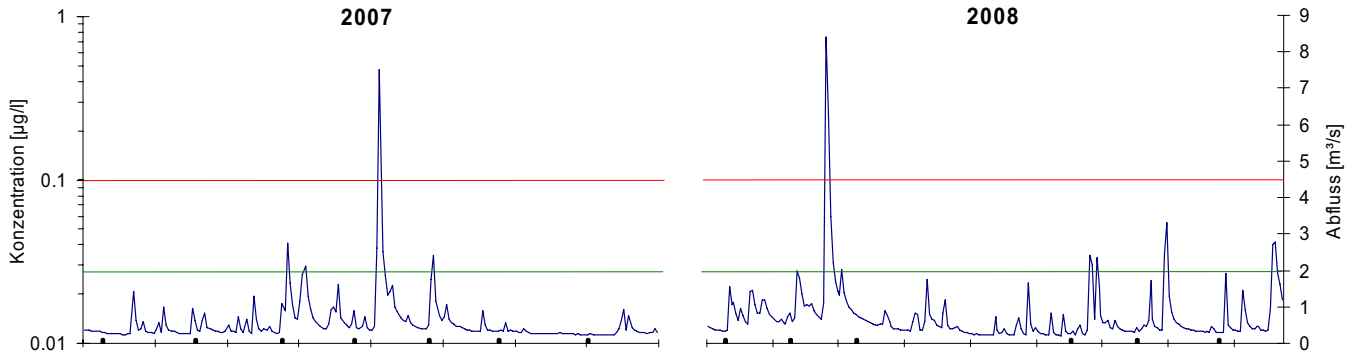
Wochenmischproben



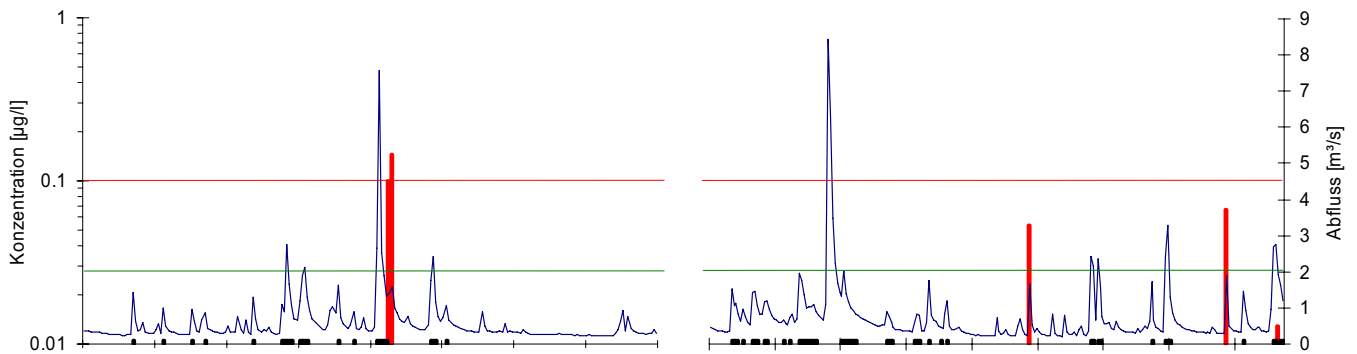
Organophosphate (Fortsetzung)

■ Dimethoat (Furtbach)

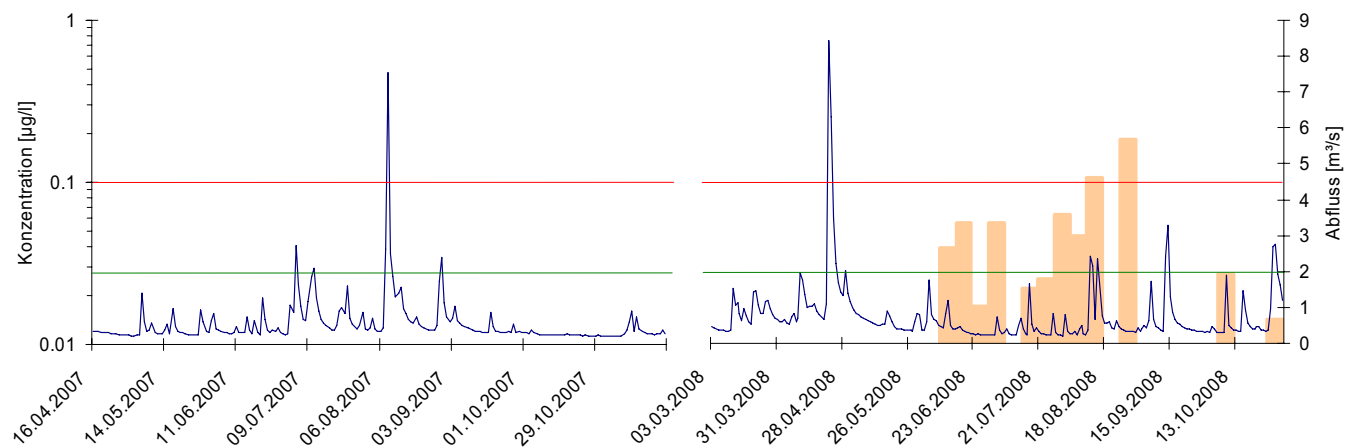
Monatsstichproben



Tagesmischproben



Wochenmischproben



Konzentrationen Pestizid [µg/l]

- Monatsstich- und Tagesmischproben
- Wochenmischproben

Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien

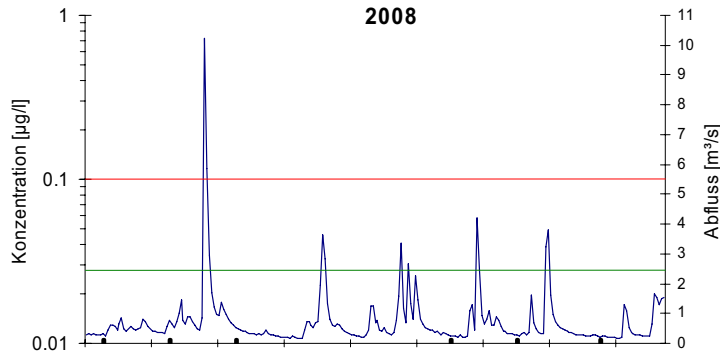
- Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
- Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
- Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie

- ~ Abfluss [m³/s]

■ Dimethoat (Jonen)

Monatsstichproben



Dimethoat

Substanzklasse
Organothiophosphat

Wirkstoffgruppe
Insektizid

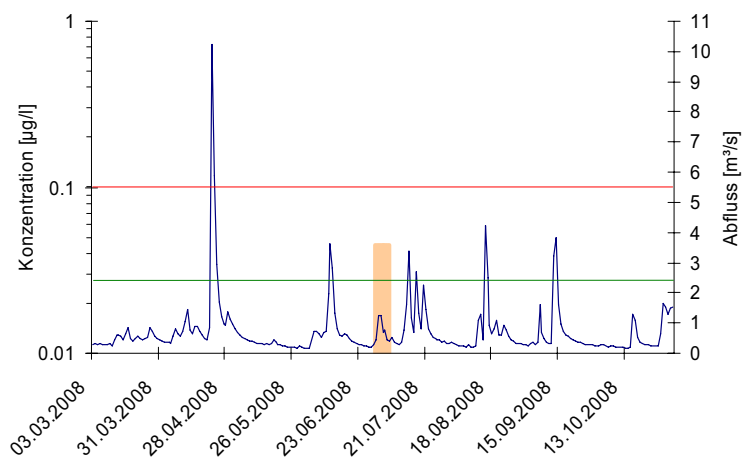
Einsatzgebiet
Gegen Insekten und Spinnmilben

Best.-grenze	0.01 µg/l
CQK	0.026 µg/l
AQK	1.38 µg/l
ZV LAWA	0.2 µg/l

Dimethoat konnte 2007 im Furtbach nur in zwei aufeinander folgenden Tagesmischproben nachgewiesen werden, in Konzentrationen > 0.1 µg/l. Dies liess auf einen punktuellen Einsatz dieses Insektizids und eine eng begrenzte Eintragszeit ins Gewässer schliessen. In der zweiten Jahreshälfte 2008 konnte Dimethoat im Furtbach vermehrt nachgewiesen werden, wobei der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l bei den Wochenmischproben zweimal überschritten wurde.

In der Jonen konnte Dimethoat im 2008 nur in einer einzigen Wochenmischprobe nachgewiesen werden.

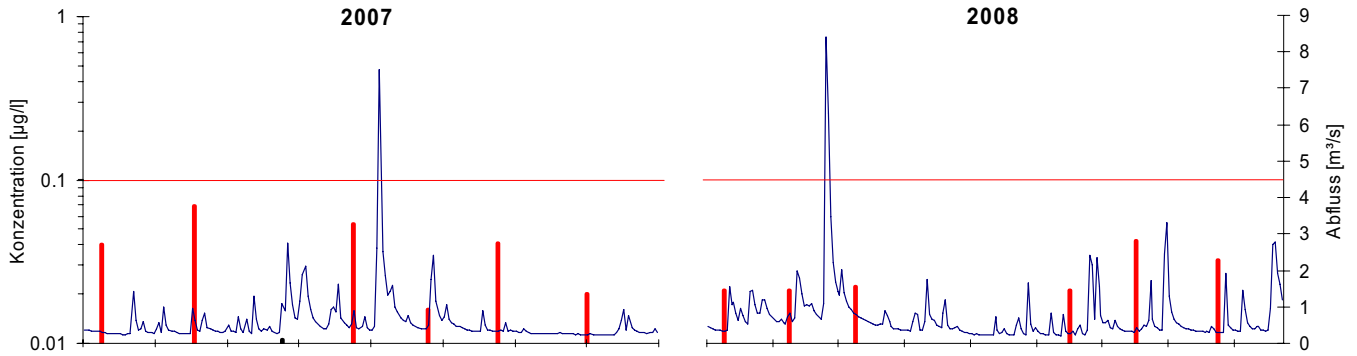
Wochenmischproben



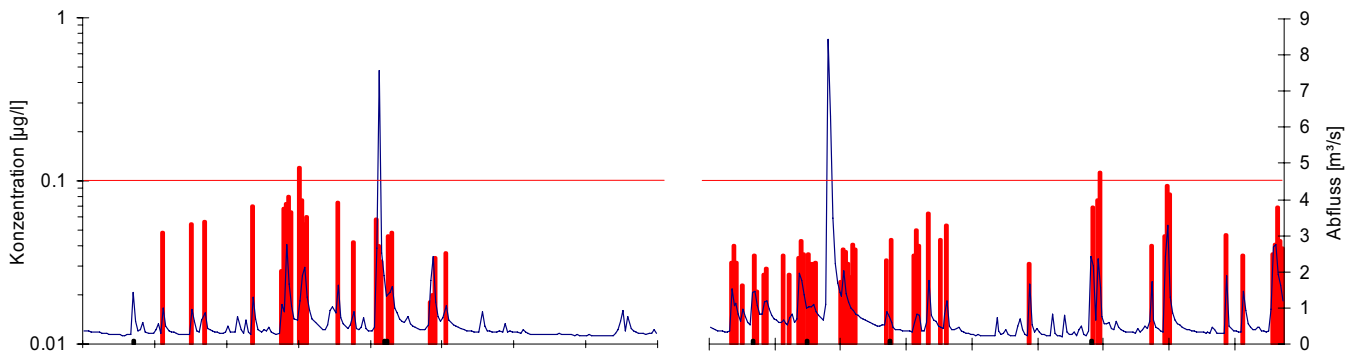
Weitere Stoffklassen

■ 2,6-Dichlorbenzamid (Furtbach)

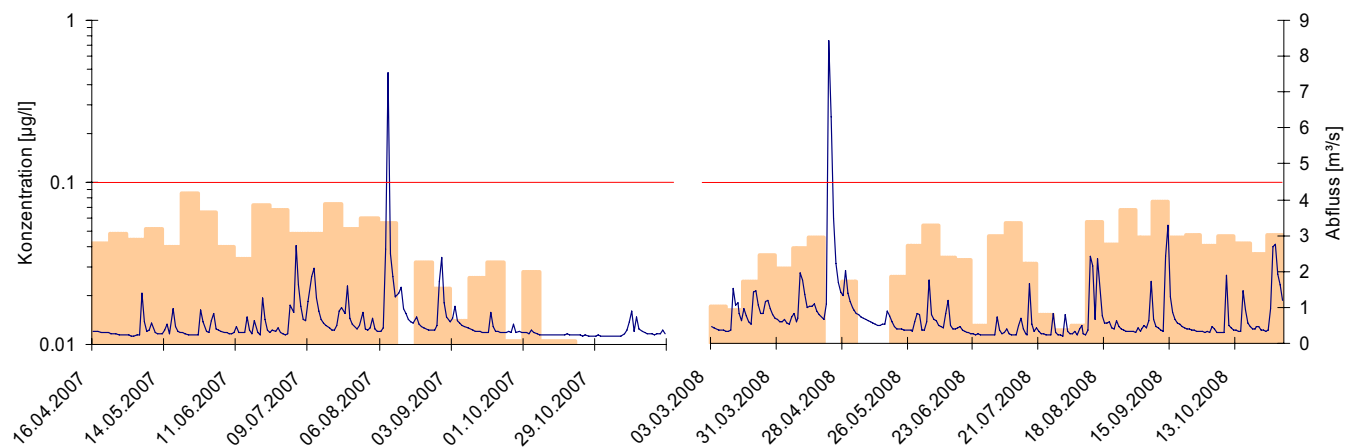
Monatsstichproben



Tagesmischproben



Wochenmischproben

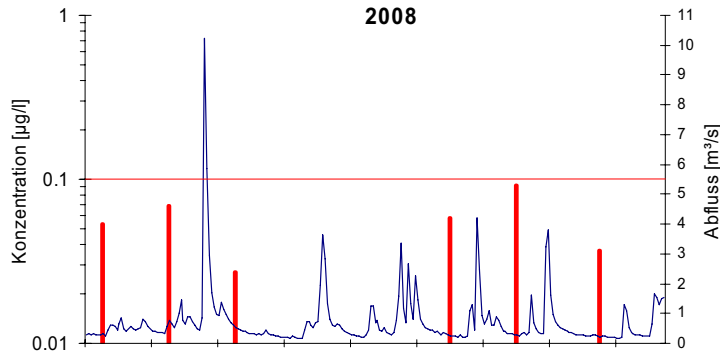


Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien
■ Monatsstich- und Tagesmischproben	— Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
■ Wochenmischproben	— Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
	— Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie
~ Abfluss [m³/s]

■ **2,6-Dichlorbenzamid (Jonen)**

Monatsstichproben



2,6-Dichlorbenzamid

Substanzklasse

Amid (Abbauprodukt von Dichlobenil)

Wirkstoffgruppe

-

Einsatzgebiet

-

Best.-grenze 0.01 µg/l

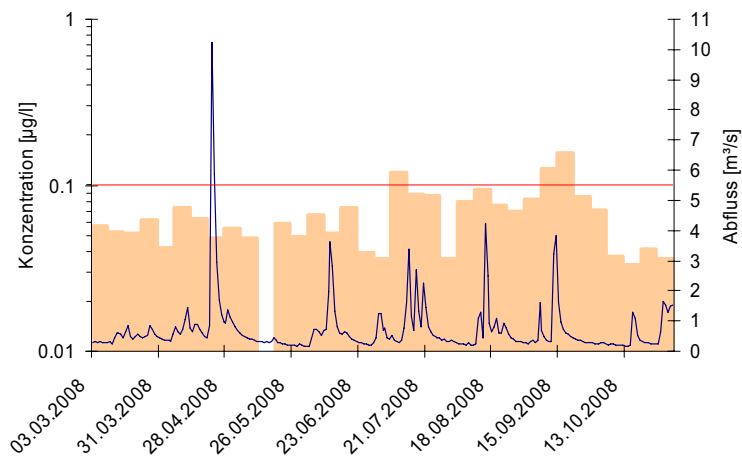
CQK -

AQK -

ZV LAWA -

2,6-Dichlorbenzamid (ein Abbauprodukt von Dichlobenil) wurde von April bis August in beiden Gewässern in recht konstanten Konzentrationen nachgewiesen. Die Qualitätsanforderung von 0.1 µg/l wurde in beiden Flüssen vereinzelt knapp überschritten.

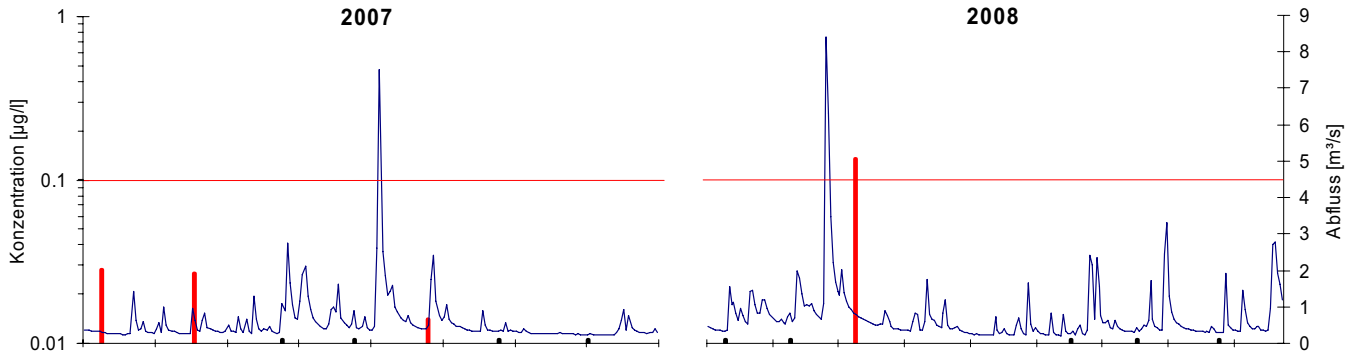
Wochenmischproben



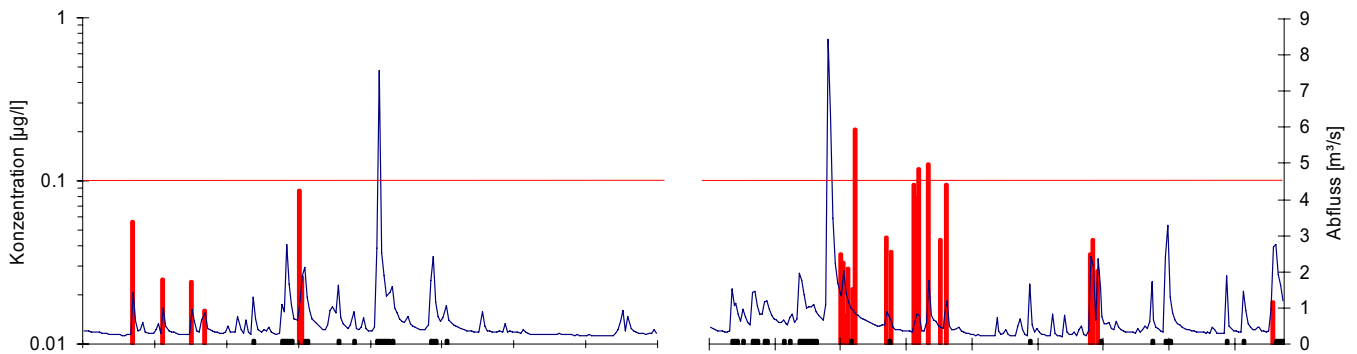
Weitere Stoffklassen (Fortsetzung)

■ Ethofumesat (Furtbach)

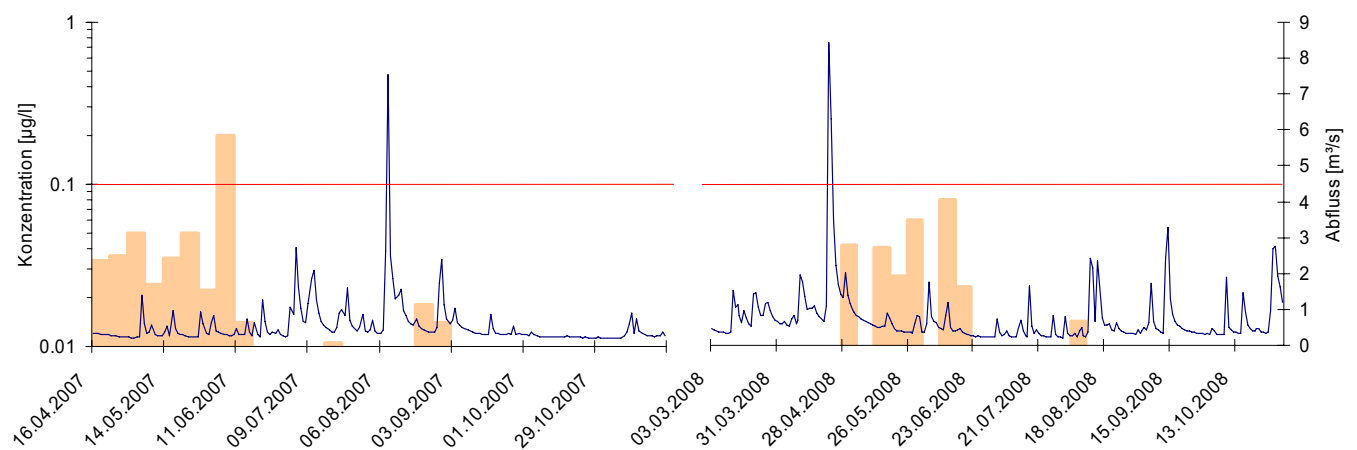
Monatsstichproben



Tagesmischproben



Wochenmischproben



Konzentrationen Pestizid [µg/l]

- █ Monatsstich- und Tagesmischproben
- █ Wochenmischproben

Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien

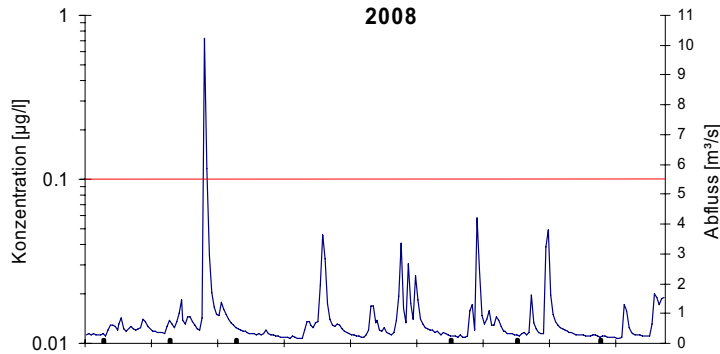
- Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
- Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
- Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie

- ~ Abfluss [m³/s]

■ Ethofumesat (Jonen)

Monatsstichproben



Ethofumesat

Substanzklasse
Sulfonat

Wirkstoffgruppe
Herbizid

Einsatzgebiet
Zucker- und Futterrüben

Best.-grenze 0.01 µg/l

CQK -

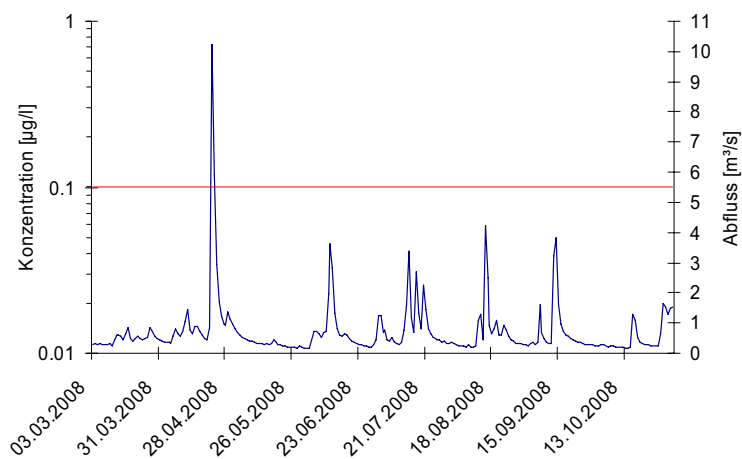
AQK -

ZV LAWA -

Im Furtbach zeigt Ethofumesat einen deutlich saisonalen Konzentrationsverlauf mit einer Hauptapplikationsperiode im Frühling. Die Qualitätsanforderung von 0.1 µg/l wurde Ende Mai 2007 einmal überschritten.

In der Jonen konnte Ethofumesat im Jahr 2008 nicht nachgewiesen werden.

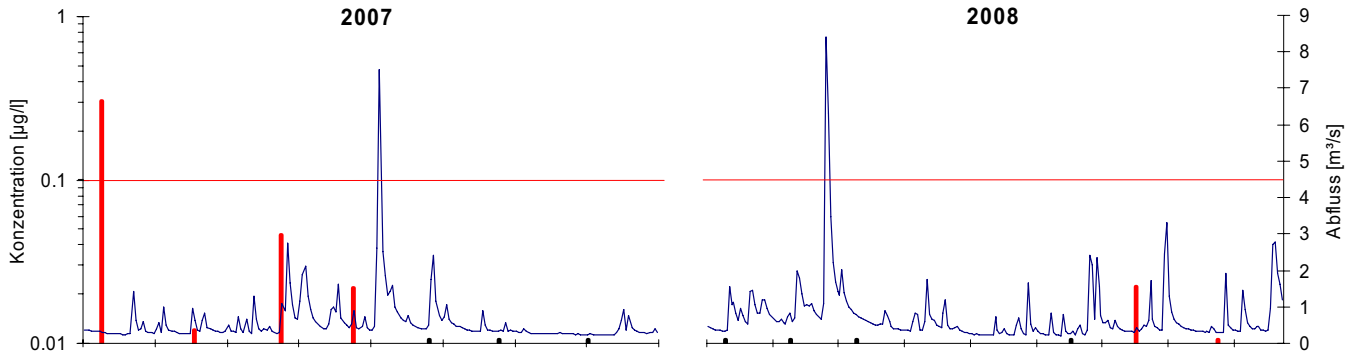
Wochenmischproben



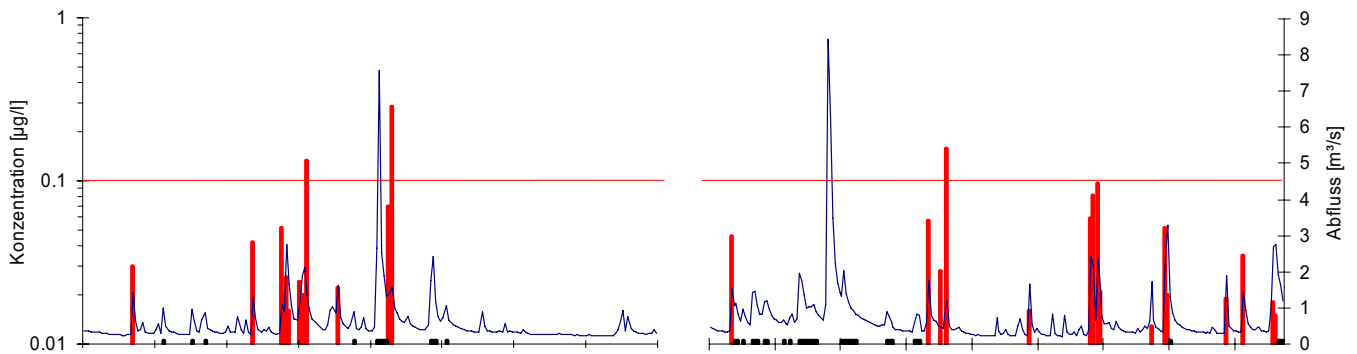
Weitere Stoffklassen (Fortsetzung)

■ Pirimicarb (Furtbach)

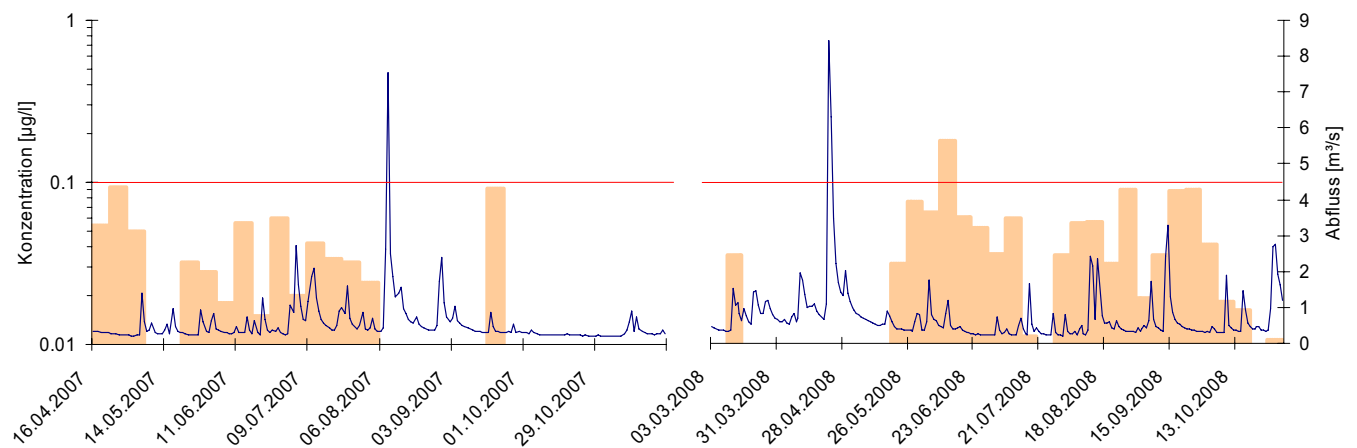
Monatsstichproben



Tagesmischproben



Wochenmischproben

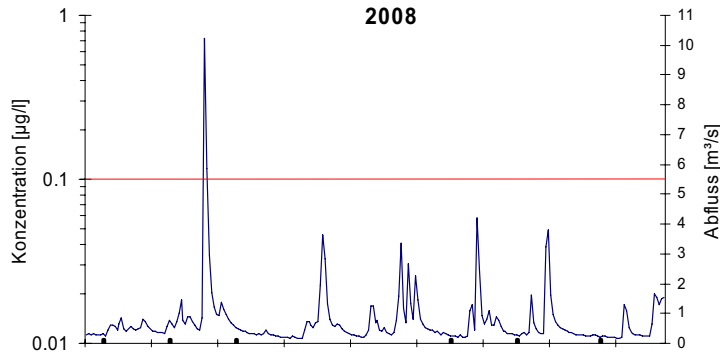


Konzentrationen Pestizid [µg/l]	Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien
■ Monatsstich- und Tagesmischproben	— Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
■ Wochenmischproben	— Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
	— Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie
~ Abfluss [m³/s]

■ **Pirimicarb (Jonen)**

Monatsstichproben



Pirimicarb

Substanzklasse
Carbamat

Wirkstoffgruppe
Insektizid

Einsatzgebiet
Gegen Blattläuse

Best.-grenze 0.01 µg/l

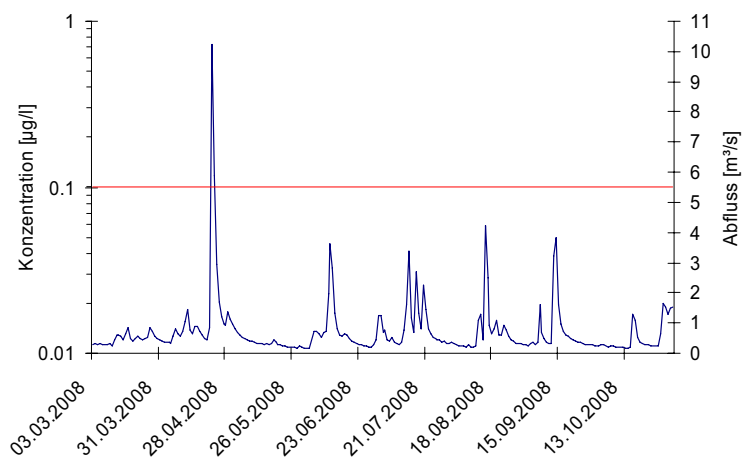
CQK -

AQK -

ZV LAWA -

Das Insektizid Pirimicarb wurde im Furtbach regelmässig in Konzentrationen oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l nachgewiesen. In der Jonen lagen die Konzentrationen des Pestizids unterhalb der Bestimmungsgrenze.

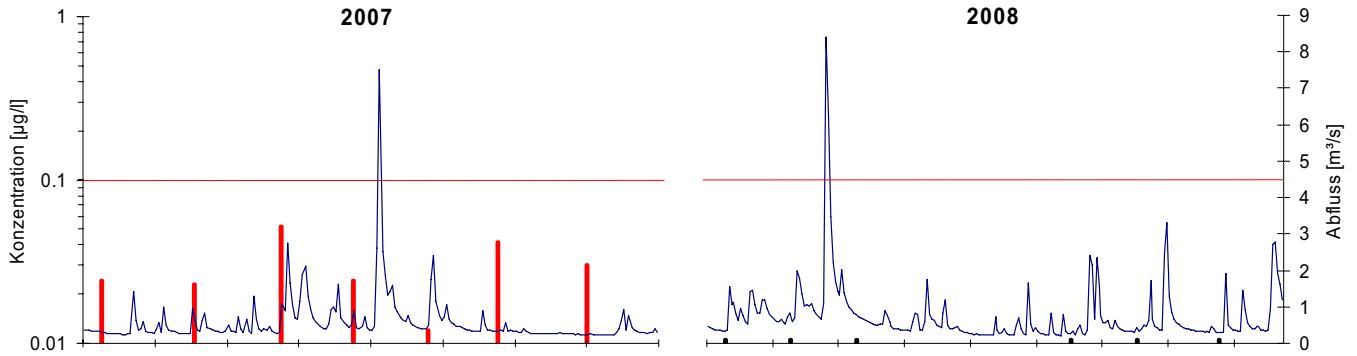
Wochenmischproben



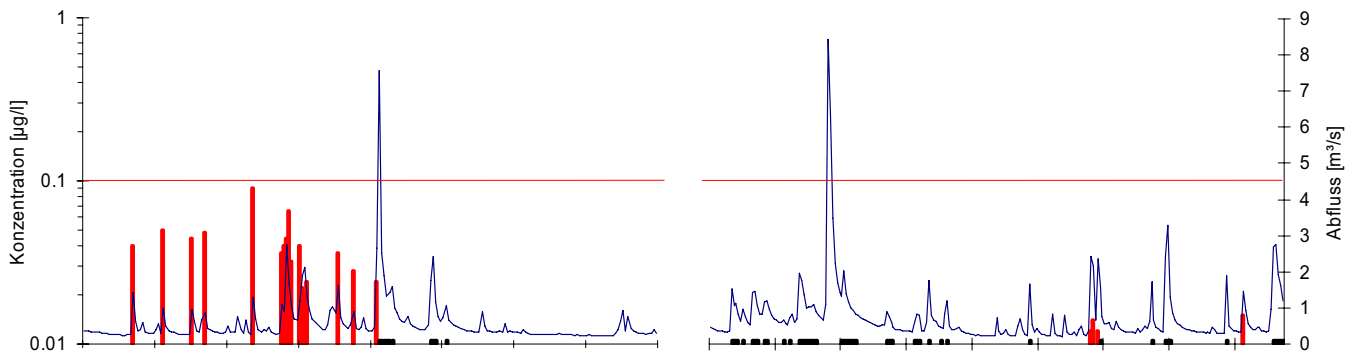
Weitere Stoffklassen (Fortsetzung)

■ Irgarol 1051 (Furtbach)

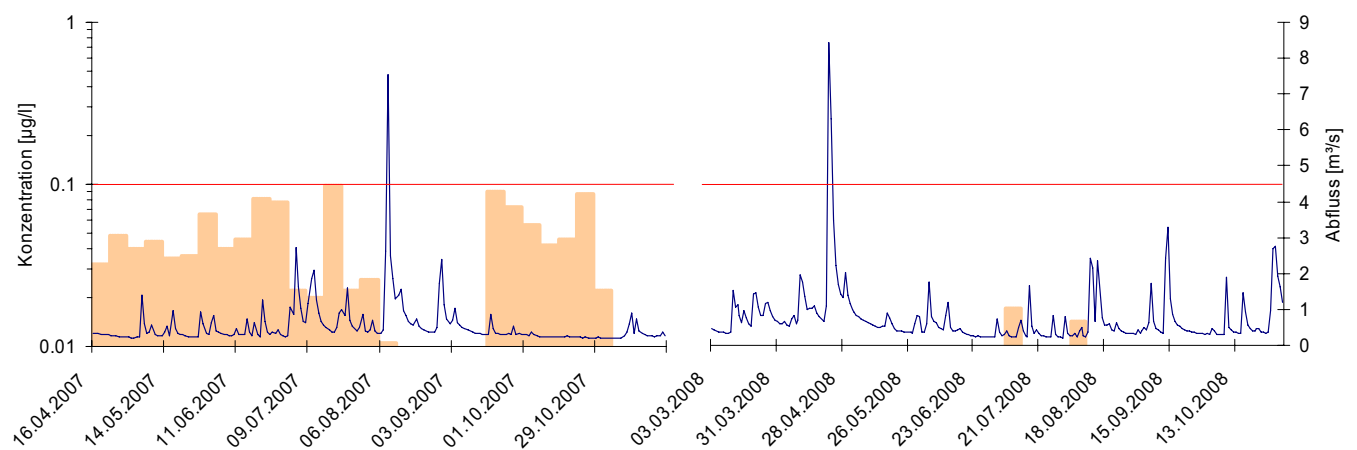
Monatsstichproben



Tagesmischproben



Wochenmischproben



Konzentrationen Pestizid [µg/l]

- █ Monatsstich- und Tagesmischproben
- █ Wochenmischproben

Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien

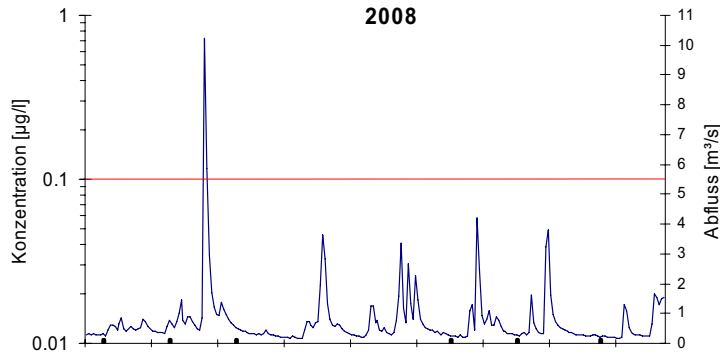
- Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
- Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
- Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie

- ~ Abfluss [m³/s]

■ **Irgarol 1051 (Jonen)**

Monatsstichproben



Irgarol 1051

Substanzklasse
Methylthiotriazin

Wirkstoffgruppe
Algizid

Einsatzgebiet
Antifouling-Anstriche

Best.-grenze 0.01 µg/l

CQK -

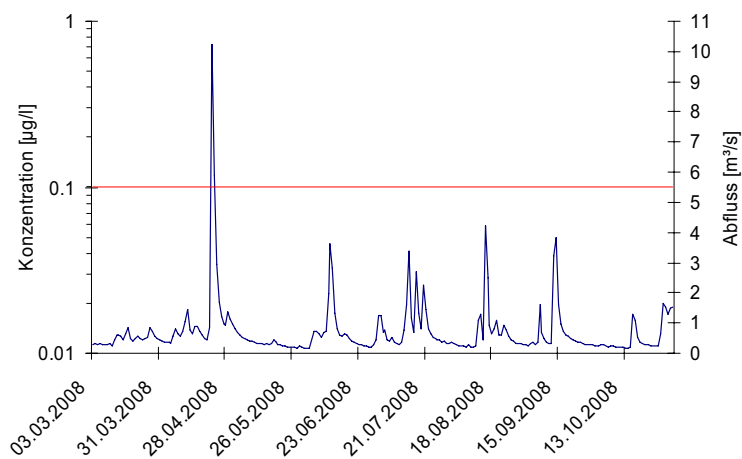
AQK -

ZV LAWA -

Im Jahr 2007 trat Irgarol im Furtbach während der ganzen Messperiode in relativ hohen Konzentrationen auf. Aufgrund der hohen Toxizität von Irgarol 1051 sind diese Nachweise als relevant einzustufen. Im Jahr 2008 konnte Irgarol im Furtbach nur noch vereinzelt und in tieferen Konzentrationen nachgewiesen werden.

In der Jonen lagen die Konzentrationen von Irgarol unterhalb der Bestimmungsgrenze.

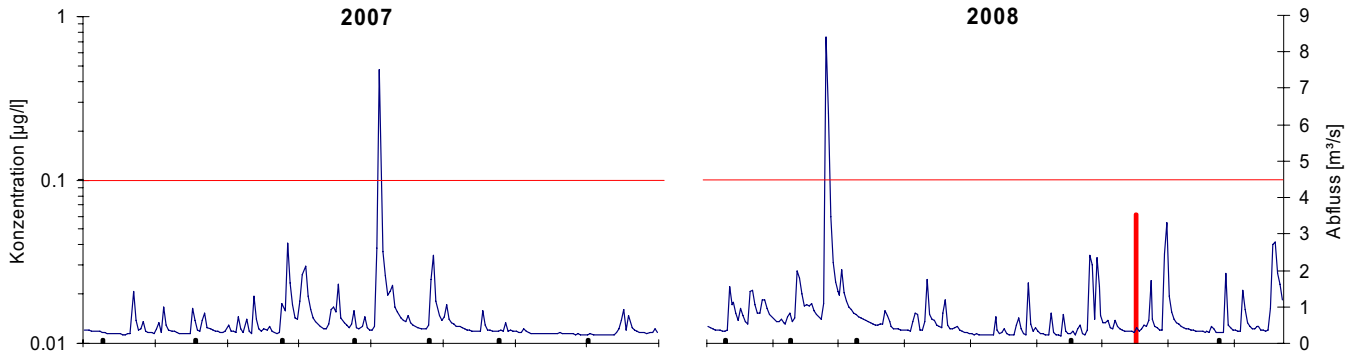
Wochenmischproben



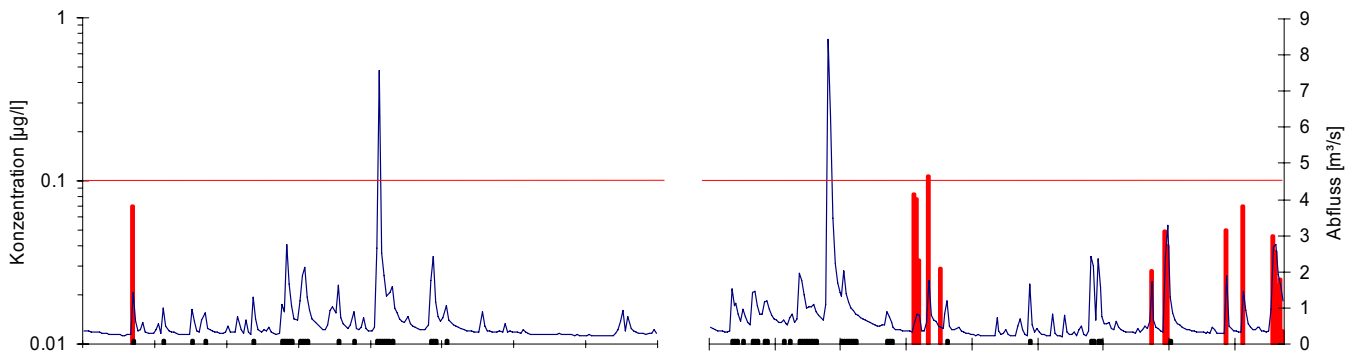
Weitere Stoffklassen (Fortsetzung)

■ Metalaxyl (Furtbach)

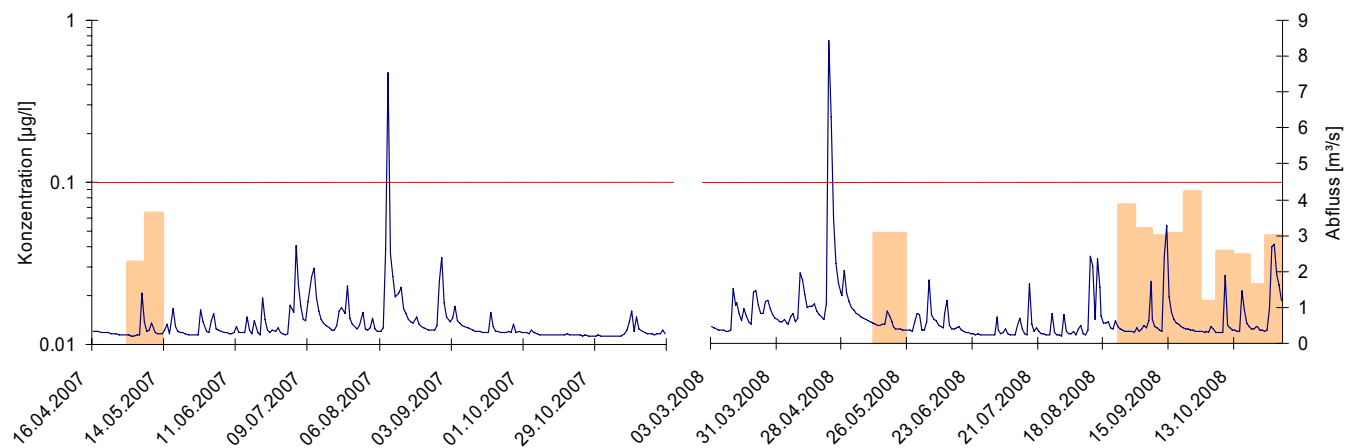
Monatsstichproben



Tagesmischproben



Wochenmischproben



Konzentrationen Pestizid [µg/l]

- █ Monatsstich- und Tagesmischproben
- █ Wochenmischproben

Anforderungswert GSchV und Qualitätskriterien

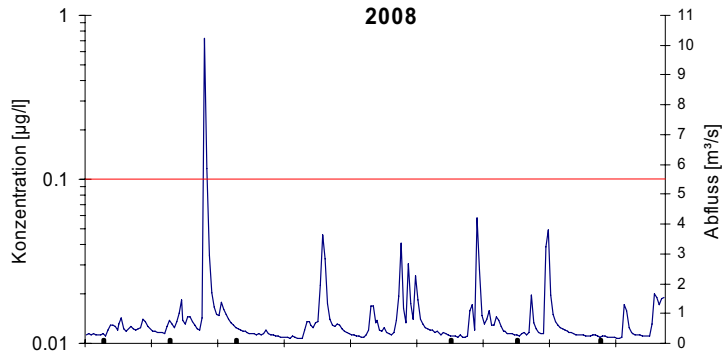
- Anforderungswert GSchV (0.1 µg/l)
- Chronisches Qualitätskriterium (CQK)
- Akutes Qualitätskriterium (AQK)

Hydrologie

- ~ Abfluss [m³/s]

■ **Metalaxyl (Jonen)**

Monatsstichproben



Metalaxyl

Substanzklasse
Acylanilid

Wirkstoffgruppe
Fungizid

Einsatzgebiet
Kartoffeln, Hopfen

Best.-grenze 0.01 µg/l

CQK -

AQK -

ZV LAWA -

Metalaxyl wurde nur im Furtbach gefunden, wo es vor allem im Frühjahr und Herbst in Konzentrationen bis fast 0.1 µg/l auftrat.

Wochenmischproben

