



# Pestiziduntersuchungen

bei den Hauptmessstellen Furtbach bei Würenlos  
und Aabach bei Mönchaltorf im Jahr 2011

mit einem Vergleich zu den Resultaten der früheren Untersuchungen an diesen Stellen

**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

Zürich, 17. April 2012, gedruckt am 25. April 2012

*Foto Titelseite: Hauptmessstelle «Aabach bei Mönchaltorf»*

## Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen .....	2
Verzeichnis der Abkürzungen .....	3
Zusammenfassung.....	4
1 Einleitung .....	6
2 Methode .....	9
2.1 Probenahme .....	9
2.2 Analytik .....	9
2.2.1 Analysemethoden .....	9
2.2.2 Untersuchte Verbindungen .....	10
2.3 Auswertung der Daten.....	12
2.3.1 Einteilung der Pestizide und Abbauprodukte in vier Gruppen .....	12
2.3.2 Beurteilung der Wasserqualität .....	12
3 Resultate .....	15
3.1 Die Konzentrationen der Pestizide und Abbauprodukte in den Wochenmischproben von Furtbach und Aabach.....	15
3.1.1 Belastung der Wochenmischproben .....	15
3.1.2 Verteilung der Nachweise auf die einzelnen Verbindungen .....	17
3.2 Vergleich der Wochenmisch- mit den Monatsstichproben .....	22
3.3 Jahreszeitlicher Verlauf der Belastung.....	25
4 Diskussion.....	26
4.1 Belastung der Wochenmischproben .....	26
4.2 Nachgewiesene Verbindungen.....	28
4.3 Vergleich der Wochenmisch- mit den Monatsstichproben .....	34
4.4 Jahreszeitlicher Verlauf der Belastung.....	36
4.5 Beurteilung der Wasserqualität mittels stoffspezifischen Qualitätskriterien .....	37
5 Literatur.....	38
Anhang .....	39

## Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

- Abb. 1.1:** Die beiden beprobten Hauptmessstellen der Pestiziduntersuchungen 2011
- Abb. 1.2:** Lage der beprobten Hauptmessstellen 2011
- Tab. 1.1:** Mittlere Jahresabflüsse des Furtbachs bei Würenlos und des Aabachs bei Mönchaltorf sowie Charakteristika der Einzugsgebiete
- Abb. 2.1:** IBUK-Schöpfautomat
- Tab. 2.1:** Untersuchungsperiode und Anzahl Proben von jedem Probenotyp
- Tab. 2.2:** Übersicht über die 46 untersuchten Verbindungen
- Abb. 2.2:** Einteilung der Verbindungen in vier Gruppen gemäss Häufigkeit ihres Nachweises und Höhe der gemessenen Konzentrationen
- Abb. 2.3:** Beurteilung der Wasserqualität der Untersuchungsstellen mittels des Belastungsindex
- Tab. 2.3:** Beurteilungsschema nach Chèvre et al. (2006)
- Tab. 3.1:** Durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung sowie durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und Abbauprodukten in den Wochenmischproben
- Abb. 3.1:** Streuung der Anzahl Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenze, der Anzahl Nachweise oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung und der Summe der Konzentrationen der untersuchten Verbindungen in den Wochenmischproben
- Tab. 3.2:** Anzahl Verbindungen, die in den Wochenmischproben mindestens einmal oberhalb der Bestimmungsgrenze oder oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachgewiesen wurden
- Abb. 3.2:** Anteil der Wochenmischproben, in denen eine bestimmte Verbindung oberhalb der Bestimmungsgrenze und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung gefunden wurde
- Abb. 3.3:** Durchschnittliche Konzentrationen der Verbindungen in den Wochenmischproben, in denen sie in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurden
- Tab. 3.3:** Durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung sowie durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und Abbauprodukten in den Wochenmisch- und Monatsstichproben
- Tab. 3.4:** Höchste Konzentrationen, die für jede Verbindung in den Wochenmisch- und Monatsstichproben im Furtbach gemessen wurden
- Abb. 3.4:** Summen der Konzentrationen der 46 Verbindungen in den Wochenmisch- und Monatsstichproben von Töss und Aabach im Jahresverlauf
- Abb. 4.1:** Durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung in den Wochenmischproben
- Abb. 4.2:** a) Durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung pro Wochenmischprobe  
b) Durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und ihren Abbauprodukten in einer Wochenmischprobe
- Abb. 4.3:** Beurteilung der Wasserqualität von Furtbach und Aabach mittels Belastungsindex
- Abb. 4.4:** Anzahl Verbindungen, die oberhalb der Bestimmungsgrenzen und des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachgewiesen wurden
- Tab. 4.1:** Einteilung der Pestizide und Abbauprodukte in Gruppen, je nach Häufigkeit ihrer Nachweise und durchschnittlichen Konzentration in den Wochenmischproben, in denen sie nachgewiesen wurden
- Abb. 4.5:** Zeitliche Entwicklung der Belastung des Furtbachs mit Triazinen

**Abb. 4.6:** Belastung des Furtbachs mit Isoproturon, Metobromuron und Mecoprop

**Abb. 4.7:** Durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung sowie durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und Abbauprodukten in den Wochenmisch- und Monatsstichproben von Furtbach und Aabach

**Tab. 4.2:** Vergleich der Wochenmischproben mit den Monatsstichproben

**Abb. 4.8:** Vergleich der Anzahl Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze, der Anzahl Höchstwerte oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung und der Anzahl Verbindungen, die den höchsten Wert in einer Wochenmisch- resp. Monatsstichprobe zeigten

**Abb. 4.9:** Mittlere Summen der Konzentrationen in den Wochenmischproben der Furtbachkampagnen

**Abb. 4.10:** Beurteilung der untersuchten Fließgewässer gemäss Chronischer und Akuter Qualitätskriterien

## Verzeichnis der Abkürzungen

<b>A</b>	Algizid
<b>Abb.</b>	Abbildung
<b>AF GSchV</b>	Anforderungswert der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung: 0.1 µg/l je Einzelstoff
<b>AQK</b>	Akutes Qualitätskriterium nach Chèvre
<b>AWEL</b>	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
<b>BG</b>	Bestimmungsgrenze
<b>CQK</b>	Chronisches Qualitätskriterium nach Chèvre
<b>H</b>	Herbizid
<b>I</b>	Insektizid
<b>GC-MS</b>	Gaschromatographie-Massenspektrometrie
<b>GSchV</b>	eidgenössische Gewässerschutzverordnung
<b>Kap.</b>	Kapitel
<b>LAWA</b>	Deutsche Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
<b>LC-MS</b>	Flüssigchromatographie-Massenspektrometrie
<b>MSP</b>	Monatsstichprobe
<b>PSM</b>	Pflanzenschutzmittel
<b>Phenoxykarbons.</b>	Phenoxykarbonsäure
<b>R</b>	Repellent
<b>resp.</b>	respektive
<b>s.</b>	siehe
<b>Tab.</b>	Tabelle
<b>u.a.</b>	unter anderem
<b>u.U.</b>	unter Umständen
<b>WMP</b>	Wochenmischprobe
<b>ZV LAWa</b>	Zielvorgabe Deutsche Länderarbeitsgemeinschaft Wasser für das Schutzgut «Aquatische Lebensgemeinschaften»

## Zusammenfassung

Für die Pestiziduntersuchungen 2011 wurden bei den Hauptmessstellen «Furtbach bei Würenlos» und «Aabach bei Mönchaltorf» im Zeitraum von Anfang März bis Ende Oktober 35 Wochenmisch- und acht Monatsstichproben erhoben. Im Labor analysierte man die Proben anschliessend auf 43 Pestizide und drei Abbauprodukte.

Der Furtbach ist insgesamt stärker belastet als der Aabach. In den Wochenmischproben des Furtbachs lagen im Schnitt 19 Schadstoffe in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze und sechs in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l vor. Die durchschnittliche Wochenmischprobe des Aabachs wies elf Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze und eine Verbindung in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung auf. Entsprechend war die Summe der Konzentrationen an Pestiziden und Abbauprodukten in einer durchschnittlichen Wochenmischprobe aus dem Furtbach rund viermal so hoch wie in einer durchschnittlichen Wochenmischprobe aus dem Aabach, nämlich 2.52 µg/l gegenüber 0.61 µg/l. Verglichen mit den Wochenmischproben des Aabachs wiesen die Wochenmischproben des Furtbachs auch das breitere Spektrum an Schadstoffen auf, die in Konzentrationen oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung auftraten. Diese Beobachtung widerspiegelte sich in der Beurteilung der Wasserqualität mittels des Belastungsindex. Das Wasser des Furtbachs erhielt das Prädikat «schlecht», das Wasser des Aabachs das Prädikat «unbefriedigend».

Die Verbindungen, die in den Wochenmischproben des Furtbachs häufig und in hohen Konzentrationen gefunden wurden, sind Isoproturon, Linuron, Mecoprop, Metazachlor und Propachlor sowie die vier Verbindungen Azoxystrobin, Propyzamid, Terbutylazin und Terbutryn, die 2011 zum ersten Mal in den Proben des Furtbachs gemessen wurden. Nicht so häufig, aber in hohen Konzentrationen wurden Metamitron und Metobromuron gemessen. In den Wochenmischproben des Aabachs fand man Mecoprop, Hexazinon, Isoproturon und Terbutylazin in hohen Konzentrationen, wobei nur Mecoprop auftrat. Zu den Verbindungen, die in den Wochenmischproben beider Fließgewässer häufig, aber nicht in besonders hohen Konzentrationen gefunden wurden, gehörten Atrazin, das Repellent DEET sowie die beiden Abbauprodukte 2,6-Dichlorbenzamid und Desethylatrazin, Diuron, MCPA, Metolachlor und Triclopyr.

Untersucht man die Pestizidbelastung im Jahresverlauf, kann bei beiden Fließgewässern festgestellt werden, dass die Wochenmischproben mit hohen Konzentrationen an Schadstoffen von Anfang April bis Mitte September auftreten. Zwischen diesen Eckpunkten ist der 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 höchsten dieser Pestizidstösse sind Ende Mai zu finden; in den Wochenmisch-

probe des Furtbachs wurde eine maximale Summe der Konzentrationen von rund 6 µg/l erreicht.

Die Monatsstichproben bestätigen, dass der Furtbach wesentlich stärker belastet ist als der Aabach, obwohl den 35 Wochenmischproben nur acht Monatsstichproben gegenüberstehen. Ein detaillierter Vergleich der beiden Probenarten zeigt allerdings, dass die Wochenmischproben ein umfassenderes Bild der Pestizidbelastung eines Fliessgewässers liefern als die Monatsstichproben. In den Monatsstichproben wurden weniger Verbindungen mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen als in den Wochenmischproben. Das heisst, dass mit den Monatsstichproben Verbindungen, die nur in kurzen Stössen kommen, u.U. verpasst werden, während sie in den Wochenmischproben gefunden werden. Dasselbe gilt für die Erfassung der Konzentrationsspitzen. So findet man in den Wochenmischproben mehr Verbindungen, deren höchste gemessene Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung liegt, als in den Monatsstichproben. Betrachtet man zudem für jede Verbindung, in welchem Probenartyp die höchste Konzentration gemessen wurde, so stellt man fest, dass über 90 Prozent der Höchstwerte in Wochenmischproben gemessen wurden. Das heisst, Konzentrationsspitzen werden mit den Monatsstichproben nur zufällig erfasst, während sie bei den Wochenmischproben immer zum Gesamtbild beitragen.

Wertet man die Resultate der Untersuchung der Wochenmischproben nach Chronischen und Akuten Qualitätskriterien aus, so muss dem Furtbach bezüglich aller Substanzgruppen eine schlechte Wasserqualität attestiert werden, dem Aabach hingegen bezüglich Triazinen und Phenylharnstoffen sowie Organophosphaten eine mässige und bei den Chloracetaniliden eine gute Wasserqualität. Vergleicht man diese Resultate mit den Ergebnissen der Messkampagnen, die 2007 bis 2009 am Furtbach und 2010 am Aabach durchgeführt wurden, so stellt man fest, dass die Resultate gleich sind. Einzig beim Furtbach hat sich die Situation bei den Triazinen und Phenylharnstoffen verschlechtert.

Der Grund dafür, dass der Furtbach stärker belastet ist als der Aabach, dürfte in der Wasserführung und den Charakteristika der Einzugsgebiete der beiden Fliessgewässer liegen. Da der mittlere Jahresabfluss des Aabachs 2011 fast doppelt so gross war wie derjenige des Furtbachs, wurden Pestizidstösse im Aabach stärker verdünnt als im Furtbach, was zu weniger Nachweisen oberhalb der Bestimmungsgrenzen und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung führte. Was die Einzugsgebiete der beiden Fliessgewässer betrifft, so sind sie mit rund 44 km<sup>2</sup> praktisch gleich gross. Obwohl der Anteil der Landwirtschaftsfläche im Einzugsgebiet des Aabachs grösser ist als im Furttal, ist die Belastung des Aabachs geringer. Der Grund dafür dürfte sein, dass im Einzugsgebiet des Aabachs eine Landwirtschaft betrieben wird, die mit weniger Pestiziden auskommt als im Furttal. Ausserdem ist im Furttal der Anteil Siedlungsfläche grösser als im Einzugsgebiet des Aabachs. Zusammen mit der kleineren Wasserführung des Furtbachs führt das dazu, dass der Anteil gereinigten Abwassers im Furtbach mehr als dreimal so gross ist wie im Aabach. Da ein Teil der Pestizide über die Kläranlagen in die Gewässer gelangt, führt auch dies zu einer höheren Belastung des Furtbachs.

## 1 Einleitung

Pestizide sind Stoffe, die zur Bekämpfung oder Abwehr unerwünschter Organismen verwendet werden. Die Produkte, in denen sie zum Einsatz kommen, nennt man je nach Verwendungszweck und -ort Pflanzenschutzmittel oder Biozidprodukte. Sind die Pestizide erst einmal in die Umwelt ausgebracht, finden viele von ihnen den Weg ins Wasser, wo sie oder ihre Abbauprodukte die aquatische Umwelt schädigen und unser Trinkwasser gefährden können.

Um aufzuzeigen, in welchem Ausmass Pestizide die Fliessgewässer des Kantons Zürich belasten und welche Stoffe hauptsächlich verantwortlich sind für die Belastung, führt das Gewässerschutzlabor des Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft AWEL seit 1999 systematische Untersuchungen durch. Die ersten Resultate zeigten, dass einzelne Fliessgewässer regelmässig Pestizidkonzentrationen aufweisen, die für aquatische Lebewesen kritisch sein können [1, 2]. Deshalb wurde im Jahr 2007 begonnen, ausgewählte Flüsse und Bäche nicht nur durch Stichproben, sondern auch mittels Wochenmischproben zu untersuchen. Zum Sammeln dieser Wochenmischproben benützte man die IBUK-Schöpfautomaten, die zur Ausrüstung der Hauptmessstellen im Kanton Zürich gehören. Vom Frühjahr bis zum Herbst entnahmen sie den Gewässern abflussproportionale Tagesmischproben, die am Ende einer Woche zu einer Wochenmischprobe vereint wurden. In den ersten beiden Kampagnen untersuchte man während Zeiten erhöhten Abflusses zusätzlich die Tagesmischproben. Monatlich erhobene Stichproben aus der «fliessenden Welle» vervollständigten die Messreihen. Im Labor analysierte man die Proben anschliessend auf Pestizide und Abbauprodukte.

Im Rahmen der Messkampagnen 2007 bis 2010 wurden die Hauptmessstellen von Furtbach, Glatt, Jonen, Reppisch, Töss und Aabach beprobt. Bei der Hauptmessstelle «Furtbach bei Würenlos» entnahm man in den drei Jahren 2007 bis 2009 Proben, die Hauptmessstellen «Glatt vor Rhein», «Jonen nach ARA Zwillikon», «Reppisch bei Dietikon», «Töss bei Freienstein» und «Aabach bei Mönchaltorf» wurden während jeweils nur einem Jahr beprobt. Über die Resultate dieser Untersuchungen wurde detailliert berichtet [3 - 6].

Die Pestiziduntersuchungen 2011 an den beiden Hauptmessstellen «Furtbach bei Würenlos» und «Aabach bei Mönchaltorf» (*Abb. 1.1*) sind die Fortsetzung der Messkampagnen 2007 bis 2010. *Abbildung 1.2* zeigt ihre Lage im Kanton Zürich und gibt ihre Messstellen-Nummer, ihre Landeskoordinaten, ihre Höhe über Meer und die Grösse ihres Einzugsgebiets an. *Tabelle 1.1* listet die mittleren Abflüsse auf, die an diesen beiden Hauptmessstellen in den Jahren, in denen sie Gegenstand von Messkampagnen waren, gemessen wurden. Der Wert für den «Furtbach 2007 - 2009» ist der Durchschnitt der mittleren Jahresabflüsse des Furtbachs in den Jahren 2007, 2008 und 2009. In der *Tabelle 1.1* ist ferner angegeben, welchen Anteil der Wald, die Siedlung und die Landwirtschaft in den beiden Einzugsgebieten haben, und wie hoch der Anteil gereinigtes Abwasser in den beiden Fliessgewässern ist [7].

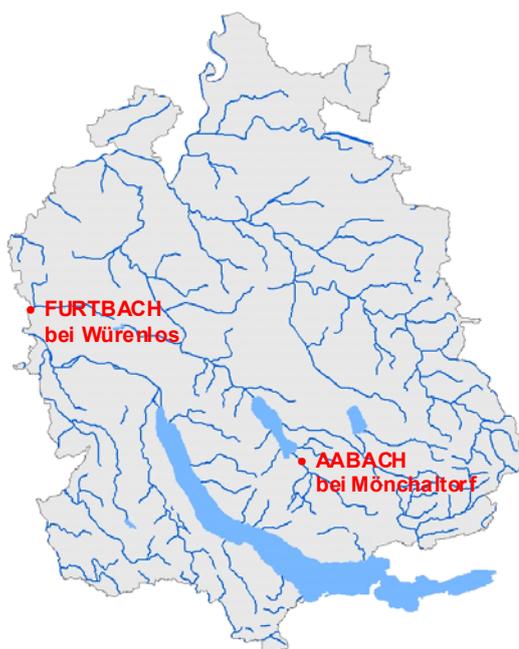


*Furtbach bei Würenlos*



*Aabach bei Mönchaltorf*

**Abb. 1.1:** Die beiden beprobten Hauptmessstellen der Pestiziduntersuchungen 2011



Messstelle Nr. 913  
**Furtbach bei Würenlos**  
(669'889 / 255'285)  
413 MÜM  
Einzugsgebiet: 44.4 km<sup>2</sup>

Messstelle Nr. 915  
**Aabach bei Mönchaltorf**  
(696'928 / 240'805)  
440 MÜM  
Einzugsgebiet: 44 km<sup>2</sup>

**Abb. 1.2:** Lage der beprobten Hauptmessstellen 2011

Gewässer	mittlerer Jahresabfluss [m <sup>3</sup> /s]			Charakteristik Einzugsgebiet			
	2007 - 2009	2010	2011	Wald	Siedlung	Landwirtschaft	Anteil Abwasser
<b>Furtbach</b>	0.641		0.440	30 %	31 %	47 %	33 %
<b>Aabach</b>		1.14	0.824	18 %	17 %	64 %	10 %

**Tab. 1.1:** Mittlere Jahresabflüsse des Furtbachs bei Würenlos und des Aabachs bei Mönchaltorf sowie Charakteristika der Einzugsgebiete

Für den Furtbach ist dies nun bereits die vierte Kampagne, für den Aabach die zweite. Wie in den vorangegangenen Kampagnen sammelte man von Anfang März bis Ende Oktober Proben, die anschliessend im Labor auf 46 Schadstoffe analysiert wurden. Der vorliegende Bericht wertet die dabei gewonnen Daten aus und vergleicht sie mit den Resultaten der früheren Untersuchungen, die an diesen beiden Stellen durchgeführt wurden. Dabei stehen folgende Fragen im Vordergrund:

- Wie ist die allgemeine Belastungssituation zu beurteilen, und welche Verbindungen sind hauptsächlich verantwortlich für die Belastung?
- Vermitteln Wochenmisch- und Monatsstichproben ein vergleichbares Bild der Belastung?
- Wie sieht der jahreszeitliche Verlauf der Belastung mit Pestiziden aus?
- Welches Bild der Belastung ergibt die Auswertung der Daten nach Belastungsindex und nach stoffspezifischen Qualitätskriterien?

## 2 Methode

### 2.1 Probenahme

Wie alle Hauptmessstellen sind auch diejenigen des Furtbachs bei Würenlos und des Aabachs bei Mönchaltorf mit einem IBUK-Schöpfautomaten ausgerüstet (Abb. 2.1). Für die Pestiziduntersuchungen entnahmen die Geräte den Fließgewässern abflussproportionale Tagesmischproben, die am Ende einer Woche jeweils zu einer Wochenmischproben vereint wurden. Einmal im Monat entnahm man schliesslich noch eine Stichprobe aus der «fließenden Welle».



**Abb. 2.1:** IBUK-Schöpfautomat

Im Auftrag des AWEL sammelte das Labor Veritas in Zürich die Proben wöchentlich ein und analysierte sie. Tabelle 2.1 zeigt, von wann bis wann die Untersuchungsperiode im Jahr 2011 dauerte, und wie viele Wochenmisch- und Monatsstichproben die jeweiligen Messreihen umfassten.

**Tab. 2.1:** Untersuchungsperiode und Anzahl Proben von jedem Probentyp

	Furtbach und Aabach 2011
Untersuchungsperiode	28. Februar (Wo 9) bis 30. Oktober (Wo 43)
Wochenmischproben	35
Monatsstichproben	8

## 2.2 Analytik

### 2.2.1 Analysemethoden

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 Konzentrationen der Verbindungen in den Extrakten wurden die Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) und die Flüssigchromatographie-Massenspektrometrie (LC-MS) eingesetzt. Zur Qualitätssicherung wurden auch Stichproben vom Gewässerschutzlabor des AWEL untersucht.

### 2.2.2 Untersuchte Verbindungen

Die vom Labor Veritas übernommene Parameterliste basiert auf dem im Kanton Zürich für die Gewässerüberwachung bewährten Untersuchungsprogramm des Gewässerschutzlabors des AWEL. Die Proben wurden auf folgende 46 Verbindungen analysiert:

- 32 Herbizide;
- 4 Insektizide;
- 5 Fungizide;
- 1 Algizid;
- 1 Repellent;
- 3 Abbauprodukte.

Im Vergleich zu den Kampagnen der Jahre 2007 bis 2009 wurden sechs Verbindungen nicht mehr analysiert: 2,4,5-T; 2,4-DB; Ametryn; Bromacil; Dichlorprop; Prometryn. Neu sind auf der Liste der untersuchten Verbindungen in den Messkampagnen 2010 und 2011 drei Pestizide dazugekommen: Azoxystrobin; Napropamid; Propyzamid. Tabelle 2.2 listet die untersuchten Verbindungen in alphabetischer Reihenfolge auf. Zu jeder Verbindung sind neben dem Namen folgende Informationen gegeben:

- Substanzklasse, Wirkstoffgruppe, Einsatzgebiet;
- Bestimmungsgrenze;
- Anforderungswert der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung<sup>1</sup>: 0,1 µg/l je Einzelstoff<sup>2</sup>.
- Chronisches resp. Akutes Qualitätskriterium gemäss Chèvre<sup>3</sup>;
- Zielvorgabe LAWA<sup>4</sup> für das Schutzgut «aquatische Lebensgemeinschaft»<sup>5</sup>;
- Nachweismethode.

<sup>1</sup> Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (SR 814.201)

<sup>2</sup> 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 Moorgebieten, seltene Hochwasserspitzen oder seltene Niederwasserereignisse bleiben vorbehalten.

<sup>3</sup> 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. [8]

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

<sup>5</sup> Die LAWA gibt für insgesamt 38 gewässerrelevante Pestizide Konzentrationen an, die nicht überschritten werden sollten. Für den Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaften wird je nach Pestizid auf der Grundlage von Tests zur Ermittlung der Giftigkeit jene Konzentration berechnet, bei der keine nachteiligen Auswirkungen zu erwarten sind. Für den Schutz des Trinkwassers wurde der Trinkwassergrenzwert von 0.1 µg/l herangezogen. Oft liegen die Ziele für den Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaften weit unter dem Trinkwassergrenzwert oder sogar unter der analytischen Bestimmungsgrenze. Das zeigt, wie empfindlich aquatische Ökosysteme auf Pestizide reagieren können.

Verbindung	Substanzklasse	Wirkstoffgruppe	Einsatzgebiet	Bestimmungs-	AF GSchV	CQK	AQK	ZV LAWA	Nachweis- methode
				grenze					
				[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	
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
Alachlor	Chloracetanilid	H	Mais, Soja	0.01	0.1	0.56	8.4		GC-MS
Atrazin	Triazin	H	Mais	0.01	0.1	1.8	15		GC-MS
Azoxystrobin	Strobilurin	F	Getreide, Raps, Kartoffeln, Bohnen	0.02	0.1				LC-MS
Bentazon	Phenoxykarbons.	H	Mais, Wiesen, Kartoffeln, Erbsen, Soja	0.02	0.1			70	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
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	Triazon	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	Getreide	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
Metaxyl	Acylanilid	F	Kartoffeln, Hopfen	0.01	0.1				GC-MS
Metamitron	Triazin	H	Zuckerrüben	0.02	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
Napropamid	Amid	H	Raps	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
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
Propyzamid	Amid	H	Raps	0.02	0.1				GC-MS
Simazin	Triazin	H	Kernobst, Gemüse, Beeren, Mais	0.01	0.1	2.8	23	0.1	GC-MS
Terbuthylazin	Triazin	H	Mais, 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

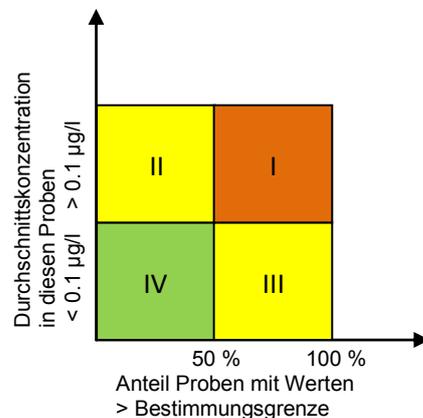
**A:** Algizid; **F:** Fungizid; **H:** Herbizid; **I:** Insektizid; **R:** Repellent. **AF GSchV:** Anforderungswert der eidg. Gewässerschutzverordnung; **CQK,** **AQK:** Chronisches resp. akutes Qualitätskriterium; **ZV LAWA:** Zielvorgabe Deutsche Länderarbeitsgemeinschaft Wasser für das Schutzgut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

**Tab. 2.2:** Übersicht über die 46 untersuchten Verbindungen

## 2.3 Auswertung der Daten

### 2.3.1 Einteilung der Pestizide und Abbauprodukte in vier Gruppen

Die nachgewiesenen Verbindungen können je nachdem, wie häufig und in welchen Konzentrationen sie auftreten, in vier Gruppen eingeteilt werden. In diesem Bericht sind die Kriterien für die Gruppeneinteilung, ob eine Verbindung in mehr als der Hälfte der Wochenmischproben in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden kann oder nicht, und ob die Durchschnittskonzentration in den Proben, in denen sie nachgewiesen wird, unterhalb oder oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung liegt (Abb. 2.2). Wird zum Beispiel eine Verbindung in den Wochenmischproben eines Gewässers in weniger als 50 Prozent der Proben nachgewiesen, wobei in diesen Proben die Durchschnittskonzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung liegt, so gehört diese Verbindung zur Gruppe II.



**Abb. 2.2:** Einteilung der Verbindungen in vier Gruppen gemäss Häufigkeit ihres Nachweises und Höhe der gemessenen Konzentrationen

### 2.3.2 Beurteilung der Wasserqualität

Um von den einzelnen Analyseresultaten der Wasserproben zu einer Gesamtbeurteilung der Wasserqualität eines Fließgewässers zu gelangen, kommen im vorliegenden Bericht zwei Methoden zur Anwendung, die auch in anderen Berichten schon benützt wurden [1, 3, 4, 5, 6]. Die erste Methode – die Berechnung des sogenannten Belastungsindex – benützt den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung als Qualitätskriterium [1], die zweite beruht auf stoffspezifischen Qualitätskriterien [8].

#### Auswertung nach Belastungsindex

Die Methode des Belastungsindex stützt sich auf die Bestimmung der Gewässerschutzverordnung, dass die Pestizidkonzentrationen  $0.1 \mu\text{g/l}$  je Einzelstoff nicht überschreiten dürfen. Dieser Wert wurde im Hinblick auf den Schutz des Trinkwassers festgelegt. Um den Belastungsindex für eine Messstelle zu berechnen, dividiert man die Anzahl der Werte grösser oder gleich  $0.1 \mu\text{g/l}$ , die in den Proben dieser Stelle gemessen wurden, durch die Anzahl der Proben. Der Index entspricht also der Anzahl Verbindungen, die in einer durchschnittlichen Probe dieser Stelle in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung (AFGSchV) vorliegen. Die Stelle kann dann gemäss folgendem Schema einer von fünf Qualitätsklassen zugeordnet werden (Abb. 2.3):



**Abb. 2.3:** Beurteilung der Wasserqualität der Untersuchungsstellen mittels des Belastungsindex

### Auswertung nach stoffspezifischen Qualitätskriterien

Aus ökotoxikologischer Sicht ist der Belastungsindex nicht sinnvoll, da ein einheitlicher Anforderungswert für alle Pestizide weder die unterschiedliche Toxizität der Wirkstoffe noch die Effekte von Pestizidmischungen berücksichtigt. Um die Belastung von Gewässern durch Pestizide besser beurteilen zu können, haben Chèvre et al. (2006) ein Konzept vorgestellt, das auf der Wirkung der verschiedenen Pestizide basiert [8]. Zu diesem Zweck wurde der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l ersetzt durch zwei substanzspezifische Werte. Es handelt sich dabei um das sogenannte *Chronische Qualitätskriterium (CQK)* und das *Akute Qualitätskriterium (AQK)*.

Setzt man die gemessene Konzentration  $c$  eines Pestizids  $p$  ins Verhältnis zu den beiden Qualitätskriterien dieses Stoffes, erhält man die sogenannten Risikokoeffizienten  $CRQ(p)$  und  $ARQ(p)$  dieses Pestizids (Gl. 1 und 2).

$$(Gl. 1) \quad CRQ(p) = \frac{c(p)}{CQK(p)}$$

$$(Gl. 2) \quad ARQ(p) = \frac{c(p)}{AQK(p)}$$

Die chronischen Effekte, wie sie mit dem  $CRQ(p)$  beurteilt werden, ergeben sich ab einer Belastungsdauer von mindestens drei Tagen. Ist der  $CRQ(p)$  während dreier Tage und mehr grösser als eins, ist das Risiko der Schädigung von Organismen durch das Pestizid  $p$  zu hoch und somit nicht mehr akzeptabel. Der  $ARQ(p)$  darf nie grösser als eins sein, da sonst durch dieses Pestizid kurzfristig bei rund 5% der Arten Schäden hervorgerufen werden. Gemäss Chèvre et al. (2006) ist der  $AQK(p)$  somit eine Grenze, die nicht überschritten werden darf.

Aufgrund von Literaturdaten konnten Chèvre et al. (2006) für eine Reihe von Pestiziden Werte für das  $CQK$  und das  $AQK$  herleiten (s. Tab. 2.2). Organismen in Gewässern sind aber in der Regel nicht nur einzelnen, sondern einer Vielfalt von Pestiziden ausgesetzt. Pestizide, die zur gleichen Substanzklasse gehören (s. Tab. 2.2), wirken oft über den gleichen Mechanismus. Auch Pestizide aus verschiedenen Substanzklassen können auf Zellniveau die gleiche Wirkung haben. So hemmen z.B. die Vertreter der Triazine und der Phenylharnstoffe gleichermassen die Photosynthese. Um nun den Effekt einer Mischung  $M$  von  $n$  Pestiziden  $a_i$ , die über denselben Wirkungsmechanismus verfügen, abzuschätzen, werden diese Pestizide zu einer Gruppe  $A$  zusammengefasst. Die Risikokoeffizienten  $CRQ_M(A)$  und  $ARQ_M(A)$  der Mischung berechnen sich nun, indem die Risikokoeffizienten der einzelnen Pestizide  $a_i$  aufsummiert werden (Gl. 3 und 4).

$$(Gl. 3) \quad CRQ_M(A) = \sum_{i=1}^n CRQ(a_i) = \sum_{i=1}^n \frac{c(a_i)}{CQK(a_i)}$$

$$(Gl. 4) \quad ARQ_M(A) = \sum_{i=1}^n ARQ(a_i) = \sum_{i=1}^n \frac{c(a_i)}{AQK(a_i)}$$

Für die Bedeutung der beiden Risikokoeffizienten der Mischung gilt das gleiche, wie oben für die Risikokoeffizienten der Einzelstoffe gesagt wurde. Anhand der beiden Risikoquotienten kann man nun ein Schema aufstellen, mit dem die Wasserqualität eines Gewässers bezüglich der einzelnen Pestizidgruppen beurteilt werden kann (Tab 2.3). Bei der chronischen Toxizität muss zur Beurteilung der Belastung zusätzlich die Dauer der Einwirkung berücksichtigt werden. Deshalb gilt der Zustand eines Gewässers auch dann nur als mässig, wenn der  $CRQ_M$  in zwei aufeinanderfolgenden Proben überschritten wird.

	sehr gut	höchster $CRQ_M$ unter 0.5
	gut	höchster $CRQ_M$ grösser gleich 0.5; nicht mehr als zwei $CRQ_M$ grösser gleich eins (nicht in aufeinander folgenden Proben); $ARQ_M$ kleiner 1
	mässig	mehr als zwei, aber weniger als die Hälfte $CRQ_M$ grösser gleich eins; zwei $CRQ_M$ grösser als eins in aufeinander folgenden Proben; $ARQ_M$ kleiner 1
	unbefriedigend	$CRQ_M$ in der Hälfte und mehr aller Proben überschritten; $ARQ_M$ kleiner 1
	schlecht	$ARQ_M$ in mindestens einer Probe grösser gleich 1

**Tab. 2.3:** Beurteilungsschema nach Chèvre et al. (2006) [6]

In der Wirkstoffgruppe der Herbizide wurden Vertreter der Substanzklassen der Triazine und Phenylharnstoffe (Atrazin, Diuron, Isoproturon, Linuron, Simazin, Terbutryn, Terbutylazin) sowie der Chloracetanilide (Dimethenamid, Metazachlor, Metolachlor, Propachlor) betrachtet. In der Wirkstoffgruppe der Insektizide sind es zwei Vertreter der Organophosphate (Diazinon, Dimethoat), welche die Grundlage für die Beurteilung der Wasserqualität sind. Beim Diazinon bedeutet jeder Nachweis oberhalb der Bestimmungsgrenze eine Überschreitung des Chronischen Qualitätskriteriums, da der erste Wert tiefer liegt als der zweite.

### 3 Resultate

#### 3.1 Die Konzentrationen der Pestizide und Abbauprodukte in den Wochenmischproben von Furtbach und Aabach

##### 3.1.1 Belastung der Wochenmischproben

Jede der 35 Wochenmischproben, die im Rahmen der Pestiziduntersuchungen 2011 an den Hauptmessstellen «Furtbach bei Würenlos» und «Aabach bei Mönchaltorf» erhoben wurden (s. Tab. 2.1), untersuchte man auf die Konzentrationen von 46 Verbindungen (s. Tab. 2.2). In den Wochenmischproben des Furtbachs lagen im Schnitt 18.5 Verbindungen in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze vor, wobei die Konzentrationen von 5.7 Verbindungen den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung überschritten. Die Untersuchung der Wochenmischproben aus dem Aabach ergab, dass im Schnitt jede Probe 11.1 Verbindungen in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze enthielt und die Konzentrationen von jeweils 1.4 Verbindungen den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung überschritten. Die durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und Abbauprodukten in einer Wochenmischprobe betrug für den Furtbach 2.52 µg/l, für den Aabach 0.61 µg/l. In der Tabelle 3.1 werden diese Werte verglichen mit den Resultaten der früheren Kampagnen an diesen beiden Hauptmessstellen. Die Werte in der Spalte «Furtbach 2007 - 2009» sind die Durchschnittswerte der drei Kampagnen 2007, 2008 und 2009.<sup>6</sup>

	Furtbach 2007 - 2009	Furtbach 2011	Aabach 2010	Aabach 2011
Anzahl Wochenmischproben	32	35	35	35
Anzahl untersuchte Verbindungen	49	46	46	46
Durchschnittliche Anzahl Verbindungen pro Probe mit einer Konzentration oberhalb ...				
... der Bestimmungsgrenze;	14.1	18.5	8.4	11.1
... des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung.	3.1	5.7	1.0	1.4
Durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und ihren Abbauprodukten in einer Wochenmischprobe				
	1.51 µg/l	2.52 µg/l	0.51 µg/l	0.61 µg/l

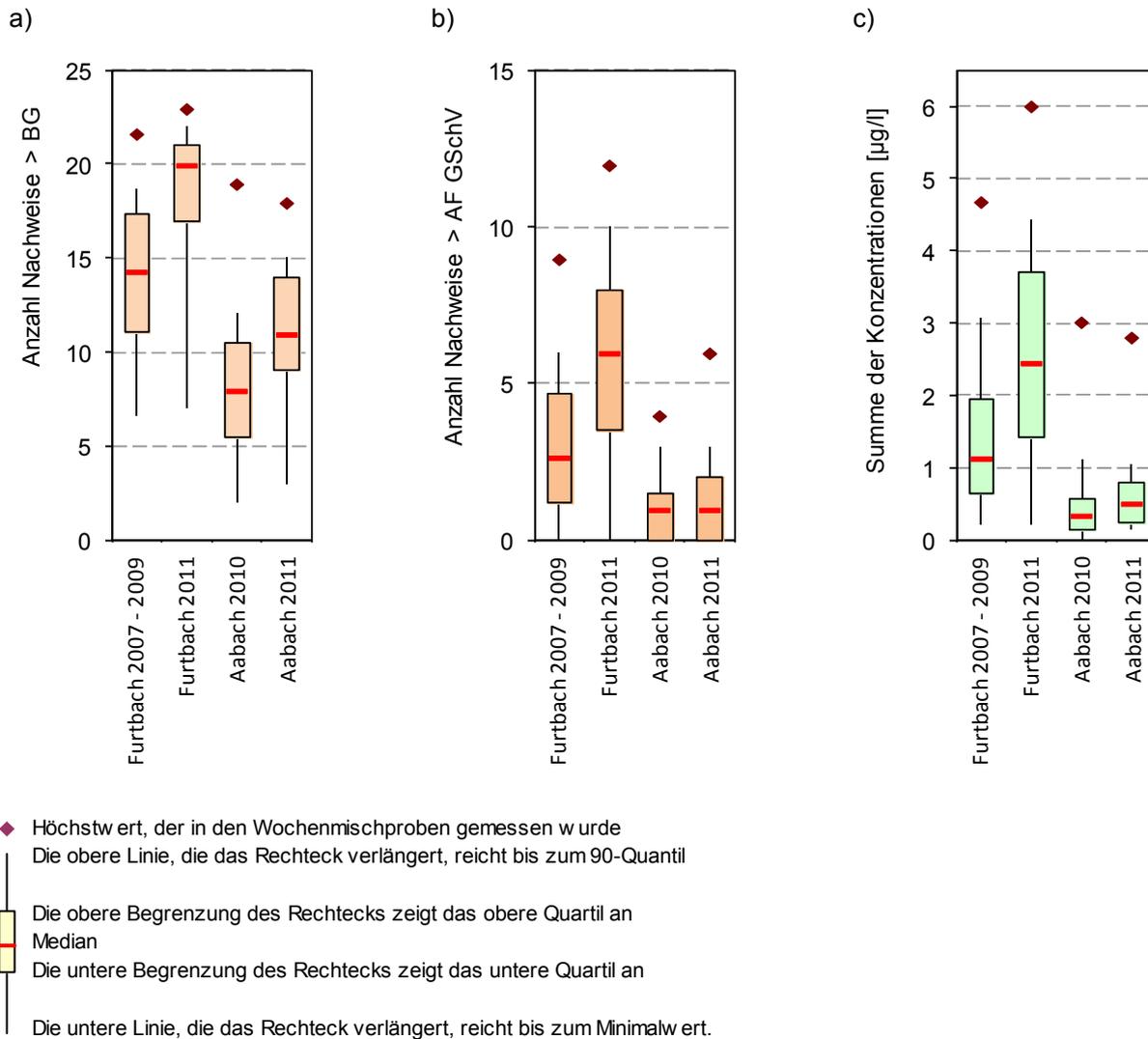
**Tab. 3.1:** Durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung sowie durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und Abbauprodukten in den Wochenmischproben

Abbildung 3.1 stellt in Form von Kastengrafiken<sup>7</sup> dar, wie stark die Belastung der Wochenmischproben von Furtbach und Aabach variierte; diese Resultate werden

<sup>6</sup> Die Zahlen für den Furtbach können nur bedingt miteinander verglichen werden, da der Katalog der Verbindungen, die bestimmt wurden, in den Kampagnen 2007 bis 2009 nicht genau der gleiche war wie in der Kampagne 2011 (s. Kap. 2.2.2).

<sup>7</sup> 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.

wiederum mit den Ergebnissen aus den vorangegangenen Messkampagnen verglichen. Für die Werte des Furtbachs 2007 - 2009 wurden die entsprechenden Mittelwerte eingesetzt.



**Abb. 3.1:** Streuung der Anzahl Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG), der Anzahl Nachweise oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung (AF GSchV) und der Summe der Konzentrationen der untersuchten Verbindungen in den Wochenmischproben

Abbildung 3.1 a) zeigt die Variation der Anzahl der Verbindungen, die in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurden. So war zum Beispiel im Aabach 2011 die höchste Anzahl Verbindungen, die in einer einzelnen Wochenmischprobe gefunden wurde, gleich 18. Abbildung 3.1 b) beschreibt die Variation der Anzahl Verbindungen, die in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung vorlagen. Aus dieser Grafik lässt sich beispielsweise heraus lesen, dass es in allen Messreihen Wochenmischproben gab, in denen keine Verbindung in einer Konzentration oberhalb dieses Werts gefunden wurde.

lung 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.

Abbildung 3.1 c) schliesslich stellt die Variation der Gesamtkonzentration der Schadstoffe in den Wochenmischproben eines Fliessgewässers dar. In den Wochenmischproben des Aabachs 2011 war die maximale Summe der Konzentrationen, die in einer Probe erreicht wurde, 2.82 µg/l. Verglichen mit den anderen Messreihen entspricht dies dem tiefsten Wert. Am anderen Ende des Spektrums steht die maximale Summe der Konzentrationen von 6.02 µg/l, die in einer Wochenmischprobe des Furtbachs im Jahr 2011 gemessen wurde. Der Wert von 4.69 µg/l, der bei «Furtbach 2007 - 2009» aufgetragen ist, entspricht dem Mittelwert der Höchstwerte, die in den drei Messreihen von 2007 bis 2009 gemessen wurden.

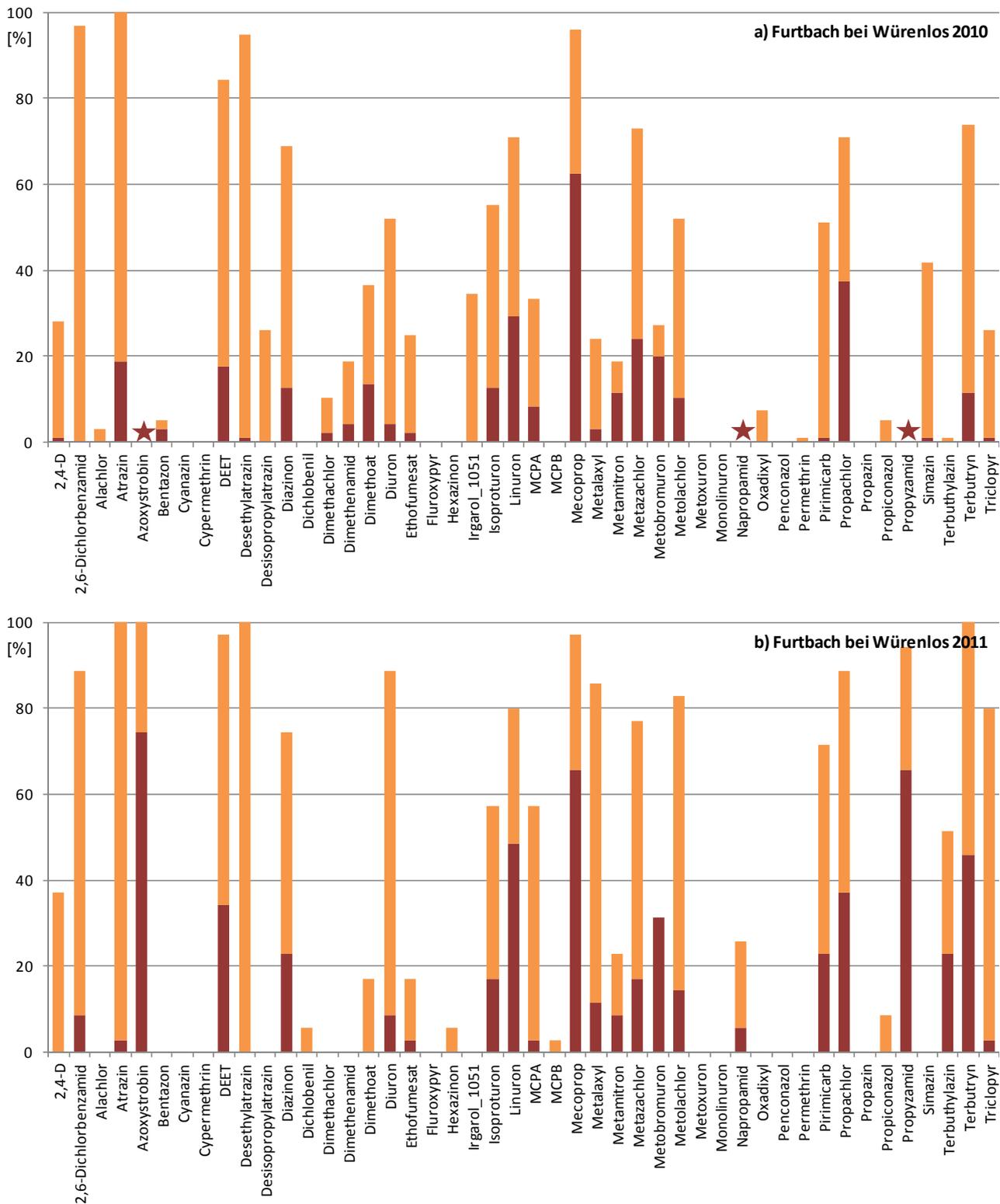
### 3.1.2 Verteilung der Nachweise auf die einzelnen Verbindungen

Tabelle 3.2 listet auf, wie viele der untersuchten Verbindungen mindestens einmal oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG) und wie viele mindestens einmal oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung (AF GSchV) gefunden wurden. Die Zahlen in der Spalte «Furtbach 2007 - 2009» geben die Durchschnittswerte für die drei Messkampagnen 2007, 2008 und 2009 an.

	Furtbach 2007 - 2009	Furtbach 2011	Aabach 2010	Aabach 2011
Anzahl untersuchte Verbindungen	49 (100%)	46 (100%)	46 (100%)	46 (100%)
Anzahl Verbindungen mit Nachweisen oberhalb der BG	30 (62%)	30 (65%)	28 (61%)	29 (63%)
Anzahl Verbindungen mit Nachweisen oberhalb AF GSchV	18 (37%)	23 (50%)	11 (24%)	10 (22%)

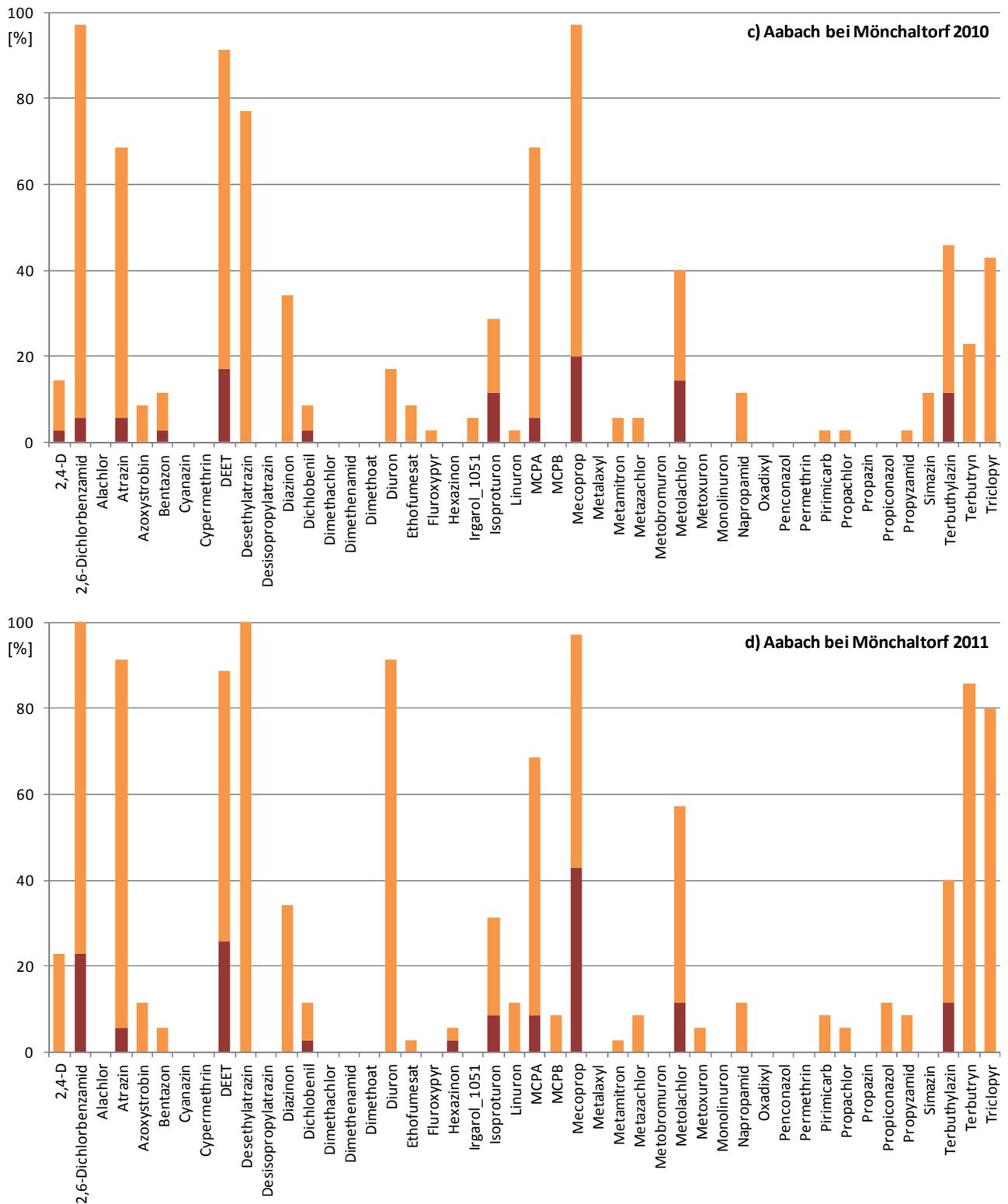
**Tab. 3.2** Anzahl Verbindungen, die in den Wochenmischproben mindestens einmal oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG) oder oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung (AF GSchV) nachgewiesen wurden

Abbildung 3.2 zeigt, wie sich die Nachweise in den Wochenmischproben von Furtbach und Aabach oberhalb der Bestimmungsgrenzen und des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung auf die 46 Verbindungen, die in den Messkampagnen 2010 und 2011 bestimmt wurden, verteilen. In Abbildung 3.3 wird die Durchschnittskonzentration der Verbindungen in den Wochenmischproben, in denen sie nachgewiesen wurden, dargestellt. Für die Grafiken «Furtbach 2007 - 2009» wurden die Durchschnittswerte der drei Messkampagnen 2007, 2008 und 2009 benützt.

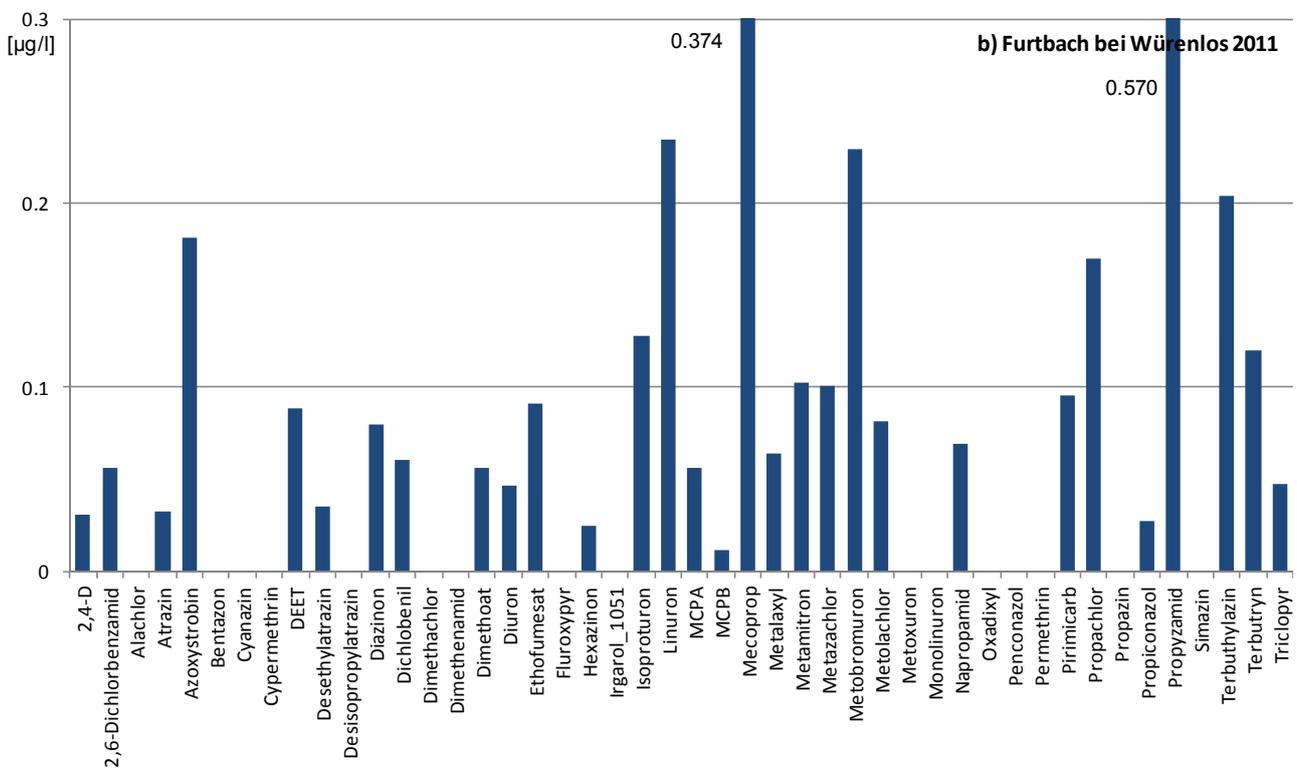
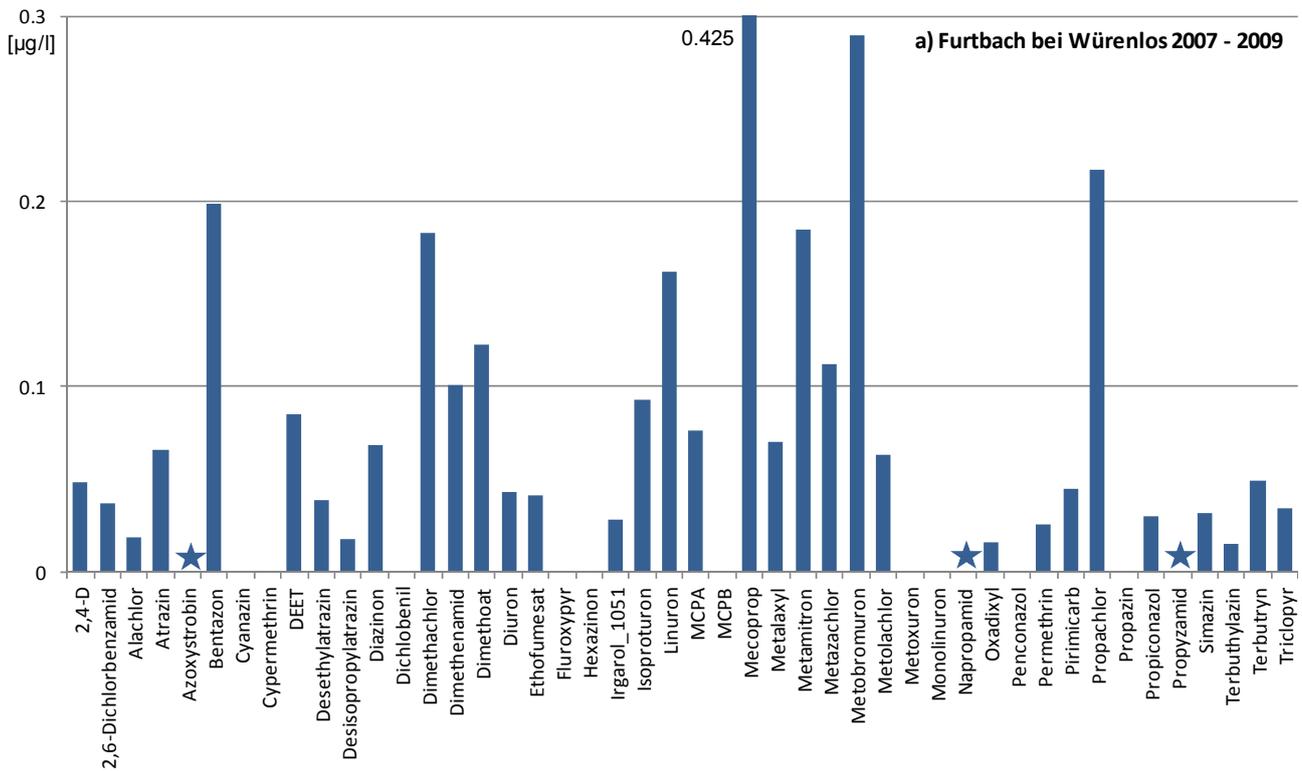


Die mit einem Stern markierten Verbindungen wurden in den Messkampagnen 2007 bis 2009 noch nicht bestimmt.

**Abb. 3.2:** Anteil der Wochenmischproben (in Prozent), in denen eine bestimmte Verbindung oberhalb der Bestimmungsgrenze (gesamte Länge des Balkens) und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässer-schutzverordnung (dunkler Teil des Balkens) gefunden wurde. (Fortsetzung nächste Seite)

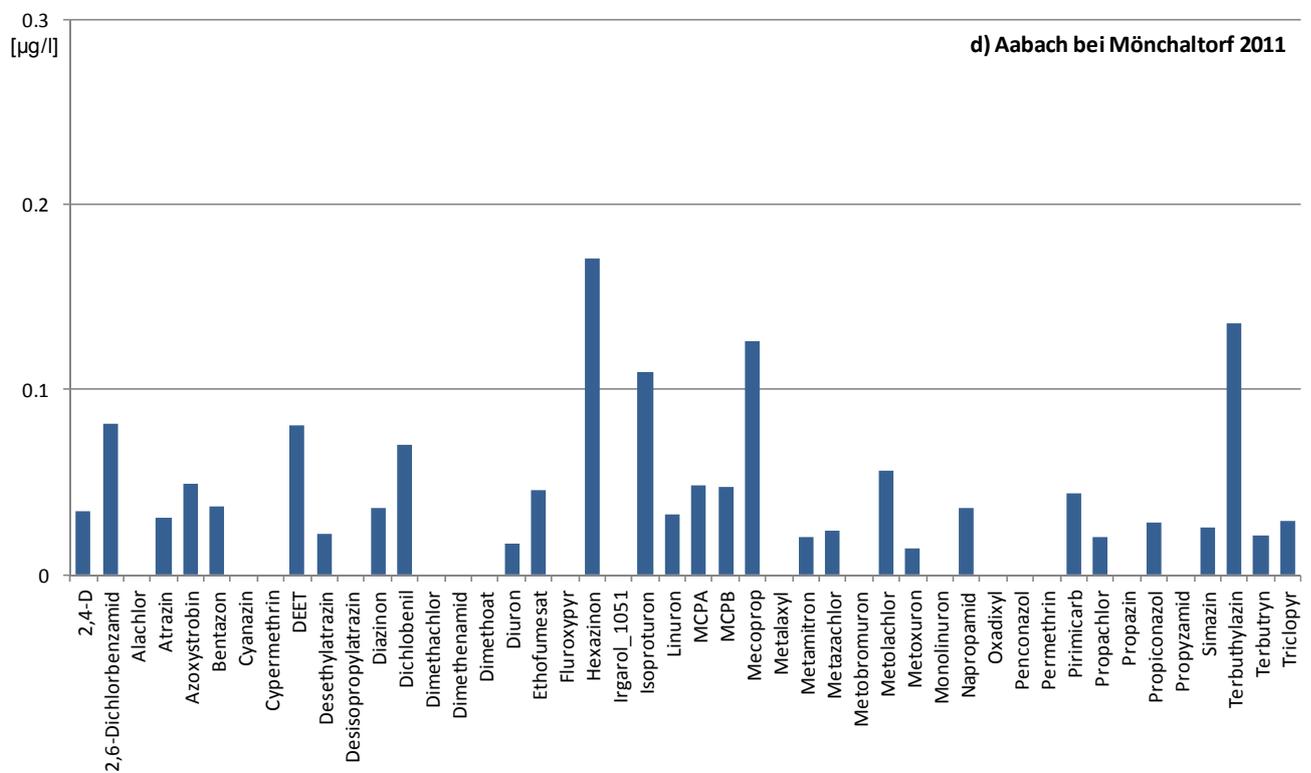
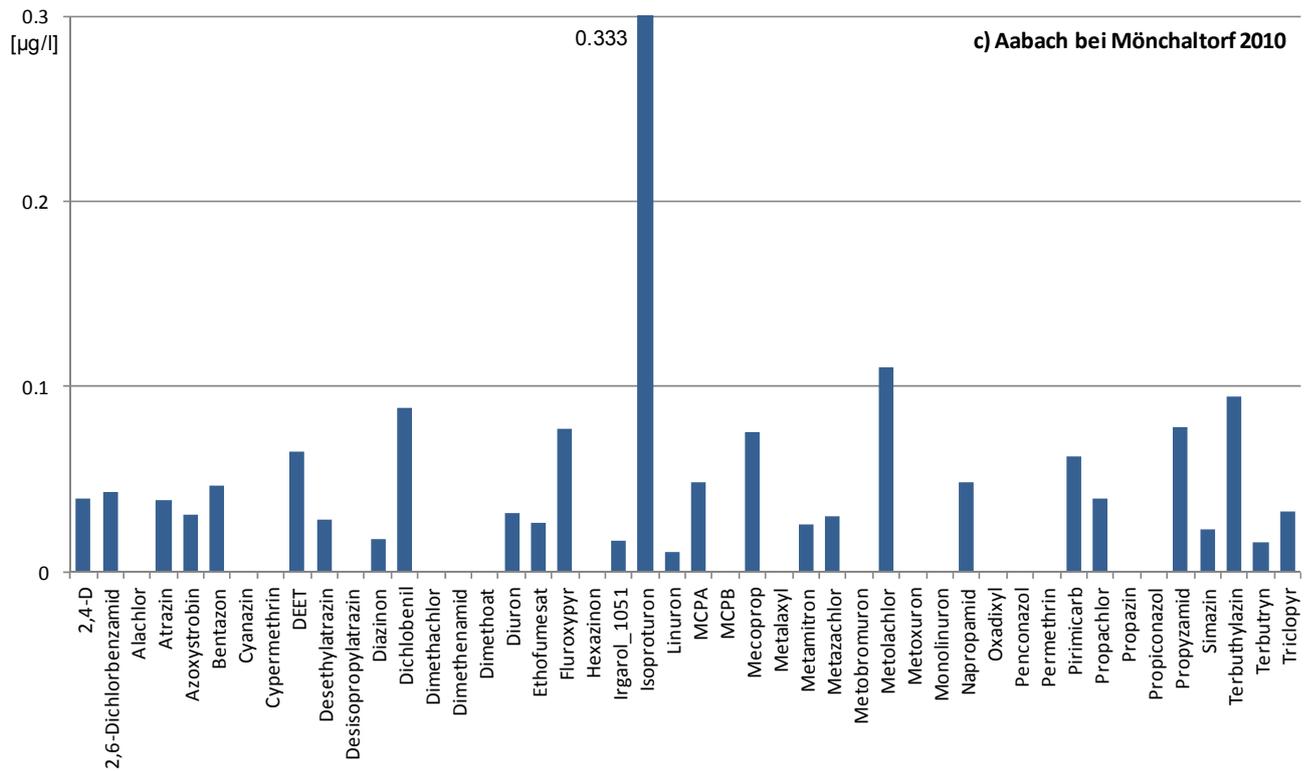


**Abb. 3.2 (Fortsetzung):** Anteil der Wochenmischproben (in Prozent), in denen eine bestimmte Verbindung oberhalb der Bestimmungsgrenze (gesamte Länge des Balkens) und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung (dunkler Teil des Balkens) gefunden wurde



Die mit einem Stern markierten Verbindungen wurden in den Messkampagnen 2007 bis 2009 noch nicht bestimmt.

Abb. 3.3: Durchschnittliche Konzentrationen der Verbindungen in den Wochenmischproben, in denen sie in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurden. (Fortsetzung nächste Seite)



**Abb. 3.3 (Fortsetzung):** Durchschnittliche Konzentrationen der Verbindungen in den Wochenmischproben, in denen sie in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurden

### 3.2 Vergleich der Wochenmisch- mit den Monatsstichproben

In diesem Abschnitt werden die Wochenmisch- (WMP) mit den Monatsstichproben (MSP) verglichen, und zwar anhand der Anzahl Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenze und des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung sowie der Durchschnitts- und Maximalkonzentrationen in diesen beiden Probenotypen.

In den 35 Wochenmischproben des Furtbachs lagen im Schnitt 18.5 Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze vor, wobei die Konzentrationen von 5.7 Verbindungen den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung überschritten (s. Tab. 3.1). Die entsprechenden Zahlen für die Monatsstichproben betragen 16.3 resp. 3.6. In den 35 Wochenmischproben des Aabachs überschritten im Schnitt die Konzentrationen von 11.1 Verbindungen die Bestimmungsgrenze und die Konzentration von 1.4 Verbindung den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung. In den Monatsstichproben waren es 8.9 resp. 1.4 Verbindungen. Die durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und Abbauprodukten in einer Wochenmischprobe betrug für den Furtbach 2.52 µg/l und für den Aabach 0.61 µg/l; die Monatsstichproben wiesen eine Durchschnittskonzentration von 2.21 µg/l resp. 0.45 µg/l auf. (Tab. 3.3)

	Furtbach 2011		Aabach 2011	
	WMP	MSP	WMP	MSP
Anzahl Proben	35	8	35	8
Anzahl untersuchte Verbindungen	46	46	46	46
Durchschnittliche Anzahl Verbindungen pro Probe mit einer Konzentration oberhalb ...				
... der Bestimmungsgrenze;	18.5	16.3	11.1	8.9
... des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung.	5.7	3.6	1.4	1.4
Durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und Abbauprodukten in einer Wochenmischprobe				
	2.52 µg/l	2.21 µg/l	0.61 µg/l	0.45 µg/l

**Tab. 3.3:** Durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung sowie durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und Abbauprodukten in den Wochenmisch- (WMP) und Monatsstichproben (MSP)

Tabelle 3.4 führt für alle Pestizide und Abbauprodukte, die in den Wochenmisch- und Monatsstichproben der beiden Fließgewässer in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden, die höchsten Konzentrationen auf, die in Furtbach und Aabach in den beiden Probenotypen gemessen wurden. Für die Werte «Furtbach 2007 - 2009» wurden die Durchschnittswerte der drei Messreihen eingesetzt.

Furtbach 2007 - 2009			Furtbach 2011					ZV
	WMP	MSP		WMP	MSP	CQK	AQK	LAWA
2,4-D	0.139	0.050	2,4-D	0.072	0.026			2
2,6-Dichlorbenzamid	0.082	0.067	2,6-Dichlorbenzamid	0.128	0.094			
Alachlor	0.010	0.005	Alachlor	-	-			
Atrazin	0.338	0.171	Atrazin	0.246	0.053	1.8	15	
Azoxystrobin	x	x	Azoxystrobin	0.562	0.143			
Bentazon	0.262	-	Bentazon	-	-			70
Cyanazin	-	-	Cyanazin	-	-			
Cypermethrin	-	-	Cypermethrin	-	-			
DEET	0.540	0.526	DEET	0.266	0.172			
Desethylatrazin	0.104	0.077	Desethylatrazin	0.060	0.053			
Desisopropylatrazin	0.029	0.013	Desisopropylatrazin	-	-			
Diazinon	0.264	0.109	Diazinon	0.256	0.174	0.0027	0.14	
Dichlobenil	-	-	Dichlobenil	0.077	0.059			
Dimethachlor	0.356	-	Dimethachlor	-	-			
Dimethenamid	0.393	0.004	Dimethenamid	-	-			
Dimethoat	0.312	0.434	Dimethoat	0.083	0.371	0.026	1.38	0.2
Diuron	0.146	0.037	Diuron	0.224	0.079	0.15	1.3	0.05
Ethofumesat	0.129	0.079	Ethofumesat	0.280	0.015			
Fluroxypyr	-	-	Fluroxypyr	-	-			
Hexazinon	-	-	Hexazinon	0.039	-			
Irgarol 1051	0.060	0.035	Irgarol 1051	-	-			
Isoproturon	0.549	0.186	Isoproturon	1.376	0.497	0.27	2.2	0.3
Linuron	0.731	0.656	Linuron	0.821	3.447	0.32	2.6	0.3
MCPA	0.270	0.095	MCPA	0.588	0.029			2
MCPB	-	0.008	MCPB	0.012	0.021			
Mecoprop	2.451	2.417	Mecoprop	2.038	0.389			50
Metalaxyl	0.227	0.035	Metalaxyl	0.184	0.207			
Metamitron	0.504	0.494	Metamitron	0.340	0.064			
Metazachlor	0.653	0.221	Metazachlor	0.609	1.967	0.13	1.9	0.4
Metobromuron	0.695	0.446	Metobromuron	0.394	0.551			
Metolachlor	0.271	0.229	Metolachlor	0.450	0.063	0.3	4.4	0.2
Metoxuron	-	-	Metoxuron	-	-			
Monolinuron	-	-	Monolinuron	-	-			
Napropamid	x	x	Napropamid	0.187	0.042			
Oxadixyl	0.016	0.017	Oxadixyl	-	-			
Penconazol	-	-	Penconazol	-	-			
Permethrin	0.009	-	Permethrin	-	-			
Pirimicarb	0.120	0.131	Pirimicarb	0.480	0.093			
Propachlor	1.337	0.256	Propachlor	1.630	0.066	0.09	1.4	
Propazin	-	-	Propazin	-	-			
Propiconazol	0.027	0.004	Propiconazol	0.039	-			
Propyzamid	x	x	Propyzamid	2.578	0.209			
Simazin	0.088	0.077	Simazin	-	0.024	2.8	23	0.1
Terbutylazin	0.005	0.010	Terbutylazin	1.839	2.054	0.38	3.1	0.5
Terbutryn	0.137	0.053	Terbutryn	0.588	0.124	0.17	1.4	
Triclopyr	0.077	0.035	Triclopyr	0.573	0.249			

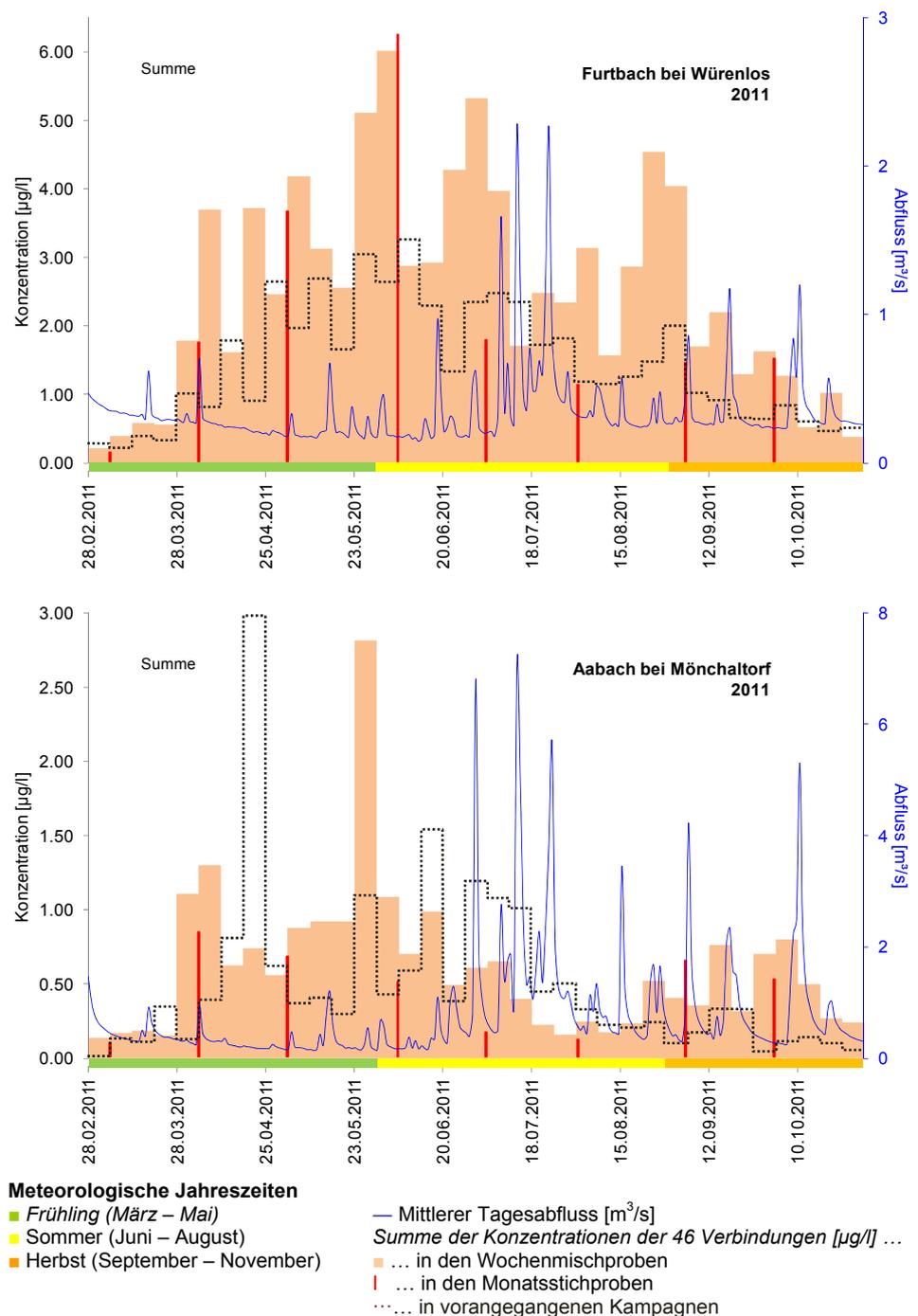
**Tab. 3.4 a):** Höchste Konzentrationen, die für jede Verbindung in den Wochenmisch- (WMP) und Monatsstichproben (MSP) im Furtbach gemessen wurden. Überschreitet der Wert den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung, ist der Wert braun hinterlegt. Werden die Qualitätskriterien überschritten, sind diese violett hinterlegt

Aabach 2010			Aabach 2011			CQK	AQK	ZV
	WMP	MSP		WMP	MSP			LAWA
2,4-D	0.105	0.053	2,4-D	0.063	-			2
2,6-Dichlorbenzamid	0.156	0.111	2,6-Dichlorbenzamid	0.247	0.168			
Alachlor	-	-	Alachlor	-	-			
Atrazin	0.216	0.082	Atrazin	0.149	0.292	1.8	15	
Azoxystrobin	0.043	-	Azoxystrobin	0.094	0.012			
Bentazon	0.108	0.052	Bentazon	0.037	-			70
Cyanazin	-	-	Cyanazin	-	-			
Cypermethrin	-	-	Cypermethrin	-	-			
DEET	0.232	0.135	DEET	0.237	0.124			
Desethylatrazin	0.064	0.049	Desethylatrazin	0.053	0.037			
Desisopropylatrazin	-	-	Desisopropylatrazin	-	-			
Diazinon	0.028	0.019	Diazinon	0.073	0.065	0.0027	0.14	
Dichlobenil	0.186	0.079	Dichlobenil	0.100	0.016			
Dimethachlor	-	-	Dimethachlor	-	-			
Dimethenamid	-	-	Dimethenamid	-	-			
Dimethoat	-	-	Dimethoat	-	-	0.026	1.38	0.2
Diuron	0.043	0.035	Diuron	0.034	0.018	0.15	1.3	0.05
Ethofumesat	0.040	-	Ethofumesat	0.046	-			
Fluroxypyr	0.077	-	Fluroxypyr	-	-			
Hexazinon	-	-	Hexazinon	0.322	0.017			
Irgarol 1051	0.018	-	Irgarol 1051	-	-			
Isoproturon	2.011	0.259	Isoproturon	0.626	0.265	0.27	2.2	0.3
Linuron	0.011	-	Linuron	0.056	0.020	0.32	2.6	0.3
MCPA	0.370	0.104	MCPA	0.303	0.241			2
MCPB	-	0.016	MCPB	0.078	-			
Mecoprop	0.549	0.197	Mecoprop	0.400	0.181			50
Metalaxyl	-	-	Metalaxyl	-	-			
Metamitron	0.026	-	Metamitron	0.020	-			
Metazachlor	0.035	-	Metazachlor	0.039	0.046	0.13	1.9	0.4
Metobromuron	-	-	Metobromuron	-	-			
Metolachlor	0.458	0.081	Metolachlor	0.251	0.061	0.3	4.4	0.2
Metoxuron	-	-	Metoxuron	0.015	-			
Monolinuron	-	-	Monolinuron	-	-			
Napropamid	0.066	0.095	Napropamid	0.070	0.141			
Oxadixyl	-	-	Oxadixyl	-	-			
Penconazol	-	-	Penconazol	-	-			
Permethrin	-	-	Permethrin	-	-			
Pirimicarb	0.062	-	Pirimicarb	0.099	-			
Propachlor	0.040	-	Propachlor	0.021	-	0.09	1.4	
Propazin	-	-	Propazin	-	-			
Propiconazol	-	-	Propiconazol	0.044	0.022			
Propyzamid	0.078	-	Propyzamid	0.030	0.029			
Simazin	0.031	0.013	Simazin	-	-	2.8	23	0.1
Terbutylazin	0.540	0.137	Terbutylazin	0.970	0.120	0.38	3.1	0.5
Terbutryn	0.029	0.023	Terbutryn	0.085	0.026	0.17	1.4	
Triclopyr	0.063	0.032	Triclopyr	0.095	0.043			

**Tab. 3.4 b):** Höchste Konzentrationen, die für jede Verbindung in den Wochenmisch- (WMP) und Monatsstichproben (MSP) im Aabach gemessen wurden. Überschreitet der Wert den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung, ist der Wert braun hinterlegt. Werden die Qualitätskriterien überschritten, sind diese violett hinterlegt.

### 3.3 Jahreszeitlicher Verlauf der Belastung

Abbildung 3.4 zeigt die Summen der Konzentrationen der 46 Verbindungen in den Proben der beiden Messreihen 2011 von Furtbach und Aabach. Die Balken geben die Gesamtkonzentrationen in den Wochenmischproben an, die roten Linien diejenigen in den Monatsstichproben. Die blaue Kurve entspricht den mittleren Tagesabflüssen der beiden Fließgewässer. Die gepunktete Linie in der Grafik für den Furtbach entspricht den Durchschnittswerten für die Gesamtkonzentrationen in den Wochenmischproben des Furtbachs in den Jahren 2007 - 2009, diejenige in der Grafik für den Aabach den Werten für die Gesamtkonzentrationen der Messreihe 2010.



**Abb. 3.4:** Summen der Konzentrationen der 46 Verbindungen in den Wochenmisch- und Monatsstichproben von Furtbach und Aabach im Jahresverlauf

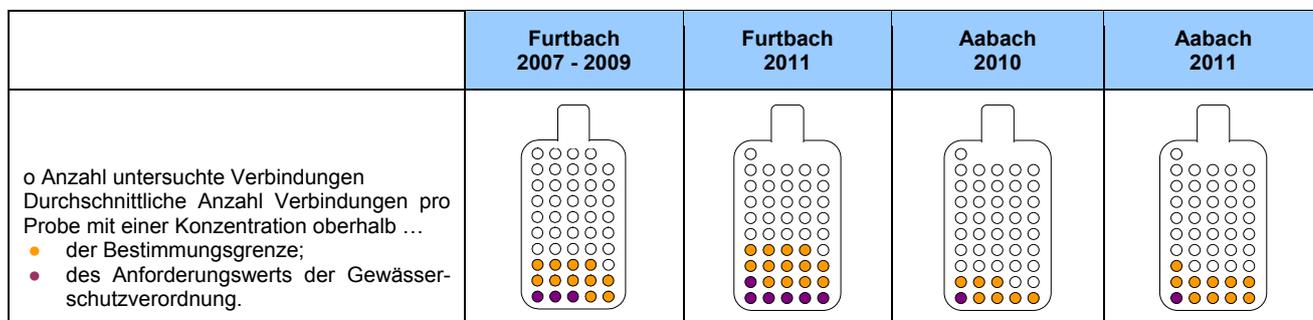
## 4 Diskussion

### 4.1 Belastung der Wochenmischproben

Betrachtet man die *durchschnittliche* Belastung der Wochenmischproben von Furtbach und Aabach mit Pestiziden und Abbauprodukten (s. Tab. 3.1), so können zwei Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Der Furtbach ist stärker belastet als der Aabach.
- Die Belastung der beiden Fließgewässer mit Pestiziden und Abbauprodukten war im Jahr 2011 grösser als in den Jahren zuvor.

Abbildung 4.1 stellt dar, wie viele Verbindungen im Durchschnitt in einer Wochenmischprobe in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze und wie viele Verbindungen im Durchschnitt oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachgewiesen wurden:



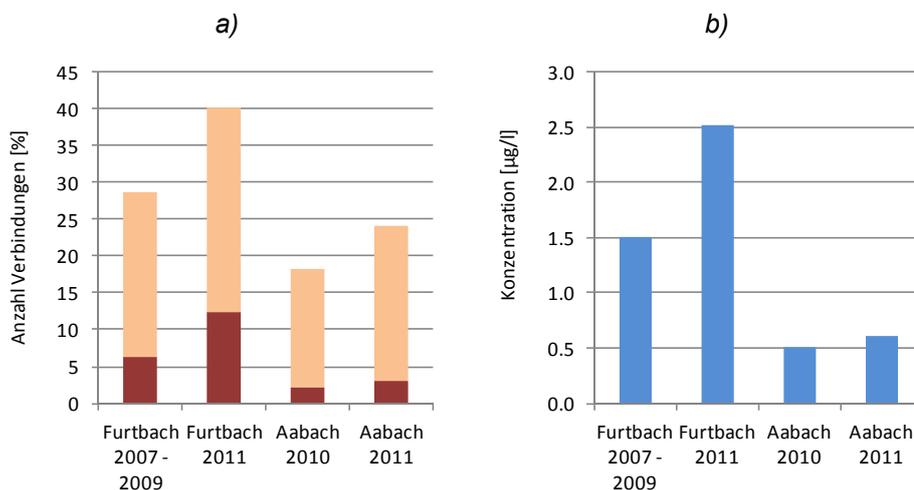
**Abb. 4.1:** Durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung in den Wochenmischproben

In einer durchschnittlichen Wochenmischprobe des Furtbachs waren in der Kampagne 2011 19 Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachweisbar, wobei die Konzentrationen von sechs Verbindungen den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung überschritten. In den Kampagnen 2007 - 2009 betragen diese Zahlen durchschnittlich 14 resp. drei. An dieser Stelle ist allerdings noch einmal darauf hinzuweisen, dass der Katalog der untersuchten Verbindungen in den Kampagnen 2007 - 2009 nicht derselbe war wie in den Kampagnen 2010 und 2011. Sechs Verbindungen, die in den Kampagnen 2007 - 2009 nie oder nur vereinzelt nachgewiesen werden konnten, hat man durch drei Verbindungen ersetzt, die in den folgenden Kampagnen häufig und in hohen Konzentrationen gefunden wurden (s. Kap. 2.2.2).

In den Wochenmischproben des Aabachs wurden im Jahr 2010 im Durchschnitt acht Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze und eine Verbindung in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung gefunden, im Jahr 2011 betragen die entsprechenden Zahlen elf resp. eine Verbindung.

Abbildung 4.2 a) auf der nächsten Seite stellt diese Informationen in Form von Balkendiagrammen dar. Da in den Messkampagnen 2007 - 2009 der Katalog der unter-

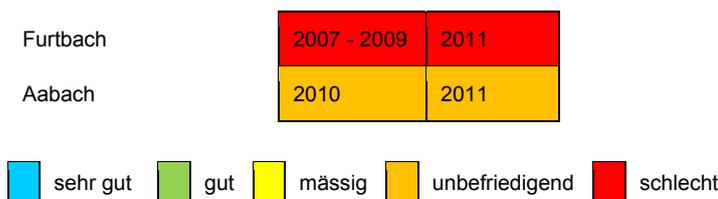
suchten Verbindungen 49 und nicht 46 Schadstoffe umfasste, wurden für das Diagramm Prozentzahlen verwendet. In Abbildung 4.2 b) sind die durchschnittlichen Konzentrationen an Pestiziden und Abbauprodukten in einer Wochenmischprobe dargestellt. Für die Werte des Furtbachs 2007 - 2009 wurden wie in Abbildung 4.1 die Mittelwerte der Messreihen dieser Jahre eingesetzt.



**Abb. 4.2:** a) Durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze (gesamter Balken) und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung (dunkler Teil des Balkens) pro Wochenmischprobe  
b) Durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und ihren Abbauprodukten in einer Wochenmischprobe

In einer durchschnittlichen Wochenmischprobe des Aabachs wurden 2011 2.7 Verbindungen mehr in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden als 2010. Für die Anzahl der Verbindungen, die in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung gefunden wurden, betrug die Zunahme 0.4. Auch die durchschnittliche Summe der Konzentrationen der Pestizide und Abbauprodukte in einer Wochenmischprobe wuchs um 0.1 µg/l an. Die Werte des Furtbachs stiegen 2011 im Vergleich zu den Mittelwerten der Messreihen 2007 - 2009 noch stärker an. Dieses Resultat ist aber mit Vorsicht zu betrachten, da, wie oben bereits erwähnt wurde, in den Messkampagnen 2007 - 2009 der Katalog der untersuchten Verbindungen nicht der gleiche war wie in den Kampagnen 2010 und 2011.

Stellt man diese Resultate mit Hilfe des Belastungsindex dar, wie er in Kapitel 2.3.1 vorgestellt wurde, so ergibt sich folgendes Bild (Abb. 4.3):



**Abb. 4.3:** Beurteilung der Wasserqualität von Furtbach und Aabach mittels Belastungsindex

Mit diesem Index wird die Wasserqualität des Furtbachs als «schlecht» taxiert, diejenige des Aabachs als «unbefriedigend», und zwar über alle Kampagnen.

Betrachtet man nicht die durchschnittliche Belastung der Wochenmischproben, sondern wie deren Belastung variierte (s. *Abb. 3.1*), so bestätigt sich dieser Eindruck. Die Wochenmischproben des Furtbachs zeigen eine wesentlich stärkere Belastung als diejenigen des Aabachs, und die Proben 2011 waren bei beiden Fliessgewässern stärker belastet als die Proben der vorangegangenen Kampagnen.

Der Grund dafür, dass der Furtbach stärker belastet ist als der Aabach, dürfte in der Wasserführung und den Charakteristika der Einzugsgebiete der beiden Fliessgewässer liegen (s. *Tab. 1.1*). Der mittlere Jahresabfluss des Aabachs war 2011 fast doppelt so gross wie derjenige des Furtbachs. Das bedeutet, dass Pestizidstösse im Aabach stärker verdünnt werden als im Furtbach, was zu weniger Nachweisen oberhalb der Bestimmungsgrenzen und zu weniger Überschreitungen des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung führte. Was die Einzugsgebiete der beiden Fliessgewässer betrifft, so sind sie mit rund 44 km<sup>2</sup> praktisch gleich gross. Obwohl der Anteil der Landwirtschaftsfläche im Einzugsgebiet des Aabachs grösser ist als im Furttal, ist die Belastung des Aabachs geringer. Der Grund dafür dürfte sein, dass im Einzugsgebiet des Aabachs eine Landwirtschaft betrieben wird, die mit weniger Pestiziden auskommt als im Furttal. Ausserdem ist im Furttal der Anteil Siedlungsfläche grösser als im Einzugsgebiet des Aabachs. Zusammen mit der kleineren Wasserführung des Furtbachs führt das dazu, dass der Anteil gereinigten Abwassers im Furtbach mehr als dreimal so gross ist wie im Aabach. Da ein Teil der Pestizide über die Kläranlagen in die Gewässer gelangt, führt auch dies zu einer höheren Belastung des Furtbachs.

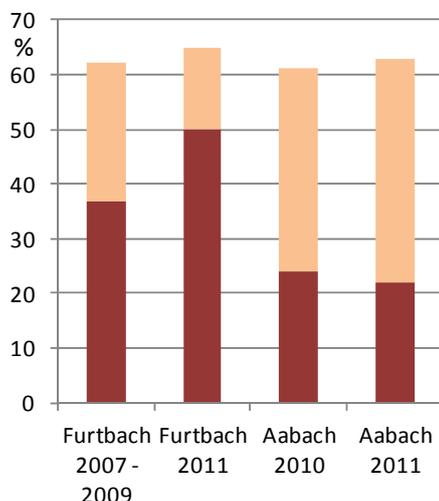
## 4.2 Nachgewiesene Verbindungen

Abbildung 4.4 auf der nächsten Seite stellt dar, wie viele Verbindungen in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenzen und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachgewiesen wurden (s. *Tab. 3.2*). Da in den Messkampagnen 2007 bis 2009 49 Verbindungen untersucht wurden, in den Kampagnen 2010 und 2011 hingegen nur 46, wurden für die Grafik die Prozentzahlen verwendet. Für die Werte des Furtbachs 2007 - 2009 wurden die Mittelwerte der Messreihen dieser Jahre eingesetzt.

Diese Grafik zeigt, dass in den Wochenmischproben beider Fliessgewässer zwischen 61 und 65 Prozent der untersuchten Verbindungen in mindestens einer Probe in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenzen gefunden wurden. Im Jahr 2011 wurden in den Wochenmischproben des Furtbachs aber gut doppelt so viele Verbindungen in Konzentrationen oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung gefunden wie in den Proben des Aabachs, nämlich 50 Prozent in den Furtbach- und 22 Prozent in den Aabachproben. Dies bestätigt den Befund, dass der Furtbach stärker belastet ist der Aabach. Dass der Anteil Verbindungen, die in Konzentrationen oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung auftraten, im Furtbach im Jahr 2011 höher ist als der Durchschnittswert der drei Messreihen 2007 - 2009, kann zum Teil wiederum darauf zurückgeführt werden, dass man sechs Verbindungen, die nie oder nur sehr selten gefunden wurden, ge-

gen drei Verbindungen austauschte, die dann häufig und in hohen Konzentrationen auftraten.

**Abb. 4.4:** Anzahl Verbindungen, die oberhalb der Bestimmungsgrenzen (gesamte Länge des Balkens) und des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung (dunkler Teil des Balkens) nachgewiesen wurden (in Prozent)



In Tabelle 4.1 sind die nachgewiesenen Verbindungen in vier Gruppen eingeteilt, je nachdem, wie häufig und in welchen Konzentrationen sie auftraten (s. Kap. 2.3.1). Kriterien für die Gruppeneinteilung sind, ob eine Verbindung in mehr als der Hälfte der Wochenmischproben in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden kann oder nicht, und ob die Durchschnittskonzentration in den Proben, in denen sie nachgewiesen wird, unterhalb oder oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung liegt (s. Abb. 2.2). Im Wesentlichen wird in Tabelle 4.1 die Information aus den Abbildungen 3.2 und 3.3 zusammengefasst. Abbildung 3.2 stellt u.a. den Anteil der Wochenmischproben dar, in denen eine bestimmte Verbindung in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurde, während Abbildung 3.3 die durchschnittliche Konzentration der Verbindungen in diesen Wochenmischproben zeigt.

Die Resultate der Messkampagne 2011 sind ergänzt mit denjenigen der vorangegangenen Kampagnen an diesen Messstellen. Die Resultate der drei Messreihen des Furtbachs 2007 - 2009 sind in einer Zeile zusammengefasst: eine Verbindung wurde dann in eine bestimmte Gruppe aufgenommen, wenn sie in mindestens zwei der drei Messreihen in der entsprechenden Gruppe auftrat. Die Verbindungen, die in weniger als der Hälfte der Proben und in einer Durchschnittskonzentration unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachgewiesen wurden (Gruppe IV), sind nicht aufgeführt.

Werden die Messreihen 2007 - 2009 des Furtbachs ausgewertet, findet man fünf Wirkstoffe in der Gruppe I: Isoproturon, Linuron, Mecoprop, Metazachlor und Propachlor. Die gleichen fünf Stoffe traten auch in der Messreihe «Furtbach 2011» in dieser Gruppe auf, wobei 2011 noch vier Stoffe dazukommen: Azoxystrobin und Propyzamid sind zwei der drei Stoffe, die in den Messkampagnen vor 2010 noch nicht analysiert wurden, während Terbutylazin und Terbutryn zwei Wirkstoffe sind, die wie Atrazin zu der Substanzklasse der Triazine gehören (s. Tab. 2.2). Auf die Entwicklung der Belastung mit Triazinen wird weiter unten eingegangen.

	<b>Gruppe I:</b> Anteil Proben mit Werten > BG: 50 – 100 % Durchschnittskonzentration > AF GSchV	<b>Gruppe II:</b> Anteil Proben mit Werten > BG: 0 – 50 % Durchschnittskonzentration > AF GSchV	<b>Gruppe III:</b> Anteil Proben mit Werten > BG: 50 – 100 % Durchschnittskonzentration < AF GSchV	<b>Gruppe IV:</b> Anteil Proben mit Werten > BG: 0 – 50 % Durchschnittskonzentration < AF GSchV
<b>Furtbach 2007 - 2009</b>	Isoproturon Linuron Mecoprop Metazachlor Propachlor	Bentazon Metamitron Metobromuron	2,6-Dichlorbenzamid Atrazin DEET Desethylatrazin Diazinon Diuron Metolachlor Pirimicarb Terbutryn	Restliche Verbindungen
<b>Furtbach 2011</b>	Azoxystrobin Isoproturon Linuron Mecoprop Metazachlor Propachlor Propyzamid Terbutylazin Terbutryn	Metamitron Metobromuron	2,6-Dichlorbenzamid Atrazin DEET Desethylatrazin Diazinon Diuron MCPA Metalaxyl Metolachlor Pirimicarb Triclopyr	Restliche Verbindungen
<b>Aabach 2010</b>	-	Isoproturon Metolachlor	2,6-Dichlorbenzamid Atrazin DEET Desethylatrazin MCPA Mecoprop	Restliche Verbindungen
<b>Aabach 2011</b>	Mecoprop	Hexazinon Isoproturon Terbutylazin	2,6-Dichlorbenzamid Atrazin DEET Desethylatrazin Diuron MCPA Metolachlor Terbutryn Triclopyr	Restliche Verbindungen

**Tab. 4.1:** Einteilung der Pestizide und Abbauprodukte in Gruppen, je nach Häufigkeit ihrer Nachweise und durchschnittlichen Konzentration in den Wochenmischproben, in denen sie nachgewiesen wurden

In der Gruppe II fallen beim Furtbach vor allem Metamitron und Metobromuron auf. Das Boden- und Blattherbizid Metamitron gehört ebenfalls zu der Substanzklasse der Triazine und wird im Anbau von Rüben und Zuckerrüben eingesetzt. Seine Applikationszeit liegt im Frühjahr; im Jahr 2011 wurde es ausschliesslich in den Wochenmischproben der Monate April und Mai gefunden. Metobromuron ist ein Herbizid der Substanzklasse der Phenylharnstoffe, das im Anbau von Feldsalat verwendet wird. Im Furtbach trat Metobromuron in allen Messkampagnen nur im Spätsommer und Herbst in Erscheinung.

Im Aabach trat 2010 keine Verbindung in der Gruppe I auf. Das heisst, keine Verbindung wurde in mehr als der Hälfte der Proben in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen, wobei die Durchschnittskonzentration in diesen Proben oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung gelegen hätte. Im Jahr 2011 wies die Gruppe I beim Aabach einen Vertreter auf, nämlich Mecoprop. Mecoprop wurde in 97 Prozent der Proben gefunden, wobei die Durchschnittskonzentration in diesen Proben 0.130 µg/l betrug. Im Jahr 2010 konnte diese

Verbindung noch der Gruppe III zugeteilt werden. Zu den Verbindungen, die in weniger als der Hälfte der Wochenmischproben gefunden wurden, dort aber in hohen Konzentrationen auftraten, gehörten 2010 Isoproturon und Metolachlor, 2011 Hexazinon, Isoproturon und Terbutylazin. Während Hexazinon im Wesentlichen nur einmal, dafür aber in einer Konzentration von 0.322 µg/l gefunden wurde, konnte man Metolachlor in der zweiten Hälfte des Frühlings, in der ersten Hälfte des Sommers und im Herbst nachweisen.

Die Verbindungen, die in beiden Fließgewässern in mehr als der Hälfte der Proben auftraten, wobei die Durchschnittskonzentrationen in diesen Proben jeweils unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung lagen (Gruppe III), waren die beiden Abbauprodukte 2,6-Dichlorbenzamid und Desethylatrazin sowie Atrazin und DEET.

### **Entwicklung der Belastung des Furtbachs mit Triazinen**

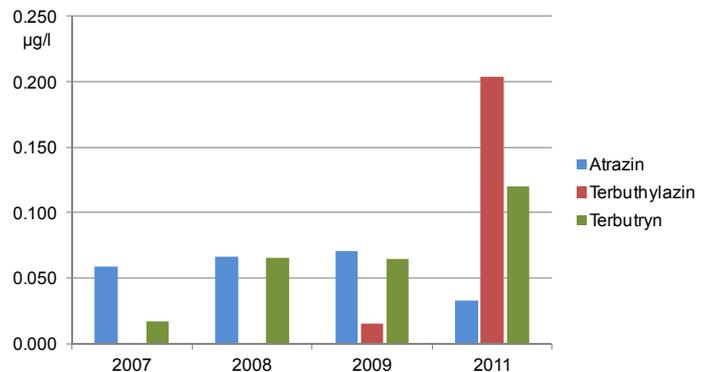
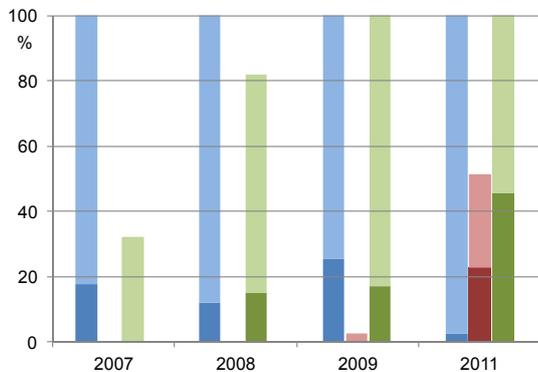
Die Abbildung 4.5 stellt die Entwicklung der Belastung des Furtbachs mit den Triazinen Atrazin, Terbutylazin und Terbutryn dar. Diese Entwicklung ist darum interessant, weil die Verwendung von Atrazin ab dem 30. Juni 2011 verboten ist. Es ist deshalb anzunehmen, dass das Jahr 2011 dazu benützt wurde, Restbestände von Atrazin aufzubrechen, während bereits vermehrt seine Ersatzstoffe zur Anwendung kamen. Tatsächlich ist Atrazin im Jahr 2011 noch in allen Proben nachweisbar, aber die Konzentrationen sinken. Das zeigt sich einerseits darin, dass der Anteil der Proben, in denen die Konzentration des Atrazins oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung liegt, 2011 sehr viel niedriger liegt als in den Jahren zuvor (*Abb. 4.5 a*)), und andererseits in der tiefen Durchschnittskonzentration im Jahr 2011 (*Abb. 4.5 b*)). Im selben Zug, wie die Belastung mit Atrazin abnimmt, steigt die Belastung mit Terbutylazin und Terbutryn an. Beleg dafür sind die steigende Anzahl Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenze und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung sowie die steigenden Durchschnittskonzentrationen. Im Aabach ist eine ähnliche Tendenz erkennbar, da in der Auswertung für 2011 das Terbutylazin in der Gruppe II und das Terbutryn in der Gruppe III auftauchen. In der Auswertung für 2010 waren sie noch in der Gruppe IV der «restlichen Verbindungen» zu finden (*s. Tab. 4.1*).

Der Wirkstoff Terbutylazin tritt vermutlich darum häufiger und in höheren Konzentrationen auf, weil er in vielen Herbizidmischungen für Mais das Atrazin ersetzt. In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass Terbutylazin als toxischer eingeschätzt wird als Atrazin. Die Werte für das Chronische und das Akute Qualitätskriterium sind beim Terbutylazin rund fünfmal kleiner als beim Atrazin (*s. Tab. 2.2*). Im Jahr 2011 erreichte die maximale Konzentration des Terbutylazins in den Wochenmischproben des Furtbachs den rund fünffachen Wert des Chronischen Qualitätskriteriums, in den Wochenmischproben des Aabachs den rund 2.5-fachen (*s. Tab. 3.4*).

Für Produkte, die als Wirkstoff Terbutryn enthalten, existieren keine Bewilligungen mehr. Die Aufbrauchfrist lief bis zum 31.7.2011. Die steigenden Konzentrationen von Terbutryn sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass Restbestände aufge-

braucht wurden. Eine Grundbelastung mit Terbutryn wird u.U. bestehen bleiben, da dieser Stoff als Algizid in Fassadenanstrichen verwendet wird.

## Furtbach



a) Anteil der Wochenmischproben (in Prozent), in denen Atrazin, Terbutylazin und Terbutryn oberhalb der Bestimmungsgrenze (gesamte Länge des Balkens) und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung (dunkler Teil des Balkens) gefunden wurden.

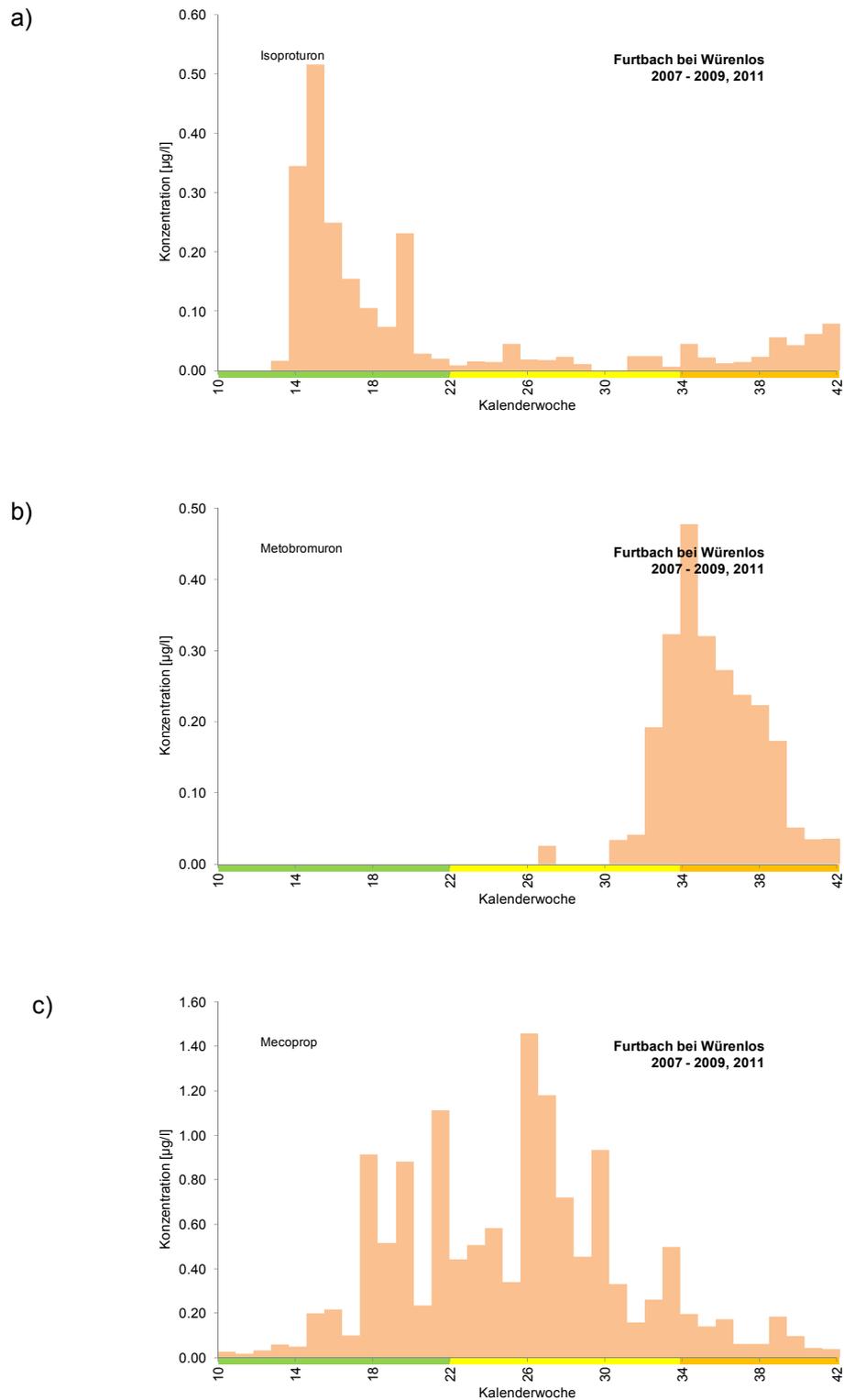
b) Durchschnittliche Konzentrationen von Atrazin, Terbutylazin und Terbutryn in den Wochenmischproben, in denen sie oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurden.

Abb. 4.5: Zeitliche Entwicklung der Belastung des Furtbachs mit Triazinen

### Belastung des Furtbachs mit Isoproturon, Metobromuron und Mecoprop

Abbildung 4.6 zeigt die mittlere Belastung des Furtbachs mit den drei Herbiziden Isoproturon, Metobromuron und Mecoprop. Die Konzentrationen entsprechen dem Durchschnitt aus den vier Messkampagnen 2007 bis 2009 und 2011. Isoproturon und Metobromuron, die nur in der Landwirtschaft verwendet werden, treten gemäss ihrer Applikationszeit saisonal auf, während Mecoprop, das sowohl in Pflanzenschutzmitteln als auch in Biozidprodukten zu finden ist und nicht nur in der Landwirtschaft, sondern auch von privaten Anwendern benützt wird, von Frühjahr bis Herbst nachgewiesen werden kann.

Isoproturon ist ein Blatt- und Bodenherbizid aus der Substanzklasse der Phenylharnstoffe, das Getreidefelder frei von Unkraut hält. Deshalb wird es vor allem in der zweiten Hälfte des Frühlings ausgebracht sowie in der zweiten Hälfte des Herbstes zur Behandlung von Feldern für Wintergetreide. Der Peak in Woche 20 ist auf einen hohen Wert im Jahr 2009 zurückzuführen (0.815 µg/l). Die Höhe des Werts ist an und für sich nichts Aussergewöhnliches; auffallend ist, dass er so spät im Jahr auftrat (Abb. 4.6 a)). Metobromuron gehört wie Isoproturon zur Substanzklasse der Phenylharnstoffe. Da es vor allem beim Anbau von Feldsalat verwendet wird, kann es vorwiegend im Spätsommer und in der ersten Hälfte des Herbstes im Wasser nachgewiesen werden (Abb. 4.6 b)). Bei Mecoprop schliesslich handelt es sich um eine Phenoxycarbonsäure, die beim Anbau von Getreide, zur Bekämpfung von breitblättrigen Unkräutern im Rasen und als Durchwurzelungsschutz in Flachdächern eingesetzt wird (Abb. 4.6 c)).

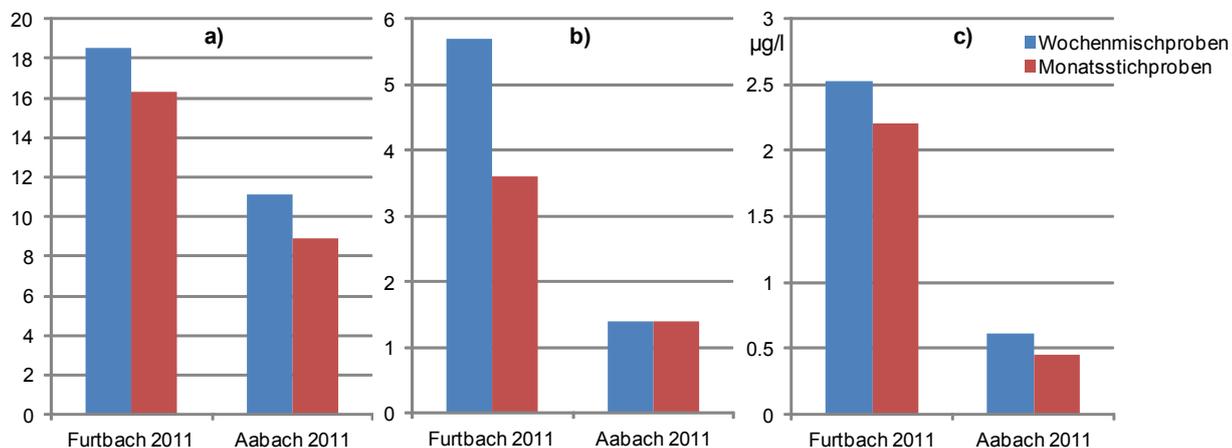


**Abb. 4.6:** Belastung des Furtbachs mit Isoproturon, Metobromuron und Mecoprop Die Konzentrationen entsprechen dem Durchschnitt aus den vier Messkampagnen 2007 bis 2009 und 2011

### 4.3 Vergleich der Wochenmisch- mit den Monatsstichproben

Im Rahmen der Messkampagnen an den Hauptmessstellen wurden jeweils nicht nur Wochenmischproben, sondern auch Monatsstichproben erhoben. Das Ziel war zu überprüfen, ob die beiden Probentypen ein vergleichbares Bild der Belastung eines Fließgewässers vermitteln. Bei Stichproben besteht die Gefahr, dass kurzzeitig auftretende Pestizide oder Konzentrationsspitzen verpasst werden. Bei den kontinuierlich gesammelten Mischproben hingegen tragen alle Pestizidstöße zum Gesamtbild bei. Es ist daher zu erwarten, dass Wochenmischproben eine umfassendere Beurteilung der Belastung eines Fließgewässers ermöglichen als Monatsstichproben. Weil Monatsstichproben aber schnell, unkompliziert und ohne fest installierte Apparaturen erhoben werden können, wird die Wasserqualität von Fließgewässern oft mit ihrer Hilfe überwacht. Die Messkampagnen an den Hauptmessstellen bieten eine gute Gelegenheit, die Aussagekraft von Monatsstich- und Wochenmischproben miteinander zu vergleichen.

In Abbildung 4.7 werden die durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenze und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung sowie die durchschnittlichen Konzentrationen an Schadstoffen in den beiden Probentypen miteinander verglichen (s. Tab. 3.3). Es wird einerseits ersichtlich, dass die Monatsstichproben genauso wie die Wochenmischproben auf eine wesentlich höhere Belastung des Furtbachs im Vergleich zum Aabach hinweisen, und dass andererseits aufgrund der Wochenmischproben auf eine geringfügig höhere Belastung der Gewässer geschlossen werden kann als aufgrund der Monatsstichproben.



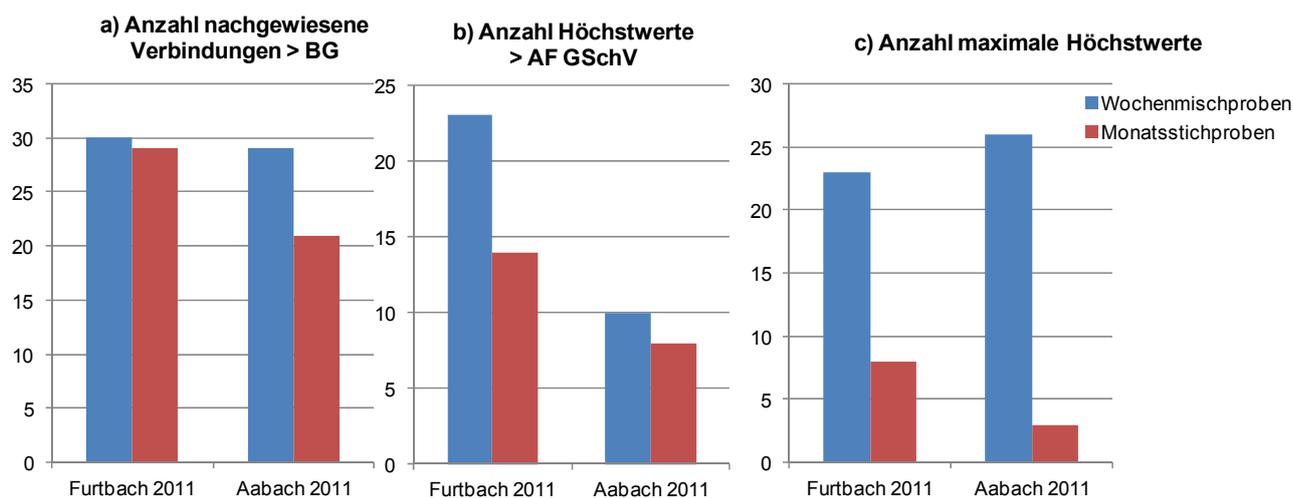
**Abb. 4.7:** Durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze (a) und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung (b) sowie durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und Abbauprodukten (c) in den 35 Wochenmisch- und acht Monatsstichproben von Furtbach und Aabach

In Tabelle 4.2 werden die Resultate, die in Tabelle 3.4 dargestellt sind, zusammengefasst. Vergleicht man die Anzahl Verbindungen, die in den Wochenmischproben des Furtbachs in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurden, mit der Anzahl Verbindungen, die man in den Monatsstichproben fand, so stimmen die Werte für alle Untersuchungsperioden gut überein. Bei der Anzahl Verbindungen hingegen, deren Konzentration den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung überschreitet, ist der Wert bei den Wochenmischproben rund 1.7-

mal grösser als bei den Monatsstichproben. Vergleicht man die Höchstwerte, die in den Wochenmisch- und den Monatsstichproben gefunden wurden, so stellt man fest, dass die Höchstwerte in den Wochenmischproben die Höchstwerte der Monatsstichproben bei drei- bis sechsmal mehr Verbindungen übertreffen. Im Aabach wurden in den Wochenmischproben rund 1.5-mal mehr Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen als in den Monatsstichproben. In den Wochenmischproben fand man auch deutlich mehr Verbindungen in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung als in den Monatsstichproben. Ein Vergleich der Höchstwerte, die in den beiden Probenarten gefunden wurden, zeigt schliesslich, dass bei fast allen Verbindungen die Höchstwerte in den Wochenmischproben diejenigen in den Monatsstichproben übertrafen. Abbildung 4.8 stellt die Resultate der Tabelle 4.2 grafisch dar.

**Tab. 4.2:** Vergleich der Wochenmischproben (WMP) mit den Monatsstichproben (MSP)

Furtbach 2007 - 2009			Furtbach 2011		
	WMP	MSP		WMP	MSP
Anzahl nachgewiesene Verbindungen	33	31	Anzahl nachgewiesene Verbindungen	30	29
Überschreitungen AF GSchV	23	13	Überschreitungen AF GSchV	23	14
Anzahl Maximalwerte	29	5	Anzahl Maximalwerte	23	8
Aabach 2010			Aabach 2011		
	WMP	MSP		WMP	MSP
Anzahl nachgewiesene Verbindungen	28	19	Anzahl nachgewiesene Verbindungen	29	21
Überschreitungen AF GSchV	11	6	Überschreitungen AF GSchV	10	8
Anzahl Maximalwerte	27	2	Anzahl Maximalwerte	26	3



**Abb. 4.8:** Vergleich der Anzahl Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG), der Anzahl Höchstwerte oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung (AF GSchV) und der Anzahl Verbindungen, die den höchsten Wert in einer Wochenmisch- resp. Monatsstichprobe zeigten

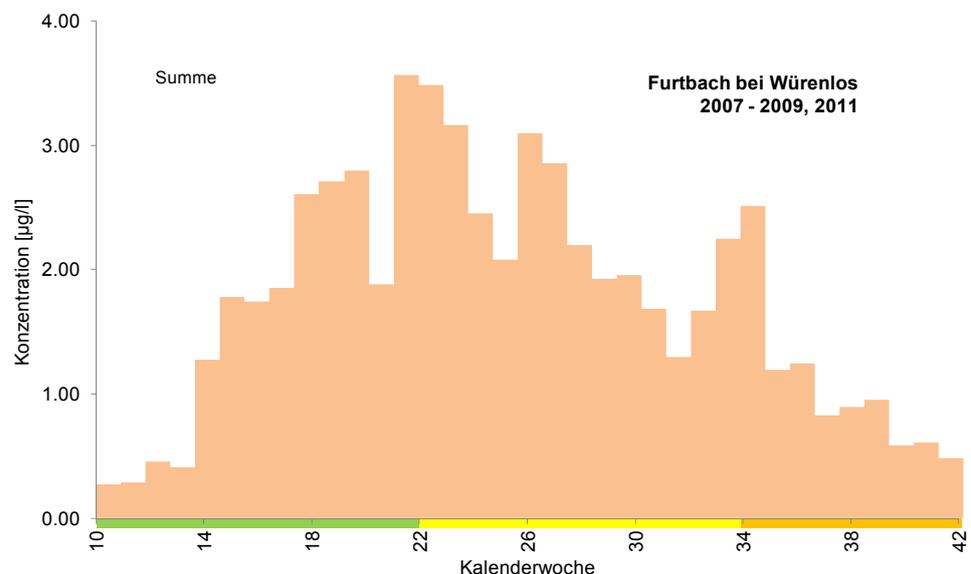
Aus diesen Resultaten kann geschlossen werden, dass die Wochenmischproben ein umfassenderes Bild der Belastung eines Fliessgewässers ergeben als die Monatsstichproben. Der Hauptgrund liegt darin, dass kurzzeitig auftretende Pestizide oder

Konzentrationsspitzen mit den Monatsstichproben nur zufällig erfasst werden, während sie in den Wochenmischproben immer zum Gesamtbild beitragen. Obwohl aber die Anzahl der Proben und die Art der Probenahme sehr verschieden sind, kann mit beiden Methoden die höhere Belastung des Furtbachs im Vergleich zum Aabach belegt werden.

#### 4.4 Jahreszeitlicher Verlauf der Belastung

Man stellt bei beiden Fliessgewässern fest, dass die Wochenmischproben mit hohen Konzentrationen an Pestiziden von Anfang April bis Mitte September auftreten. Zwischen diesen Eckpunkten ist der 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. (s. Abb. 3.4)

Bei den Wochenmischproben des Furtbachs, die im Jahr 2011 erhoben wurden, ist die Spitze vom 4. April hauptsächlich durch Isoproturon verursacht, vom 18. April durch Propyzamid, vom 2. Mai durch Propachlor, vom 23. und 30. Mai durch die beiden Triazine Simazin und Terbutylazin, vom 20. und 27. Juni und 4. Juli durch Mecoprop und Propyzamid, und in den drei Wochen nach dem 15. August durch Propyzamid. Nimmt man die Resultate der vier Messkampagnen 2007 bis 2009 und 2011 an der Hauptmessstelle «Furtbach bei Würenlos» zusammen und berechnet für jede Woche die durchschnittliche Summe der Konzentrationen, ergibt sich Abbildung 4.9:



**Abb. 4.9:** Mittlere Summen der Konzentrationen in den Wochenmischproben der Furtbachkampagnen

**Meteorologische Jahreszeiten**

■ Frühling (März – Mai)

■ Sommer (Juni – August)

■ Herbst (September – November)

■ ... in den Wochenmischproben

■ Sommer (Juni – August)

■ Summe der Konzentrationen

■ ... in den Wochenmischproben

Es zeigt sich der typische hügelartige Verlauf, wobei sich zwei Maxima abzeichnen, eines im Übergang vom Frühling zum Sommer und das andere im Übergang vom Sommer zum Herbst.

In den Wochenmischproben des Aabachs, die im Jahr 2011 erhoben wurden, treten die beiden ersten auffälligen Pestizidstöße in den zwei Wochen nach dem 28. März auf, verursacht durch Isoproturon und Mecoprop (s. Abb. 3.4). Auch im Jahr 2010 ging der erste Pestizidstoss auf das Konto von Isoproturon: die Gesamtkonzentration an Pestiziden und Abbauprodukten der Proben vom 22.3. und 5.4. bis 19.4.2010 bestanden zu zwei Dritteln aus Isoproturon. Der Pestizidstoss vom 23. Mai 2011 wurde zu einem Drittel durch Terbutylazin verursacht.

#### 4.5 Beurteilung der Wasserqualität mittels stoffspezifischen Qualitätskriterien

Die von Chèvre et al. (2006) erarbeitete Methode, wie mit Hilfe der Chronischen und Akuten Qualitätskriterien die Wasserqualität bezüglich einzelner Pestizidgruppen beurteilt werden kann, wurde in Kapitel 2.3.2 vorgestellt. In Abbildung 4.10 sind die Resultate der Wochenmischproben ausgewertet, ergänzt mit den Beurteilungen für die vorangegangenen Messkampagnen. Die Beurteilung für den Furtbach 2007 - 2009 wurde bestimmt, indem die Wasserqualität mit Noten zwischen 1 (sehr gut) und 5 (schlecht) bewertet und anschliessend der Durchschnitt gebildet wurde.

	Furtbach		Aabach	
	2007 - 09	2011	2010	2011
Triazine und Phenylharnstoffe	unbefriedigend	schlecht	mässig	mässig
Chloracetanilide	schlecht	schlecht	gut	gut
Organophosphate	schlecht	schlecht	mässig	mässig

■ sehr gut   
 ■ gut   
 ■ mässig   
 ■ unbefriedigend   
 ■ schlecht

**Abb. 4.10:** Beurteilung der untersuchten Fliessgewässer gemäss Chronischer und Akuter Qualitätskriterien

Der Aabach erhielt im Jahr 2011 bezüglich der Triazine und Phenylharnstoffe nur das Prädikat «mässig». Grund dafür waren je drei Wochenmischproben mit erhöhten Konzentrationen an Isoproturon resp. Terbutylazin. Bei den Chloracetaniliden waren es vor allem die hohen Konzentrationen an Metolachlor, die zu der Einstufung der Wasserqualität des Aabachs als «gut» statt «sehr gut» führten. Von den beiden Vertretern der Organophosphate trat ausschliesslich Diazinon in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze in Erscheinung, und zwar in zwölf der 35 Wochenmischproben. Diese Beobachtungen entsprechen den Resultaten der Kampagne des Jahres 2010.

## 5 Literatur

- [1] Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft AWEL. 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] Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft AWEL. Baudirektion Kanton Zürich (2008): *Pestiziduntersuchungen bei den Hauptmessstellen Furtbach Würenlos und Glatt vor Rhein im Jahr 2007*.
- [4] Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft AWEL. Baudirektion Kanton Zürich (2009): *Pestiziduntersuchungen bei den Hauptmessstellen Furtbach Würenlos und Jonen nach ARA Zwillikon im Jahr 2008*.
- [5] Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft AWEL. Baudirektion Kanton Zürich (2010): *Pestiziduntersuchungen bei den Hauptmessstellen Furtbach bei Würenlos, Glatt vor Rhein, Jonen nach ARA Zwillikon und Reppisch bei Dietikon in den Jahren 2007 bis 2009*.
- [6] Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft AWEL. Baudirektion Kanton Zürich (2011): *Pestiziduntersuchungen bei den Hauptmessstellen Furtbach bei Würenlos und Aabach bei Mönchaltorf im Jahr 2011 mit einem Vergleich zu den Resultaten der früheren Untersuchungen an diesen Stellen*.
- [7] [http://www.awel.zh.ch/internet/audirektion/awel/de/wasserwirtschaft/messdaten/fg\\_qualitaet.html](http://www.awel.zh.ch/internet/audirektion/awel/de/wasserwirtschaft/messdaten/fg_qualitaet.html) (letzter Aufruf: 6.2.2012)
- [8] Chèvre, Nathalie: *Pestizide in Schweizer Oberflächengewässern – Wirkungsbasierte Qualitätskriterien*. GWA 4 (2006): 297-307.
- [9] AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft. Baudirektion Kanton Zürich (2006): *Wasserqualität der Seen, Fliessgewässer und des Grundwassers im Kanton Zürich. Statusbericht 2006*.

## Anhang

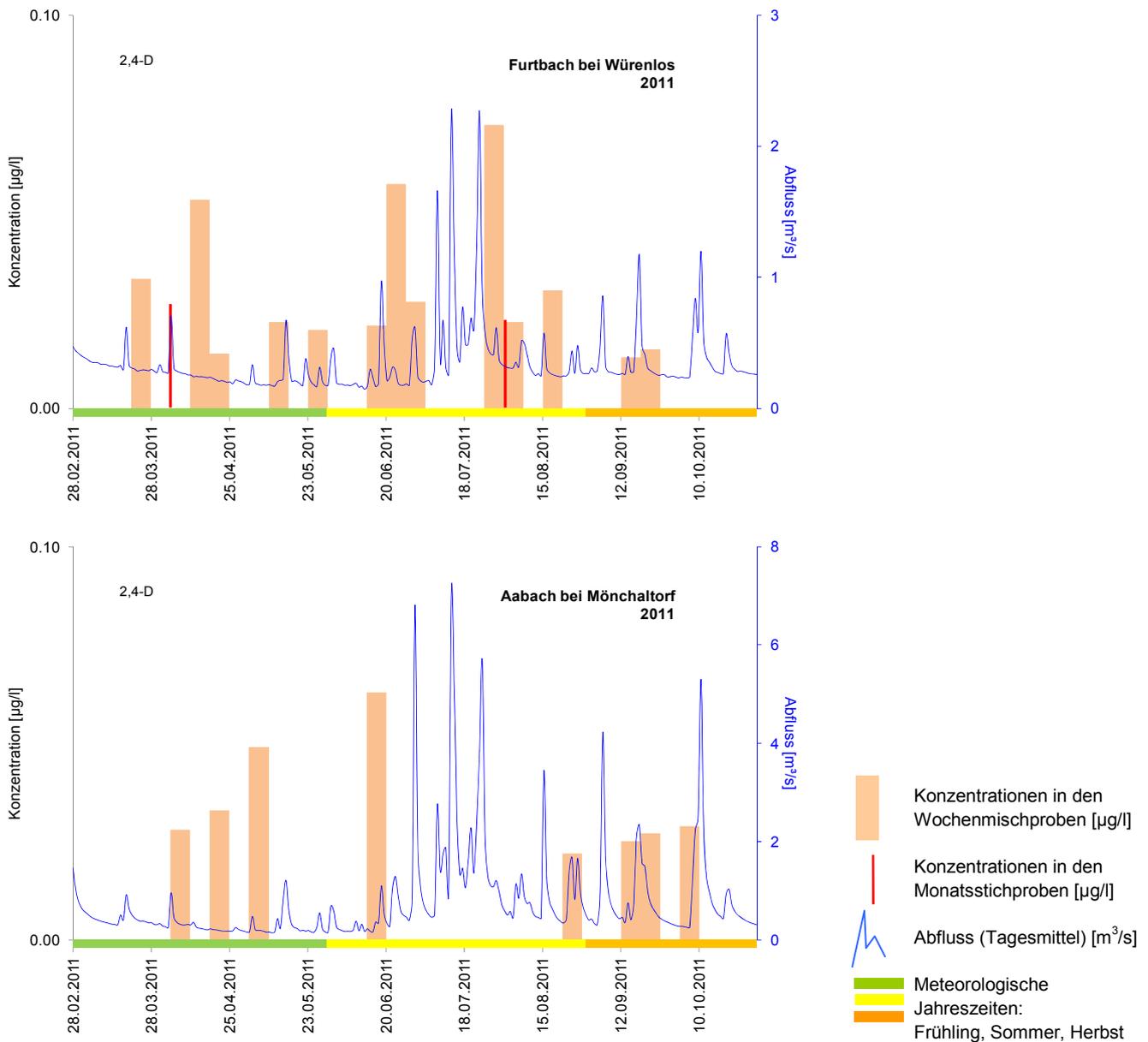
Die Wochenmisch- und Monatsstichproben aus Furtbach und Aabach wurden auf 46 Pestizide und Abbauprodukte untersucht (s. Tab. 2.3). Dreizehn Verbindungen wurden 2011 weder in Furt- noch in Aabach in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden (s. Tab. 3.4):

Alachlor, Cyanazin, Cypermethrin, Desisopropylatrazin, Dimethachlor, Dimethenamid, Fluroxypyr, Irgarol 1051, Monolinuron, Oxadixyl, Penconazol, Permethrin, Propazin

Von den folgenden 33 Verbindungen sind die Resultate im Anhang dargestellt (s. Tab. 3.4):

2,4-D.....	40
2,6-Dichlorbenzamid .....	41
Atrazin .....	42
Azoxystrobin.....	43
Bentazon .....	44
DEET .....	45
Desethylatrazin .....	46
Diazinon .....	47
Dichlobenil.....	48
Dimethoat.....	49
Diuron.....	50
Ethofumesat.....	51
Hexazinon .....	52
Isoproturon .....	53
Linuron .....	54
MCPA.....	55
MCPB.....	56
Mecoprop .....	57
Metalaxyl .....	58
Metamitron .....	59
Metazachlor.....	60
Metobromuron.....	61
Metolachlor.....	62
Metoxuron .....	63
Napropamid.....	64
Pirimicarb .....	65
Propachlor.....	66
Propiconazol .....	67
Propyzamid .....	68
Simazin.....	69
Terbuthylazin.....	70
Terbutryn.....	71
Triclopyr.....	72

■ 2,4-D



**2,4-D**

**Substanzklasse**  
Phenoxycarbonsäure

**Einsatzgebiet**  
Mais, Getreide

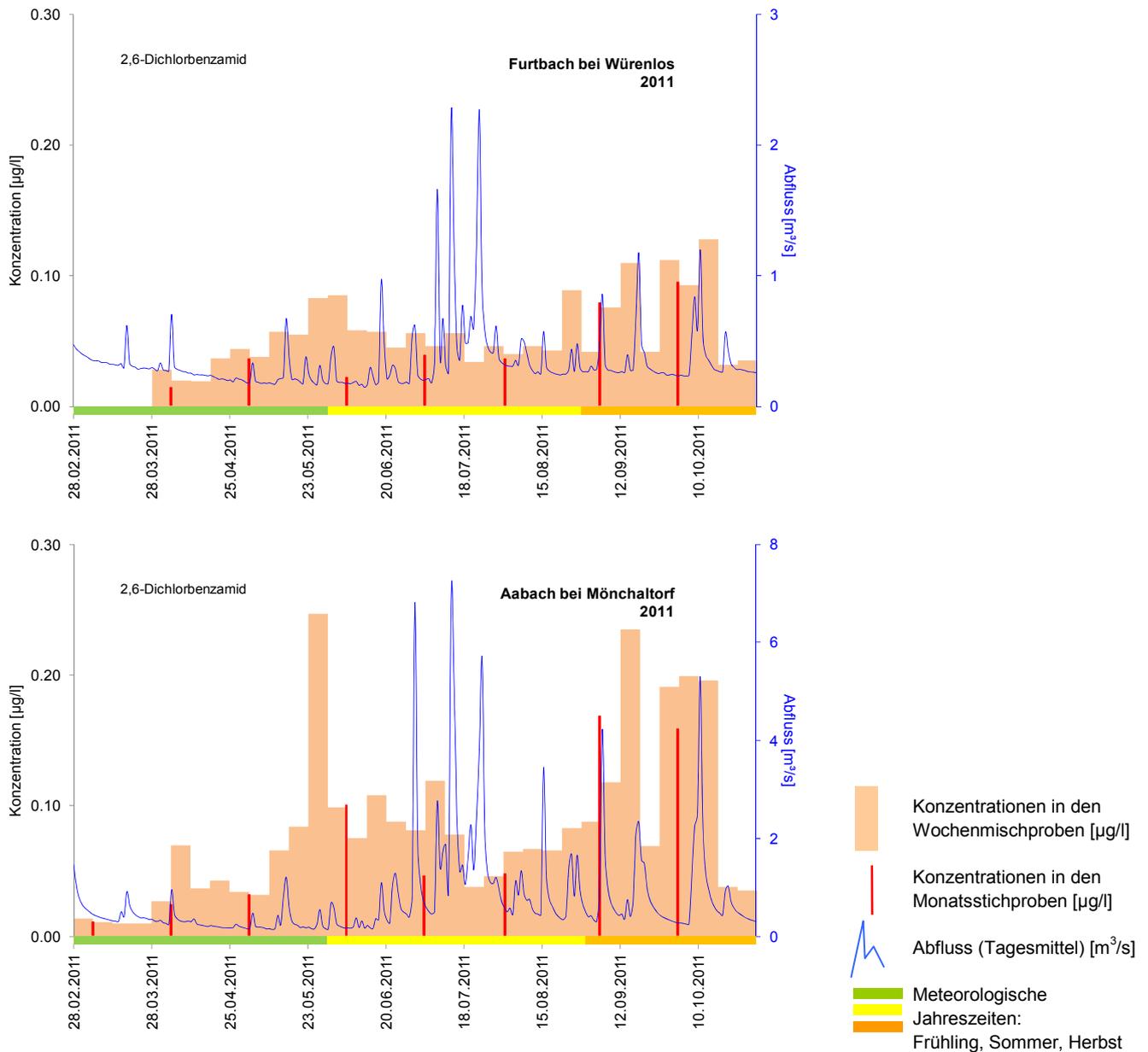
**Best.-grenze** 0.02  $\mu\text{g/l}$   
**AF GSchV** 0.1  $\mu\text{g/l}$   
**CQK** -  
**AQK** -  
**ZV LAWA** 2.0  $\mu\text{g/l}$

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
 AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

2,4-D war in beiden Gewässern von Mitte Frühling bis Mitte Herbst nachweisbar, wobei der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung nie überschritten wurde. In den Monatsstichproben wurde 2,4-D nur in den Proben des Furtbachs in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden, und zwar zweimal.

■ 2,6-Dichlorbenzamid



**2,6-Dichlorbenzamid**

**Substanzklasse**  
Amid (Abbauprodukt von  
Dichlobenil)

**Einsatzgebiet**  
-

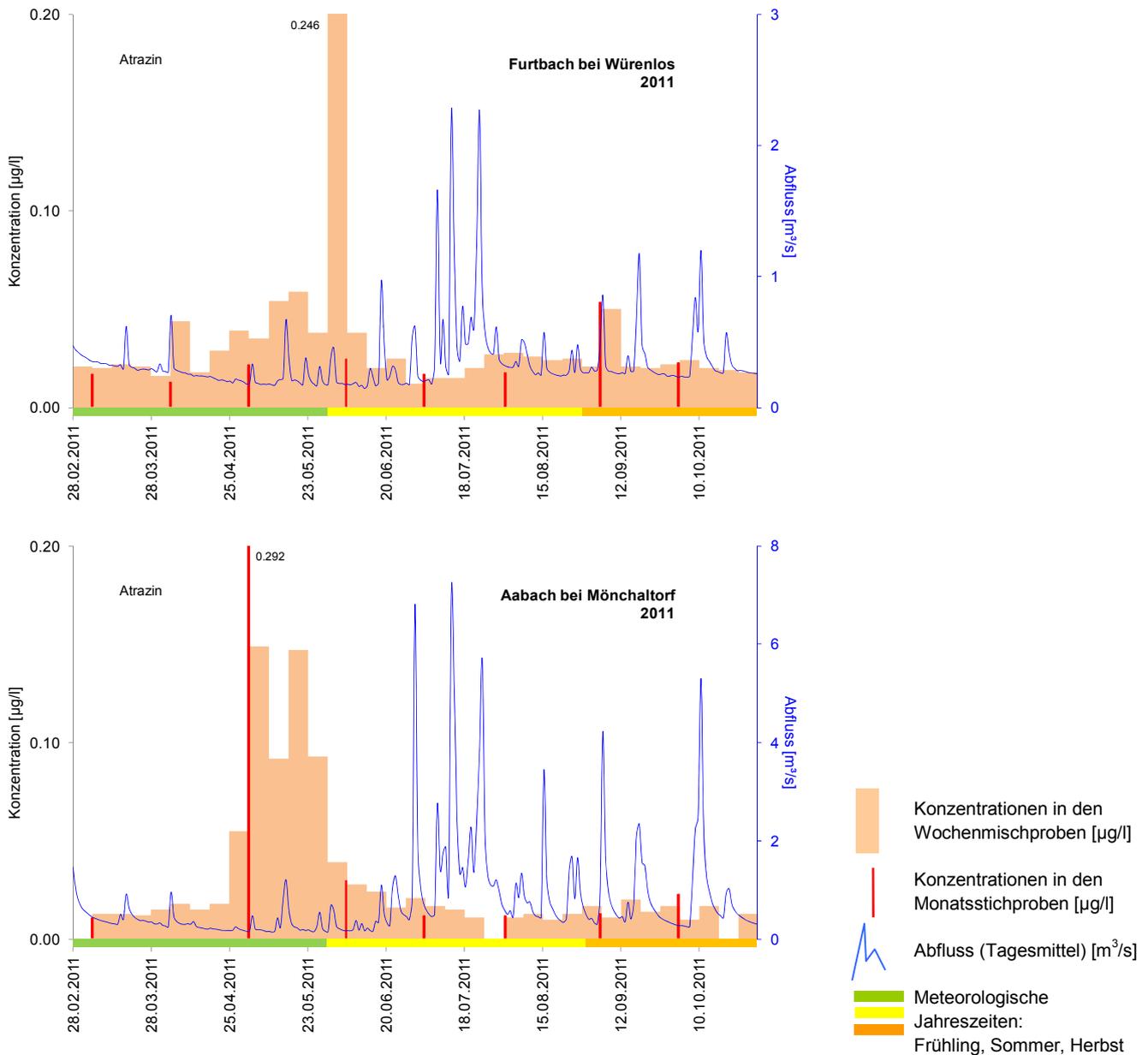
**Best.-grenze** 0.01 µg/l  
**AF GSchV** 0.1 µg/l  
**CQK** -  
**AQK** -  
**ZV LAWA** -

**Wirkstoffgruppe**  
-

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

2,6-Dichlorbenzamid wurde in beiden Gewässern sowohl in den Wochenmisch- wie in den Monatsstichproben durchgehend in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Lediglich in den Proben des Furtbachs trat die Verbindung erst ab Ende März auf. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde wiederholt deutlich überschritten.

■ **Atrazin**

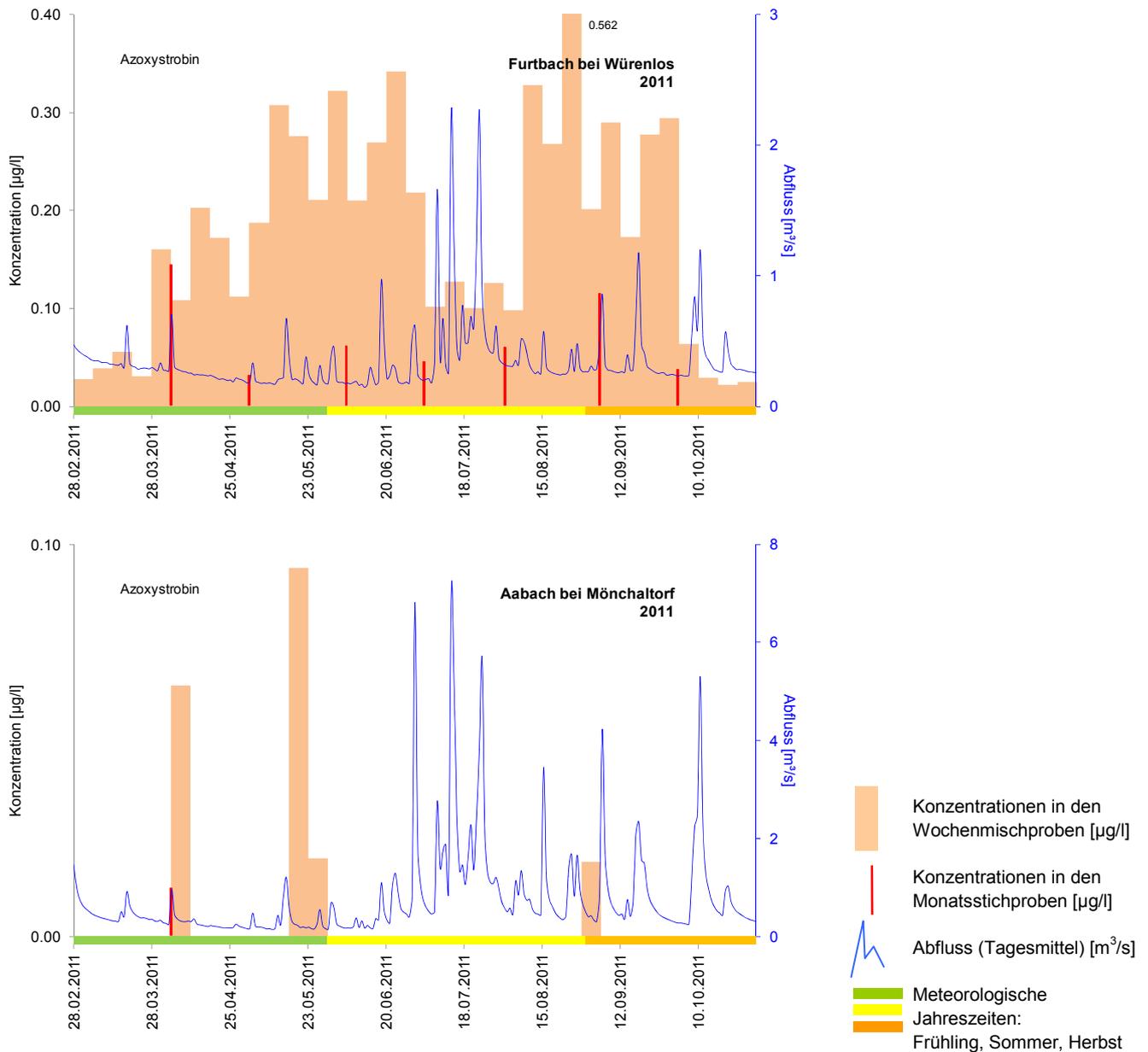


<b>Atrazin</b>	<b>Substanzklasse</b>	<b>Einsatzgebiet</b>	<b>Best.-grenze</b>	0.01 µg/l
	Triazin	Mais	<b>AF GSchV</b>	0.1 µg/l
	<b>Wirkstoffgruppe</b>		<b>CQK</b>	1.8 µg/l
	Herbizid		<b>AQK</b>	15 µg/l
			<b>ZV LAWA</b>	-

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Atrazin wurde von Anfang März bis Ende Oktober in nahezu allen Wochenmisch- und Monatsstichproben der beiden Fliessgewässer nachgewiesen. Im Aabach stiegen die Konzentrationen zu Beginn der Applikationsphase Ende April an, um dann Ende Mai wieder abzufallen. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde in den Wochenmischproben zweimal, in den Monatsstichproben einmal überschritten. Im Furtbach war der Verlauf der Atrazin-konzentrationen ähnlich, allerdings auf etwas höherem Niveau.

**Azoxystrobin**

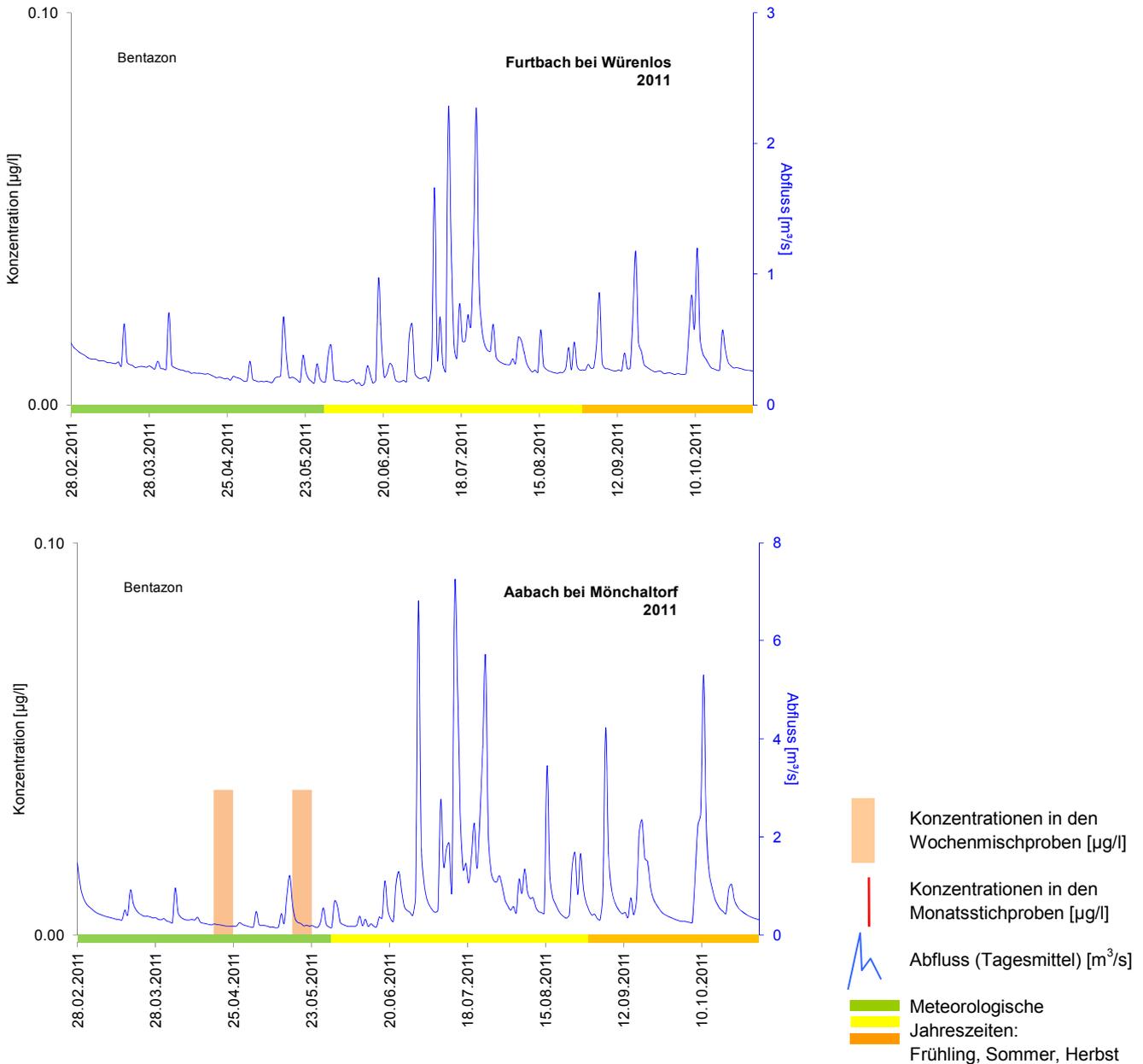


<b>Azoxystrobin</b>	<b>Substanzklasse</b>	<b>Einsatzgebiet</b>	<b>Best.-grenze</b>	0.02 µg/l
	Strobilurin	Getreide, Raps, Kartoffeln, Bohnen	<b>AF GSchV</b>	0.1 µg/l
	<b>Wirkstoffgruppe</b>		<b>CQK</b>	-
	Herbizid		<b>AQK</b>	-
			<b>ZV LAWA</b>	-

*AF GSchV*: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; *CQK*: Chronisches Qualitätskriterium;  
*AQK*: Akutes Qualitätskriterium; *ZV LAWA*: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Azoxystrobin wurde in allen Wochenmischproben und in sieben von acht Monatsstichproben des Furtbachs nachgewiesen. In drei viertel der Wochenmischproben lag Azoxystrobin in Konzentrationen oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung vor. In den Proben des Aabachs wurde die Verbindung in vier Wochenmischproben und einer Monatsstichprobe nachgewiesen, wobei der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung nie überschritten wurde.

**Bentazon**

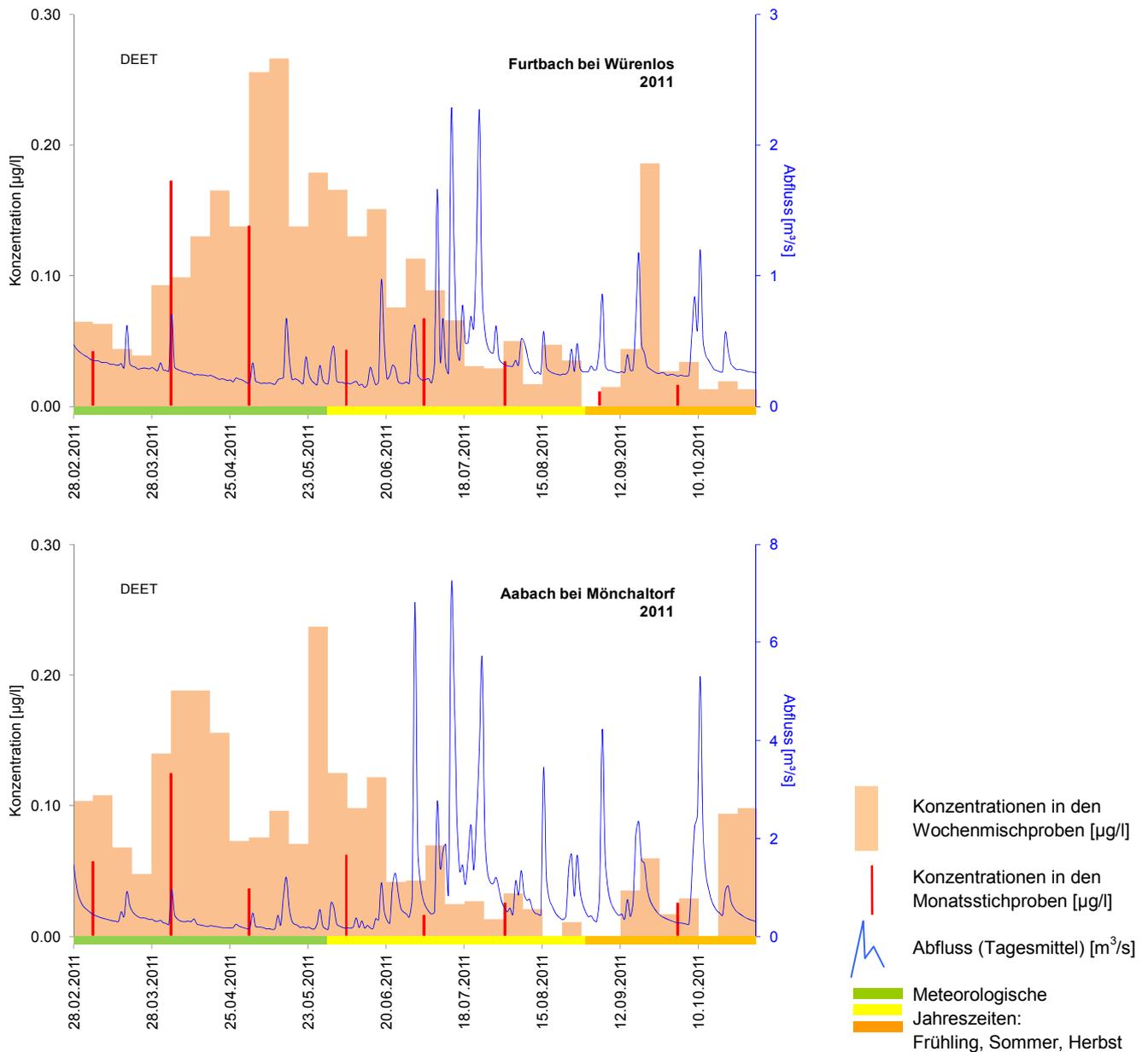


<b>Bentazon</b>	<b>Substanzklasse</b>	<b>Einsatzgebiet</b>	<b>Best.-grenze</b>	0.02 µg/l
	Phenoxycarbonsäure	Mais, Wiesen, Kartoffeln, Erbsen, Soja	<b>AF GSchV</b>	0.1 µg/l
	<b>Wirkstoffgruppe</b>		<b>CQK</b>	-
	Herbizid		<b>AQK</b>	-
			<b>ZV LAWA</b>	70 µg/l

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Bentazon wurde nur zweimal in den Wochenmischproben des Aabachs nachgewiesen, und zwar in der zweiten Hälfte des Frühling. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde in keiner der beiden Proben überschritten.

■ DEET



**DEET**

**Substanzklasse**  
Diethyltoluamid

**Wirkstoffgruppe**  
Repellent

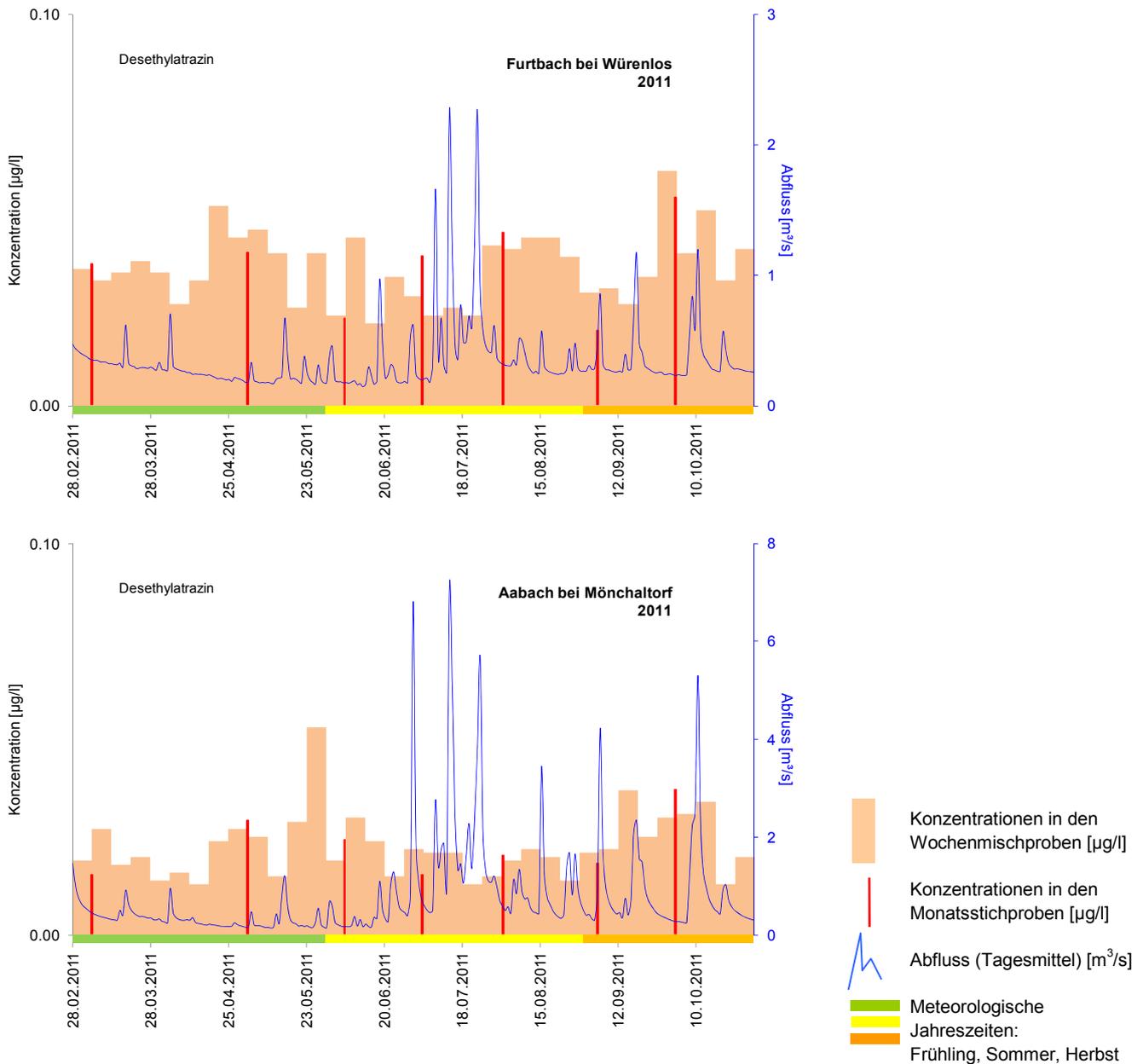
**Einsatzgebiet**  
gegen Stechmücken

**Best.-grenze** 0.01 µg/l  
**AF GSchV** 0.1 µg/l  
**CQK** -  
**AQK** -  
**ZV LAWA** -

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

DEET wurde in fast allen Proben der beiden Fließgewässer in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde wiederholt deutlich überschritten. Die Applikationszeit scheint vorwiegend in der ersten Jahreshälfte zu liegen.

## ■ Desethylatrazin

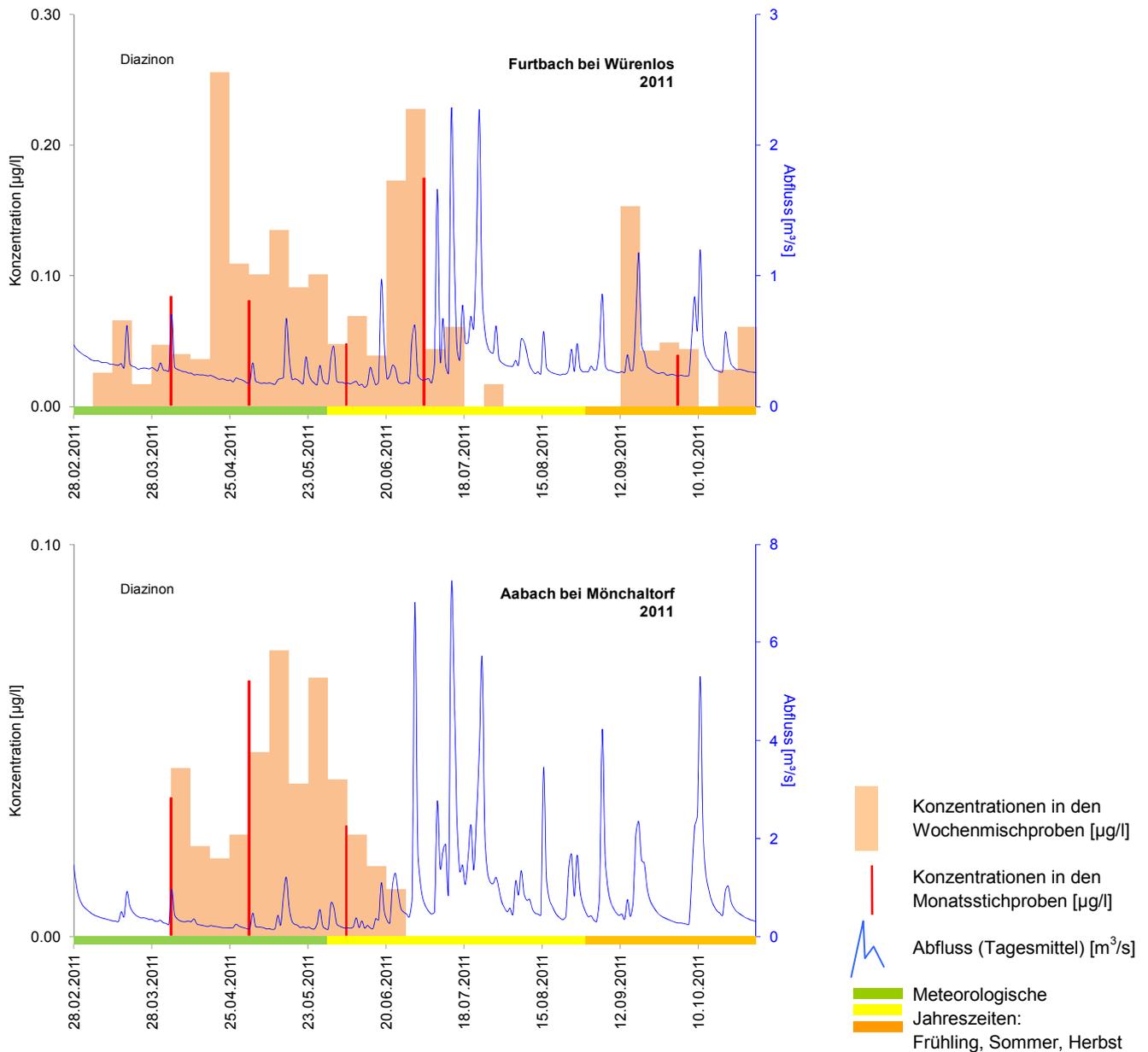


Desethylatrazin	Substanzklasse	Einsatzgebiet	Best.-grenze
	Triazin (Abbauprodukt von Atrazin)	-	0.01 µg/l
			AF GSchV 0.1 µg/l
			CQK -
			AQK -
	Wirkstoffgruppe		ZV LAWA -
	-		

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Desethylatrazin wurde ausser in den beiden Monatsstichproben des Aprils in allen Proben der beiden Fließgewässer gefunden. Die Konzentrationen dieses Abbauprodukts des Atrazins zeigen keine saisonalen Schwankungen. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde nie überschritten.

■ Diazinon



**Diazinon**

**Substanzklasse**  
Organophosphat

**Einsatzgebiet**  
Obst, Gemüse

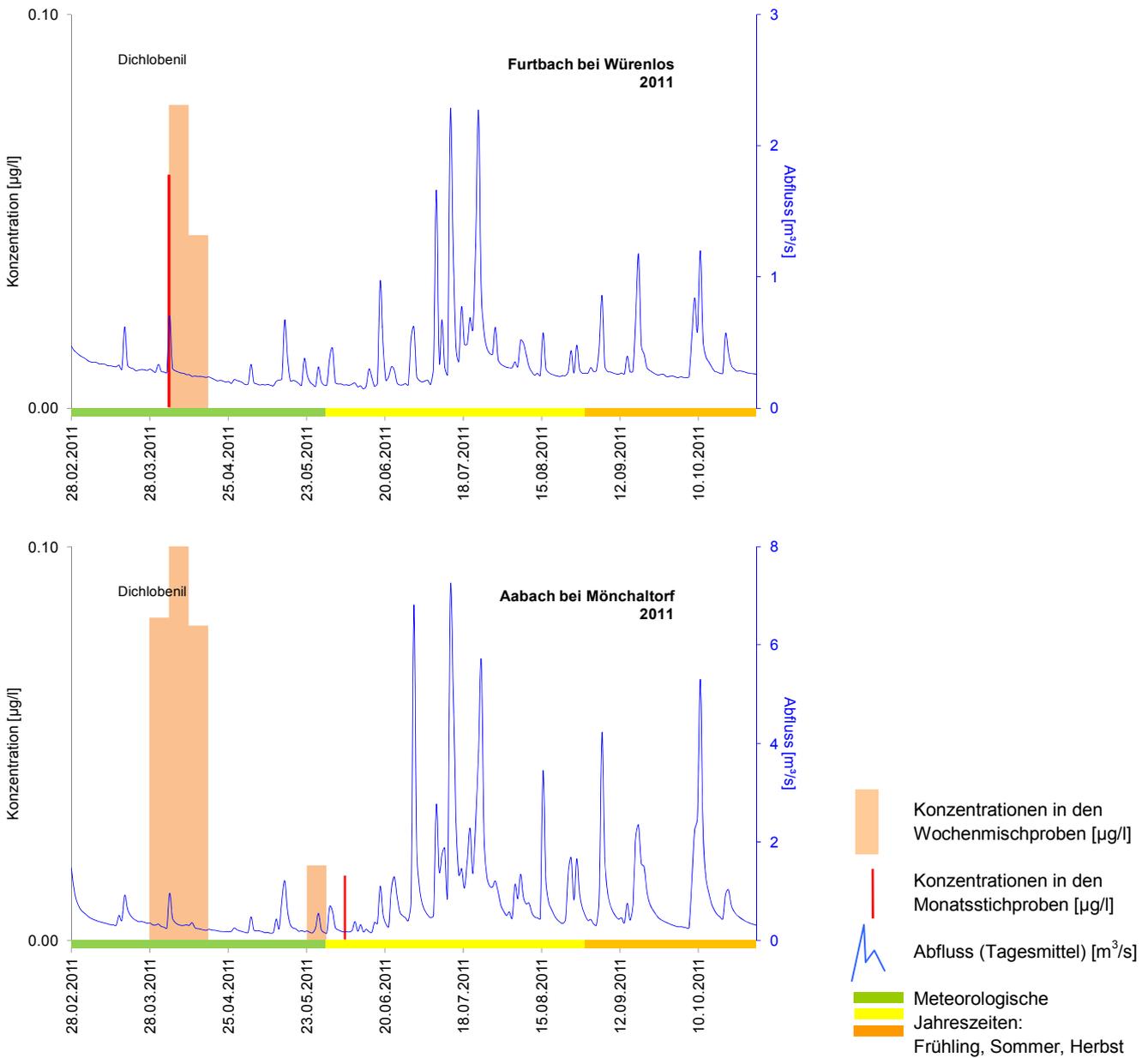
**Best.-grenze** 0.01 µg/l  
**AF GSchV** 0.1 µg/l  
**CQK** 0.0027 µg/l  
**AQK** 0.14 µg/l  
**ZV LAWA** -

**Wirkstoffgruppe**  
Insektizid

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
 AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Das für im Wasser lebende Tiere stark toxische Diazinon wurde in beiden Fließgewässern nachgewiesen. Da das Chronische Qualitätskriterium mit 0.0027 µg/l tiefer liegt als die Bestimmungsgrenze von 0.01 µg/l, bedeutet jeder Nachweis oberhalb der Bestimmungsgrenze eine Überschreitung dieses Kriteriums. Das Akute Qualitätskriterium von 0.14 µg/l wurde in den Wochenmischproben des Furtbachs viermal, in den Monatsstichproben einmal überschritten. Im Aabach zeigt sich ein typisch saisonaler Verlauf, indem die Konzentrationen im April ansteigen und gegen Ende Juni wieder abfallen. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde in den Proben des Aabachs nie überschritten.

■ **Dichlobenil**

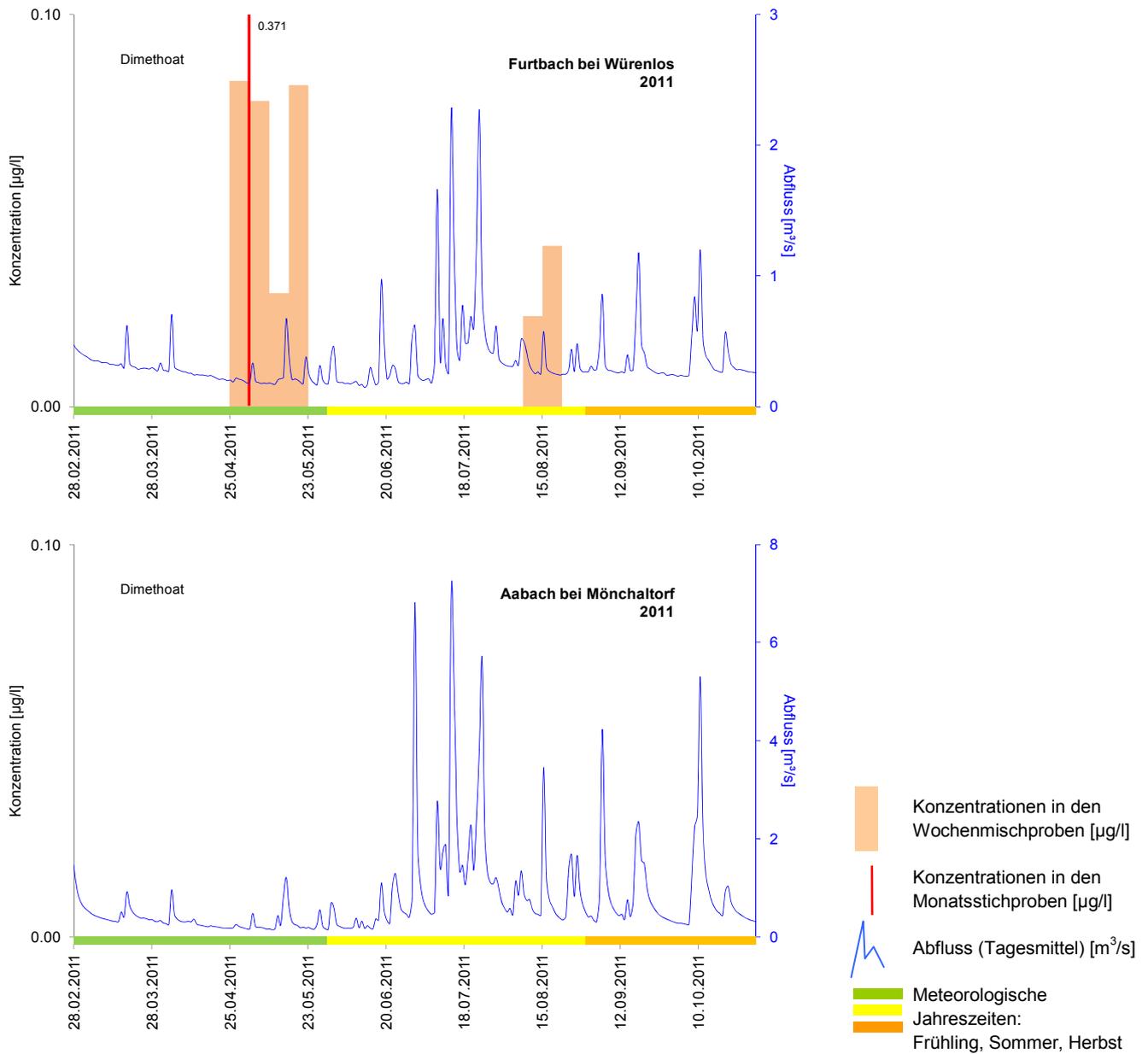


<b>Dichlobenil</b>	<b>Substanzklasse</b>	<b>Einsatzgebiet</b>	<b>Best.-grenze</b>	0.01 µg/l
	Nitrilherbizid	Unkräuter, Ungräser	<b>AF GSchV</b>	0.1 µg/l
	<b>Wirkstoffgruppe</b>		<b>CQK</b>	-
	Herbizid		<b>AQK</b>	-
			<b>ZV LAWA</b>	-

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

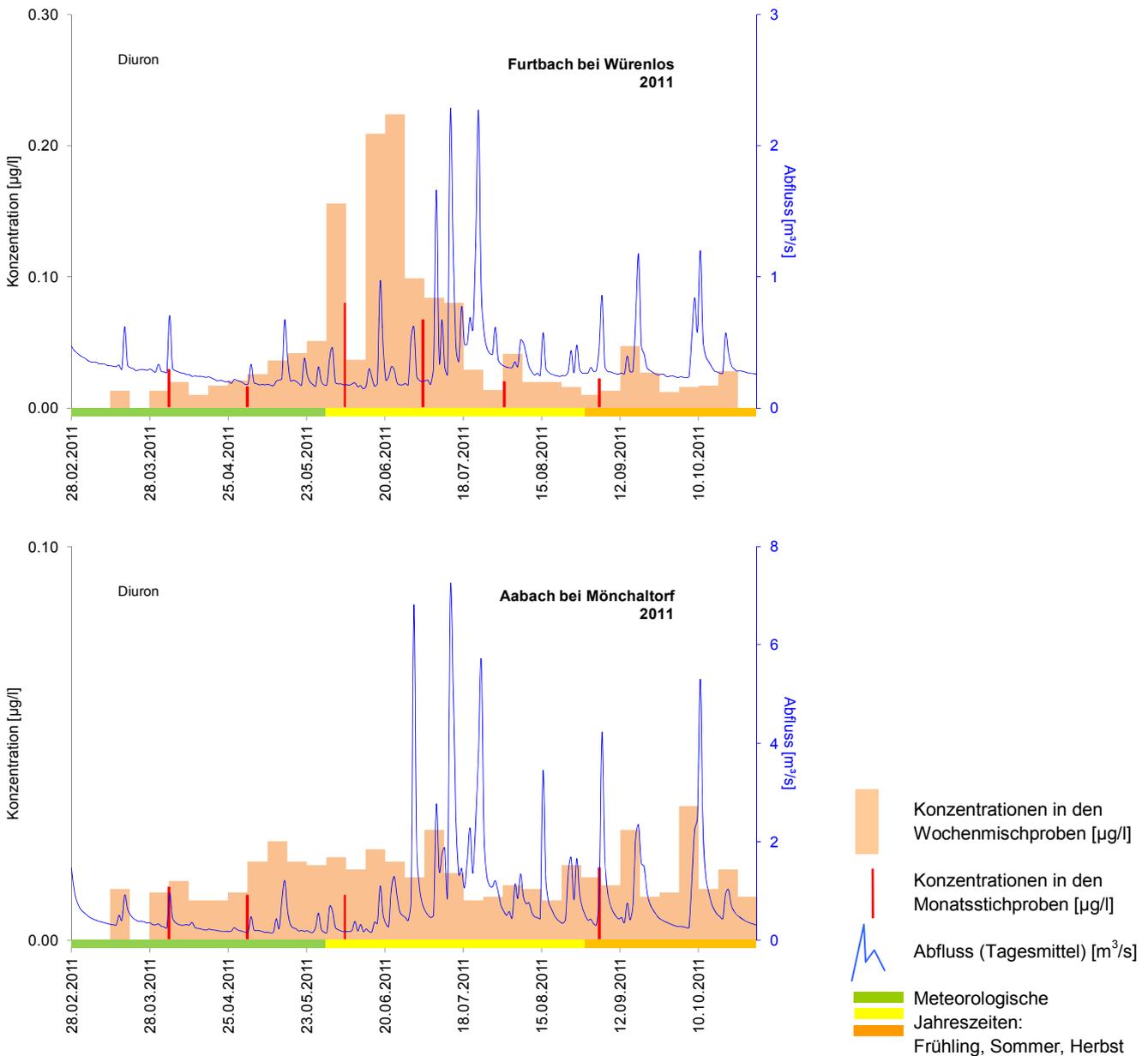
In den Frühlingsmonaten wurde Dichlobenil in beiden Fliessgewässern nachgewiesen, und zwar sowohl in den Wochenmisch- wie auch in den Monatsstichproben. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde nie überschritten.

■ Dimethoat



<b>Dimethoat</b>	<b>Substanzklasse</b>	Organophosphat	<b>Einsatzgebiet</b>	Obst, Gemüse	<b>Best.-grenze</b>	0.01 µg/l
	<b>Wirkstoffgruppe</b>	gegen Insekten und Spinnmilben			<b>AF GSchV</b>	0.1 µg/l
					<b>CQK</b>	0.026 µg/l
					<b>AQK</b>	1.38 µg/l
					<b>ZV LAWA</b>	0.2 µg/l
<p>AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;          AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser</p> <p>Dimethoat wurde nur in den Proben des Furtbachs gefunden, und zwar in sechs Wochenmisch- und einer Monatsstichprobe. Das Chronische Qualitätskriterium wurde in allen Proben überschritten, ausser in einer Wochenmischprobe, deren Dimethoatkonzentration allerdings nur knapp unterhalb dieses Kriteriums lag.</p>						

■ Diuron



**Diuron**

**Substanzklasse**

Phenylharnstoff

**Wirkstoffgruppe**

Herbizid

**Einsatzgebiet**

Obst, Reben, Spargel,  
Baumaterialien

**Best.-grenze**

0.02 µg/l  
**AF GSchV** 0.1 µg/l  
**CQK** 0.15 µg/l  
**AQK** 1.3 µg/l  
**ZV LAWA** 0.05 µg/l

0.02 µg/l

0.1 µg/l

0.15 µg/l

1.3 µg/l

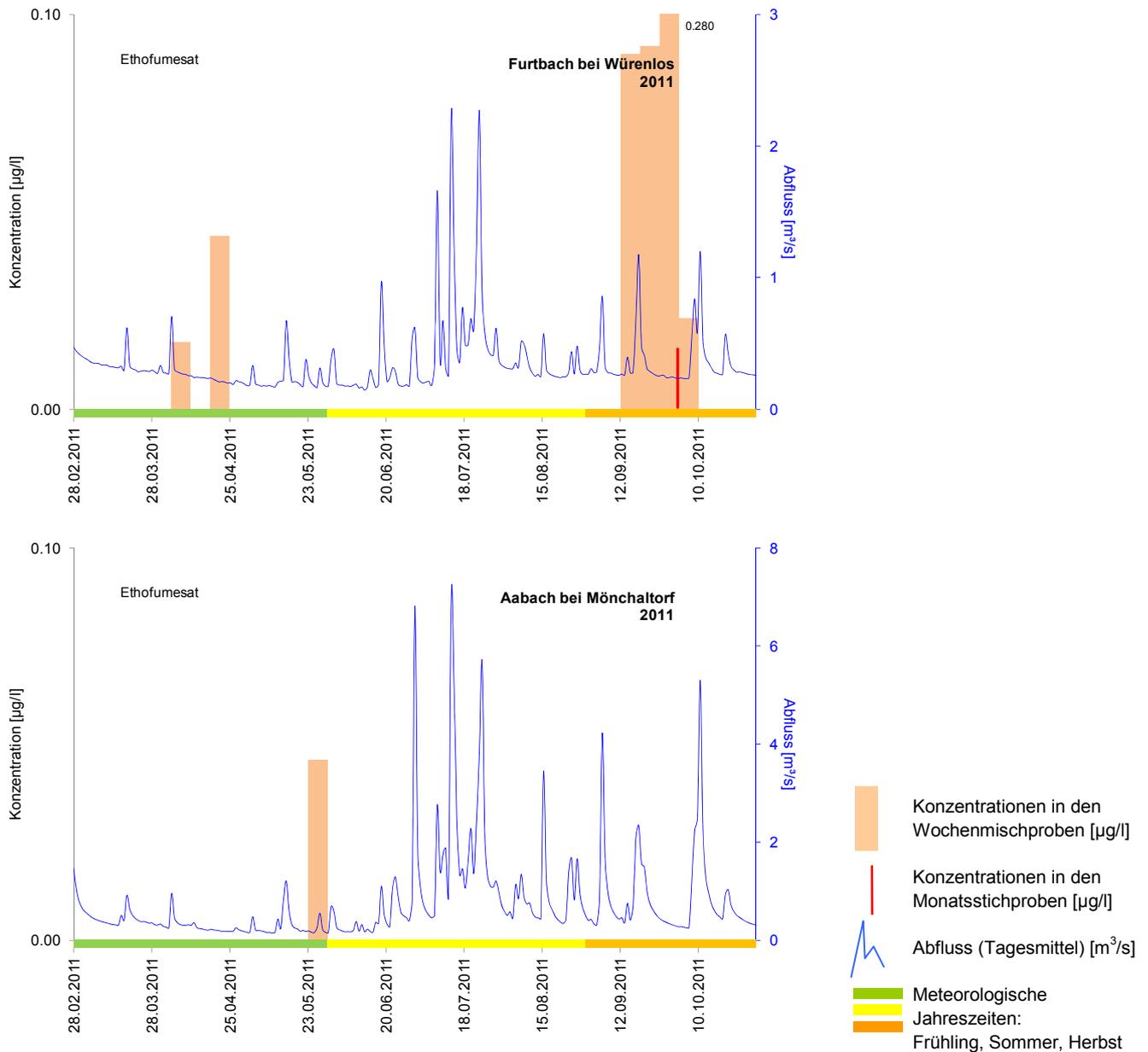
0.05 µg/l

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;

AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Diuron war in beiden Fließgewässern praktisch während der gesamten Untersuchungsperiode in beiden Probenarten nachweisbar. Während sich die Konzentrationen in den Proben des Aabachs in einem schmalen Bereich zwischen 0.020 und 0.034 µg/l bewegten, zeigten die Konzentrationen des Diurons in den Proben des Furtbachs zwischen Mai und Juli einen deutlich hügelartigen Verlauf, wobei Ende Juni ein Maximum von 0.224 µg/l erreicht wurde. Dieser Wert liegt deutlich oberhalb des Chronischen Qualitätskriteriums von 0.15 µg/l.

■ Ethofumesat



**Ethofumesat**

**Substanzklasse**  
Sulfonat  
  
**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

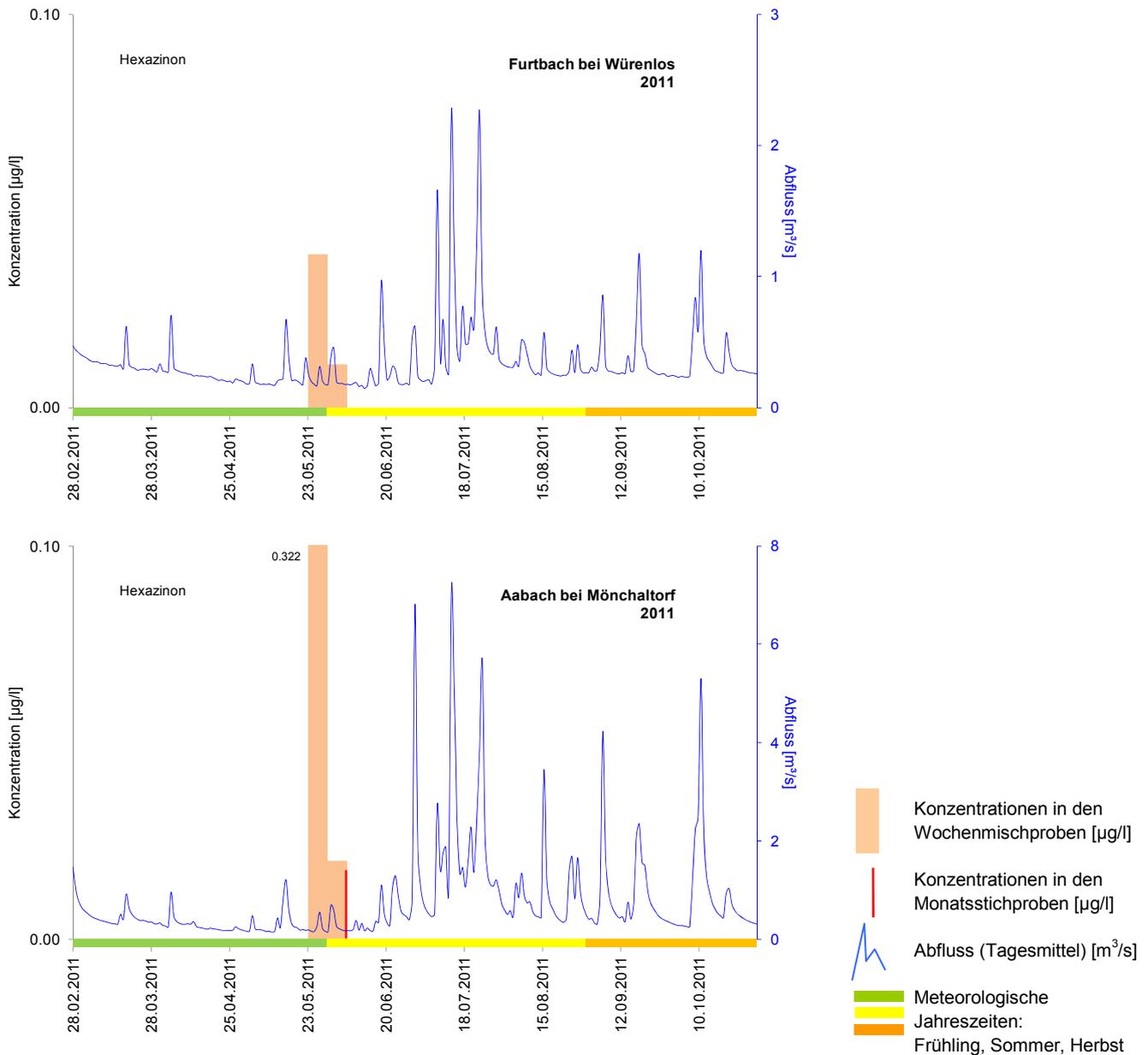
**Einsatzgebiet**  
Zucker- und Futterrüben

**Best.-grenze** 0.01 µg/l  
**AF GSchV** 0.1 µg/l  
**CQK** -  
**AQK** -  
**ZV LAWA** -

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Ethofumesat trat von Mitte bis Ende Frühling auf, und zwar in Konzentrationen unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung. Bemerkenswert sind die hohen Konzentrationen, die in den Proben des Furtbachs von Mitte September bis Mitte Oktober gemessen wurden.

■ Hexazinon

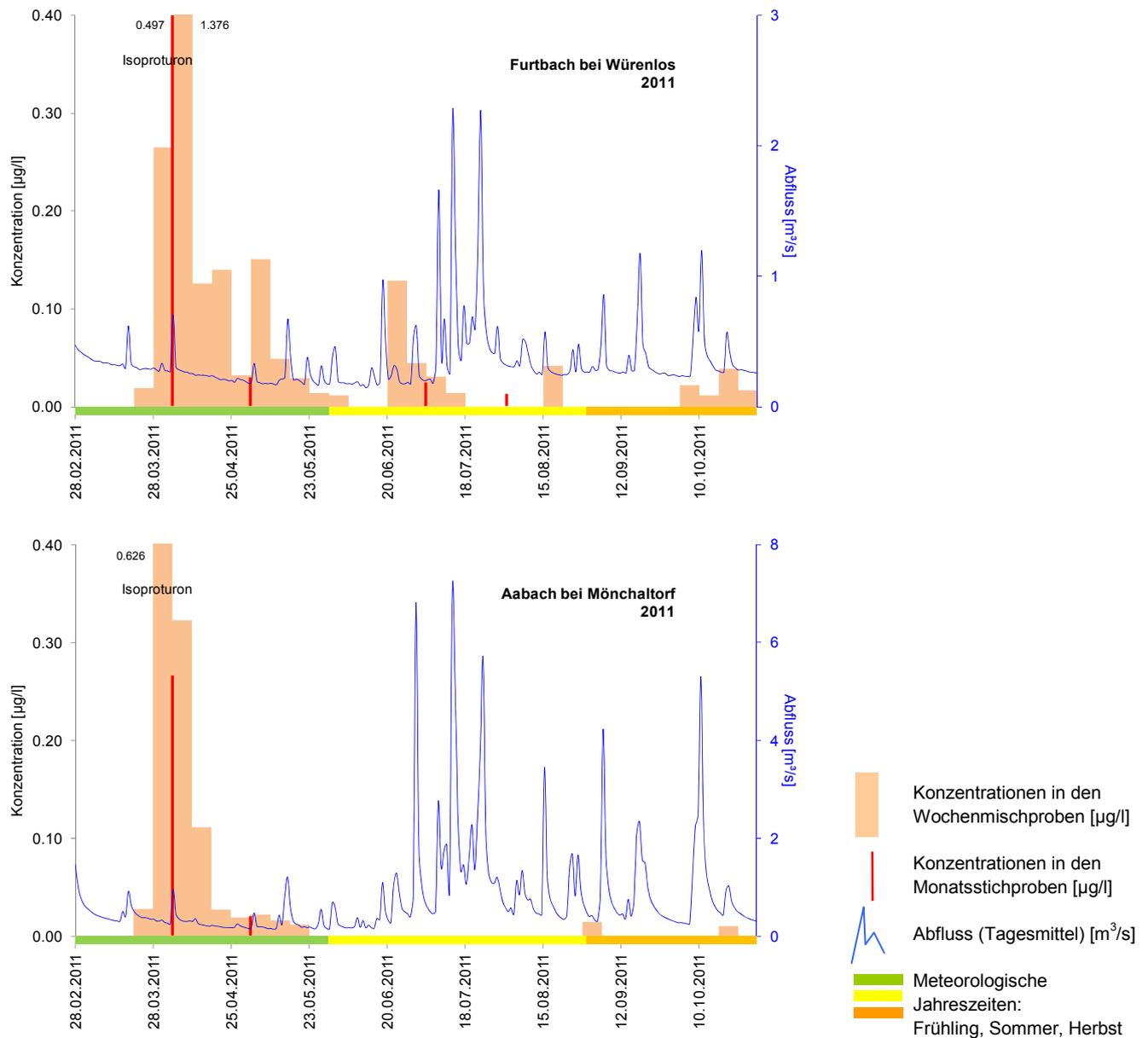


<b>Hexazinon</b>	<b>Substanzklasse</b>	Triazon	<b>Einsatzgebiet</b>	Totalherbizid	<b>Best.-grenze</b>	0.02 µg/l
	<b>Wirkstoffgruppe</b>	Herbizid			<b>AF GSchV</b>	0.1 µg/l
					<b>CQK</b>	-
					<b>AQK</b>	-
					<b>ZV LAWA</b>	0.07 µg/l

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Hexazinon wurde in beiden Gewässern in der letzten Mai- und der ersten Juniwoche nachgewiesen. Im Aabach wurde mit 0.322 µg/l der ZV LAWA-Wert von 0.07 µg/l um das 4.6-fache überschritten.

■ Isoproturon



**Isoproturon**

**Substanzklasse**  
Phenylharnstoff

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

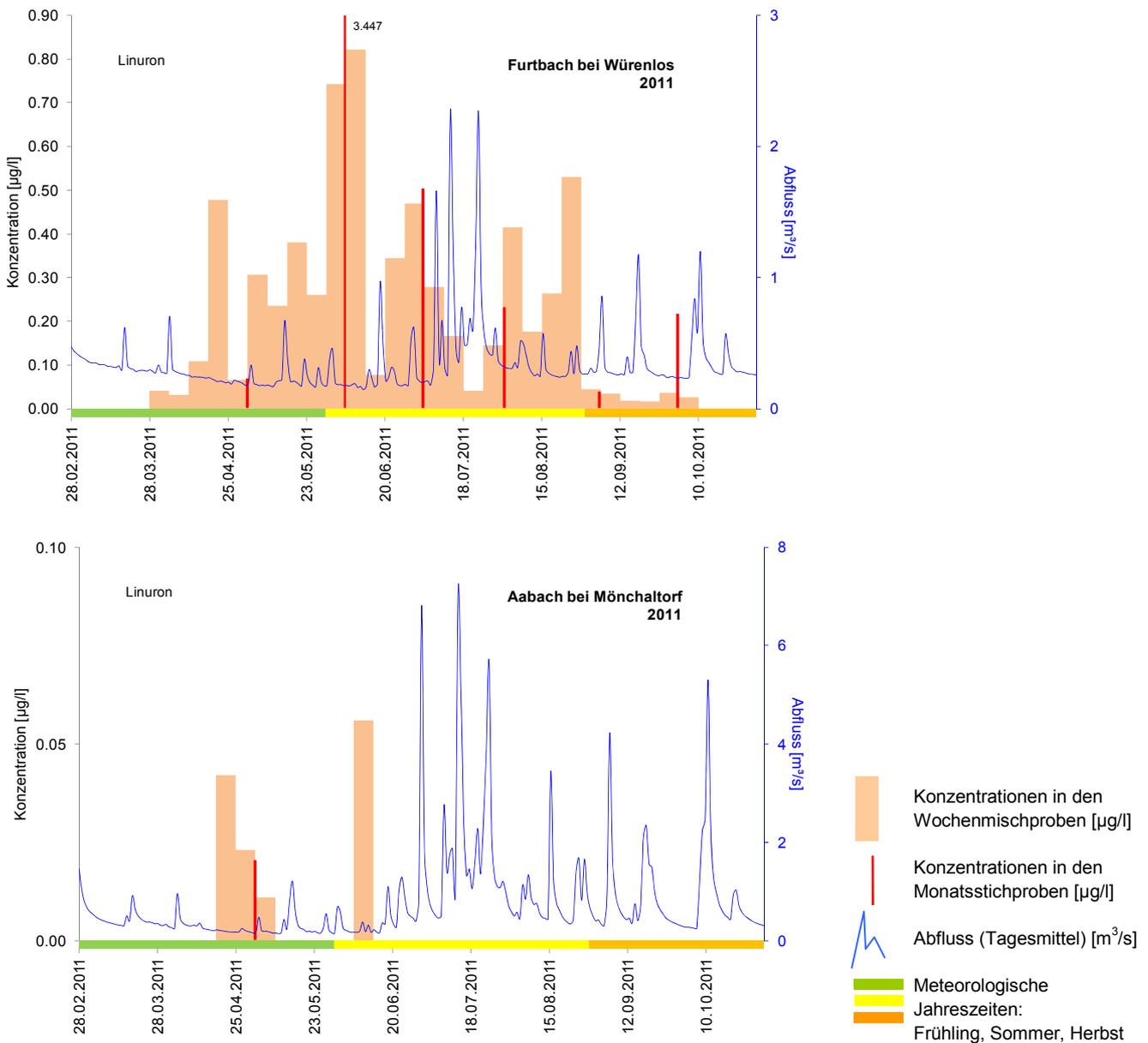
**Einsatzgebiet**  
Wintergetreide

**Best.-grenze** 0.02 µg/l  
**AF GSchV** 0.1 µg/l  
**CQK** 0.27 µg/l  
**AQK** 2.2 µg/l  
**ZV LAWA** 0.3 µg/l

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
 AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Isoproturon weist das Konzentrationsmaximum Anfang April auf, was den Applikationsschwerpunkt in dieser Jahreszeit widerspiegelt. Die maximalen Konzentrationen haben das Chronische Qualitätskriterium von 0.27 µg/l in den Wochenmischproben des Furtbachs um das rund fünf-, in den Wochenmischproben des Aabachs um das rund 2.5-fache überschritten.

■ **Linuron**



**Linuron**

**Substanzklasse**  
Phenylharnstoff

**Einsatzgebiet**  
Mais, Kartoffeln, Bohnen,  
Soja

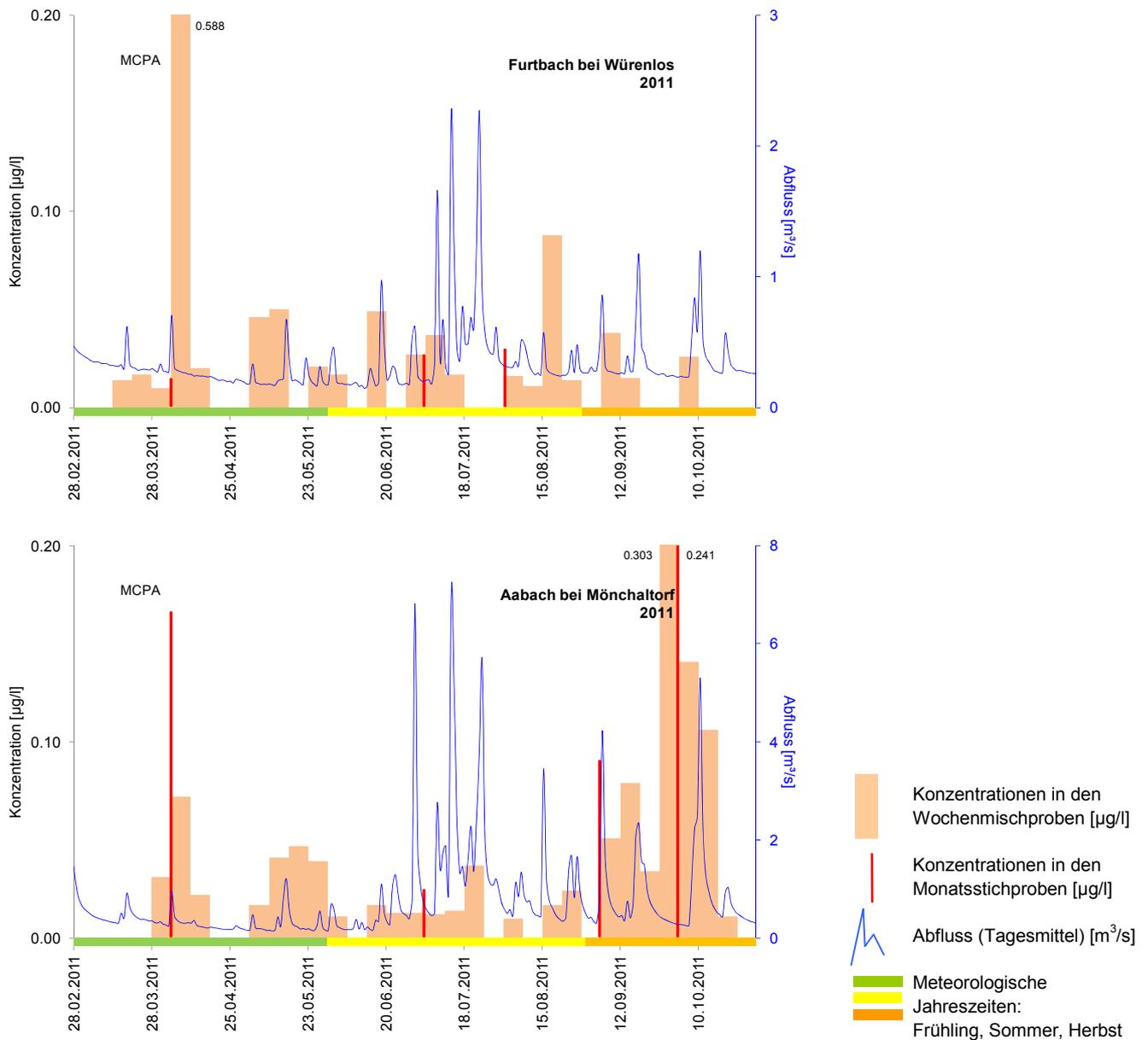
**Best.-grenze** 0.02 µg/l  
**AF GSchV** 0.1 µg/l  
**CQK** 0.32 µg/l  
**AQK** 2.6 µg/l  
**ZV LAWA** 0.3 µg/l

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

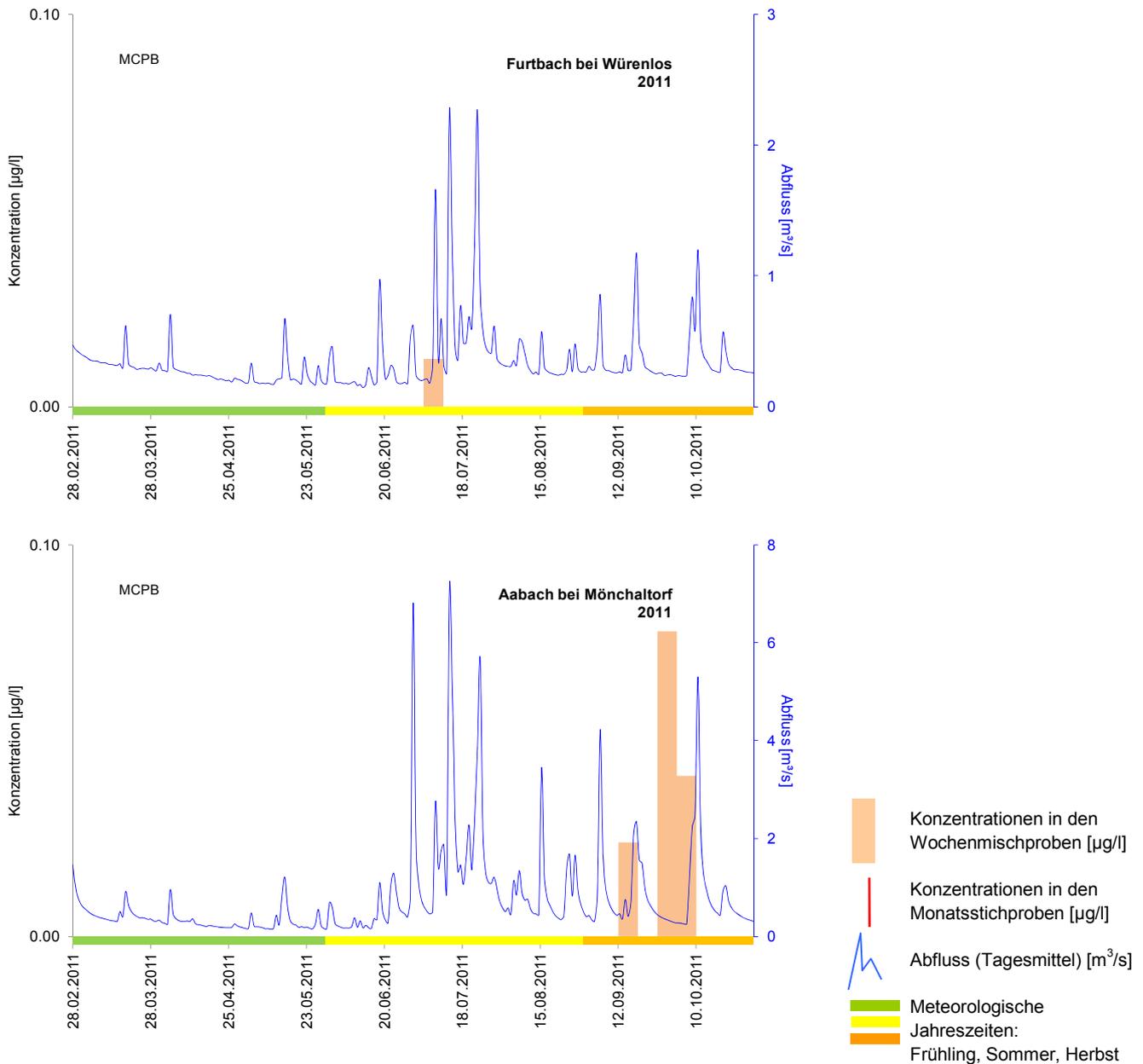
Das im Gemüseanbau eingesetzte Linuron erscheint in beiden Gewässern, wobei es in den Proben des Aabachs nicht so häufig gefunden wurde wie in denjenigen des Furtbachs. Die Konzentrationen lagen in den Proben des Aabachs nicht über dem Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung. Im Furtbach hingegen überschritten die Werte in der zweiten Hälfte des Frühlings und im Sommer wiederholt das Chronische Qualitätskriterium. Die Monatsstichprobe des Julis wies mit 3.447 µg/l sogar eine Konzentration auf, die oberhalb des Akuten Qualitätskriteriums von 2.6 µg/l lag.

■ **MCPA**



<b>MCPA</b>	<b>Substanzklasse</b>	<b>Einsatzgebiet</b>	<b>Best.-grenze</b>	0.02 µg/l
	Phenoxycarbonsäure	Wiesen, Getreide, Zier- und Sportrasen	<b>AF GSchV</b>	0.1 µg/l
	<b>Wirkstoffgruppe</b>		<b>CQK</b>	-
	Herbizid		<b>AQK</b>	-
			<b>ZV LAWA</b>	2 µg/l
<p><i>AF GSchV</i>: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; <i>CQK</i>: Chronisches Qualitätskriterium;  <i>AQK</i>: Akutes Qualitätskriterium; <i>ZV LAWA</i>: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser</p>				
<p>Das Herbizid MCPA wurde in beiden Fliessgewässern während der gesamten Untersuchungsperiode wiederholt nachgewiesen, wobei der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung im Furtbach im Frühling und im Aabach im Frühling und Herbst überschritten wurde. Das Maximum wurde mit einer Konzentration von 0.588 µg/l in einer Wochenmischprobe des Furtbachs im Frühling erreicht.</p>				

**MCPB**

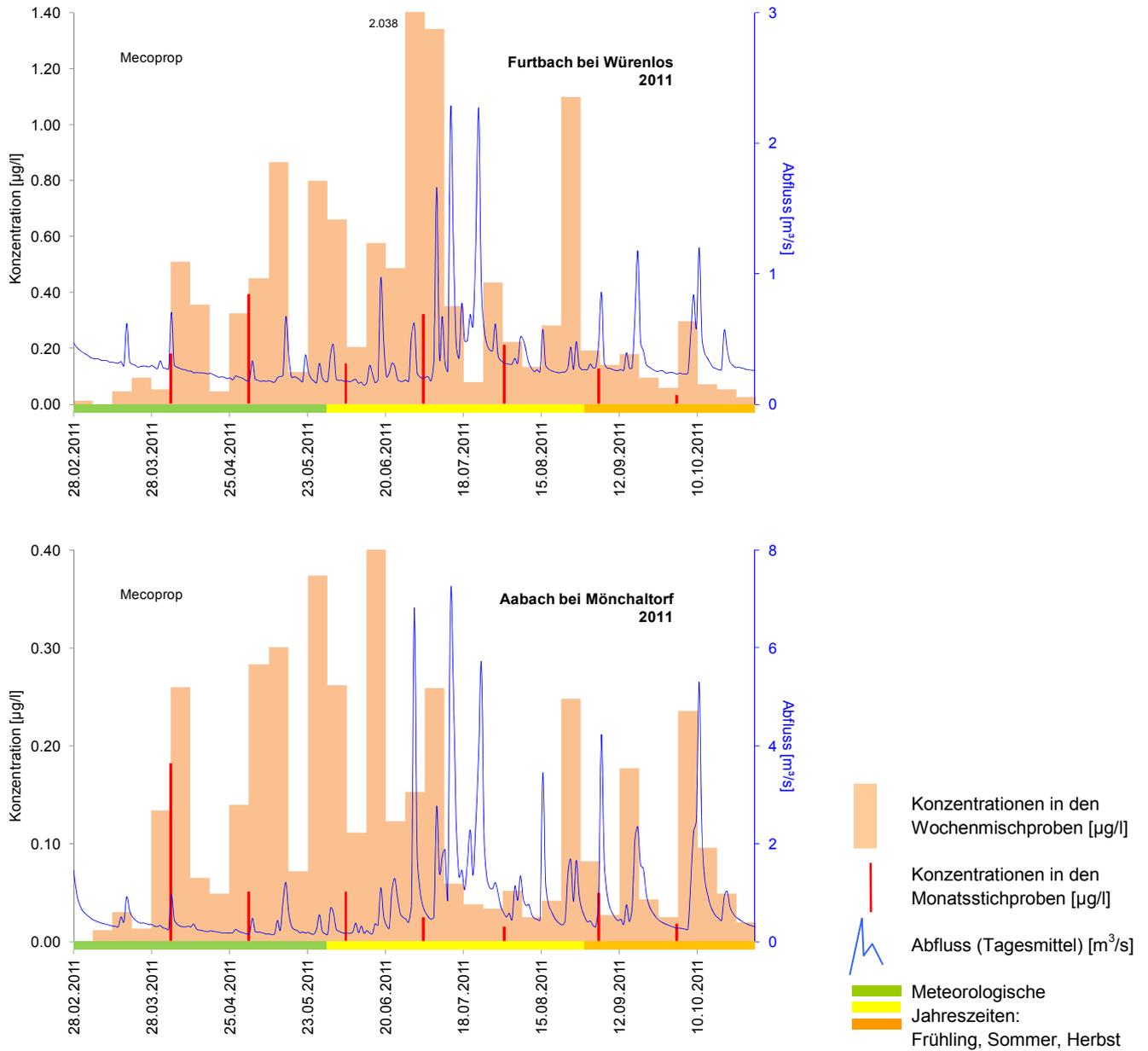


<b>MCPB</b>	<b>Substanzklasse</b>	<b>Einsatzgebiet</b>	<b>Best.-grenze</b>	0.02 µg/l
	Phenoxycarbonsäure	Wiesen, Kartoffeln, Getreide	<b>AF GSchV</b>	0.1 µg/l
	<b>Wirkstoffgruppe</b>		<b>CQK</b>	-
	Herbizid		<b>AQK</b>	-
			<b>ZV LAWA</b>	-

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

MCPB wurde in einer Wochenmischprobe des Furtbachs und drei Wochenmischproben des Aabachs nachgewiesen. Die Nachweise in den Proben des Aabachs fanden alle im Herbst statt. Die Konzentrationen lagen stets unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung.

■ **Mecoprop**



**Mecoprop**

**Substanzklasse**  
Phenoxycarbonsäure

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

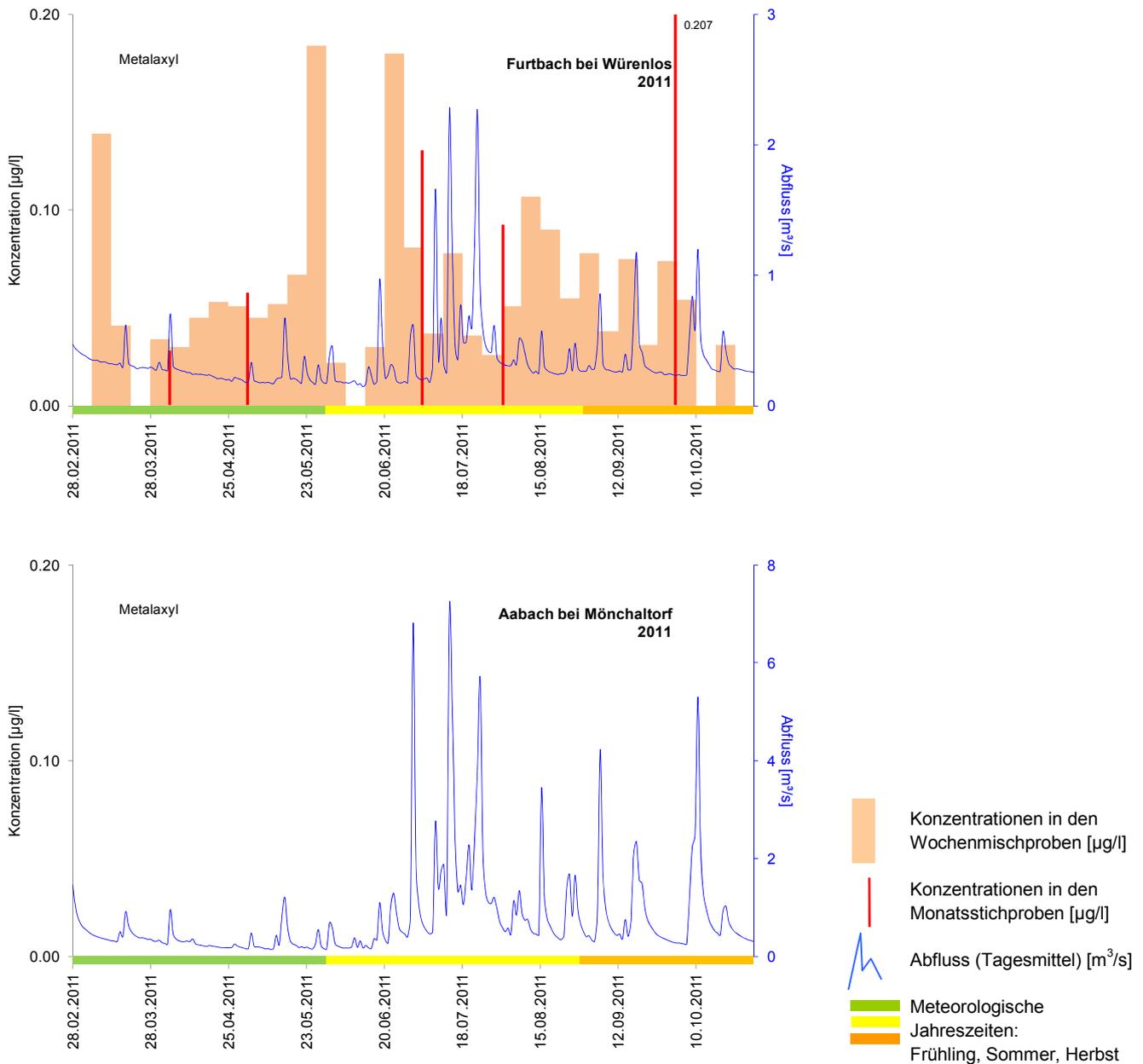
**Einsatzgebiet**  
Getreide, Rasen, Flachdä-  
cher

**Best.-grenze** 0.02 µg/l  
**AF GSchV** 0.1 µg/l  
**CQK** -  
**AQK** -  
**ZV LAWA** 50 µg/l

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Mecoprop wurde in beiden Fließgewässern während der gesamten Untersuchungsperiode nachgewiesen. Es zeigt sich ein typisch saisonaler Verlauf mit tiefen Werten im Frühling und Herbst und hohen Konzentrationen im Sommer. Die Spitzenwerte erreichten im Furtbach das 20-fache des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung, im Aabach das Vierfache.

**■ Metalaxyl**



**Metalaxyl**

**Substanzklasse**

Acylanilid

**Einsatzgebiet**

Kartoffeln, Hopfen

**Best.-grenze**

0.01  $\mu\text{g/l}$

**AF GSchV**

0.1  $\mu\text{g/l}$

**CQK**

-

**AQK**

-

**ZV LAWA**

-

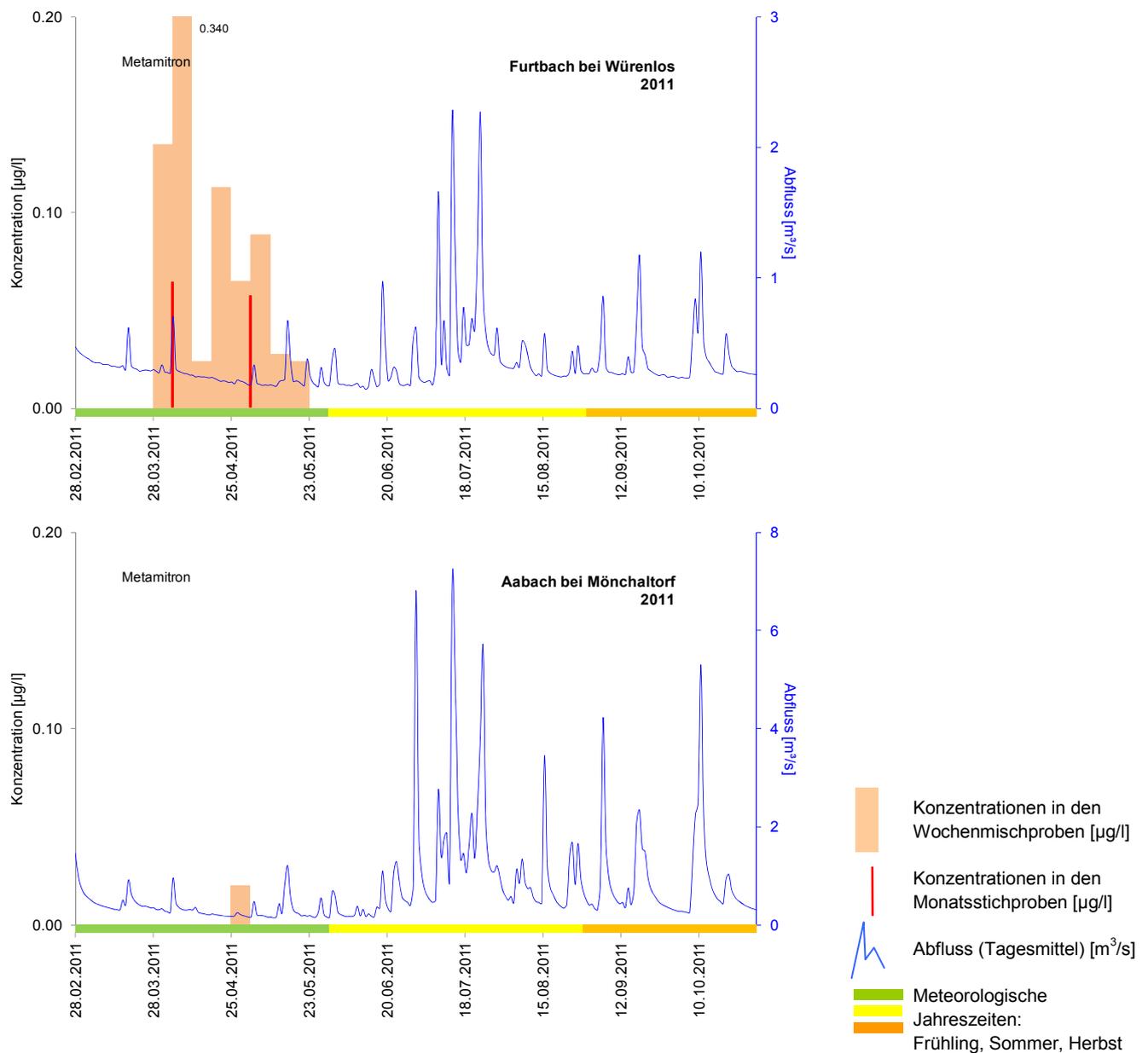
**Wirkstoffgruppe**

Fungizid

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Metalaxyl wurde nur in den Proben des Furtbachs gefunden, und zwar während der gesamten Untersuchungsperiode. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde wiederholt sowohl in den Wochenmisch- wie auch in den Monatsstichproben überschritten.

## Metamitron

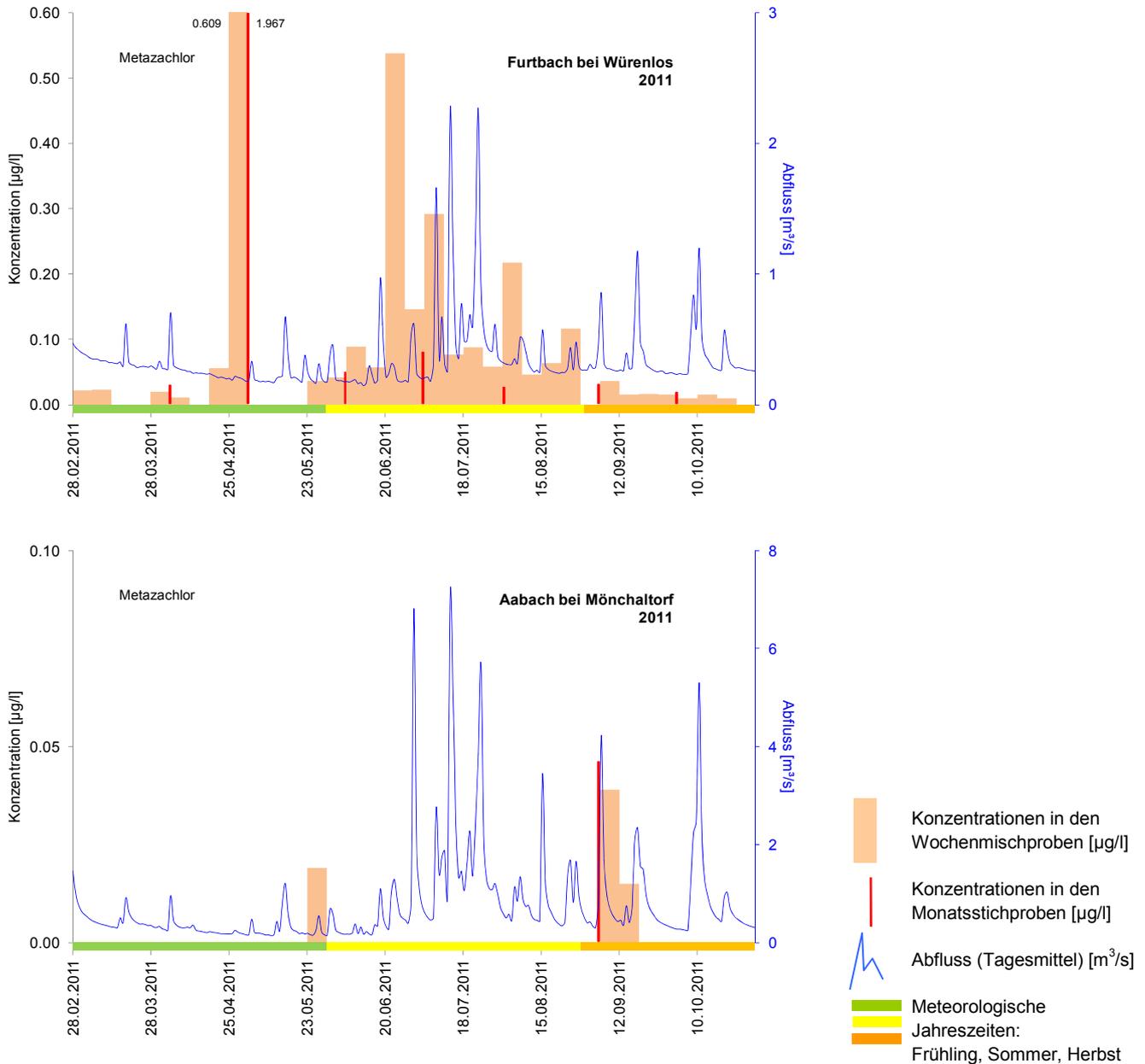


<b>Metamitron</b>	<b>Substanzklasse</b>	<b>Einsatzgebiet</b>	<b>Best.-grenze</b>	0.02 µg/l
	Triazin	Zucker- und Futterrüben	<b>AF GSchV</b>	0.1 µg/l
	<b>Wirkstoffgruppe</b>		<b>CQK</b>	-
	Herbizid		<b>AQK</b>	-
			<b>ZV LAWA</b>	-

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Metamitron konnte in beiden Gewässern nur während der Applikationsphase im Frühling nachgewiesen werden. Im Aabach lag die Konzentration in der einen Wochenmischprobe, in der Metamitron gefunden wurde, unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung. Im Furtbach konnte Metamitron über den Zeitraum von acht Wochen in beiden Probenarten gemessen werden, wobei die Konzentrationen in den Wochenmischproben wiederholt oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung lagen.

## Metazachlor



### Metazachlor

**Substanzklasse**  
Chloracetanilid

**Einsatzgebiet**  
Raps, Kohl

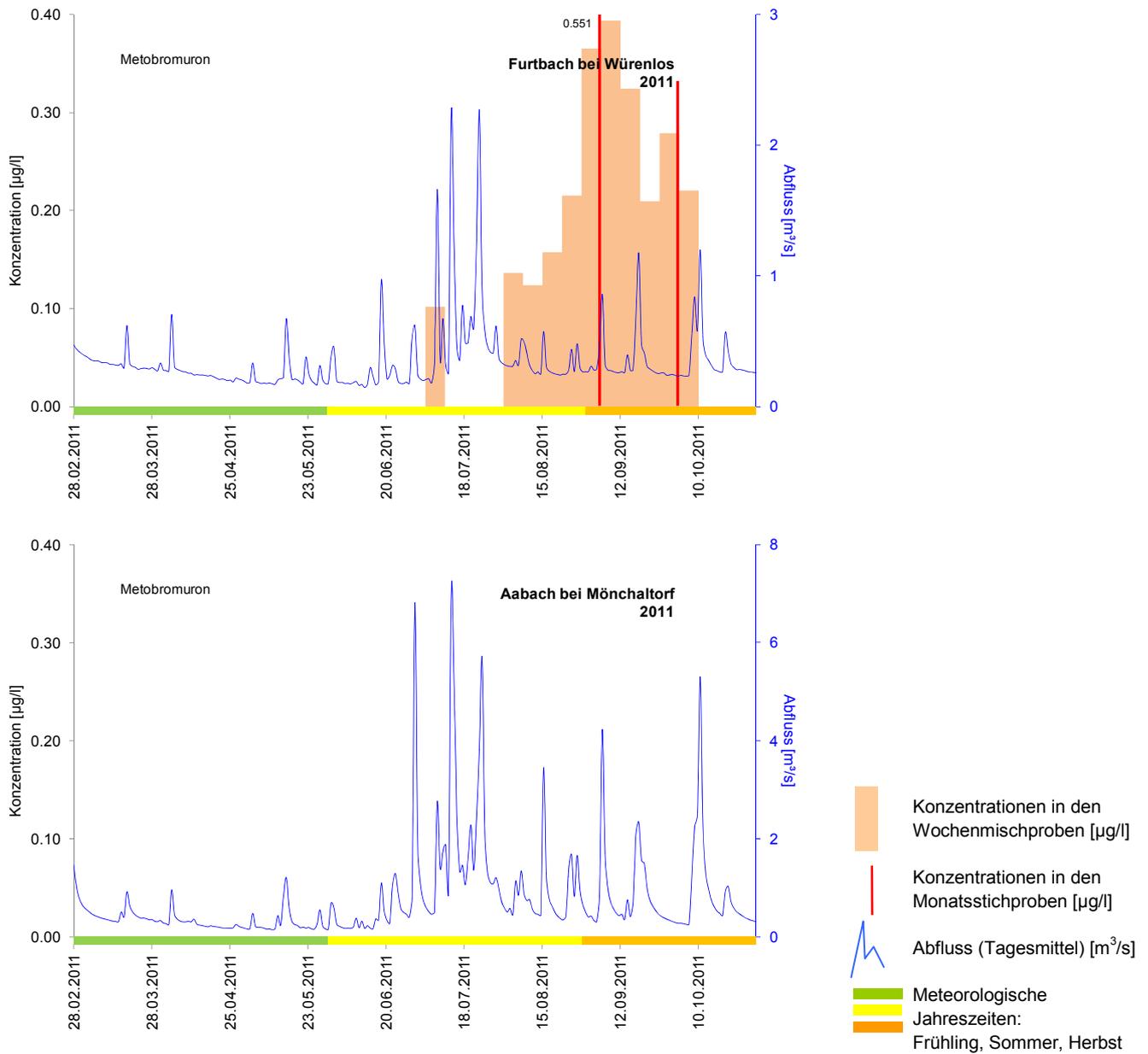
**Best.-grenze** 0.01 µg/l  
**AF GSchV** 0.1 µg/l  
**CQK** 0.13 µg/l  
**AQK** 1.9 µg/l  
**ZV LAWA** 0.4 µg/l

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Metazachlor konnte im Furtbach praktisch während der gesamten Untersuchungsperiode nachgewiesen werden. Die Konzentrationen in den Wochenmischproben überschritten wiederholt den Wert für das Chronische Qualitätskriterium. In einer Monatsstichprobe wurde sogar der Wert für das Akute Qualitätskriterium überschritten. In den Proben des Aabachs konnte Metazachlor nur vereinzelt nachgewiesen werden, wobei der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung nie erreicht wurde.

■ Metobromuron



**Metobromuron**

**Substanzklasse**  
Phenylharnstoff

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

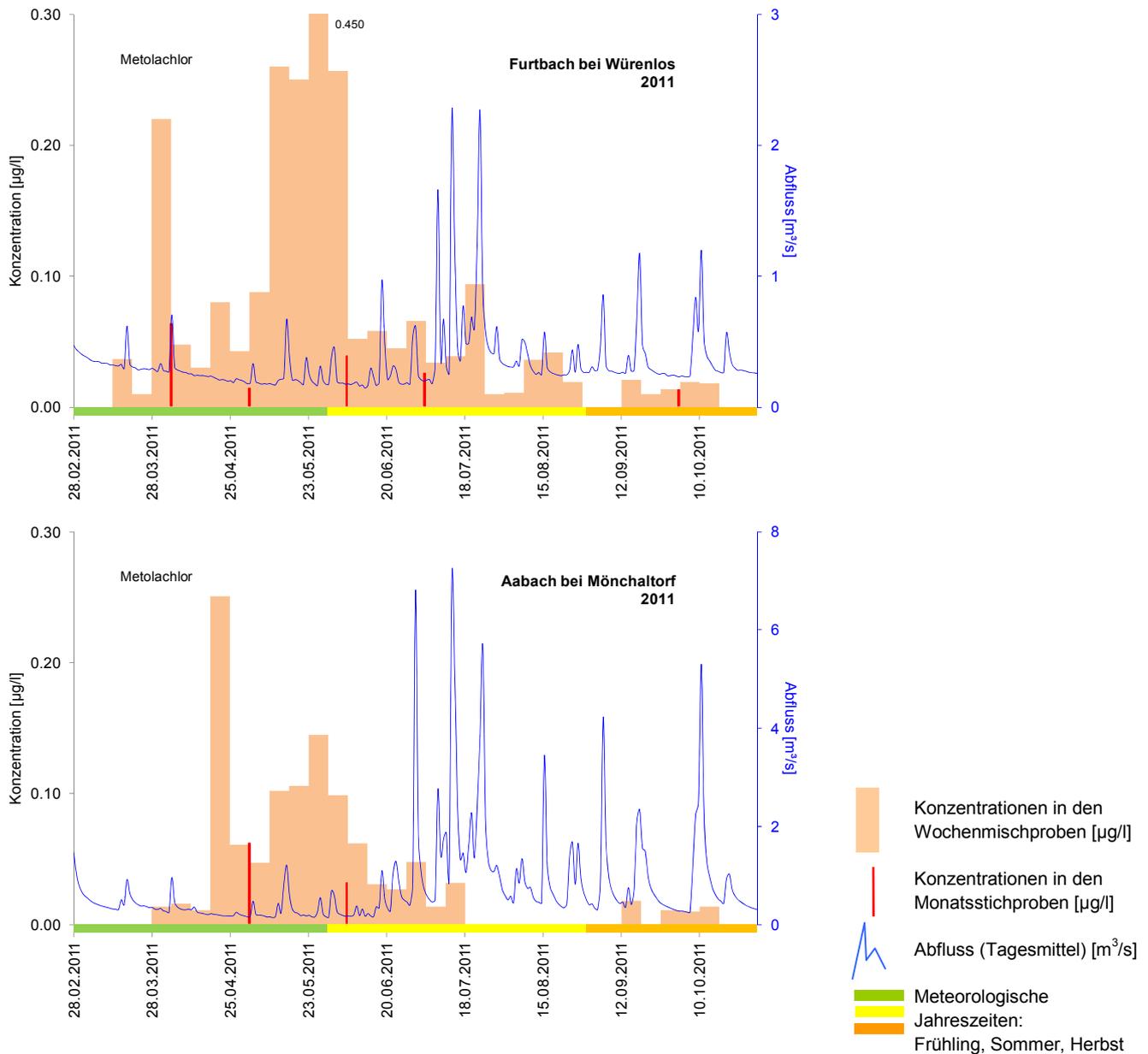
**Einsatzgebiet**  
Feldsalat, Kartoffeln

**Best.-grenze** 0.02 µg/l  
**AF GSchV** 0.1 µg/l  
**CQK** -  
**AQK** -  
**ZV LAWA** -

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Metobromuron konnte nur im Furtbach nachgewiesen werden, und zwar in der zweiten Hälfte des Sommers und der ersten Hälfte des Herbsts. Die Konzentrationen in den Wochenmischproben erreichten dabei Spitzenwerte des Vier- bis Fünffachen des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung.

## Metolachlor



### Metolachlor

#### Substanzklasse

Chloracetanilid

#### Wirkstoffgruppe

Herbizid

#### Einsatzgebiet

Mais, Soja, Sonnenblumen, Bohnen

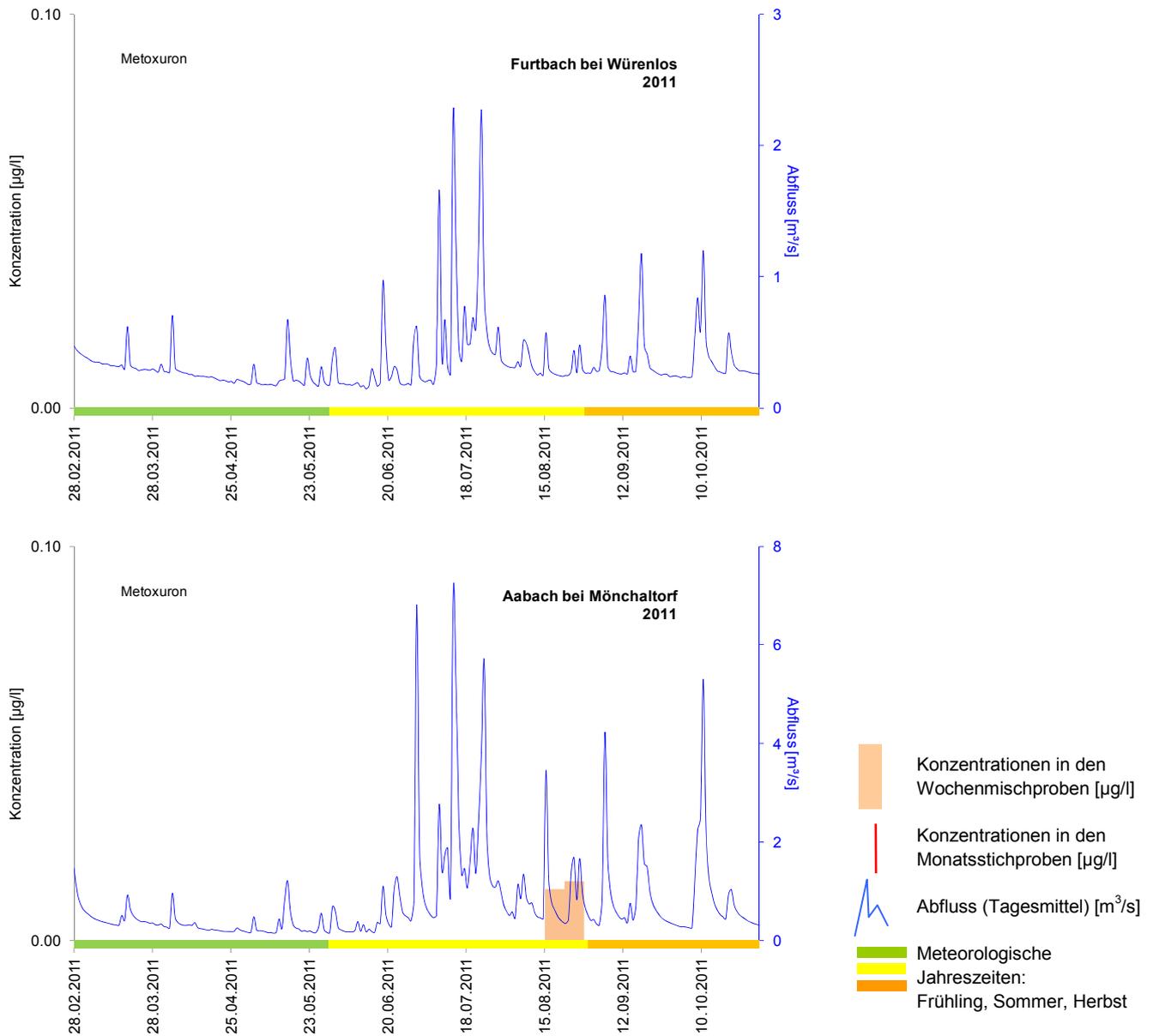
#### Best.-grenze

0.01  $\mu\text{g/l}$   
**AF GSchV** 0.1  $\mu\text{g/l}$   
**CQK** 0.3  $\mu\text{g/l}$   
**AQK** 4.4  $\mu\text{g/l}$   
**ZV LAWA** 0.2  $\mu\text{g/l}$

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
 AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Metolachlor trat sowohl im Furtbach wie auch im Aabach auf, und zwar hauptsächlich von Mitte März bis Ende Juli. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde dabei in beiden Gewässern überschritten. Die Konzentration an Metolachlor war dabei in einer Wochenmischprobe des Furtbachs Ende März deutlich höher als das chronische Qualitätskriterium von 0.3  $\mu\text{g/l}$ .

■ **Metoxuron**



**Metoxuron**

**Substanzklasse**  
Phenylharnstoff  
**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

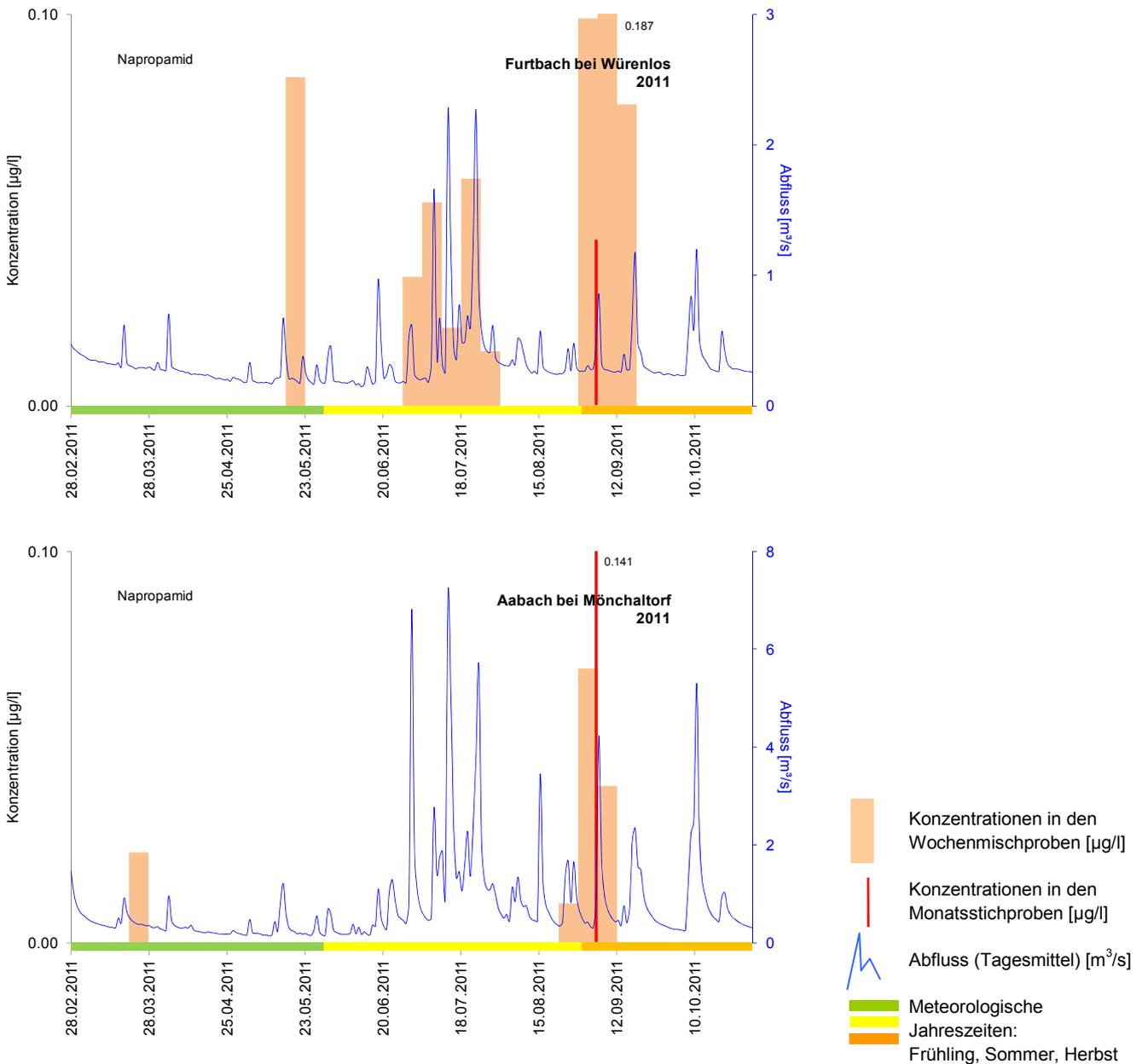
**Einsatzgebiet**  
Wintergetreide

**Best.-grenze** 0.01 µg/l  
**AF GSchV** 0.1 µg/l  
**CQK** 1.9 µg/l  
**AQK** 16 µg/l  
**ZV LAWA** -

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Metoxuron wurde nur in zwei Wochenmischproben des Aabachs in der zweiten Augushälfte nachgewiesen. Die gemessenen Konzentrationen lagen unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung.

**Napropamid**

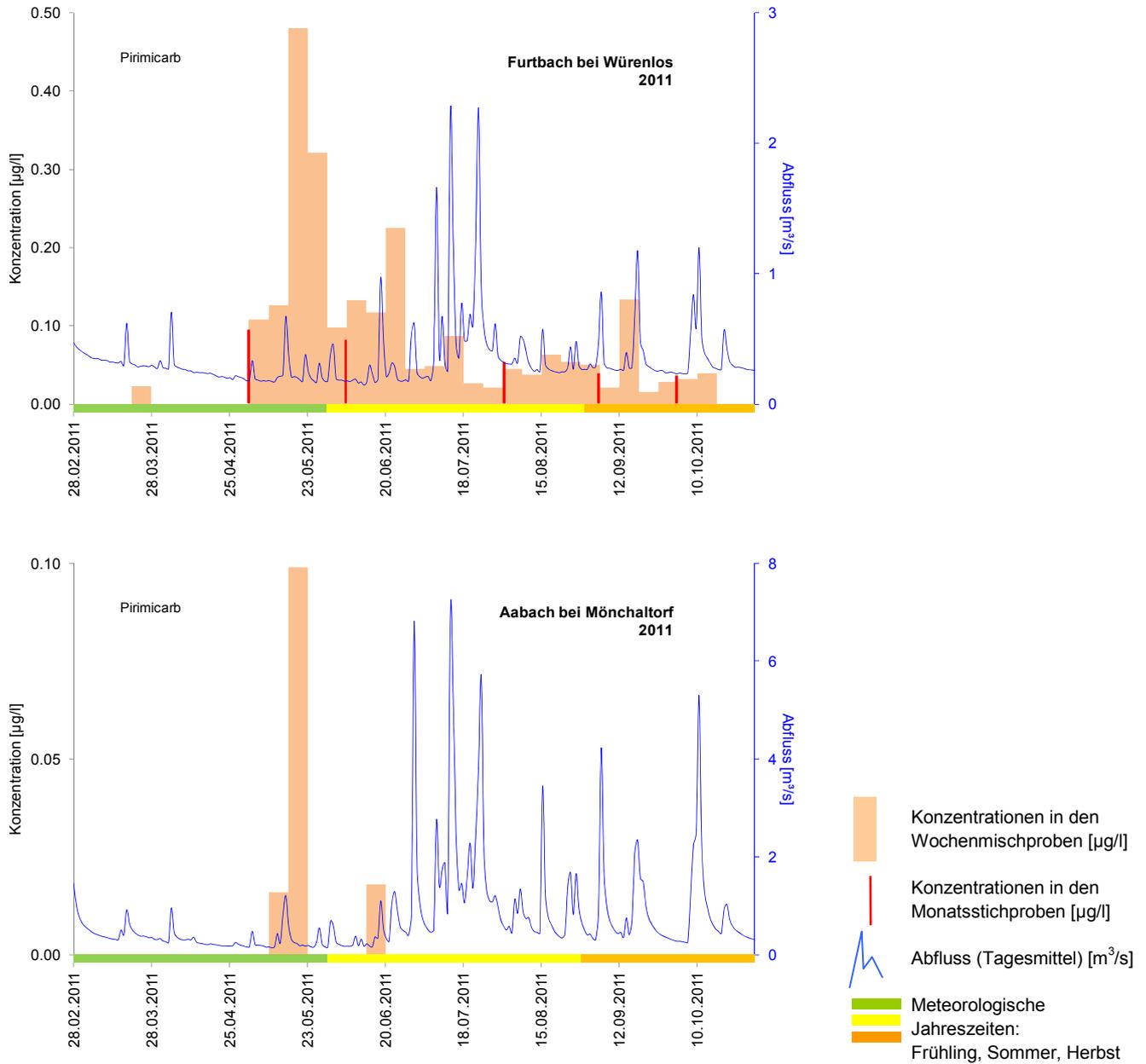


<b>Napropamid</b>	<b>Substanzklasse</b>	<b>Einsatzgebiet</b>	<b>Best.-grenze</b>	0.02 µg/l
	Amid	Raps	<b>AF GSchV</b>	0.1 µg/l
	<b>Wirkstoffgruppe</b>		<b>CQK</b>	-
	Herbizid		<b>AQK</b>	-
			<b>ZV LAWA</b>	-

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Napropamid wurde in beiden Fließgewässern gefunden. Die höchsten Konzentrationen wurden im Übergang vom Sommer zum Herbst gemessen, wobei die Maximalwerte oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung lagen. Die Befunde in den Wochenmischproben des Furtbachs im Juli deuten darauf hin, dass zu dieser Zeit eine weitere Applikation von Napropamid in seinem Einzugsgebiet stattfand.

■ Pirimicarb

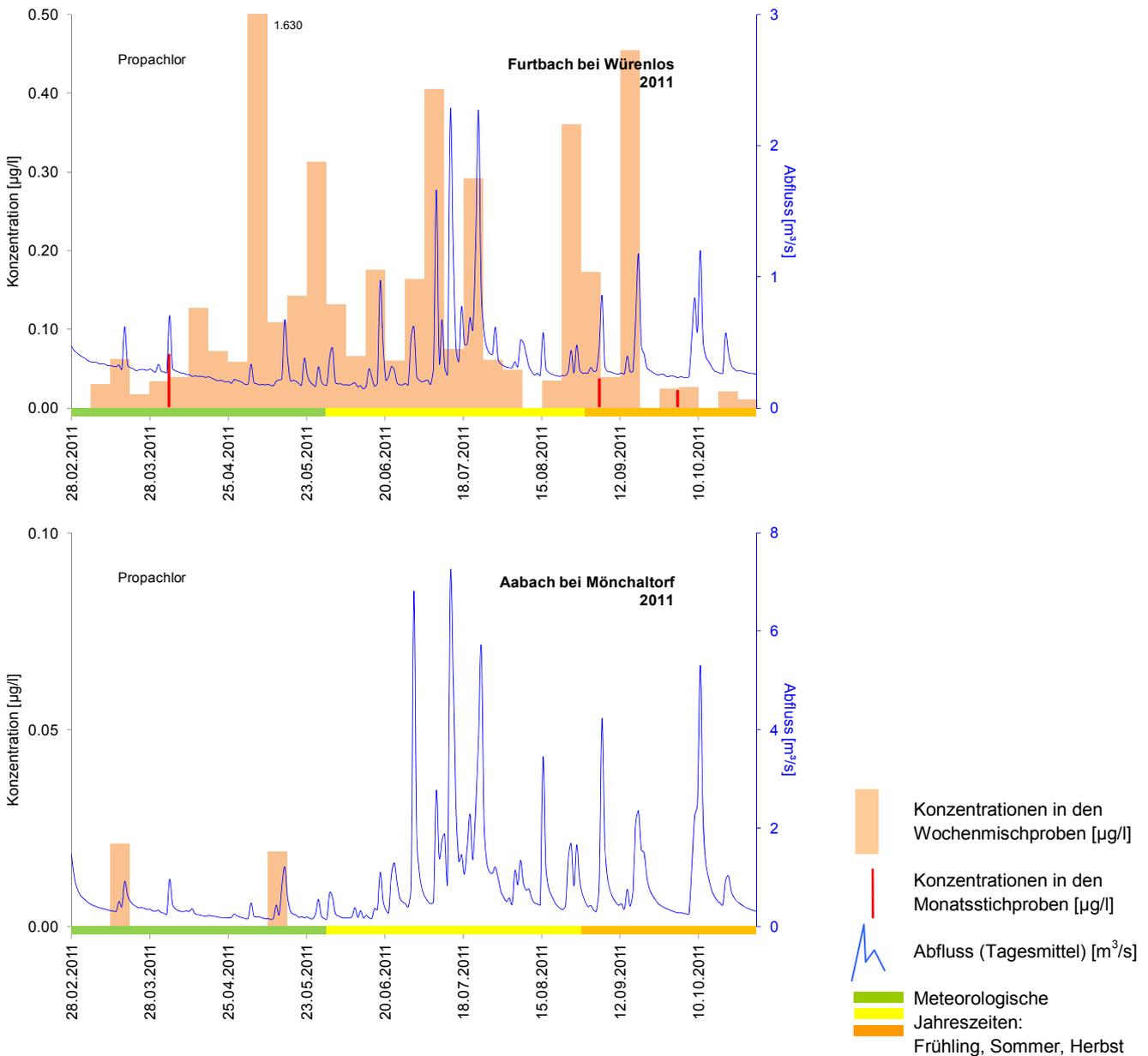


<b>Pirimicarb</b>	<b>Substanzklasse</b>	Carbamat	<b>Einsatzgebiet</b>	Blattläuse	<b>Best.-grenze</b>	0.01 µg/l
	<b>Wirkstoffgruppe</b>	Insektizid			<b>AF GSchV</b>	0.1 µg/l
					<b>CQK</b>	-
					<b>AQK</b>	-
					<b>ZV LAWA</b>	-

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Die höchsten Konzentrationen von Pirimicarb wurden im Übergang vom Frühling zum Sommer nachgewiesen. In den Wochenmischproben des Furtbachs überschritten sie dabei den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung immer wieder, in einer Wochenmischprobe des Furtbachs wurde er fast erreicht.

■ Propachlor



**Propachlor**

**Substanzklasse**

Chloracetanilid

**Wirkstoffgruppe**

Herbizid

**Einsatzgebiet**

Kohl, Raps, Lauch, Fenchel, Radischen

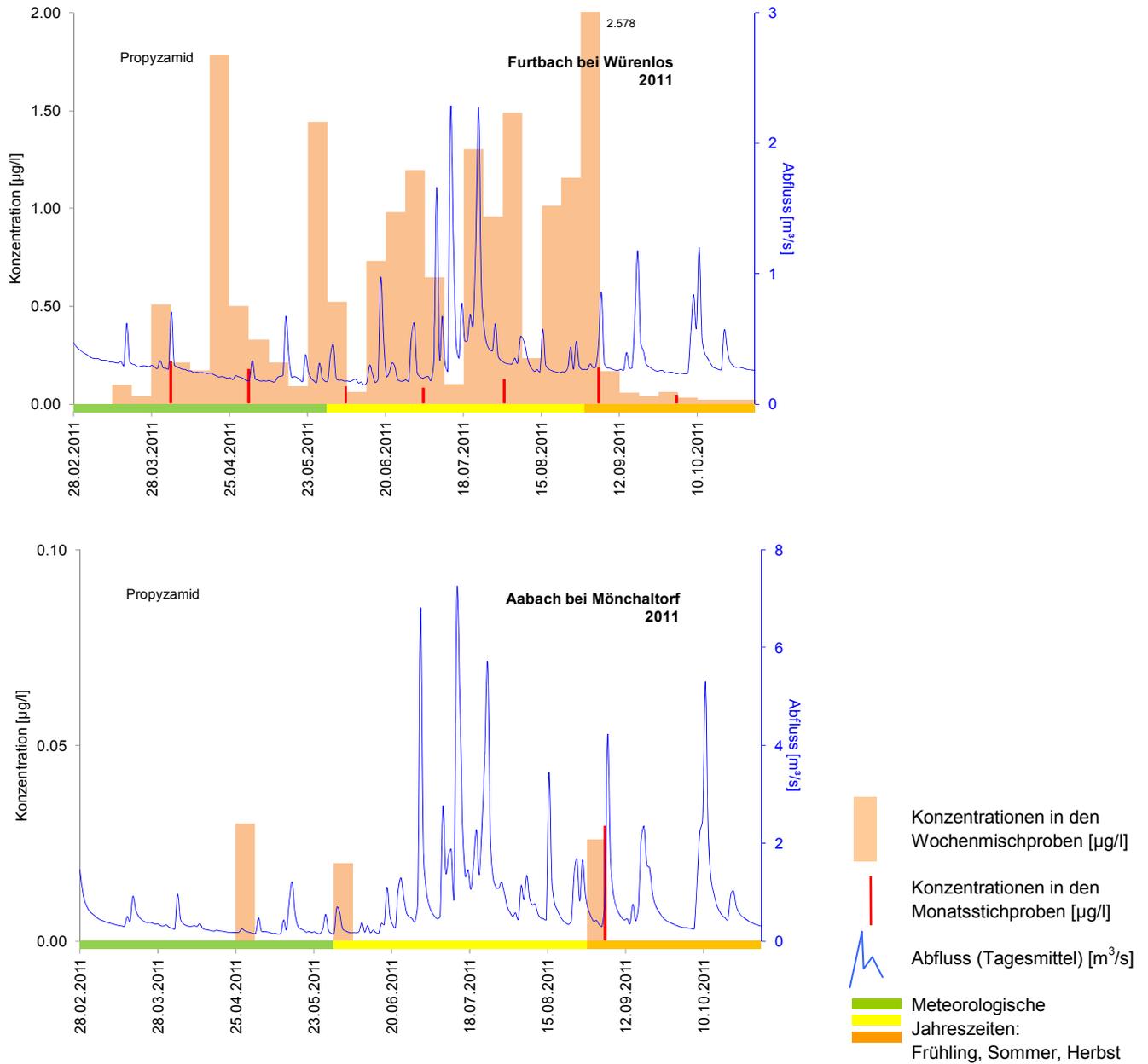
**Best.-grenze**

0.01  $\mu\text{g/l}$   
**AF GSchV** 0.1  $\mu\text{g/l}$   
**CQK** 0.09  $\mu\text{g/l}$   
**AQK** 1.4  $\mu\text{g/l}$   
**ZV LAWA** -

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium; AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Propachlor wurde in fast allen Wochenmischproben und zwei Monatsstichproben des Furtbachs gefunden. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung – und damit das Chronische Qualitätskriterium – wurde dabei in ca. 40 Prozent der Wochenmischproben überschritten. Der Höchstwert von 1.63  $\mu\text{g/l}$  übertraf sogar das Akute Qualitätskriterium von Propachlor. Im Aabach wurde die Verbindung lediglich zweimal nachgewiesen, und zwar in Konzentrationen unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung.

■ **Propyzamid**



**Propyzamid**

**Substanzklasse**  
Amid

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

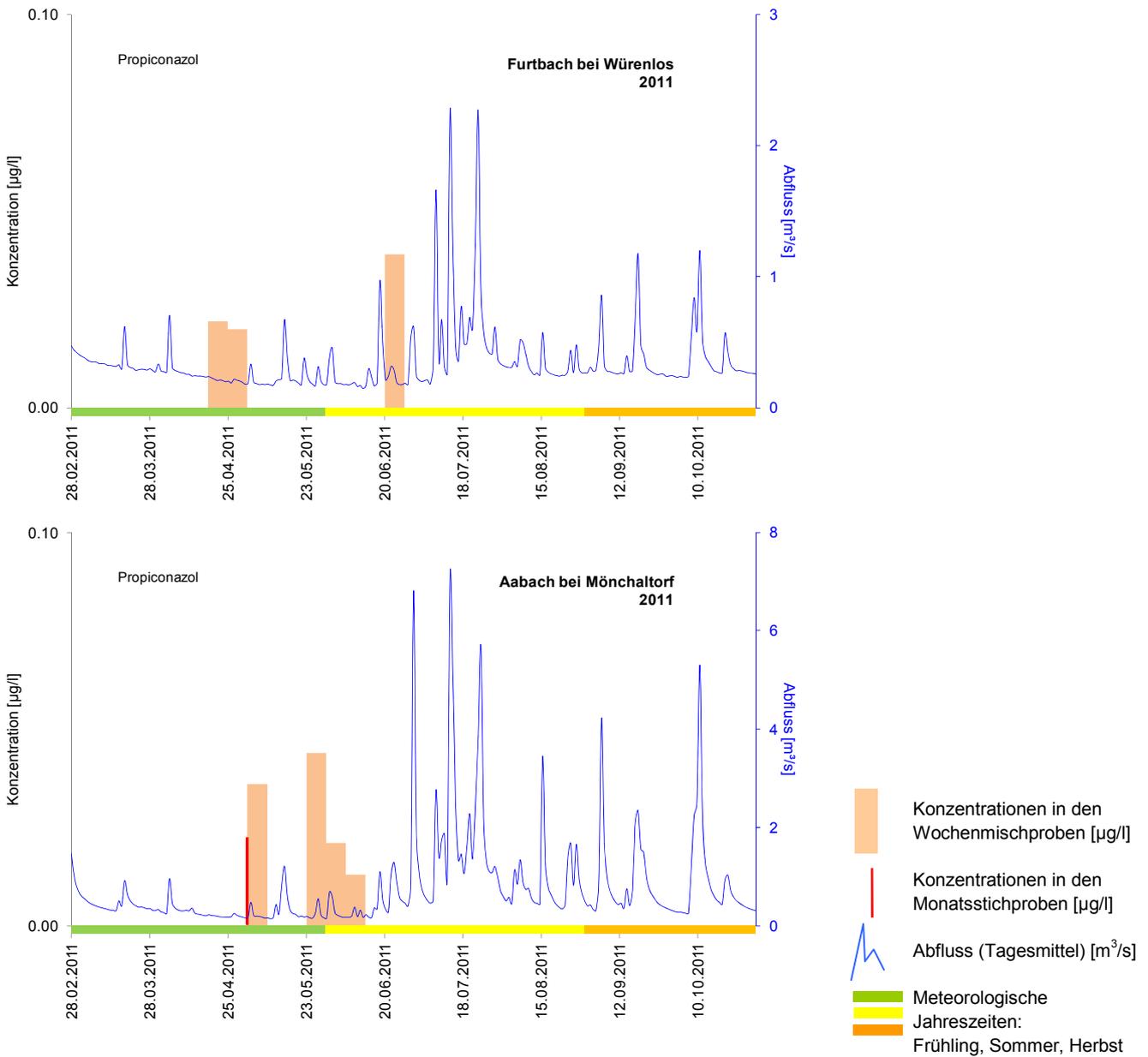
**Einsatzgebiet**  
Raps

**Best.-grenze** 0.02 µg/l  
**AF GSchV** 0.1 µg/l  
**CQK** -  
**AQK** -  
**ZV LAWA** -

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
 AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

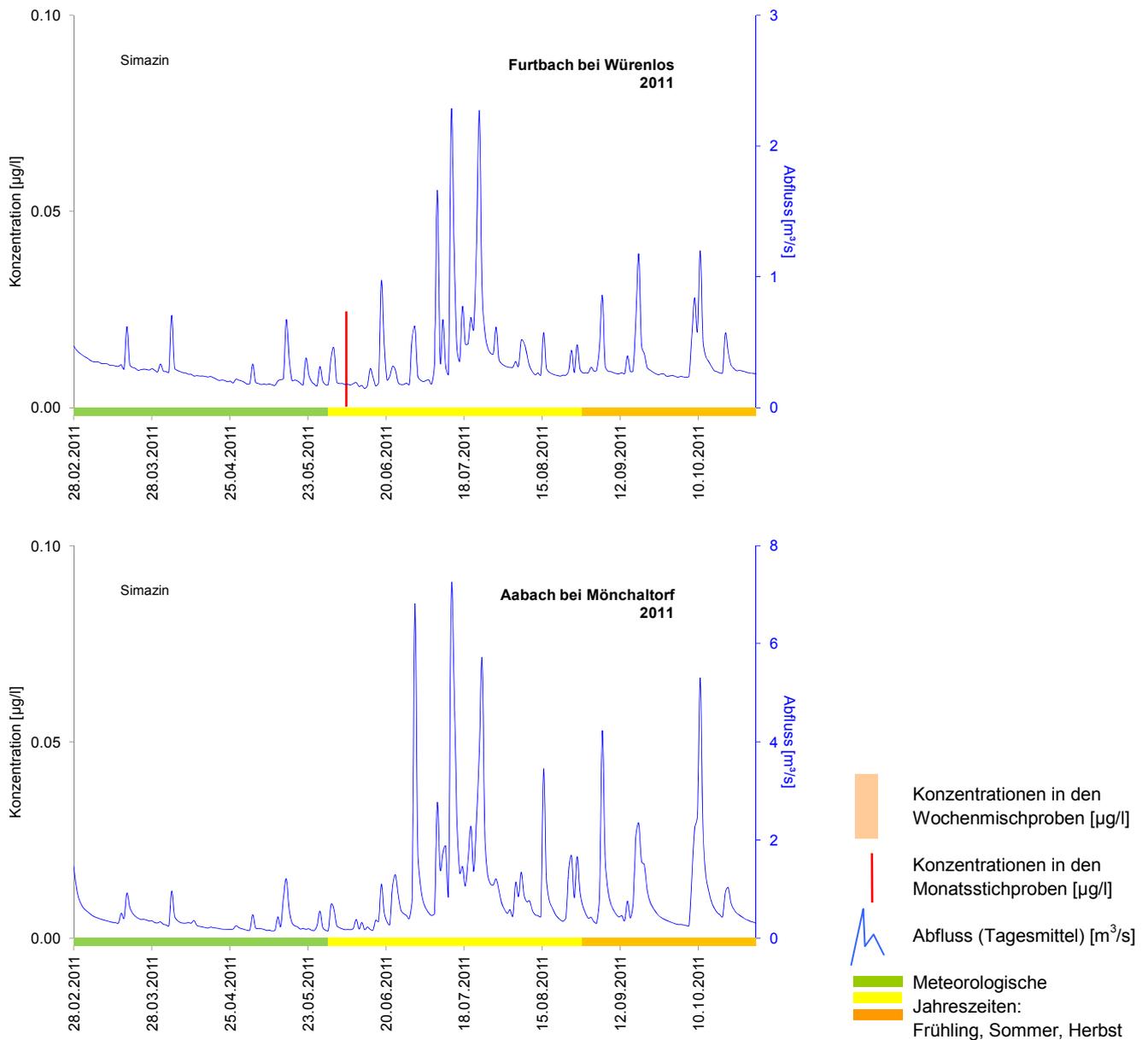
Propyzamid wurde vor allem in den Proben des Furtbachs gefunden. In zwei Drittel der Wochenmischproben lagen die Konzentrationen oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung. Das Maximum wurde mit 2.578 µg/l erreicht. Im Aabach wurde die Verbindung in drei Wochenmischproben und einer Tagesmischprobe detektiert. Die Konzentrationen lagen immer unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung.

■ Propiconazol



<b>Propiconazol</b>	<b>Substanzklasse</b>	<b>Einsatzgebiet</b>	<b>Best.-grenze</b>	0.02 µg/l
	Triazol	gegen Gelb- und Braunrost sowie Mehltau	<b>AF GSchV</b>	0.1 µg/l
	<b>Wirkstoffgruppe</b>		<b>CQK</b>	-
	Fungizid		<b>AQK</b>	-
			<b>ZV LAWA</b>	-
AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium; AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser				
Propiconazol wurde in den Proben beider Gewässer gefunden, allerdings immer in Konzentrationen unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung.				

■ **Simazin**



**Simazin**

**Substanzklasse**

Triazin

**Wirkstoffgruppe**

Herbizid

**Einsatzgebiet**

Kernobst, Gemüse, Beeren, Mais

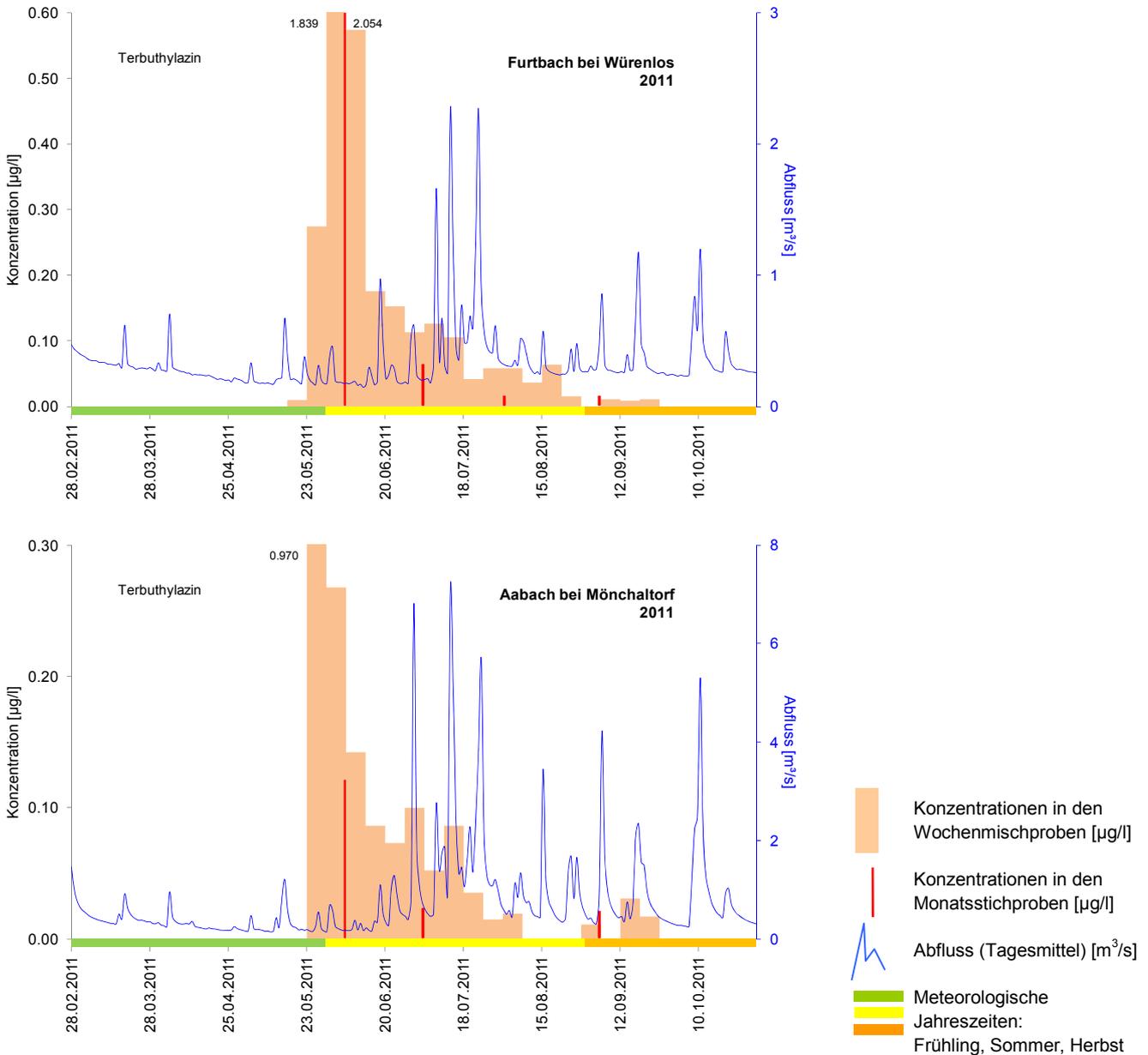
**Best.-grenze**

0.01 µg/l  
**AF GSchV** 0.1 µg/l  
**CQK** 2.8 µg/l  
**AQK** 23 µg/l  
**ZV LAWA** 0.1 µg/l

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
 AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Simazin war lediglich in einer Monatsstichprobe des Furtals in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachweisbar, und zwar im Frühsommer. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde nicht überschritten.

## ■ Terbutylazin



### Terbutylazin

#### Substanzklasse

Triazin

#### Einsatzgebiet

Kartoffeln

#### Best.-grenze

0.01  $\mu\text{g/l}$

#### AF GSchV

0.1  $\mu\text{g/l}$

#### CQK

0.38  $\mu\text{g/l}$

#### AQK

3.1  $\mu\text{g/l}$

#### ZV LAWA

0.5  $\mu\text{g/l}$

#### Wirkstoffgruppe

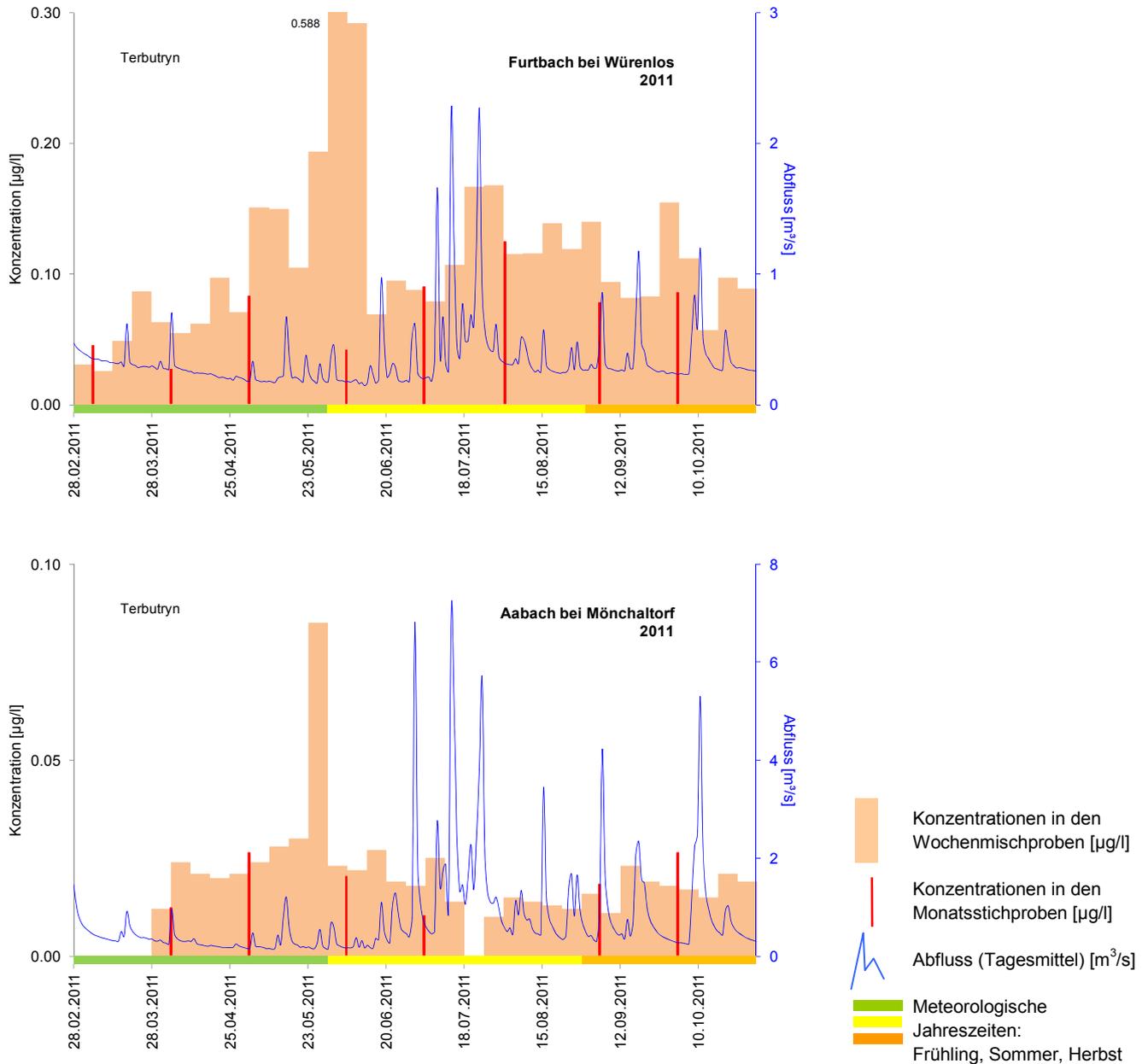
Herbizid

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Terbutylazin konnte ab Ende Mai sowohl in den Proben des Furtbachs wie auch in den Proben des Aabachs nachgewiesen werden. Zu Beginn lagen die Konzentrationen mit ca. 2 resp. 1  $\mu\text{g/l}$  sehr hoch; das Chronische Qualitätskriterium wurde dabei um das Fünf- resp. 2.5-fache überschritten. Nach diesem anfänglichen Peak sanken die Konzentrationen gegen den Herbst hin kontinuierlich ab.

Terbutylazin ist ein selektives und systemisch wirkendes Herbizid und vom chemischen Aufbau dem Atrazin sehr ähnlich (Austausch der Isopropyl- durch eine tert-Butyl-Gruppe). Es gehört wie Atrazin und Simazin zu den Chlortriazin. Haupteinsatzgebiet ist die Bekämpfung von Unkraut beim Anbau von Mais.

## ■ Terbutryn



### Terbutryn

**Substanzklasse**  
Triazin

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

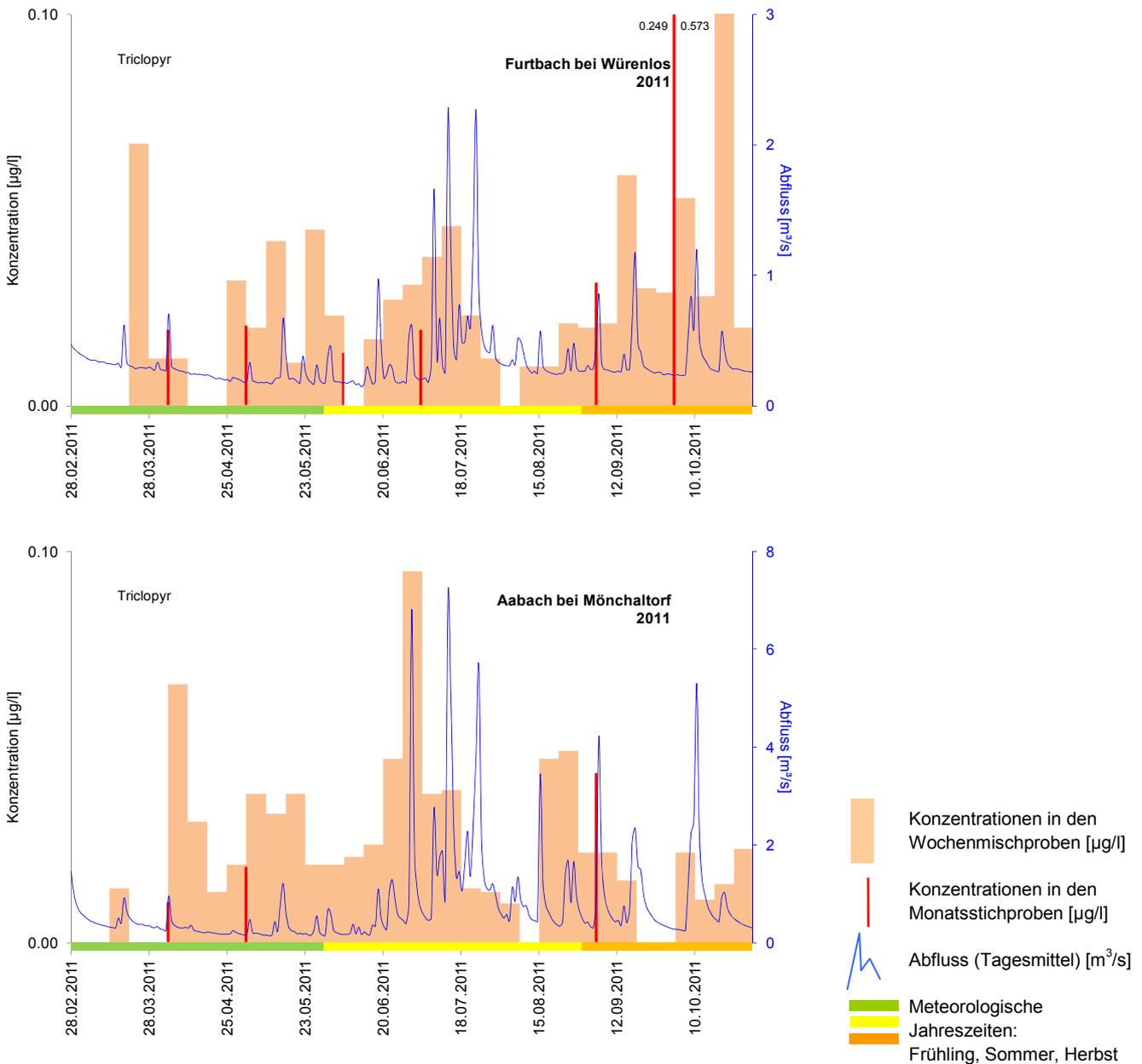
**Einsatzgebiet**  
Mais, Kartoffeln, Wintergetreide

**Best.-grenze** 0.01 µg/l  
**AF GSchV** 0.1 µg/l  
**CQK** 0.17 µg/l  
**AQK** 1.4 µg/l  
**ZV LAWA** -

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Terbutryn wurde in beiden Gewässern in nahezu allen Proben nachgewiesen. Im Furtbach wurden der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung und das Chronische Qualitätskriterium wiederholt überschritten. Im Aabach war die Verbindung nur in Konzentrationen unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachweisbar. Auffallend ist, dass die Maximalwerte zeitlich mit denjenigen des Terbutylazins zusammenfallen. Das deutet darauf hin, dass die beiden Wirkstoffe kombiniert eingesetzt wurden.

■ **Triclopyr**



**Triclopyr**

**Substanzklasse**  
Phenoxycarbonsäure

**Wirkstoffgruppe**  
Herbizid

**Einsatzgebiet**  
Wiesen, Nichtkulturland

**Best.-grenze** 0.02 µg/l  
**AF GSchV** 0.1 µg/l  
**CQK** -  
**AQK** -  
**ZV LAWA** -

AF GSchV: Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung; CQK: Chronisches Qualitätskriterium;  
 AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Triclopyr wurde in beiden Gewässern in der Mehrzahl der Proben nachgewiesen. Im Furtbach überschritten die Konzentrationen von je einer Wochenmisch- und einer Monatsstichprobe den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung. Im Aabach trat die Verbindung immer in Konzentrationen kleiner als der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung auf.