



Pestiziduntersuchungen

bei den Hauptmessstellen Töss bei Freienstein
und Aabach bei Mönchaltorf im Jahr 2010

mit einem Vergleich zu den Resultaten der Untersuchungen 2007 bis 2009
bei den Hauptmessstellen an Furtbach, Glatt, Jonen und Reppisch

**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, August 2011, gedruckt am 2.11.2011

Foto Titelseite: Hauptmessstelle «Töss bei Freienstein»

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	2
1 Einleitung	4
2 Methode	5
2.1 Messstellen und Probenahme	5
2.2 Analytik	7
2.2.1 Analysemethoden.....	7
2.2.2 Untersuchte Verbindungen.....	7
2.3 Auswertung der Daten.....	9
2.3.1 Auswertung nach Belastungsindex	9
2.3.2 Auswertung nach stoffspezifischen Qualitätskriterien	9
3 Resultate.....	12
3.1 Die Konzentrationen der Pestizide und Abbauprodukte in den Wochenmischproben von Töss und Aabach.....	12
3.1.1 Belastung der Wochenmischproben	12
3.1.2 Verteilung der Nachweise auf die einzelnen Verbindungen.....	15
3.2 Vergleich der Wochenmisch- mit den Monatsstichproben	18
3.3 Jahreszeitlicher Verlauf der Belastung.....	20
4 Diskussion.....	21
4.1 Belastung der Wochenmischproben	21
4.2 Nachgewiesene Verbindungen.....	23
4.3 Vergleich der Wochenmisch- mit den Monatsstichproben	25
4.4 Jahreszeitlicher Verlauf der Belastung.....	26
4.5 Beurteilung der Wasserqualität mittels stoffspezifischen Qualitätskriterien.....	27
4.5.1 Auswertung der Wochenmischproben	27
4.5.2 Vergleich der Wochenmisch- mit den Monatsstichproben	27
4.5.3 Summarische Beurteilung	29
5 Literatur.....	30
Anhang.....	31

Zusammenfassung

Für die Pestiziduntersuchungen 2010 wurden bei den Hauptmessstellen «Töss bei Freienstein» und «Aabach bei Mönchaltorf» von Anfang März bis Ende Oktober Wochenmisch- und Monatsstichproben erhoben. Im Labor analysierte man die Proben anschliessend auf 43 Pestizide und drei Abbauprodukte.

Der Aabach ist insgesamt stärker belastet als die Töss. In den Wochenmischproben des Aabachs lagen im Schnitt mehr Schadstoffe in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l vor als in den Wochenmischproben der Töss. Entsprechend war die Summe der Konzentrationen an Pestiziden und Abbauprodukten in einer durchschnittlichen Wochenmischprobe aus dem Aabach mehr als doppelt so hoch wie in einer durchschnittlichen Wochenmischprobe aus der Töss. Verglichen mit den Wochenmischproben der Töss wiesen die Wochenmischproben des Aabachs auch das breitere Spektrum an Schadstoffen auf, welche in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung auftraten.

Zu den Verbindungen, welche häufig in den Wochenmischproben beider Fließgewässer gefunden wurden, gehörten die beiden Herbizide Atrazin und Mecoprop, das Repellent DEET sowie die Abbauprodukte 2,6-Dichlorbenzamid und Desethylatrazin, wobei die Durchschnittskonzentration dieser Schadstoffe jeweils unter dem Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung lag. Nicht so häufig, dafür aber mit einer Durchschnittskonzentration oberhalb des Anforderungswerts, wurden in den Wochenmischproben des Aabachs Metolachlor sowie Isoproturon und in den Wochenmischproben der Töss Metamitron nachgewiesen.

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.

Der Vergleich der Wochenmischproben mit den Monatsstichproben zeigt, dass Wochenmischproben ein zuverlässigeres Bild der Pestizidbelastung eines Fließgewässers liefern als Monatsstichproben. In den Monatsstichproben wurden nur rund zwei Drittel der Verbindungen, welche in den Wochenmischproben gefunden wurden, mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Das heisst, dass mit den Monatsstichproben Verbindungen, welche nur in kurzen Stössen kommen, häufig verpasst werden, während sie mit den Wochenmischproben erfasst werden. Betrachtet man für jede Verbindung, in welchem Probenotyp die höchste Konzentration gemessen wurde, so stellt man fest, dass über 90 Prozent der Höchstwerte in Wochenmischproben gemessen wurden. Was die Überschreitung des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung betrifft, so liegen

bei den Wochenmischproben fast doppelt so viele Höchstwerte oberhalb dieses Werts wie bei den Monatsstichproben. 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 kann der Töss bezüglich der Triazine und Phenylharnstoffe eine sehr gute Wasserqualität attestiert werden, dem Aabach hingegen nur eine mässige. Bei den Chloracetaniliden und Organophosphaten weisen beide Fliessgewässer die gleiche Wasserqualität auf, nämlich gut resp. mässig. Wiederholt man diese Auswertung mit den Resultaten, welche aus der Analyse der Monatsstichproben stammen, so wird bestätigt, dass die Monatsstichproben das Ausmass der Belastung geringer einschätzen als die Wochenmischproben.

Vergleicht man diese Resultate mit den Ergebnissen der Messkampagnen, welche 2007 bis 2009 an Furtbach, Glatt, Jonen und Reppisch durchgeführt wurden, so lässt sich festhalten, dass die sechs Fliessgewässer aufgrund ihrer Belastung mit Pestiziden und Abbauprodukten grob in drei Gruppen eingeteilt werden können. Der Furtbach ist am stärksten belastet, während Glatt, Jonen, Reppisch und Aabach bezüglich ihrer Belastung vergleichbar sind. Am geringsten ist die Belastung der Töss. Mit Hilfe des Belastungsindex, welcher auf der Anzahl Überschreitungen des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung beruht, wird die Wasserqualität des Furtbachs als «schlecht» taxiert, diejenige von Glatt, Jonen, Reppisch und Aabach als «unbefriedigend» und diejenige von Töss als «gut». Die Töss dürfte darum sauberes Wasser führen, weil sie ein relativ grosses Fliessgewässer in einem ländlichen Einzugsgebiet ist, welches eine wenig Pestizid-intensive Landwirtschaft aufweist.

1 Einleitung

Pestizide sind Stoffe, welche zur Bekämpfung oder Abwehr unerwünschter Organismen verwendet werden. Die Produkte, in denen sie zum Einsatz kommen, nennt man je nach Verwendungszweck und Anwendungsort 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 AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft seit 1999 systematische Untersuchungen an Bächen und Flüssen durch. Die ersten Resultate zeigten, dass einzelne Fliessgewässer regelmässig Pestizidkonzentrationen aufweisen, welche für aquatische Lebewesen kritisch sein können [1, 2]. Deshalb wurde im Jahr 2007 begonnen, besonders belastete Fliessgewässer bei ihren Hauptmessstellen eingehender zu untersuchen. Vom Frühjahr bis zum Herbst wurden den betreffenden Gewässern abflussproportionale Tagesmischproben entnommen, welche man am Ende einer Woche zu einer Wochenmischprobe vereinte. In den ersten beiden Kampagnen untersuchte man zusätzlich die Tagesmischproben, welche während Zeiten erhöhten Abflusses gesammelt worden waren. Monatlich erhobene Stichproben aus der «fliessenden Welle» vervollständigten die Messreihen. Im Labor analysierte man die Proben anschliessend auf 46 Pestizide und drei Abbauprodukte.

Die Messkampagnen 2007 bis 2009 konzentrierten sich auf die Pestizidbelastungen von Furtbach, Glatt, Jonen und Reppisch. Bei der Hauptmessstelle «Furtbach bei Würenlos» entnahm man in allen drei Jahren Proben, die Hauptmessstellen «Glatt vor Rhein», «Jonen nach ARA Zwillikon» resp. «Reppisch bei Dietikon» wurden während jeweils nur einem Jahr beprobt. Über die Resultate dieser Untersuchungen wurde detailliert berichtet [3 - 5].

Die Pestiziduntersuchungen 2010 an den Hauptmessstellen «Töss bei Freienstein» und «Aabach bei Mönchaltorf» sind die Fortsetzung der Messkampagnen 2007 bis 2009. Wie in den vorangegangenen Kampagnen sammelte man von Anfang März bis Ende Oktober Proben, welche anschliessend im Labor auf 46 Schadstoffe analysiert wurden. Der vorliegende Bericht wertet die dabei gewonnen Daten aus und vergleicht sie mit den Resultaten der Untersuchungen des Furtbachs, der Glatt, der Jonen und der Reppisch. Dabei stehen folgende Fragen im Vordergrund:

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

2 Methode

2.1 Messstellen und Probenahme

Für die Pestiziduntersuchungen 2010 wurden an den Hauptmessstellen «Töss bei Freienstein» und «Aabach bei Mönchaltorf» Proben genommen (Abb. 2.1). Diese beiden Messstellen gehören zu den 17 Hauptmessstellen im Kanton Zürich, welche der permanenten Überwachung der wichtigsten Fließgewässer dienen. Abbildung 2.2 zeigt die Lage der Stellen im Kanton Zürich und gibt ihre Messstellen-Nummer, Landeskoordinaten, Höhe über Meer und Grösse des Einzugsgebiets an. Tabelle 2.1 listet die mittleren Abflüsse auf, welche an diesen beiden Hauptmessstellen im Jahr 2010 gemessen wurden. Abbildung 2.3 vergleicht diese Daten mit den mittleren Abflüssen von Furtbach, Glatt, Jonen und Reppisch, welche in den Jahren 2007 bis 2009 beprobt wurden. Für den Furtbach wurde für den Vergleich der Mittelwert der drei Jahre 2007 bis 2009 benützt.



Töss bei Freienstein



Aabach bei Mönchaltorf

Abb. 2.1: Die beiden beprobten Hauptmessstellen der Pestiziduntersuchungen 2010

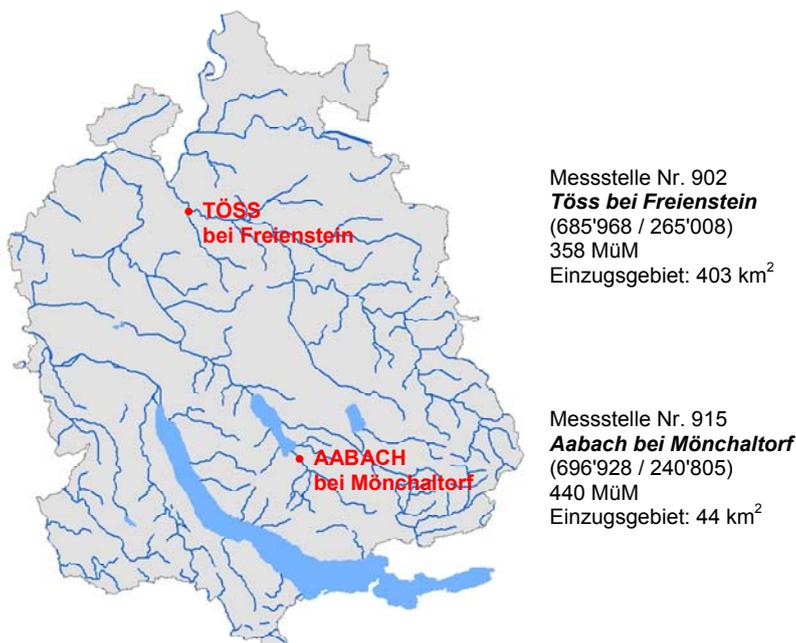


Abb. 2.2: Lage der beprobten Hauptmessstellen 2010

Tab. 2.1: Mittlere Abflüsse [m^3/s] der Töss bei Freienstein und des Aabachs bei Mönchaltorf 2010

Gewässer	mittlerer Abfluss [m^3/s] (2010)
Töss	9.7
Aabach	1.1

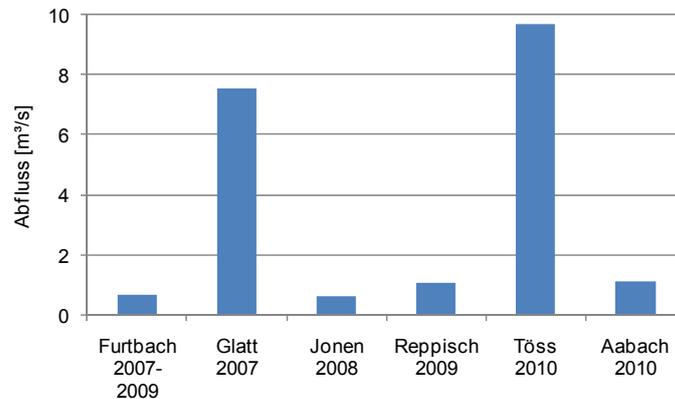


Abb. 2.3: Mittlere Abflüsse der Fließgewässer, welche 2007 bis 2010 beprobt wurden

Wie alle Hauptmessstellen sind auch diejenigen der Töss bei Freienstein und des Aabachs bei Mönchaltorf mit einem IBUK-Schöpfautomaten ausgerüstet (Abb. 2.4). Für die Pestiziduntersuchungen entnehmen die Geräte den Fließgewässern abflussproportionale Tagesmischproben, welche am Ende einer Woche jeweils zu einer Wochenmischproben vereint wurden. Einmal im Monat wurde schliesslich noch eine Stichprobe aus der «fliessenden Welle» entnommen.



Abb. 2.4: IBUK-Schöpfautomat

Tabelle 2.2 zeigt, von wann bis wann die Untersuchungsperiode im Jahr 2010 dauerte, und wie viele Wochenmisch- und Monatsstichproben die jeweiligen Messreihen umfassten.

Tab. 2.2: Untersuchungsperiode und Anzahl Proben von jedem Probentyp

	Töss und Aabach 2010
Untersuchungsperiode	1. März (Wo 9) bis 31. Oktober (Wo 43)
Wochenmischproben	35
Monatsstichproben	8

Im Auftrag des AWEL sammelte das Labor Veritas in Zürich die Proben wöchentlich ein und analysierte sie.

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 Millieu. 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 [1]. Die Proben wurden auf 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 der Messkampagne 2010 drei Pestizide dazugekommen: Azoxystrobin; Napropamid; Propyzamid.

Tabelle 2.3 listet die untersuchten Verbindungen in alphabetischer Reihenfolge auf. Zu jeder Verbindung sind folgende Informationen gegeben:

- Substanzklasse, Wirkstoffgruppe, Einsatzgebiet;
- Bestimmungsgrenze;
- Anforderungswert der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung¹:
0,1 µg/l je Einzelstoff².

¹ Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (SR 814.201)

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

Verbindung	Substanzklasse	Wirkstoffgruppe	Einsatzgebiet	Bestimmungs- grenze	AF GSchV CH	CQK	AQK	ZV LAWA	Nachweis- methode
				[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	
2,4-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	Wintergetreide	0.02	0.1	0.27	2.2	0.3	GC-MS
Linuron	Phenylharnstoff	H	Mais, Kartoffeln, Bohnen, Soja	0.02	0.1	0.32	2.6	0.3	GC-MS
MCPA	Phenoxykarbons.	H	Wiesen, Getreide	0.02	0.1			2	LC-MS
MCPB	Phenoxykarbons.	H	Wiesen, Kartoffeln, Getreide	0.02	0.1				LC-MS
Mecoprop	Phenoxykarbons.	H	Getreide, Rasen, Flachdächer	0.02	0.1			50	LC-MS
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
Terbutylazin	Triazin	H	Kartoffeln	0.01	0.1	0.38	3.1	0.5	GC-MS
Terbutryn	Triazin	H	Mais, Kartoffeln, Wintergetreide	0.01	0.1	0.17	1.4		GC-MS
Triclopyr	Phenoxykarbons.	H	Wiesen, Nichtkulturland	0.02	0.1				LC-MS

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

Tab. 2.3: Übersicht über die untersuchten Verbindungen

- Chronisches resp. Akutes Qualitätskriterium gemäss Chèvre³;
- Zielvorgabe LAWA⁴ für das Schutzgut «aquatische Lebensgemeinschaft»⁵;
- Nachweismethode.

2.3 Auswertung der Daten

Um von den einzelnen Analyseresultaten der Wasserproben zu einer Gesamtbeurteilung der Wasserqualität eines Fließgewässers zu gelangen, kamen in den bisherigen Berichten zwei Methoden zur Anwendung. Die erste Methode – die Berechnung des sogenannten *Belastungsindex* – benützt den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung als Qualitätskriterium [1], die zweite beruht auf dem Prinzip der Chronischen und Akuten Qualitätskriterien [6].

2.3.1 Auswertung nach Belastungsindex

Die Methode des Belastungsindex stützt sich auf die Bestimmung der Gewässerschutzverordnung, dass die Pestizidkonzentrationen 0.1 µg/l je Einzelstoff nicht überschreiten dürfen. Dieser Wert wurde im Hinblick auf den Schutz des Trinkwassers festgelegt. Um den Belastungsindex zu berechnen, wird für eine Untersuchungsstelle der Quotient aus der Anzahl Messwerte über 0.1 µg/l und der Anzahl Proben bestimmt. Dieser Wert entspricht der Anzahl Verbindungen, welche in einer durchschnittlichen Probe in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung vorliegen. Je nachdem, um wie viele es sich dabei handelt, kann der Wasserqualität eines Fließgewässers nun eine Farbe zugeordnet werden [1], welcher üblicherweise auch ein Begriff entspricht (Abb. 2.5):

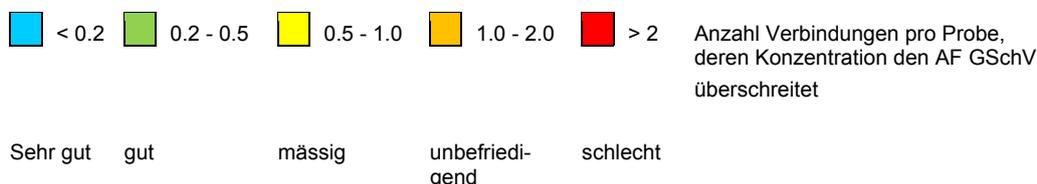


Abb. 2.5: Beurteilung der Wasserqualität der untersuchten Fließgewässer mittels des Belastungsindex

2.3.2 Auswertung nach stoffspezifischen Qualitätskriterien

Aus ökotoxikologischer Sicht ist der Belastungsindex allerdings 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, welches auf der Wirkung der verschiedenen

³ Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung, der gleichermassen für alle organischen Pestizide gilt, ist unbefriedigend, da er die unterschiedliche Wirkung der verschiedenen Pestizide auf die Vielfalt der Organismen im Wasser nicht berücksichtigt. Deshalb wurde ein Konzept zur wirkungsbasierten Beurteilung von Pestiziden erarbeitet. Für Wirkstoffe, über die genügend Literaturdaten vorlagen, konnten Werte für die chronische (CQK) und akute Toxizität (AQK) festgelegt werden. Aufgrund fehlender Unterlagen liegen aber bei weitem noch nicht für alle Pestizide solche stoffspezifischen Qualitätskriterien vor. [6]

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

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

Pestizide basiert [6]. Zu diesem Zweck wurde der Anforderungswert der Gewässer-schutzverordnung 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 Pestizides 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. 2.3). 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. 2.3), 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 , welche 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 2.4). 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. 2.4: Beurteilungsschema nach Chèvre et al. (2006) [6]

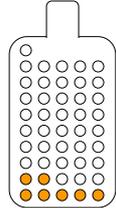
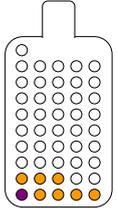
In der Wirkstoffgruppe der Herbizide wurden Vertreter der Substanzklassen der Triazine und Phenylharnstoffe (Atrazin, Diuron, Isoproturon, Linuron, Simazin, Terbutryn, Terbutylazin) sowie der Chloracetanilide (Dimethenamid, Metazachlor, Metolachlor, Propachlor) betrachtet. In der Wirkstoffgruppe der 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 Töss und Aabach

3.1.1 Belastung der Wochenmischproben

Jede der 35 Wochenmischproben, welche im Rahmen der Pestiziduntersuchungen 2010 in der Töss und im Aabach erhoben wurden (s. Tab. 2.2), untersuchte man auf die Konzentrationen von 46 Verbindungen (s. Tab. 2.3). In den Wochenmischproben der Töss lagen im Schnitt sieben Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze vor. In jeder dritten Probe überschritt die Konzentration einer Verbindung den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l. Die Untersuchung der Wochenmischproben aus dem Aabach ergab, dass im Schnitt jede Probe acht Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze enthielt und die Konzentration von jeweils einer Verbindung den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung überschritt. Die durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und Abbauprodukten in einer Wochenmischprobe betrug für die Töss 0.247 µg/l, für den Aabach 0.512 µg/l. (Tab. 3.1)

	Töss 2010	Aabach 2010
		
Anzahl Wochenmischproben	35	35
Anzahl untersuchte Verbindungen	46 (100%)	46 (100%)
Durchschnittliche Anzahl Verbindungen pro Probe mit einer Konzentration oberhalb ...		
... der Bestimmungsgrenze;	6.5 (14%)	8.4 (18%)
... des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l.	0.3 (0.7%)	1.0 (2.2%)
Durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und Abbauprodukten in einer Wochenmischprobe		
	0.247 µg/l	0.512 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 vergleicht diese Werte mit den Resultaten der Messkampagnen 2007 bis 2009. Da in diesen Messkampagnen die Liste der untersuchten Verbindungen 49 und nicht 46 Schadstoffe umfasste, sind in der Grafik Prozentzahlen angegeben. In Abbildung 3.2 sind die durchschnittlichen Konzentrationen an Pestiziden und ihren Abbauprodukten in einer Wochenmischprobe dargestellt. Für die Werte des Furtbachs wurden in beiden Abbildungen die Mittelwerte der drei Messreihen von 2007 bis 2009 eingesetzt.

Abb. 3.1 Durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze (gesamte Länge des Balkens) und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung (dunkler Teil des Balkens) pro Wochenmischprobe

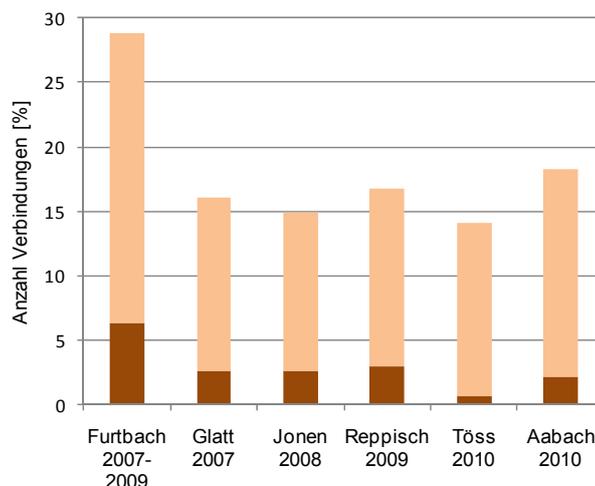


Abb. 3.2 Durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und ihren Abbauprodukten in einer Wochenmischprobe

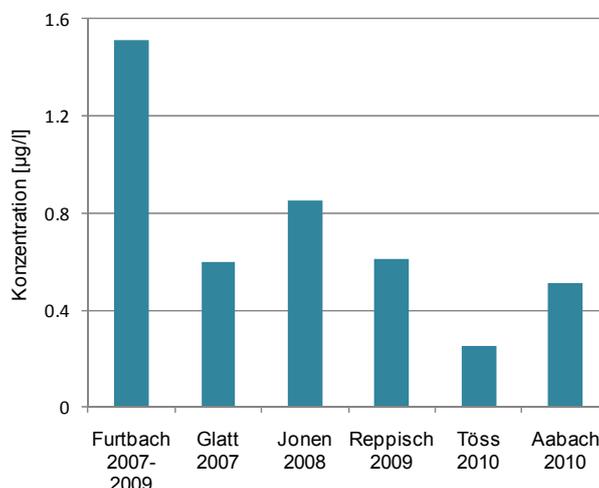


Abbildung 3.3 stellt in Form von Kastengrafiken⁶ dar, wie stark die Belastung der Wochenmischproben von Töss und Aabach variierte. Diese Resultate werden wiederum mit den Ergebnissen aus den vorangegangenen Messkampagnen verglichen. Abbildung 3.3 a) zeigt die Variation der Anzahl der Verbindungen, welche in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurden. So war zum Beispiel in der Reppisch und in der Töss die höchste Anzahl der Verbindungen, welche in einer einzelnen Wochenmischprobe gefunden wurden, gleich 15. Abbildung 3.3 b) beschreibt die Variation der Zahl der Verbindungen, welche in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l vorlagen. Aus dieser Grafik lässt sich beispielsweise heraus lesen, dass es in allen Messreihen Wochenmischproben gab, in denen keine Verbindung in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung gefunden wurde. Abbildung 3.3 c) schliesslich stellt die Variation der Gesamtkonzentration der 46 Ver-

⁶ Kastengrafiken (auch Kastenschaubilder oder Boxplots genannt) werden hauptsächlich verwendet, wenn man sich schnell einen Überblick über die Verteilung von Daten verschaffen will. Die Box wird durch das obere und das untere Quartil begrenzt. Sie umfasst also den Bereich, in dem 50% der Daten liegen. Die Länge der Box entspricht dem Interquartilsabstand und ist ein Mass der Streuung der Daten. Der Median wird als durchgehender Strich in der Box eingezeichnet. Dieser Strich teilt das gesamte Diagramm in zwei Hälften, in denen jeweils 50% der Daten liegen. Durch seine Lage innerhalb der Box bekommt man einen Eindruck von der Schiefe der Verteilung der Daten. Die obere Linie, die das Rechteck verlängert, reicht bis zum 90-Quantil, die untere bis zum kleinsten Wert der Daten. Die Box inklusive Linien decken somit 90% der Spannweite der Daten ab.

bindungen in den Wochenmischproben eines Fließgewässers dar. In den Wochenmischproben der Töss war die maximale Summe der Konzentrationen, welche in einer Probe erreicht wurde, 0.812 µg/l. Verglichen mit den anderen Fließgewässern entspricht dies dem tiefsten Wert. Am anderen Ende des Spektrums stehen die Wochenmischproben des Furtbachs. Der Wert von 4.692 µg/l entspricht dem Mittelwert der Höchstwerte, welche in den drei Messreihen von 2007 bis 2009 gemessen wurden. Auch für die anderen Werte des Furtbachs wurden die entsprechenden Mittelwerte eingesetzt.

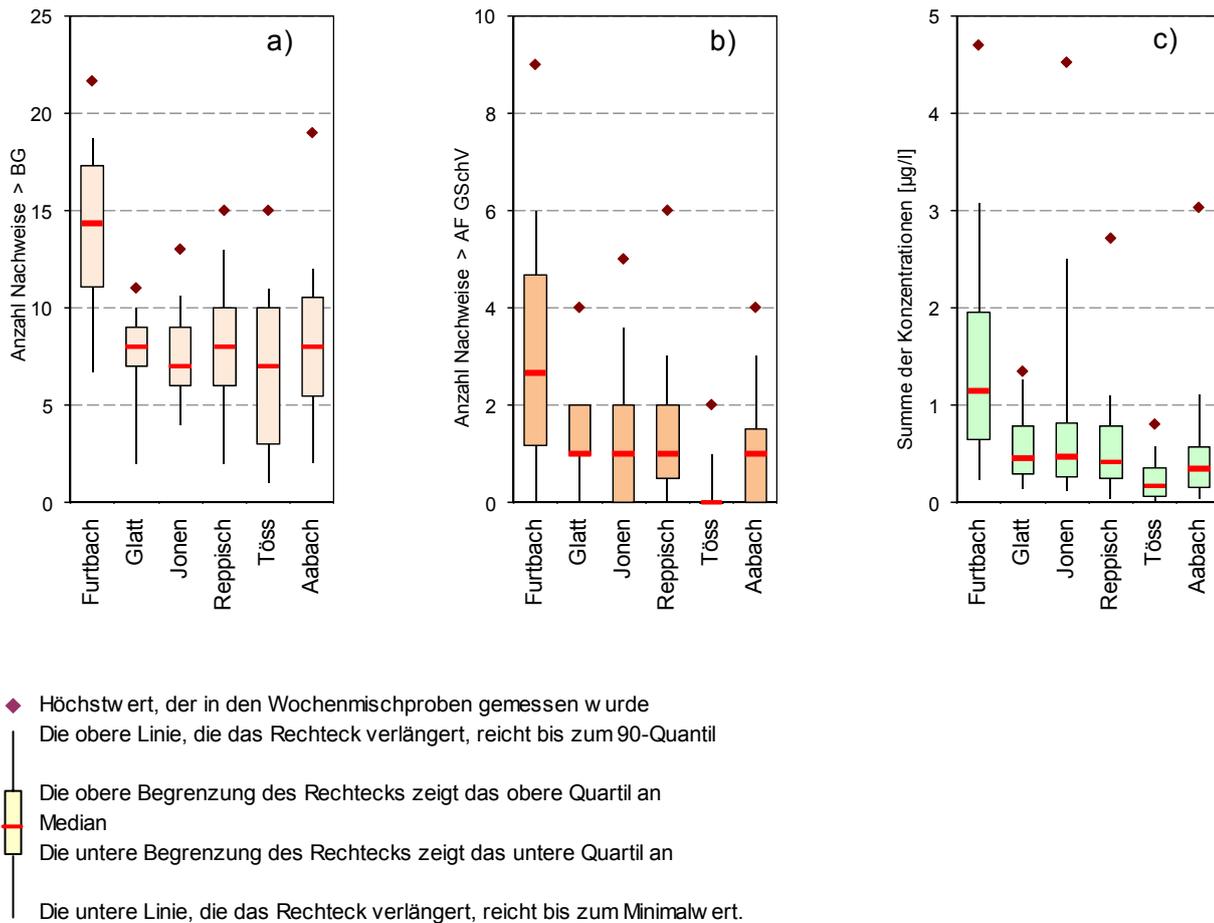


Abb. 3.3: Streuung der Anzahl Nachweise oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG), der Anzahl Nachweise oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l (AF GSchV) und der Gesamtkonzentration der untersuchten Verbindungen in den Wochenmischproben

3.1.2 Verteilung der Nachweise auf die einzelnen Verbindungen

Tabelle 3.2 listet auf, wie viele der insgesamt 46 untersuchten Verbindungen mindestens einmal oberhalb der Bestimmungsgrenze und mindestens einmal oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l gefunden wurden. So konnte man in der Töss 26 Verbindungen mindestens einmal oberhalb der Bestimmungsgrenze und fünf Verbindungen mindestens einmal oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachweisen. Im Aabach sind es 28 resp. elf Verbindungen.

	Anzahl untersuchte Verbindungen	Anzahl Verbindungen mit Nachweisen oberhalb der Bestimmungsgrenze	Anzahl Verbindungen mit Nachweisen oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung
Töss 2010	46 (100%)	26 (57%)	5 (11%)
Aabach 2010	46 (100%)	28 (61%)	11 (24%)

Tab. 3.2 Anzahl Verbindungen, die in den Wochenmischproben mindestens einmal oberhalb der Bestimmungsgrenze oder oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l nachgewiesen wurden.

Abbildung 3.4 stellt die Werte grafisch dar und vergleicht sie mit den Resultaten der früheren Kampagnen. Da in den Messreihen 2007 bis 2009 49 Verbindungen untersucht wurden, in den Messreihen 2010 hingegen nur 46, sind Prozentzahlen angegeben.

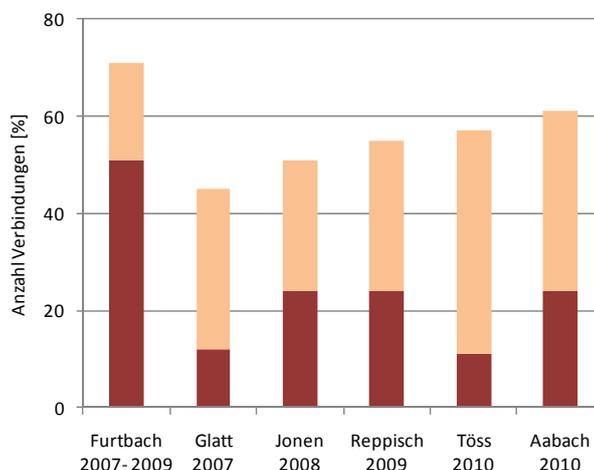


Abb. 3.4 Anzahl Verbindungen, welche oberhalb der Bestimmungsgrenzen (gesamte Länge des Balkens) und des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung (dunkler Teil des Balkens) nachgewiesen wurden (in Prozent)

Abbildung 3.5 auf der folgenden Seite zeigt, wie sich die Nachweise in den Wochenmischproben von Töss und Aabach oberhalb der Bestimmungsgrenzen und des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung auf die 46 untersuchten Verbindungen verteilen. In Abbildung 3.6 wird die Durchschnittskonzentration der Verbindungen in den Wochenmischproben, in denen sie auch tatsächlich nachgewiesen wurden, dargestellt.

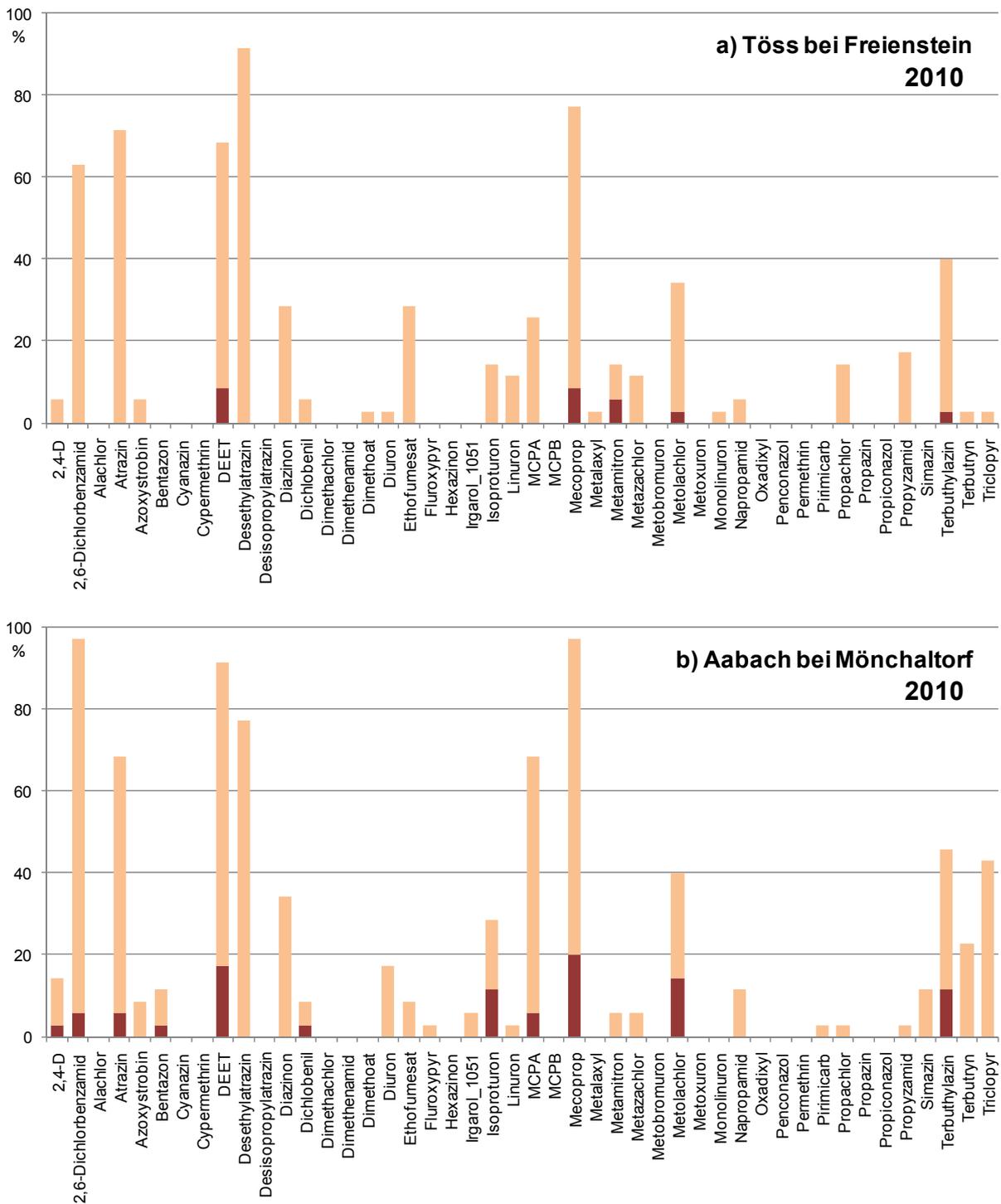


Abb. 3.5: Anteil der Wochenmischproben (in Prozent), in denen eine bestimmte Verbindung oberhalb der Bestimmungsgrenze (gesamte Länge des Balkens) und oberhalb des Anforderungswerts der Gewässer-schutzverordnung von 0.1 µg/l (dunkler Teil des Balkens) gefunden wurde

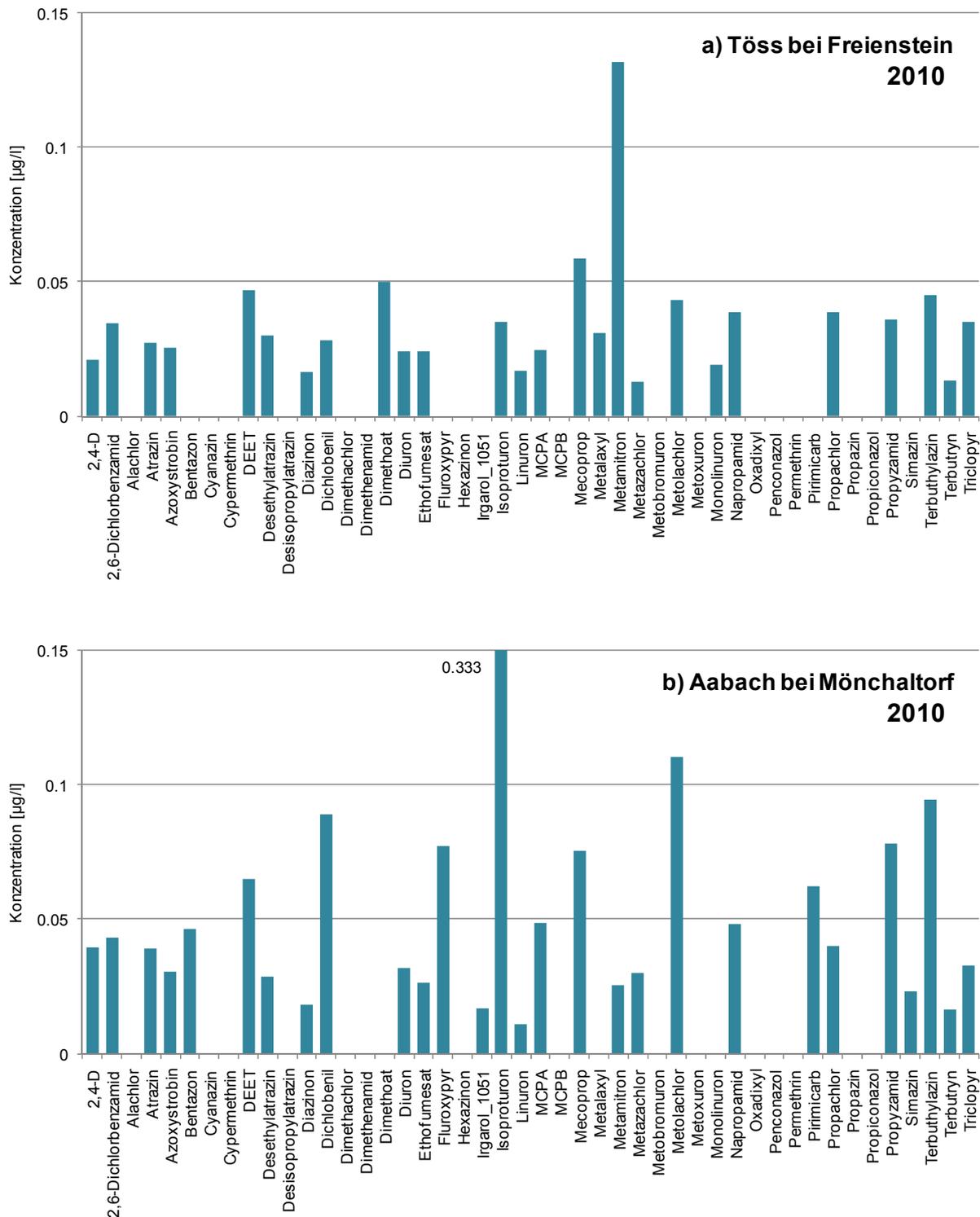


Abb. 3.6: Durchschnittliche Konzentrationen der Verbindungen in den Wochenmischproben, in denen sie oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurden

3.2 Vergleich der Wochenmisch- mit den Monatsstichproben

In den 35 Wochenmischproben (WMP) der Töss lagen im Schnitt 6.5 Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze vor, wobei die Konzentrationen von 0.3 Verbindungen den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l überschritten (s. Tab. 3.1). Die entsprechenden Zahlen für die Monatsstichproben (MSP) betragen 5.5 resp. 0.6. In den 35 Wochenmischproben des Aabachs überschritten im Schnitt die Konzentrationen von 8.4 Verbindungen die Bestimmungsgrenze und die Konzentration von einer Verbindung den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung. In den Monatsstichproben waren es 7.1 resp. 1.0 Verbindungen. Die durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und Abbauprodukten in einer Wochenmischprobe betrug für die Töss 0.247 µg/l und für den Aabach 0.512 µg/l; die Monatsstichproben wiesen eine Durchschnittskonzentration von 0.269 µg/l resp. 0.373 µg/l auf. (Tab. 3.4)

	Töss 2010		Aabach 2010	
	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;	6.5	5.5	8.4	7.1
... des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l.	0.3	0.6	1.0	1.0
Durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und Abbauprodukten in einer Wochenmischprobe				
	0.247 µg/l	0.269 µg/l	0.512 µg/l	0.373 µg/l

Tab. 3.4: Durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung sowie durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und Abbauprodukten in den Wochenmisch- (WMP) und Monatsstichproben (MSP)

Tabelle 3.5 führt für alle Pestizide und Abbauprodukte, welche in den Wochenmisch- und Monatsstichproben der beiden Fliessgewässer in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden, die höchsten Konzentrationen auf, welche in Töss und Aabach in den beiden Probenotypen gemessen wurden. Bei jeder Verbindung ist der maximale Höchstwert fett gedruckt.

In den Wochenmischproben der Töss wurden 26 Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden, in den Wochenmischproben des Aabachs 28 (s. Tab. 3.2). In den Monatsstichproben betragen diese Zahlen lediglich 16 resp. 19. Von den Höchstwerten in den Wochenmischproben lagen 16 oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung, von den Höchstwerten in den Monatsstichproben nur neun. Von den maximalen Höchstwerten der einzelnen Verbindungen wurden 29 in den Wochenmischproben der beiden Fliessgewässer registriert, drei in den Monatsstichproben.

Folgende 14 Verbindungen wurden weder in einer Wochenmischprobe noch in einer Monatsstichprobe von Töss oder von Aabach in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden: Alachlor, Cyanazin, Cypermethrin, Desisopropylatra-

zin, Dimethachlor, Dimethenamid, Hexazinon, Metobromuron, Metoxuron, Oxadixyl, Penconazol, Permethrin, Propazin, Propiconazol.

Töss 2010			Aabach 2010			CQK	AQK	ZV LAWA
WMP	MSP		WMP	MSP				
2,4-D	0.021	-	2,4-D	0.105	0.053			2
2,6-Dichlorbenzamid	0.085	0.095	2,6-Dichlorbenzamid	0.156	0.111			
Atrazin	0.087	0.040	Atrazin	0.216	0.082	1.8	15	
Azoxystrobin	0.027	-	Azoxystrobin	0.043	-			
Bentazon	-	-	Bentazon	0.108	0.052			70
DEET	0.149	0.114	DEET	0.232	0.135			
Desethylatrazin	0.053	0.046	Desethylatrazin	0.064	0.049			
Diazinon	0.021	0.016	Diazinon	0.028	0.019	0.0027	0.14	
Dichlobenil	0.041	0.027	Dichlobenil	0.186	0.079			
Dimethoat	0.050	-	Dimethoat	-	-	0.026	1.38	0.2
Diuron	0.024	-	Diuron	0.043	0.035	0.15	1.3	0.05
Ethofumesat	0.040	0.045	Ethofumesat	0.040	-			
Fluroxypyr	-	-	Fluroxypyr	0.077	-			
Irgarol 1051	-	-	Irgarol 1051	0.018	-			
Isoproturon	0.060	0.065	Isoproturon	2.011	0.259	0.27	2.2	0.3
Linuron	0.031	0.018	Linuron	0.011	-	0.32	2.6	0.3
MCPA	0.083	0.014	MCPA	0.370	0.104			2
MCPB	-	-	MCPB	-	0.016			
Mecoprop	0.340	0.267	Mecoprop	0.549	0.197			50
Metalaxyl	0.031	-	Metalaxyl	-	-			
Metamitron	0.342	0.083	Metamitron	0.026	-			
Metazachlor	0.014	-	Metazachlor	0.035	-	0.13	1.9	0.4
Metolachlor	0.167	0.087	Metolachlor	0.458	0.081	0.3	4.4	0.2
Monolinuron	0.019	-	Monolinuron	-	-			
Napropamid	0.056	-	Napropamid	0.066	0.095			
Pirimicarb	-	-	Pirimicarb	0.062	-			
Propachlor	0.078	-	Propachlor	0.040	-	0.09	1.4	
Propyzamid	0.074	0.027	Propyzamid	0.078	-			
Simazin	-	-	Simazin	0.031	0.013	2.8	23	0.1
Terbuthylazin	0.139	0.120	Terbuthylazin	0.540	0.137	0.38	3.1	0.5
Terbutryn	0.013	0.013	Terbutryn	0.029	0.023	0.17	1.4	
Triclopyr	0.035	-	Triclopyr	0.063	0.032			
Anzahl nachgewiesene Verbindungen	26	16	Anzahl nachgewiesene Verbindungen	28	19			
Überschreitungen AF GSchV u. QK	5	3	Überschreitungen AF GSchV u. QK	11	6	5	0	3
Anzahl Höchstwerte	6	1	Anzahl Höchstwerte	23	2			

Tab. 3.5: Höchste Konzentrationen, welche für jede Verbindung in den Wochenmisch- und Monatsstichproben von Töss und Aabach gemessen wurden. Überschreitet der Wert den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l, ist sowohl der Wert selbst als auch der Namen der betreffenden Verbindung braun hinterlegt. Die maximalen Höchstwerte aus beiden Flüssen und beiden Probentypen sind fett gedruckt. Werden die Qualitätskriterien überschritten, sind diese violett hinterlegt.

3.3 Jahreszeitlicher Verlauf der Belastung

Abbildung 3.8 zeigt die Summen der Konzentrationen der 46 Verbindungen in den Proben der beiden Messreihen 2010 von Töss 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.

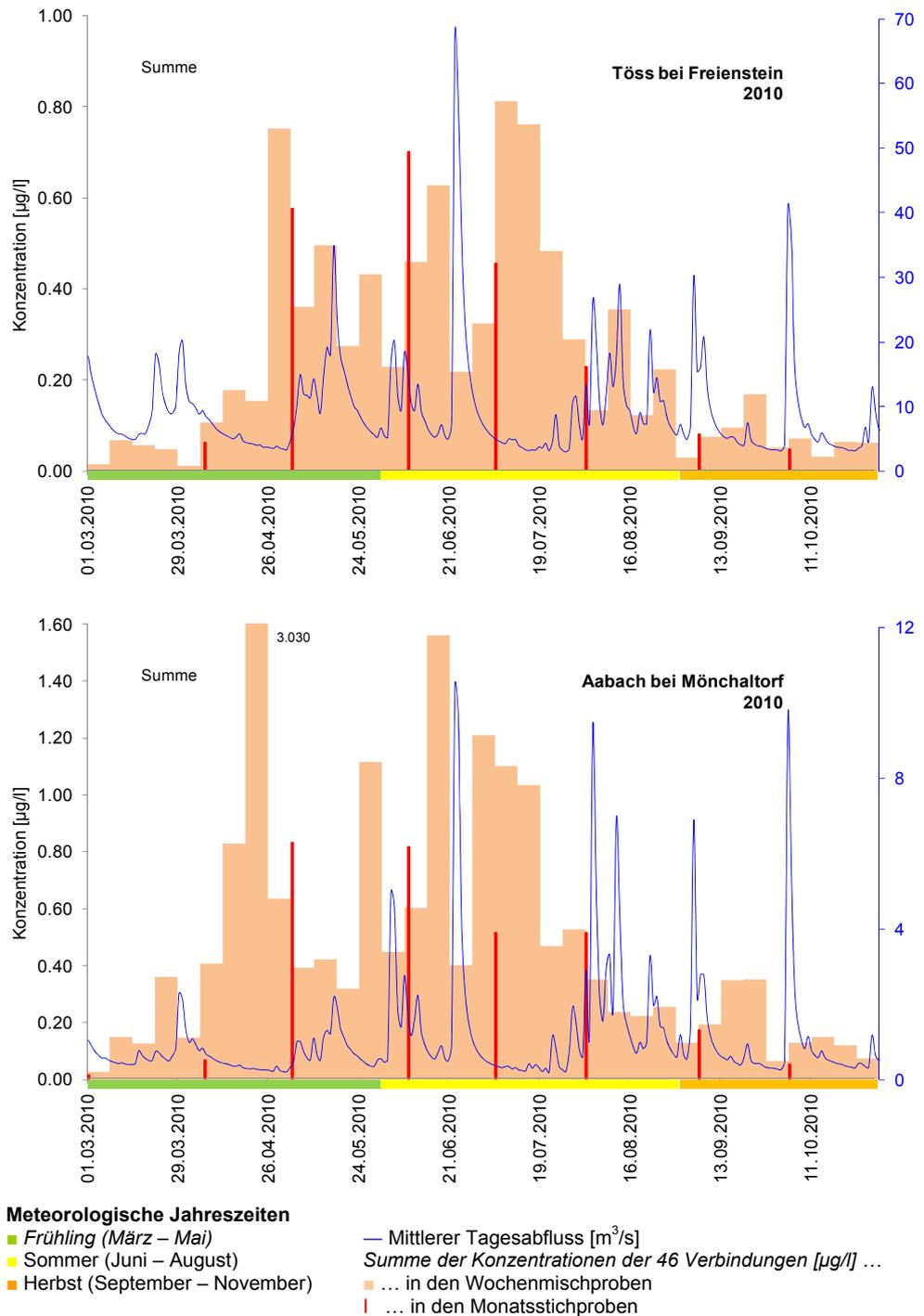


Abb. 3.7 Summen der Konzentrationen der 46 Verbindungen in den Wochenmisch- und Monatsstichproben von Töss und Aabach im Jahresverlauf

4 Diskussion

4.1 Belastung der Wochenmischproben

Gemäss den Resultaten aus den Untersuchungen der Wochenmischproben ist der Aabach insgesamt stärker belastet als die Töss. In einer durchschnittlichen Wochenmischprobe des Aabachs wurden von den 46 untersuchten Verbindungen 8.4 in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden, in einer Probe der Töss rund zwei weniger, nämlich 6.5. Desgleichen lag in einer Wochenmischprobe des Aabachs im Durchschnitt eine Verbindung in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l vor, in einer Probe der Töss lediglich 0.3. Bei der Gesamtkonzentration der Pestizide und Abbauprodukte in einer durchschnittlichen Wochenmischprobe sind die Proben des Aabachs mit 0.512 µg/l fast doppelt so stark belastet wie diejenigen der Töss mit 0.247 µg/l. (s. Tab. 3.1)

Vergleicht man diese Resultate mit den Ergebnissen der Messkampagnen, welche 2007 bis 2009 an Furtbach, Glatt, Jonen und Reppisch durchgeführt wurden, so stellt man fest, dass Glatt, Jonen, Reppisch und Aabach in etwa gleich belastet sind, während der Furtbach eine höhere und die Töss eine geringere Belastung aufweisen. In den durchschnittlichen Wochenmischproben von Glatt, Jonen, Reppisch und Aabach lagen 16.5 Prozent (± 1.4 %) der untersuchten Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze vor, und 2.6 Prozent (± 0.4 %) in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung. Der Furtbach hingegen zeigt eine stärkere Belastung: in den drei Messreihen 2007 bis 2009 lagen in einer durchschnittlichen Wochenmischprobe 28.7 Prozent (± 2.8 %) der untersuchten Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze und 6.3 Prozent (± 1.5 %) in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung vor. Die Töss schliesslich zeigte die geringste Belastung. In einer durchschnittlichen Wochenmischprobe lagen 14.1 Prozent der untersuchten Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze und 0.7 Prozent in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung vor. (s. Abb. 3.1)

Stellt man diese Resultate mit Hilfe des Belastungsindex dar, wie in Kapitel 2.3.1 erläutert wurde, so ergibt sich folgendes Bild (Abb. 4.1):

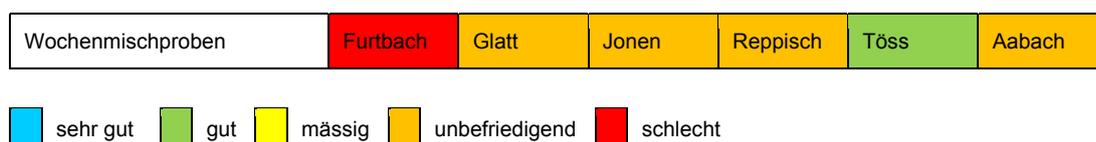


Abb. 4.1: Beurteilung der Wasserqualität der untersuchten Fließgewässer mittels des Belastungsindex

Mit diesem Index wird die Wasserqualität des Furtbachs als «schlecht» taxiert, diejenige von Glatt, Jonen, Reppisch und Aabach als «unbefriedigend» und diejenige der Töss als «gut».

Bei der durchschnittlichen Summe der Konzentrationen der untersuchten Verbindungen in einer Wochenmischprobe zeigt sich ein entsprechendes Bild. Die Proben des Furtbachs schwingen mit einer Durchschnittskonzentration von 1.51 µg/l oben aus, gefolgt von den Proben der Jonen mit 0.85 µg/l. Die Durchschnittskonzentrationen der Proben von Glatt, Reppisch und Aabach liegen zwischen 0.5 µg/l und 0.6 µg/l. Die Durchschnittskonzentration der Wochenmischproben der Töss liegt mit 0.25 µg/l deutlich unter den anderen Werten. (s. Abb. 3.2)

Betrachtet man die Variationen der Anzahl Verbindungen, welche in den Wochenmischproben in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze oder oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachgewiesen wurden, so wird bestätigt, dass der Furtbach stärker belastet ist als die anderen Fliessgewässer, während die Töss die geringste Belastung aufweist. Auffallend ist, dass drei Viertel aller Wochenmischproben der Töss keine Verbindung in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung enthalten (Abb. 3.3 b)). Auch die höchste Anzahl der Verbindungen, welche in einer Wochenmischprobe in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachgewiesen wurden, liegt bei der Töss mit zwei am tiefsten. Betrachtet man die Variationen in der Summe der Konzentrationen, so zeigt der Furtbach die höchsten Werte. Bemerkenswert ist hier, dass die Höchstwerte der Summen der Konzentrationen in den Wochenmischproben der Glatt und Töss mit 1.353 µg/l resp. 0.812 µg/l deutlich geringer ausfallen als in denjenigen der anderen Fliessgewässer. (s. Abb. 3.3)

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die sechs Fliessgewässer aufgrund ihrer Belastung mit Pestiziden und Abbauprodukten grob in drei Gruppen eingeteilt werden können. Der Furtbach ist am stärksten belastet, während Glatt, Jonen, Reppisch und Aabach bezüglich ihrer Belastung vergleichbar sind. Am geringsten ist die Belastung der Töss. Der Grund dafür dürfte in ihrer Grösse und den Charakteristika ihres Einzugsgebiets liegen. Die hohe Wasserführung der Töss führt dazu, dass Pestizidstösse durch Verdünnung abgefangen werden. Die Glatt, welche etwa gleich gross ist, zeigt jedoch eine stärkere Belastung. Hier kommen die Besonderheiten der Einzugsgebiete zum Tragen. Sie sind mit 403 km² resp. 419 km² vergleichbar gross, auch ihre Anteile an Landwirtschaftsfläche sind ähnlich (42% resp. 45%). Im Einzugsgebiet der Töss wird aber eine weniger Pestizid-intensive Landwirtschaft betrieben als im Glatttal. Zudem ist das Einzugsgebiet der Töss wesentlich naturnaher als dasjenige der Glatt, da ersteres einen Anteil von 43 Prozent Wald und 14 Prozent Siedlungsfläche hat, während zweiteres 24 Prozent Wald und 26 Prozent Siedlungsfläche aufweist [7]. Dieser Unterschied widerspiegelt sich auch im Anteil an gereinigtem Abwasser am Gesamtabfluss in den beiden Fliessgewässern, welcher in der Töss 10 Prozent und in der Glatt 20 Prozent beträgt [8].

4.2 Nachgewiesene Verbindungen

In den Wochenmischproben der Töss wurden 57 Prozent der 46 untersuchten Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden, in denjenigen des Aabachs 61 Prozent. Bei der Anzahl Nachweise oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l sind es 11 Prozent resp. 24 Prozent. Vergleicht man alle Fließgewässer miteinander, welche in den Jahren 2007 bis 2010 untersucht wurden, so sind Glatt, Jonen und Reppisch mit Töss und Aabach vergleichbar, während der Furtbach besonders bei der Anzahl Verbindungen, welche oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachgewiesen wurden, obenaus schwingt. In seinen Wochenmischproben waren 71 Prozent der Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze und 51 Prozent in einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachweisbar. (s. Abb. 3.4)

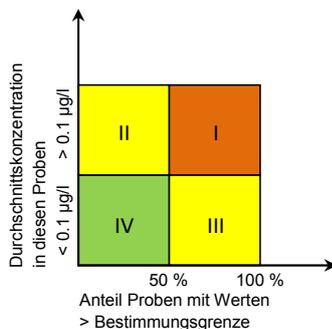


Abb. 4.2: Einteilung der Verbindungen in vier Gruppen gemäss Häufigkeit ihres Nachweises und Höhe der gemessenen Konzentration

Die nachgewiesenen Verbindungen lassen sich je nachdem, wie häufig und in welchen Konzentrationen sie auftraten, in vier Gruppen einteilen. Die Kriterien für die Gruppeneinteilung sind, ob sie in mehr als der Hälfte der Wochenmischproben in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG) nachgewiesen wurden oder nicht, und ob die Durchschnittskonzentration in den Proben, in denen sie nachgewiesen wurden, unterhalb oder oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l (AF GSchV) lag (Abb. 4.2). Isoproturon z.B. wurde in den Wochenmischproben des Aabachs in weniger als 50 Prozent der Proben nachgewiesen, in diesen Proben aber lag die Durchschnittskonzentration weit oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung. Isoproturon ist beim Aabach also in Gruppe II zu finden. Tabelle 4.1 stellt die Verbindungen gemäss dieser Einteilung zusammen, ergänzt mit den Resultaten der vorhergehenden Messkampagnen. Die drei Messreihen des Furtbachs sind in einer Zeile zusammengefasst. Die Verbindungen, welche in weniger als der Hälfte der Proben mit einer Durchschnittskonzentration unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachgewiesen wurden (Gruppe IV), sind nicht aufgeführt.

Weder in der Töss noch im Aabach trat eine 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. Metamitron (Töss) sowie Isoproturon und Metolachlor (Aabach) waren die Verbindungen, die in weniger als der Hälfte der Wochenmischproben in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurden, wobei die Durchschnittskonzentration in diesen Proben oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung lag (Gruppe II). Die Verbindungen, welche 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, DEET, Mecoprop und MCPA (nur Aabach).

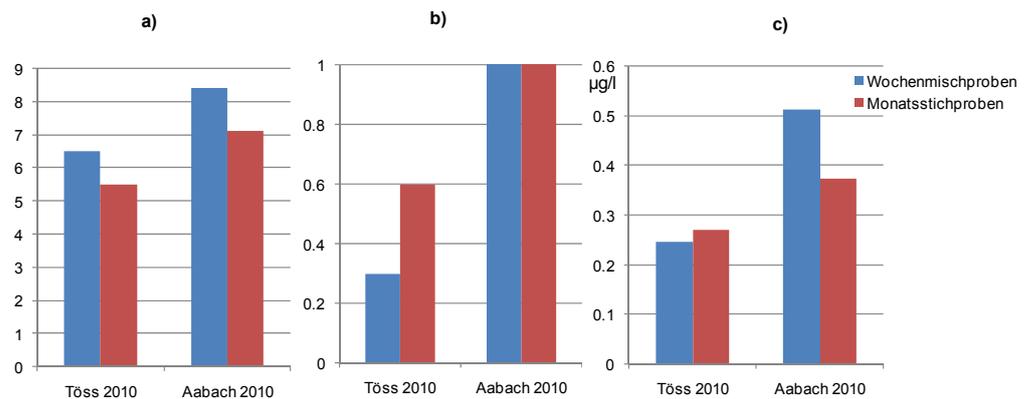
	Gruppe I: Anteil Proben mit Werten > BG: 50 – 100 % Durchschnittskonzentration > AF GSchV	Gruppe II: Anteil Proben mit Werten > BG: 0 – 50 % Durchschnittskonzentration > AF GSchV	Gruppe III: Anteil Proben mit Werten > BG: 50 – 100 % Durchschnittskonzentration < AF GSchV
Furtbach 2007 - 2009	DEET Dimethoat Isoproturon Linuron Mecoprop Metazachlor Propachlor	Bentazon Dimethenamid Metamitron Metobromuron MCPA Metalaxyl Dimethachlor	2,6-Dichlorbenzamid Atrazin Desethylatrazin Desisopropylatrazin Diazinon Diuron Irgarol Metolachlor Pirimicarb Siamazin Terbutryn
Glatt 2007	DEET Mecoprop	-	2,6-Dichlorbenzamid Atrazin Desethylatrazin Diazinon Isoproturon
Jonen 2008	Mecoprop	2,4-D 2,4,5-T Diazinon Dichlorprop Isoproturon MCPA	2,6-Dichlorbenzamid Atrazin DEET Desethylatrazin
Reppisch 2009	Isoproturon Mecoprop	Bentazon Linuron Metolachlor Monolinuron Propiconazol Terbutylazin	2,6-Dichlorbenzamid Atrazin DEET Desethylatrazin Terbutryn
Töss 2010	-	Metamitron	2,6-Dichlorbenzamid Atrazin DEET Desethylatrazin Mecoprop
Aabach 2010	-	Isoproturon Metolachlor	2,6-Dichlorbenzamid Atrazin DEET Desethylatrazin MCPA Mecoprop

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

Für die sechs Fließgewässer lässt sich zusammenfassend folgendes feststellen: 2,6-Dichlorbenzamid, Atrazin, DEET, Desethylatrazin und Mecoprop wurden in allen sechs untersuchten Fließgewässern häufig nachgewiesen. 2,6-Dichlorbenzamid, Atrazin und Desethylatrazin wurden nie in hohen Konzentrationen gefunden; diese drei Verbindungen gehören somit zur Gruppe III. DEET und Mecoprop hingegen traten auch in hohen Konzentrationen auf; je nach Fließgewässer gehörten sie zur Gruppe I oder III. Isoproturon trat ausser in der Töss in allen Fließgewässern in einer der drei Gruppen I bis III auf. In drei Fließgewässern waren Diazinon, MCPA und Metolachlor in einer der drei Gruppen I bis III zu finden.

4.3 Vergleich der Wochenmisch- mit den Monatsstichproben

Vergleicht man die Anzahl Verbindungen, welche in einer durchschnittlichen Wochenmisch- oder Monatsstichprobe in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze oder oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l gefunden wurden, so ergibt sich bei den beiden Probentypen ein ähnliches Bild. Bei den Proben der Töss weisen auch die durchschnittlichen Konzentrationen an Pestiziden und Abbauprodukten in beiden Probentypen ähnliche Werte auf, während dieser Wert bei den Monatsstichproben des Aabachs nur rund drei Viertel des Werts der Wochenmischproben beträgt. (Abb. 4.3; s. Tab. 3.4)



- a) Durchschnittliche Anzahl Verbindungen pro Probe mit einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze
- b) Durchschnittliche Anzahl Verbindungen pro Probe mit einer Konzentration oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung von 0.1 µg/l
- c) Durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und Abbauprodukten pro Probe

Abb. 4.3: Durchschnittliche Anzahl Nachweise oberhalb Bestimmungsgrenze und Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung sowie durchschnittliche Konzentration an Pestiziden und Abbauprodukten in den Wochenmisch- und Monatsstichproben von Töss und Aabach

Betrachtet man jedoch im Einzelnen, welche Verbindungen in welchem Probentyp nachgewiesen wurden, werden deutliche Unterschiede zwischen den Monatsstich- und den Wochenmischproben sichtbar. In den Monatsstichproben wurden nur rund 62 (Töss) resp. 68 Prozent (Aabach) der Verbindungen, welche in den Wochenmischproben gefunden wurden, mindestens einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen (Abb. 4.4 a); s. Tab. 3.5). Lediglich MCPB konnte einmal in einer Monatsstichprobe des Aabachs, aber nie in einer Wochenmischprobe gefunden werden. Mit den Monatsstichproben werden demzufolge Verbindungen, welche nur in kurzen Stössen kommen, häufig verpasst, während sie mit den Wochenmischproben erfasst werden.

Die Vermutung, dass die Wochenmischproben ein zuverlässigeres Bild der Pestizidbelastung liefern als die Monatsstichproben, wird bestätigt, wenn man die Höchstwerte betrachtet, welche für jede Verbindung in den Proben beiden Typs gemessen wurden. Bei den Wochenmischproben liegen fast doppelt so viele Höchstwerte oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung wie bei den Monatsstichproben (Abb. 4.4 b)). Schaut man für jede Verbindung, in welchem Typ Probe der maximale Höchstwert gemessen wurde, so stellt man fest, dass bis auf drei alle

in Wochenmischproben registriert wurden (Abb. 4.4 c)). Das heisst, Konzentrationspitzen werden mit den Monatsstichproben nur zufällig gefunden, während sie bei den Wochenmischproben immer zum Gesamtbild beitragen.

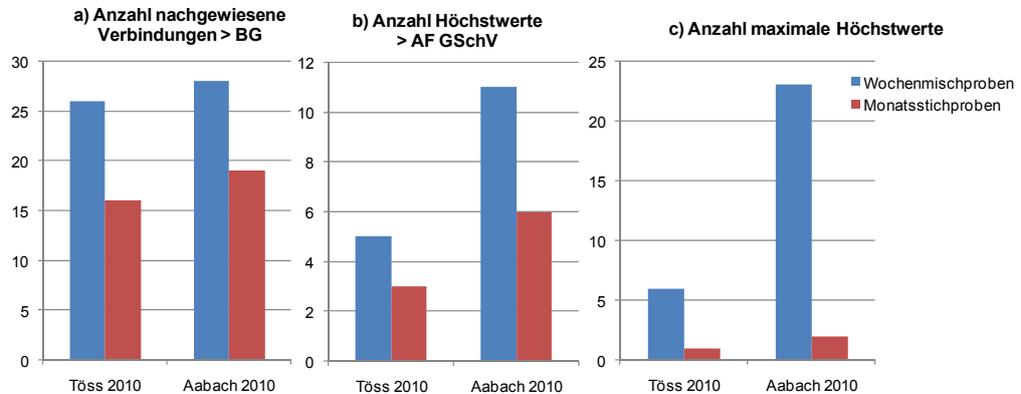


Abb. 4.4: Vergleich der Anzahl nachgewiesener Verbindungen in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze, der Anzahl Höchstwerte oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung und der Anzahl maximaler Höchstwerte in Wochenmisch- und Monatsstichproben von Töss und Aabach

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. 3.7)

In den Wochenmischproben der Töss tritt der erste auffällige Pestizidstoss in der Woche vom 26.4. auf. Fast die Hälfte der Gesamtkonzentration an Pestiziden und Abbauprodukten geht bei diesem Stoff auf das Konto von Metamitron. Auch in den beiden folgenden Wochenmischproben ist Metamitron noch prominent vertreten. In den drei Wochenmischproben vom 24.5., 7.6. und 14.6. sind Metolachlor und Terbutylazin zu 35 Prozent verantwortlich für die Pestizidbelastung. Vom 5.7. bis zum 29.7. finden sich schliesslich drei Wochenmischproben mit einem Anteil von insgesamt 37 Prozent an Mecoprop.

Im Aabach sind die ersten vier Wochenmischproben mit erhöhten Pestizidkonzentrationen auf Isoproturon zurückzuführen: die Gesamtkonzentration an Pestiziden und Abbauprodukten der Proben vom 22.3. und 5.4. bis 19.4. bestehen zu zwei Drittel aus Isoproturon. Die Wochenmischproben vom 14.6. und 28.6. bestehen zu 58 Prozent aus Terbutylazin und Metolachlor. In den Wochenmischproben vom 5.7. und 12.7. schliesslich treten erhöhte Konzentrationen an Mecoprop auf (39 %).

4.5 Beurteilung der Wasserqualität mittels stoffspezifischen Qualitätskriterien

4.5.1 Auswertung der Wochenmischproben

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 2.4.2 vorgestellt. In Abbildung 4.5 a) sind die Resultate der Wochenmischproben ausgewertet, ergänzt mit den Beurteilungen für den Furtbach, die Glatt, die Jonen und die Reppisch, welche in den vorangegangenen Messkampagnen 2007 bis 2009 untersucht wurden.

Die Wasserqualität der Töss wird bezüglich der Herbizide als «sehr gut» (Triazine und Phenylharnstoffe) und «gut» (Chloracetanilide) beurteilt. Bei den Chloracetaniliden führten zwei Wochenmischproben mit erhöhten Konzentrationen an Propachlor und eine Wochenmischprobe mit einer erhöhten Konzentration an Metolachlor dazu, dass die Wasserqualität nur als «gut» und nicht als «sehr gut» bezeichnet wird. Bezüglich der Insektizide wird die Wasserqualität der Töss als «mässig» eingestuft, da Diazinon zehnmal in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurde. Dimethoat wurde lediglich einmal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden.

Der Aabach erhält bezüglich der Triazine und Phenylharnstoffe nur das Prädikat «mässig». Grund dafür sind vier Wochenmischproben mit erhöhten Konzentrationen an Isoproturon und eine Wochenmischprobe mit einer erhöhten Konzentration an Terbutylazin. Bei den Chloracetaniliden ist es vor allem Metolachlor, das in zwei Wochenmischproben in einer Konzentration oberhalb des Chronischen Qualitätskriteriums gemessen wurde und so zu der Einstufung der Wasserqualität des Aabachs als «gut» statt «sehr gut» führte. Von den beiden Vertretern der Organophosphate trat ausschliesslich Diazinon in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze in Erscheinung, und zwar in zwölf der 35 Wochenmischproben.

4.5.2 Vergleich der Wochenmisch- mit den Monatsstichproben

In Abbildung 4.5 c) werden die Resultate der Monatsstichproben dargestellt. Der Vergleich mit der Auswertung der Resultate der Wochenmischproben wird erschwert durch die Tatsache, dass pro Monat vier Wochenmischproben, aber nur eine Monatsstichprobe vorliegen. Deshalb wurde die Auswertung der Wochenmischproben mit einem reduzierten Datensatz wiederholt. Dabei wurden nur die Wochenmischproben berücksichtigt, welche in den Wochen gesammelt wurden, in denen auch Monatsstichproben erhoben wurden (Abb. 4.5 b)).

a) Wochenmischproben

	Furtbach			Glatt	Jonen	Reppisch	Töss	Aabach
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2010	2010
Triazine und Phenylharnstoffe	gelb	orange	orange	grün	grün	gelb	blau	gelb
Chloracetanilide	rot	rot	orange	grün	grün	gelb	grün	grün
Organophosphate	rot	rot	rot	orange	rot	gelb	gelb	gelb

b) Mischproben der Wochen, in denen Monatsstichproben erhoben wurden

	Furtbach			Glatt	Jonen	Reppisch	Töss	Aabach
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2010	2010
Triazine und Phenylharnstoffe	grün	-	orange	blau	-	grün	blau	grün
Chloracetanilide	gelb	-	orange	blau	-	grün	blau	blau
Organophosphate	orange	-	rot	orange	-	grün	grün	orange

c) Monatsstichproben

	Furtbach			Glatt	Jonen	Reppisch	Töss	Aabach
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2010	2010
Triazine und Phenylharnstoffe	grün	-	grün	blau	-	grün	blau	grün
Chloracetanilide	grün	-	grün	blau	-	grün	blau	blau
Organophosphate	orange	-	orange	orange	-	grün	gelb	gelb

■ sehr gut
 ■ gut
 ■ mässig
 ■ unbefriedigend
 ■ schlecht

Abb. 4.5: Beurteilung der untersuchten Fließgewässer gemäss Chronischer und Akuter Qualitätskriterien

Vergleicht man die Beurteilung der Wasserqualität der sechs Fließgewässer, welche auf den Wochenmischproben einerseits und den Monatsstichproben andererseits beruht, so fällt sie bei den Monatsstichproben um bis zu drei Stufen besser aus als bei den Wochenmischproben. Der Grund dafür ist, dass Konzentrationsspitzen mit den Monatsstichproben nur selten und zufällig erfasst werden, während sie bei den Wochenmischproben immer zum Gesamtbild beitragen (vgl. Kap. 4.3).

Macht man den Vergleich nicht mit allen Wochenmischproben, sondern nur mit denjenigen, welche in den Wochen entnommen wurden, in denen man auch die Monatsstichproben erhoben hat, so ergeben sich nun für die Glatt, die Reppisch, die Töss und den Aabach bis auf die Organophosphate der Töss und des Aabachs die gleichen Beurteilungen. In den Monatsstichproben der Töss führen die Organophosphate zu einer um eine Stufe schlechteren Beurteilung, weil Diazion in zwei aufeinanderfolgenden Monaten in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden wurde. Im Aabach wurde Diazion im reduzierten Satz der Wochenmischproben in der Hälfte der Proben in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden, in den Monatsstichproben lediglich dreimal.

Beim Furtbach bleiben die Unterschiede grösstenteils bestehen. Als Schlussfolgerung lässt sich festhalten, dass bei mässig belasteten Fließgewässern die Monatsstichproben dasselbe Bild ergeben wie die in der selben Woche erhobenen Wochenmischproben, während bei stark belasteten Bächen und Flüssen die Wochenmischproben die Belastungen zuverlässiger erfassen als die Monatsstichproben.

4.5.3 Summarische Beurteilung

Bewertet man die Wasserqualität, wie sie in Abbildung 4.5 dargestellt wird, mit Noten zwischen 1 (sehr gut) und 5 (schlecht), kann für jedes Gewässer der Durchschnitt über die drei Gruppen von Pestiziden gebildet werden. Für den Furtbach kann zudem der Durchschnitt über die drei Untersuchungsperioden 2007 bis 2009 bestimmt werden. Gemäss dieser summarischen Beurteilung wird die Wasserqualität des Furtbachs aufgrund der Resultate der Wochenmischproben als «unbefriedigend» eingestuft, diejenige von Glatt, Jonen, Reppisch und Aabach als «mässig» und diejenige der Töss als «gut» (Abb. 4.6 a):

a) Wochenmischproben	Furtbach	Glatt	Jonen	Reppisch	Töss	Aabach
b) Wochenmischproben red.	Furtbach	Glatt	Jonen	Reppisch	Töss	Aabach
c) Monatsstichproben	Furtbach	Glatt	Jonen	Reppisch	Töss	Aabach

 sehr gut gut mässig unbefriedigend schlecht

Abb. 4.6: Summarische Beurteilung der Wasserqualität der untersuchten Fließgewässer gemäss Chronischer und Akuter Qualitätskriterien

Berechnet man bei den Monatsstichproben den «Notendurchschnitt», so wird die Wasserqualität des Furtbachs als «mässig» eingestuft, diejenige von Glatt, Reppisch, Töss und Aabach als «gut» (Abb. 4.6 c)). Somit wird die Wasserqualität des Furtbachs, der Glatt, der Reppisch und des Aabachs durch Monatsstichproben um eine Stufe besser beurteilt als durch Wochenmischproben. Lediglich die Wasserqualität der Töss wird durch beide Probenahmetypen gleich beurteilt. Mit dem reduzierten Datensatz der Mischproben der Wochen, in denen Monatsstichproben erhoben wurden, ergibt sich für den Furtbach die Beurteilung «unbefriedigend», für Glatt, Reppisch und Aabach «gut» und für die Töss «sehr gut». (Abb. 4.6 b))

5 Literatur

- [1] AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft. Baudirektion Kanton Zürich (2004): *Pestizide in Fliessgewässern des Kantons Zürich – Auswertungen der Untersuchungen 1999 bis 2003*.
- [2] Balsiger, Christian: *Gewässerbelastung durch Pestizide*. GWA 3 (2007): 177 - 185.
- [3] AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft. Baudirektion Kanton Zürich (2008): *Pestiziduntersuchungen bei den Hauptmessstellen Furtbach Würenlos und Glatt vor Rhein im Jahr 2007*.
- [4] AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft. Baudirektion Kanton Zürich (2009): *Pestiziduntersuchungen bei den Hauptmessstellen Furtbach Würenlos und Jonen nach ARA Zwillikon im Jahr 2008*.
- [5] AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft. Baudirektion Kanton Zürich (2009): *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] Chèvre, Nathalie: *Pestizide in Schweizer Oberflächengewässern – Wirkungsbasierte Qualitätskriterien*. GWA 4 (2006): 297-307.
- [7] http://www.awel.zh.ch/internet/audirektion/awel/de/wasserwirtschaft/messdaten/fg_qualitaet.html
- [8] 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

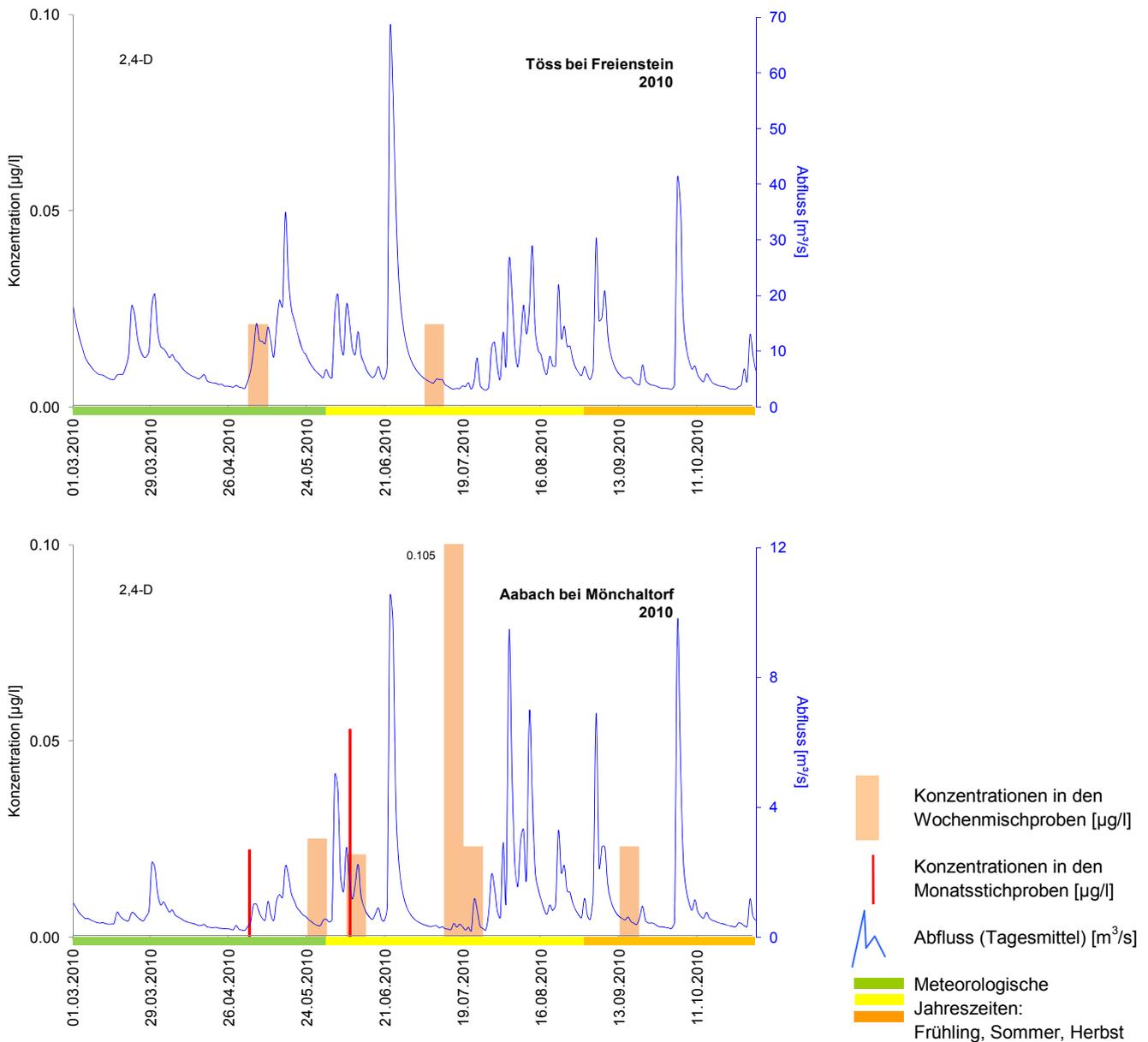
Die Wochenmisch- und Monatsstichproben aus Töss und Aabach wurden auf 46 Pestizide und Abbauprodukte untersucht (s. Tab. 2.3). Vierzehn Verbindungen wurden nie in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden (s. Kap. 3.2):

Alachlor, Cyanazin, Cypermethrin, Desisopropylatrazin, Dimethachlor, Dimethenamid, Hexazinon, Metobromuron, Metoxuron, Oxadixyl, Penconazol, Permethrin, Propazin, Propiconazol

Von den folgenden 32 Verbindungen sind die Resultate im Anhang dargestellt (s. Tab. 3.5):

2,4-D.....	32
2,6-Dichlorbenzamid	33
Atrazin	34
Azoxystrobin.....	35
Bentazon	36
DEET	37
Desethylatrazin	38
Diazinon	39
Dichlobenil.....	40
Dimethoat.....	41
Diuron.....	42
Ethofumesat	43
Fluroxypyr	44
Irgarol 1051	45
Isoproturon	46
Linuron	47
MCPA	48
MCPB	49
Mecoprop	50
Metalaxyl	51
Metamitron	52
Metazachlor.....	53
Metolachlor.....	54
Monolinuron	55
Napropamid.....	56
Pirimicarb	57
Propachlor.....	58
Propyzamid	59
Simazin.....	60
Terbuthylazin.....	61
Terbutryn.....	62
Triclopyr.....	63

■ 2,4-D



2,4-D

Substanzklasse
Phenoxycarbonsäure

Wirkstoffgruppe
Herbizid

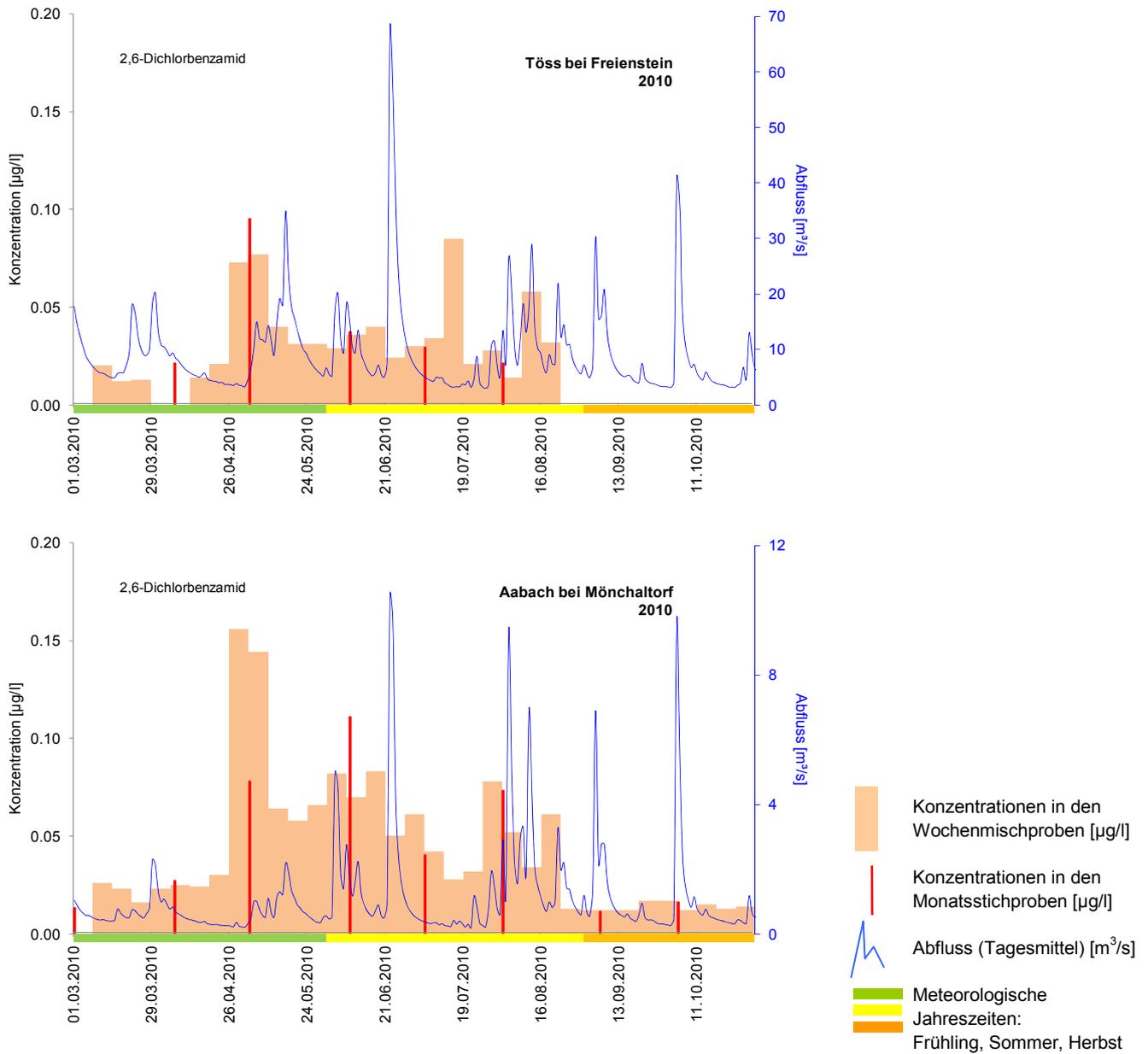
Einsatzgebiet
Mais, Getreide

Best.-grenze 0.02 µg/l
AF GSchV 0.1 µg/l
CQK -
AQK -
ZV LAWA 2.0 µg/l

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

2,4-D war in beiden Gewässern vereinzelt vom späten Frühling bis in den Herbst hinein nachweisbar. Im Aabach wurde der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung im Juli einmal knapp überschritten. In den Monatsstichproben wurde 2,4-D nur in den Proben des Aabachs zweimal in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden.

■ 2,6-Dichlorbenzamid



2,6-Dichlorbenzamid

Substanzklasse
Amid (Abbauprodukt von
Dichlobenil)

Einsatzgebiet
-

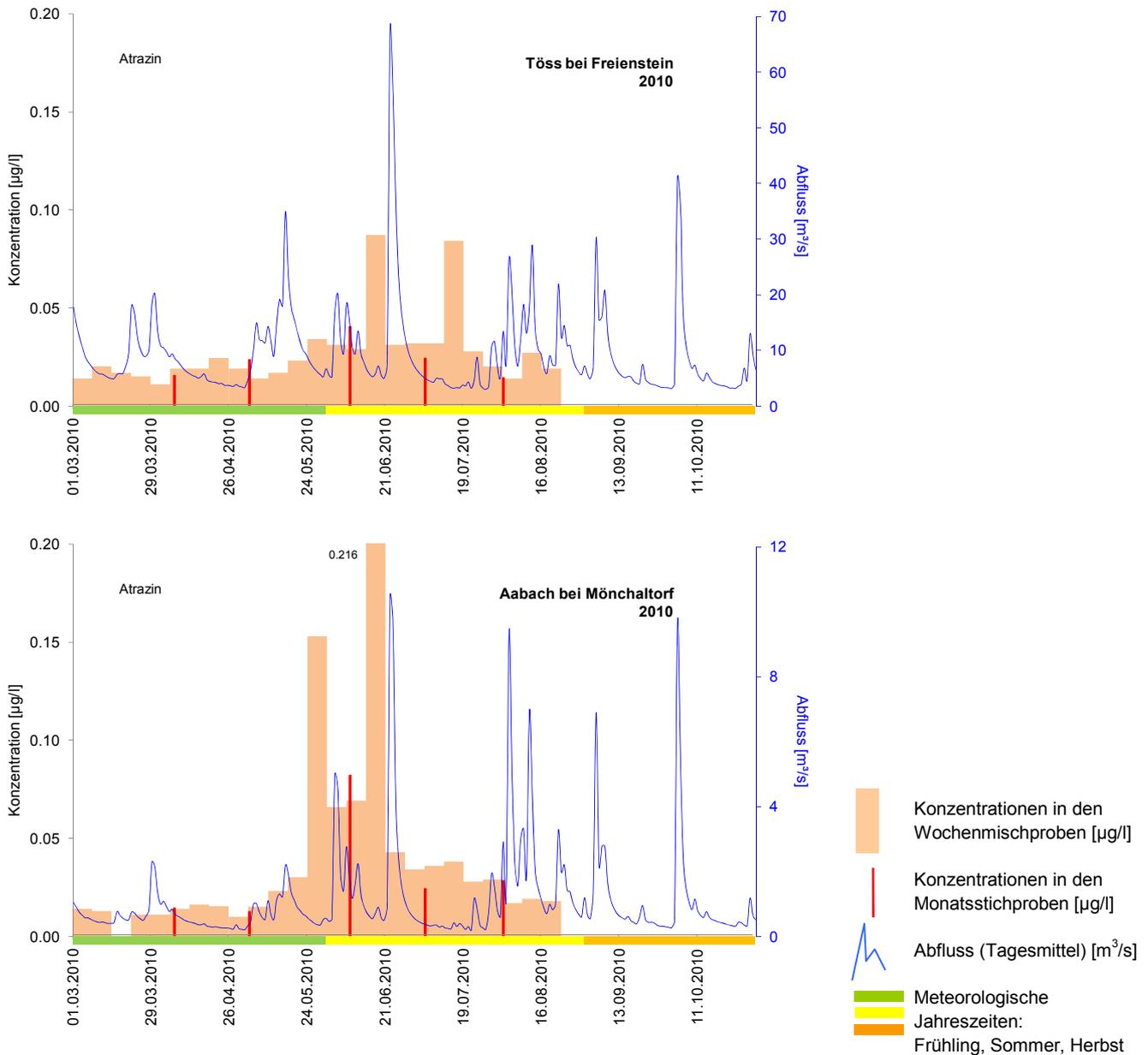
Best.-grenze 0.01 µg/l
AF GSchV 0.1 µg/l
CQK -
AQK -
ZV LAWA -

Wirkstoffgruppe
-

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

2,6-Dichlorbenzamid wurde in beiden Gewässern regelmässig nachgewiesen. Im Aabach wurden in zwei Wochenmischproben resp. einer Monatsstichprobe Konzentrationen oberhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung gemessen.

■ Atrazin



Atrazin

Substanzklasse
Triazin

Einsatzgebiet
Mais

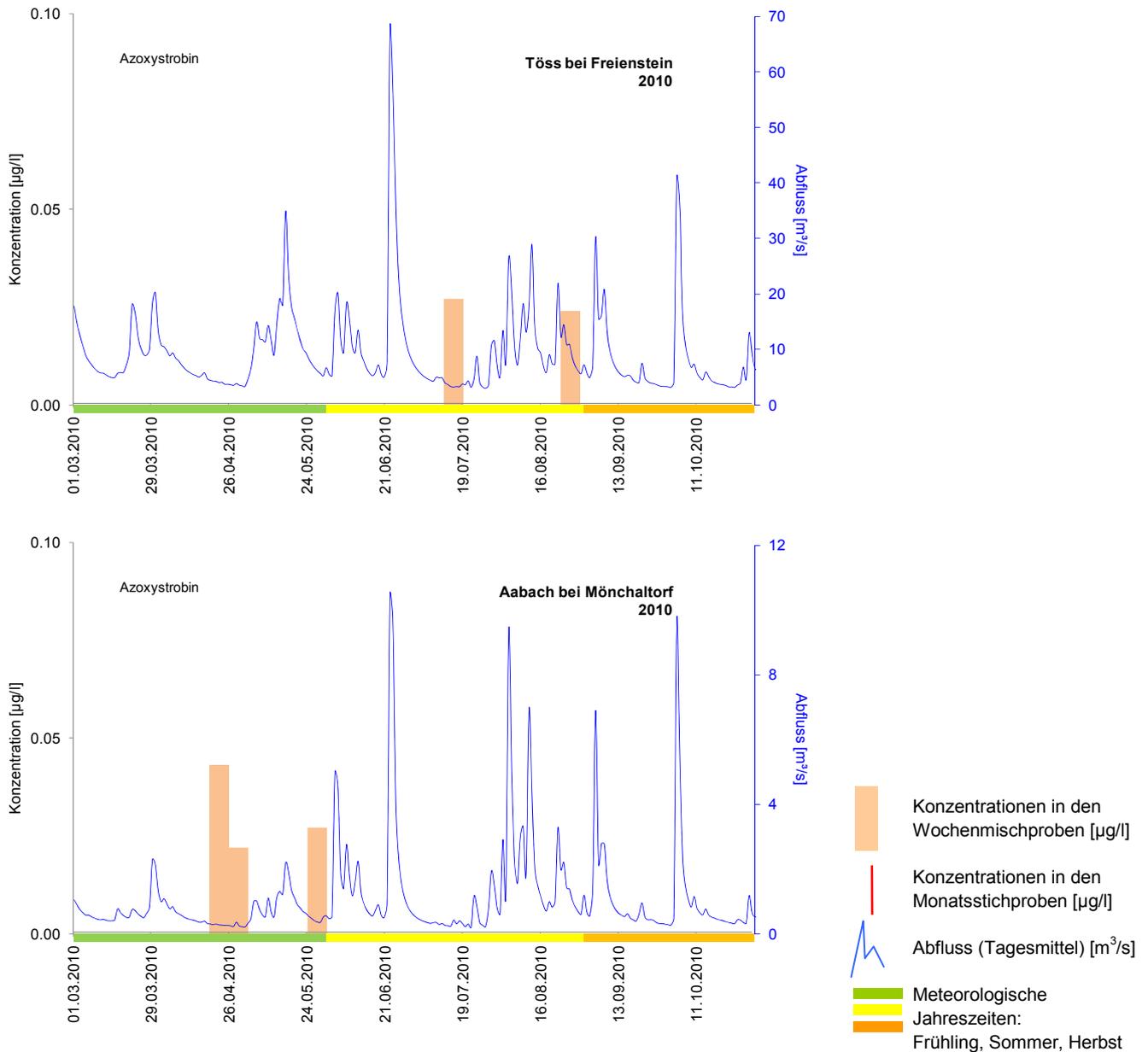
Best.-grenze 0.01 µg/l
AF GSchV 0.1 µg/l
CQK 1.8 µg/l
AQK 15 µg/l
ZV LAWA -

Wirkstoffgruppe
Herbizid

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

Atrazin wurde bis Ende August in fast allen Proben der beiden Fließgewässer nachgewiesen. Im Aabach stiegen die Konzentrationen zu Beginn der Applikationsphase im Frühjahr an, um dann nach dem 30. Juni, dem spätmöglichen Termin im Jahr, an dem Atrazin noch eingesetzt werden darf, wieder abzufallen. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde zweimal überschritten. In der Töss war der Verlauf der Atrazinkonzentrationen konstanter; in den Wochenmischproben vom 14.6. und 12.7. wurden allerdings zwei Spitzen verzeichnet, welche den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung fast erreichten.

Azoxystrobin

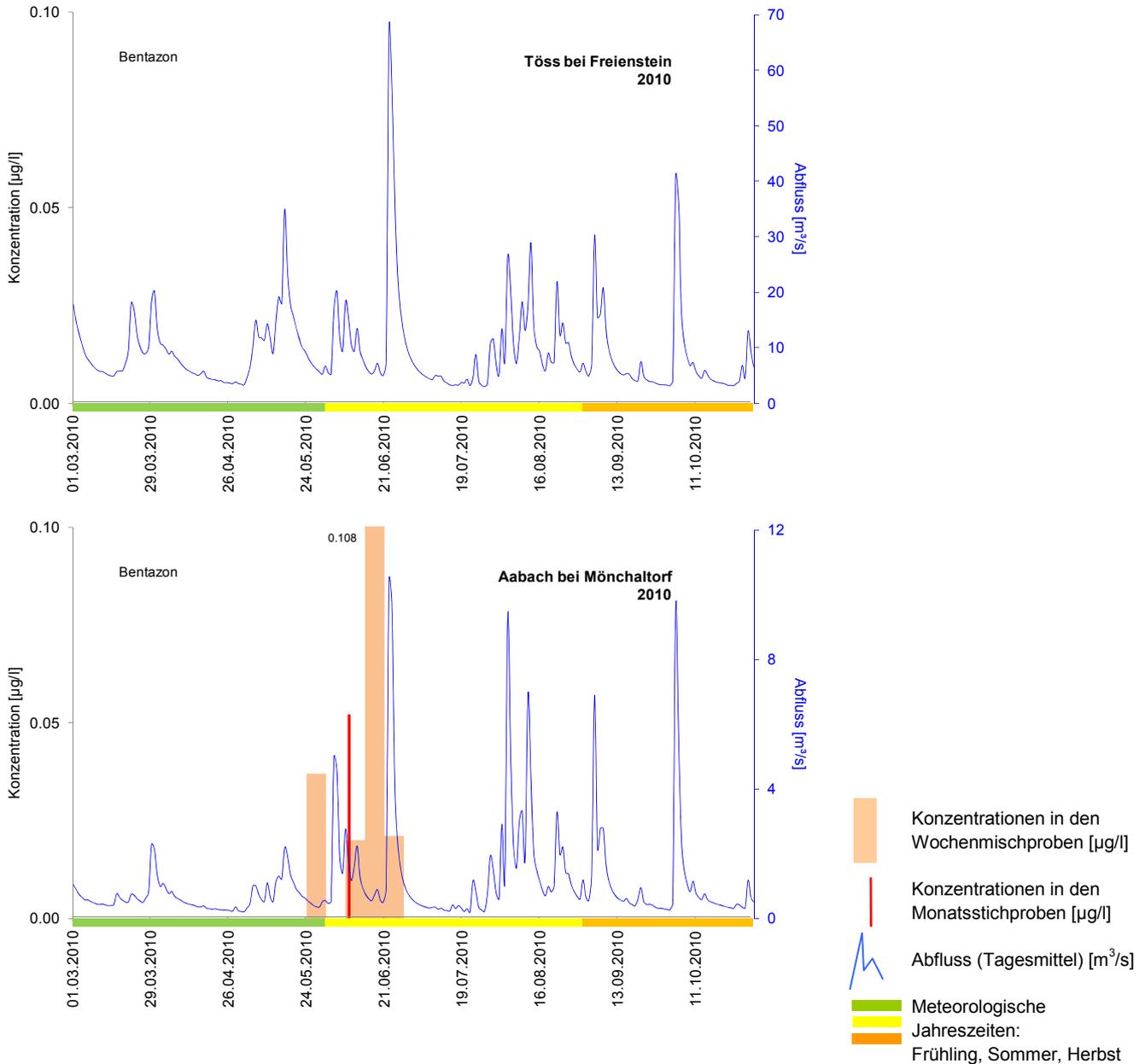


Azoxystrobin	Substanzklasse	Einsatzgebiet	Best.-grenze	0.02 µg/l
	Strobilurin	Getreide, Raps, Kartoffeln, Bohnen	AF GSchV	0.1 µg/l
	Wirkstoffgruppe		CQK	-
	Herbizid		AQK	-
			ZV LAWA	-

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

Azoxystrobin wurde in den Wochenmischproben von Töss resp. Aabach zwei- resp. dreimal in Konzentrationen unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachgewiesen. In den Monatsstichproben wurde die Verbindung nie in einer Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden.

Bentazon



Bentazon

Substanzklasse
Phenoxycarbonsäure

Wirkstoffgruppe
Herbizid

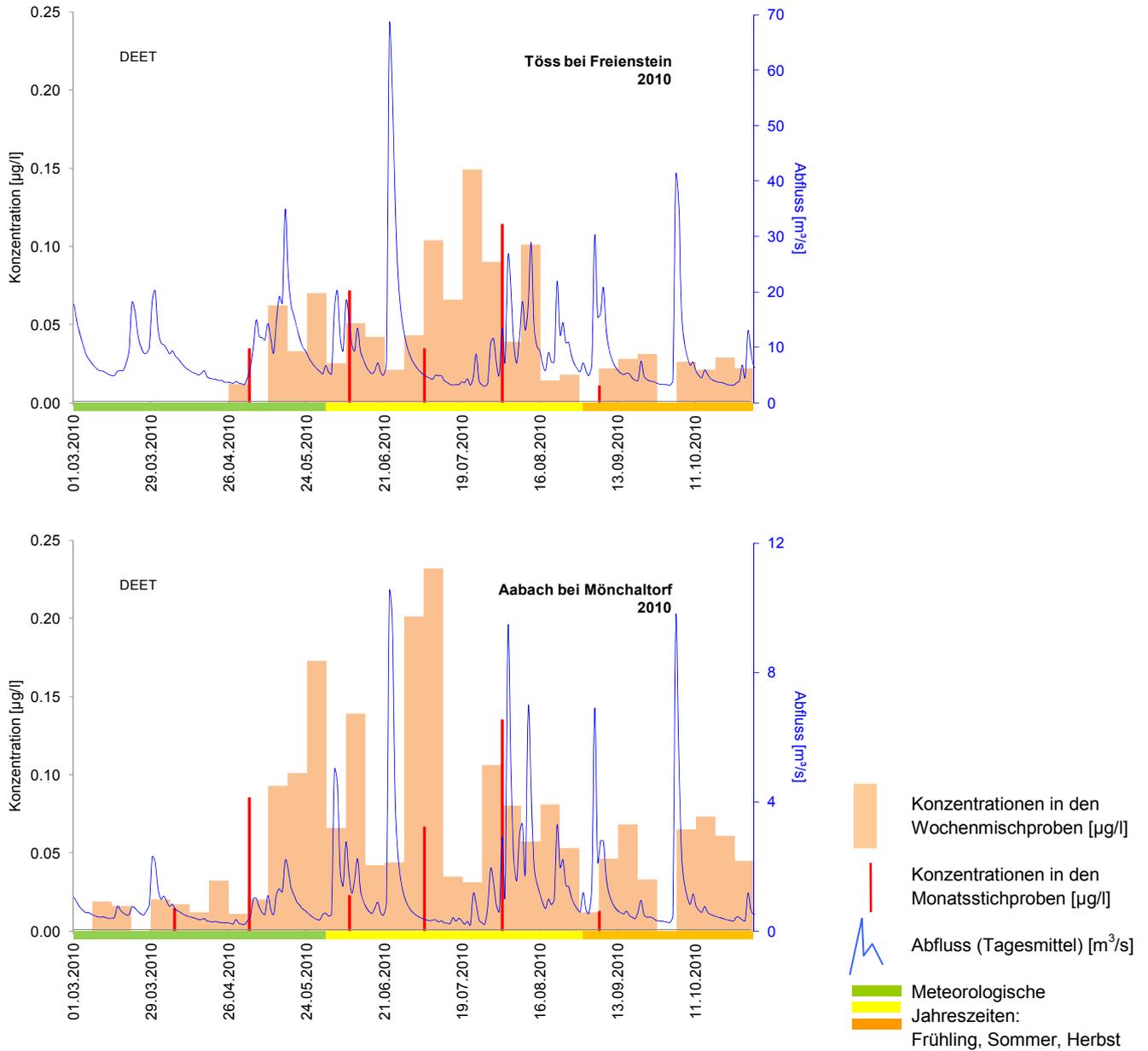
Einsatzgebiet
Mais, Wiesen, Kartoffeln,
Erbsen, Soja

Best.-grenze 0.02 $\mu\text{g/l}$
AF GSchV 0.1 $\mu\text{g/l}$
CQK -
AQK -
ZV LAWA 70 $\mu\text{g/l}$

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

Bentazon wurde nur in den Wochenmisch- und Monatsstichproben des Aabachs nachgewiesen, und zwar im Spätfrühling / Fröhsommer. Dabei wurde der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung einmal knapp überschritten.

■ DEET

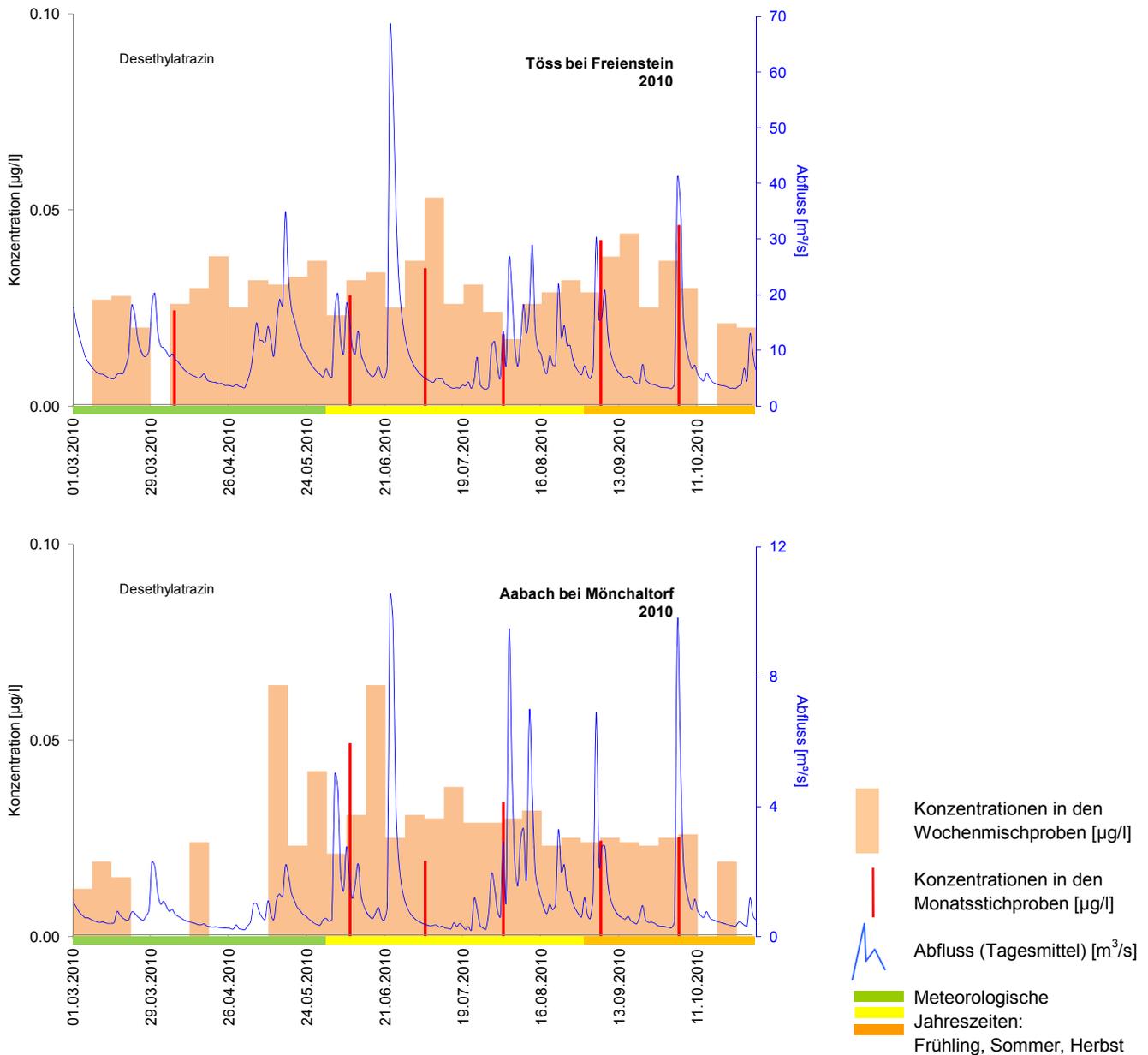


DEET	Substanzklasse	Einsatzgebiet	Best.-grenze	0.01 µg/l
	Diethyltoluamid	gegen Stechmücken	AF GSchV	0.1 µg/l
	Wirkstoffgruppe		CQK	-
	Repellent		AQK	-
			ZV LAWA	-

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

DEET wurde in beiden Fließgewässern während des grössten Teils der Untersuchungsperiode recht regelmässig nachgewiesen. Bemerkenswert sind die Konzentrationsspitzen, die im späten Frühling und Sommer auftraten und den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung mehrfach deutlich überschritten.

■ Desethylatrazin

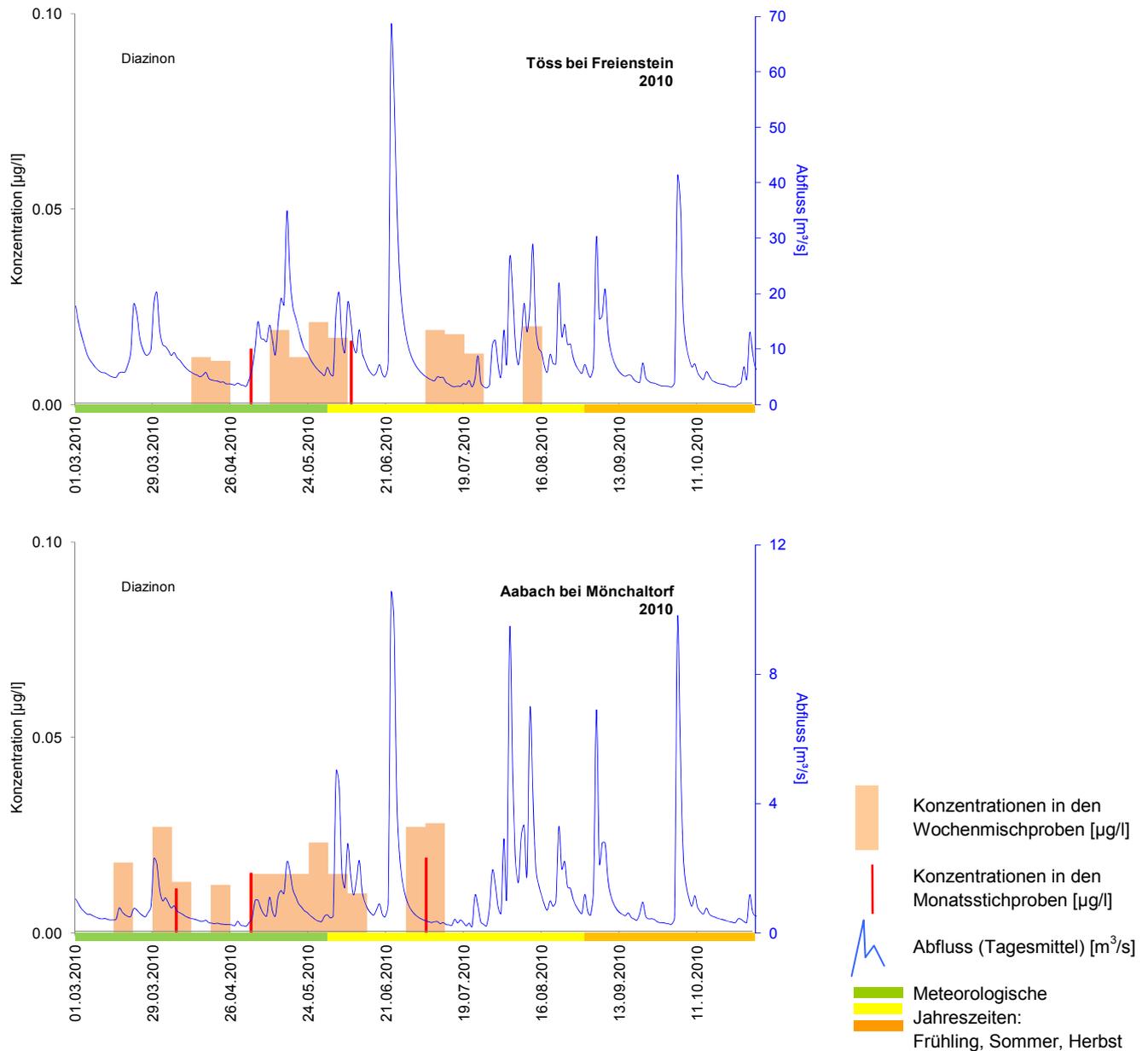


Desethylatrazin	Substanzklasse	Einsatzgebiet	Best.-grenze
	Triazin (Abbauprodukt von Atrazin)	-	0.01 µg/l
	Wirkstoffgruppe		AF GSchV 0.1 µg/l
			CQK -
			AQK -
			ZV LAWA -

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

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

■ **Diazinon**



Diazinon

Substanzklasse
Organophosphat

Einsatzgebiet
Obst, Gemüse

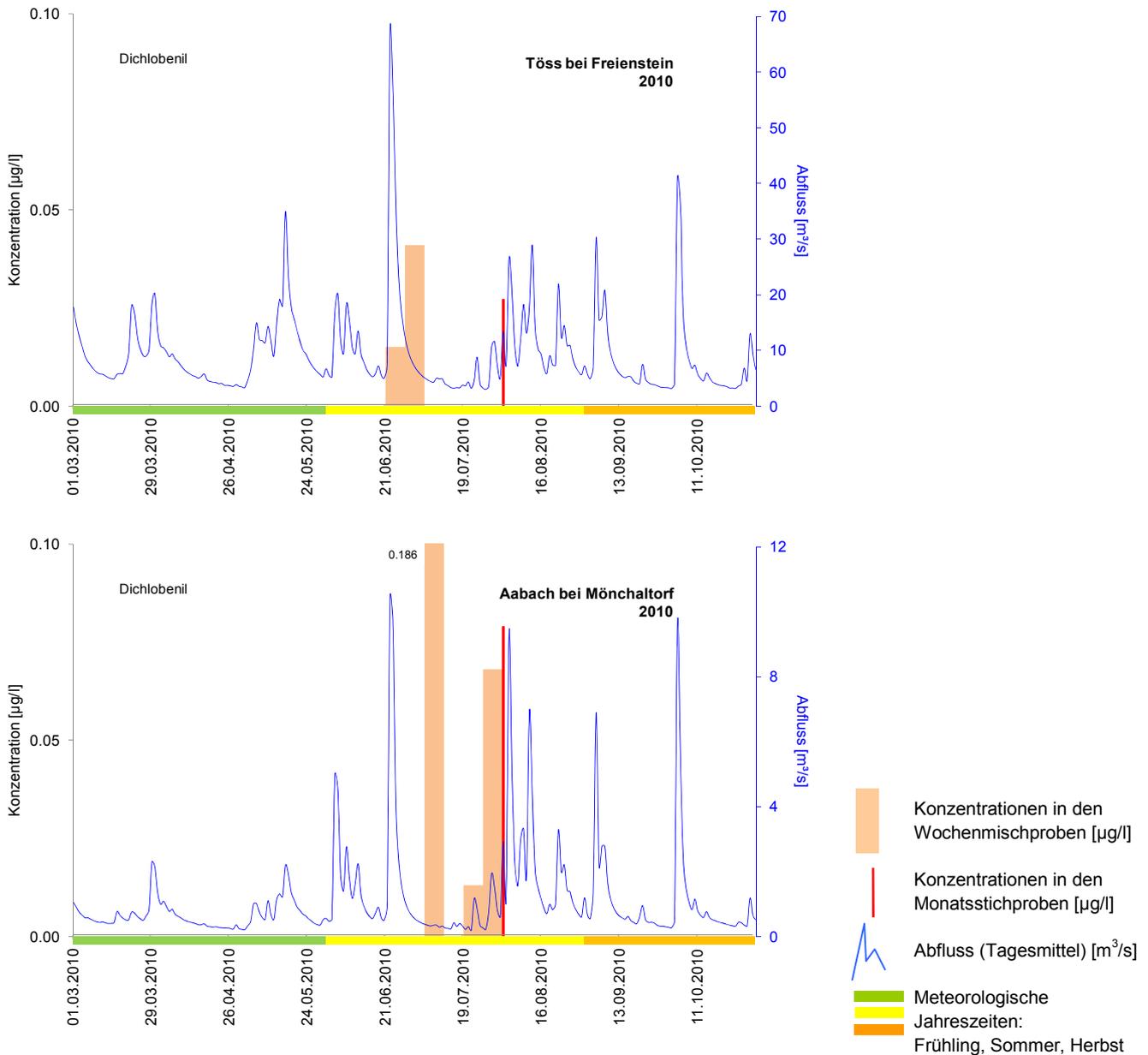
Best.-grenze 0.01 µg/l
AF GSchV 0.1 µg/l
CQK 0.0027 µg/l
AQK 0.14 µg/l
ZV LAWA -

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 eine Überschreitung dieses Kriteriums. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde nie überschritten.

■ **Dichlobenil**

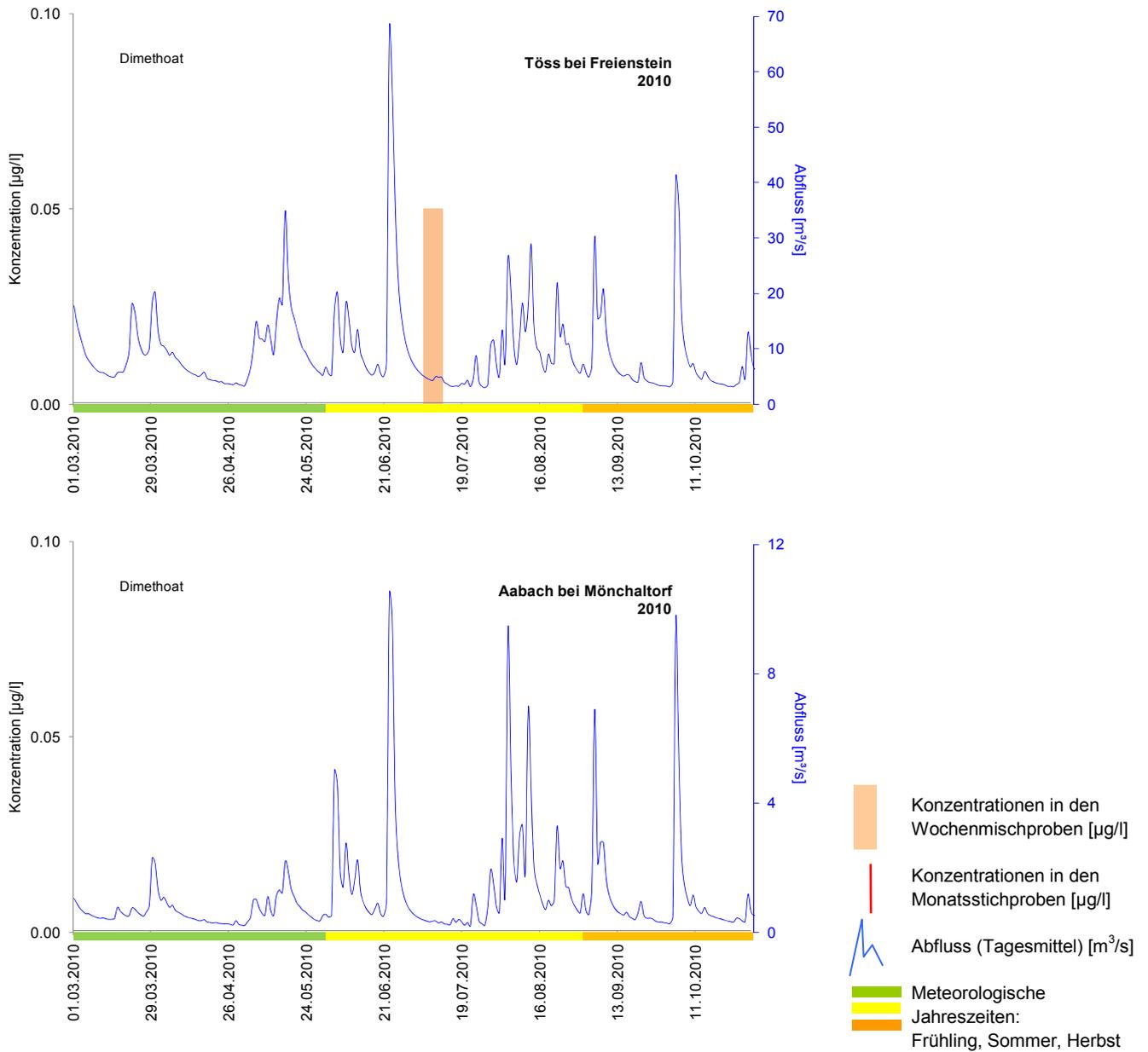


Dichlobenil	Substanzklasse	Einsatzgebiet	Best.-grenze	0.01 µg/l
	Nitrilherbizid	Unkräuter, Ungräser	AF GSchV	0.1 µg/l
	Wirkstoffgruppe		CQK	-
	Herbizid		AQK	-
			ZV LAWA	-

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

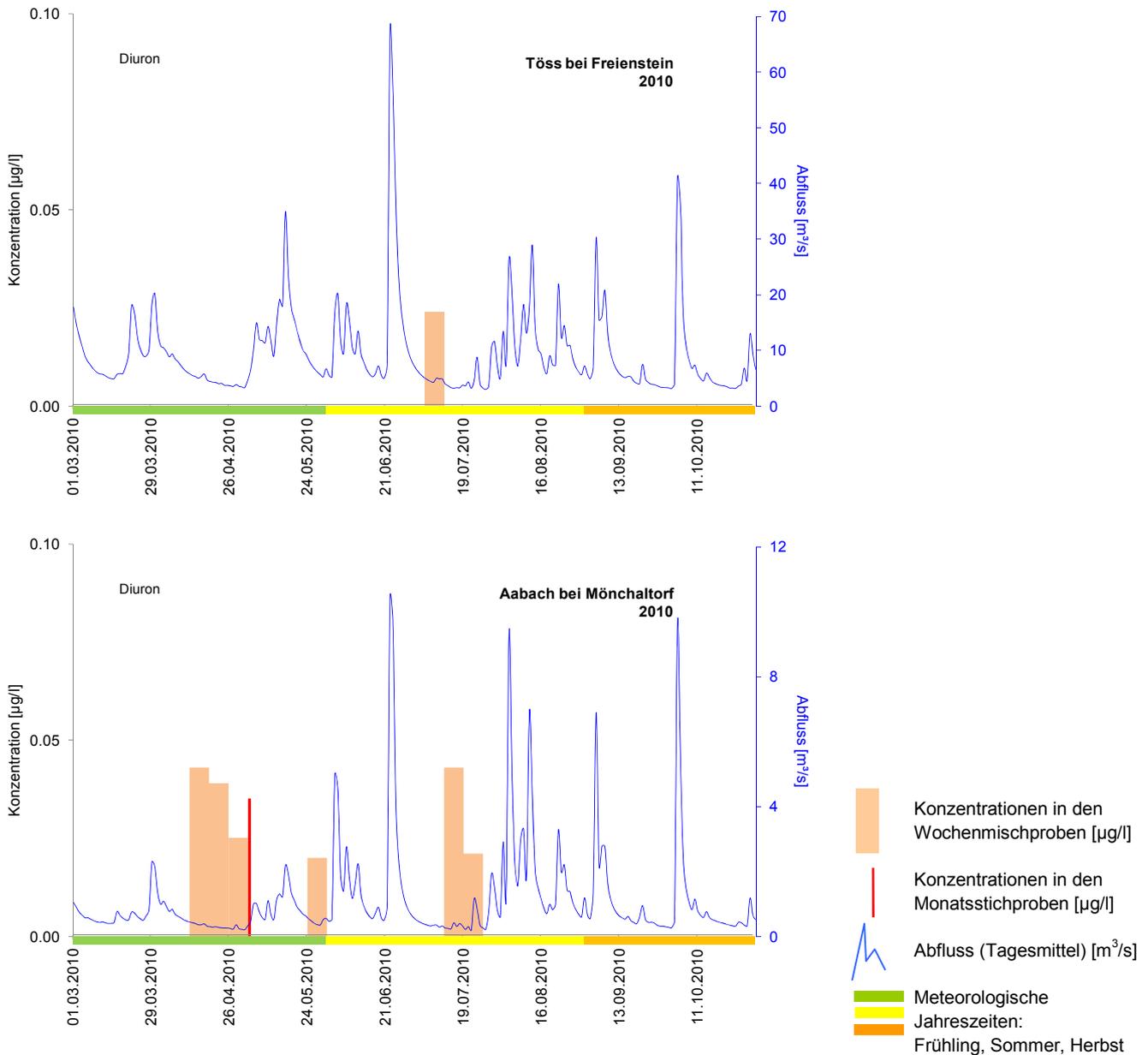
In den Sommermonaten wurde Dichlobenil in beiden Fließgewässern vereinzelt nachgewiesen, und zwar sowohl in den Wochenmisch- wie auch in den Monatsstichproben. Im Aabach überschreitet die Dichlobenilkonzentration einer Wochenmischprobe den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung um fast das Doppelte.

■ Dimethoat



Dimethoat	Substanzklasse	Einsatzgebiet	Best.-grenze	0.01 µg/l
	Organophosphat	Obst, Gemüse	AF GSchV	0.1 µg/l
	Wirkstoffgruppe		CQK	0.026 µg/l
	gegen Insekten und Spinnmilben		AQK	1.38 µg/l
			ZV LAWA	0.2 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>Dimethoat wurde nur in einer Wochenmischprobe der Töss gefunden. Das chronische Qualitätskriterium von 0.026 µg/l wurde dabei um ca. das Doppelte überschritten.</p>				

■ **Diuron**



Diuron

Substanzklasse
Phenylharnstoff

Wirkstoffgruppe
Herbizid

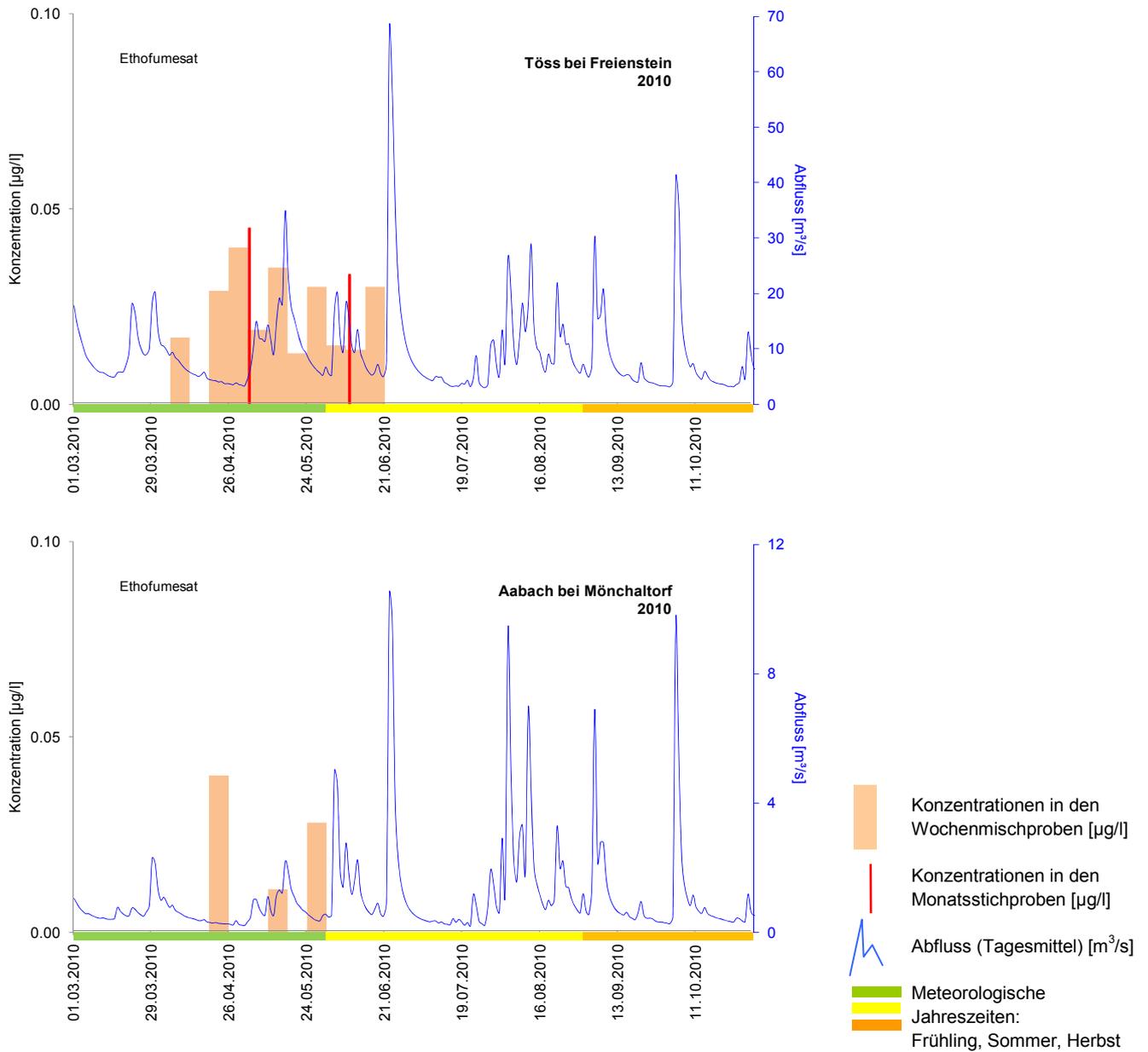
Einsatzgebiet
Obst, Reben, Spargel,
Baumaterialien

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

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

Diuron trat in beiden Fließgewässern in Konzentrationen bis zu ca. 0.05 µg/l auf.

■ Ethofumesat

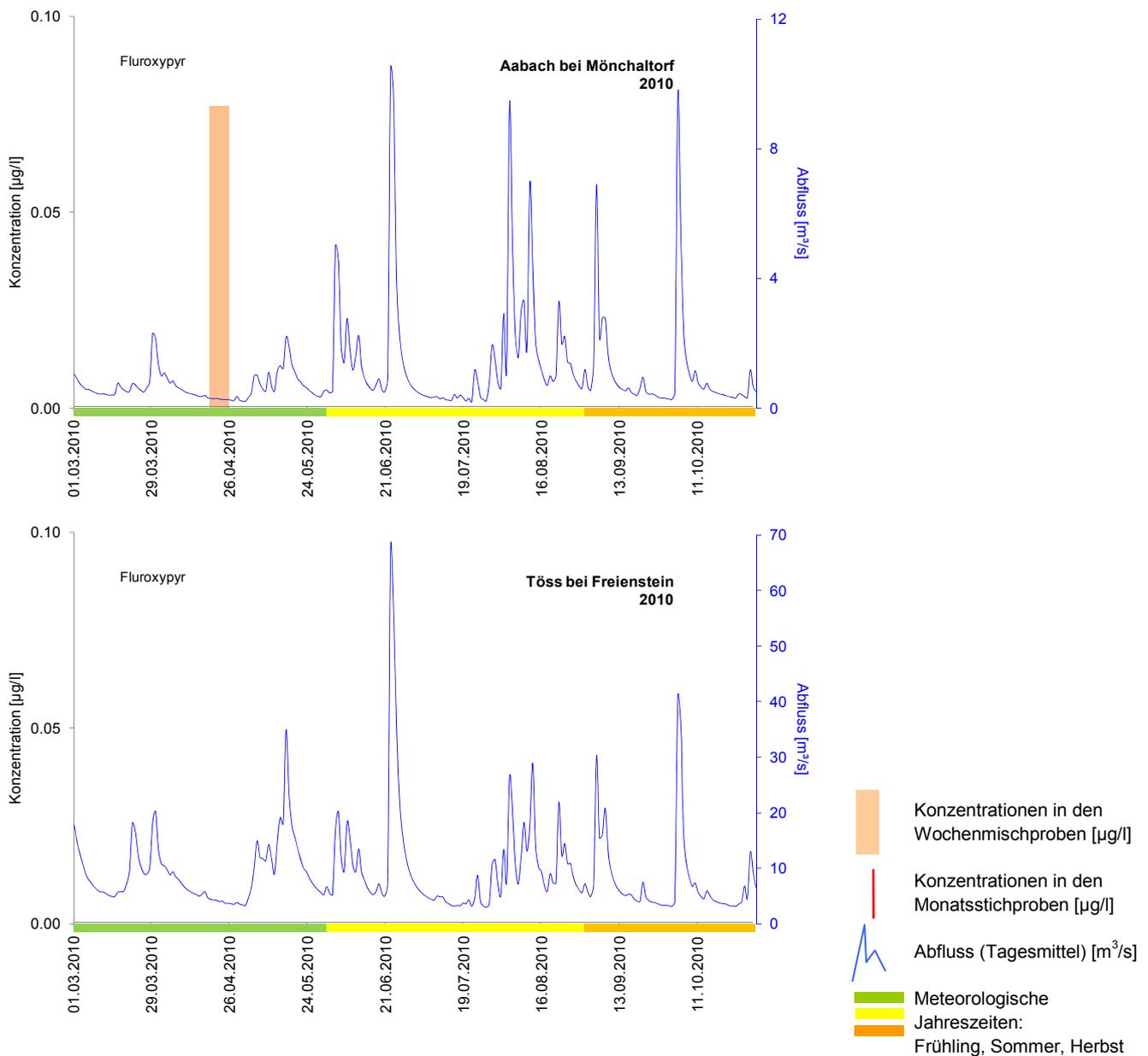


Ethofumesat	Substanzklasse	Einsatzgebiet	Best.-grenze	0.01 µg/l
	Sulfonat	Zucker- und Futterrüben	AF GSchV	0.1 µg/l
	Wirkstoffgruppe		CQK	-
	Herbizid		AQK	-
			ZV LAWA	-

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

Ethofumesat zeigte in beiden Gewässern einen ausgeprägten saisonalen Verlauf mit der Hauptapplikationszeit in der zweiten Hälfte des Frühlings / Frühsommer.

Fluroxypyr



Fluroxypyr

Substanzklasse
Phenoxycarbonsäure

Einsatzgebiet
Getreide

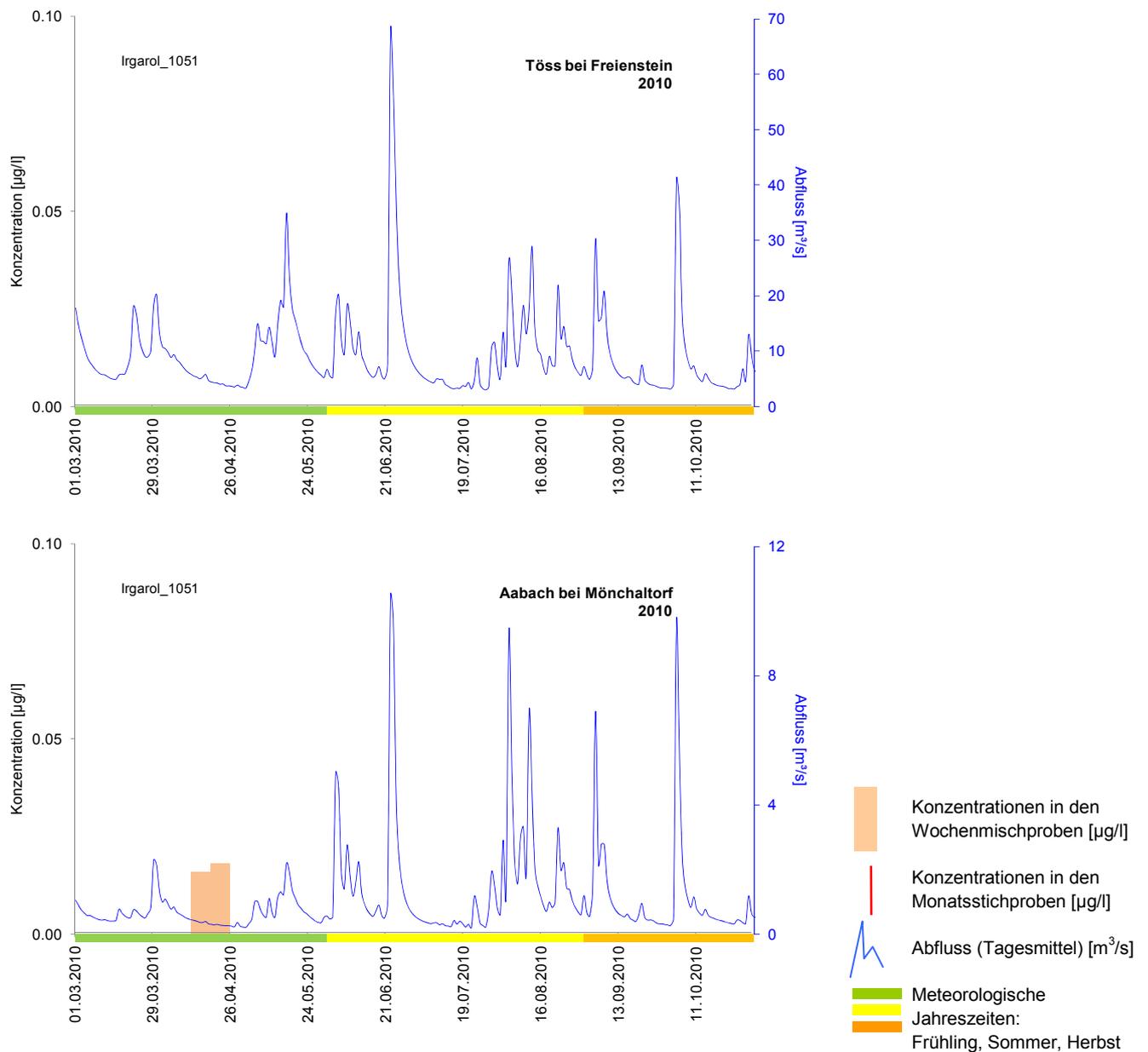
Best.-grenze 0.02 µg/l
AF GSchV 0.1 µg/l
CQK -
AQK -
ZV LAWA -

Wirkstoffgruppe
Herbizid

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

Fluroxypyr wurde lediglich bei einer Gelegenheit im Aabach nachgewiesen, und zwar in einer Konzentration unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung.

■ **Irgarol 1051**

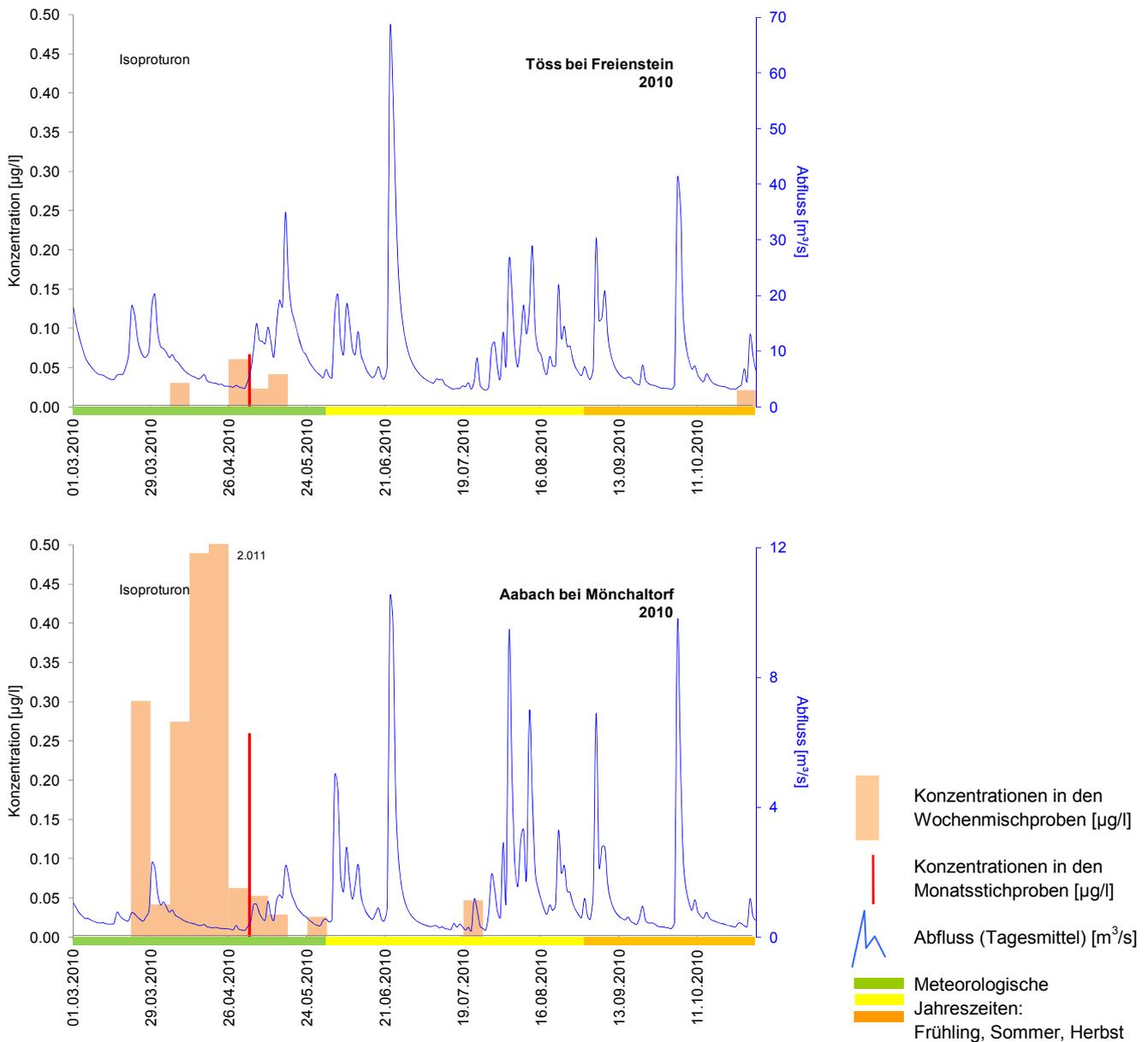


Irgarol 1051	Substanzklasse	Einsatzgebiet	Best.-grenze	0.01 µg/l
	Methylthiotriazin	Antifouling-Anstriche	AF GSchV	0.1 µg/l
	Wirkstoffgruppe		CQK	-
	Algizid		AQK	-
			ZV LAWA	-

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

Irgarol 1051 konnte lediglich in zwei aufeinanderfolgenden Wochenmischproben des Aabachs nachgewiesen werden.

■ Isoproturon

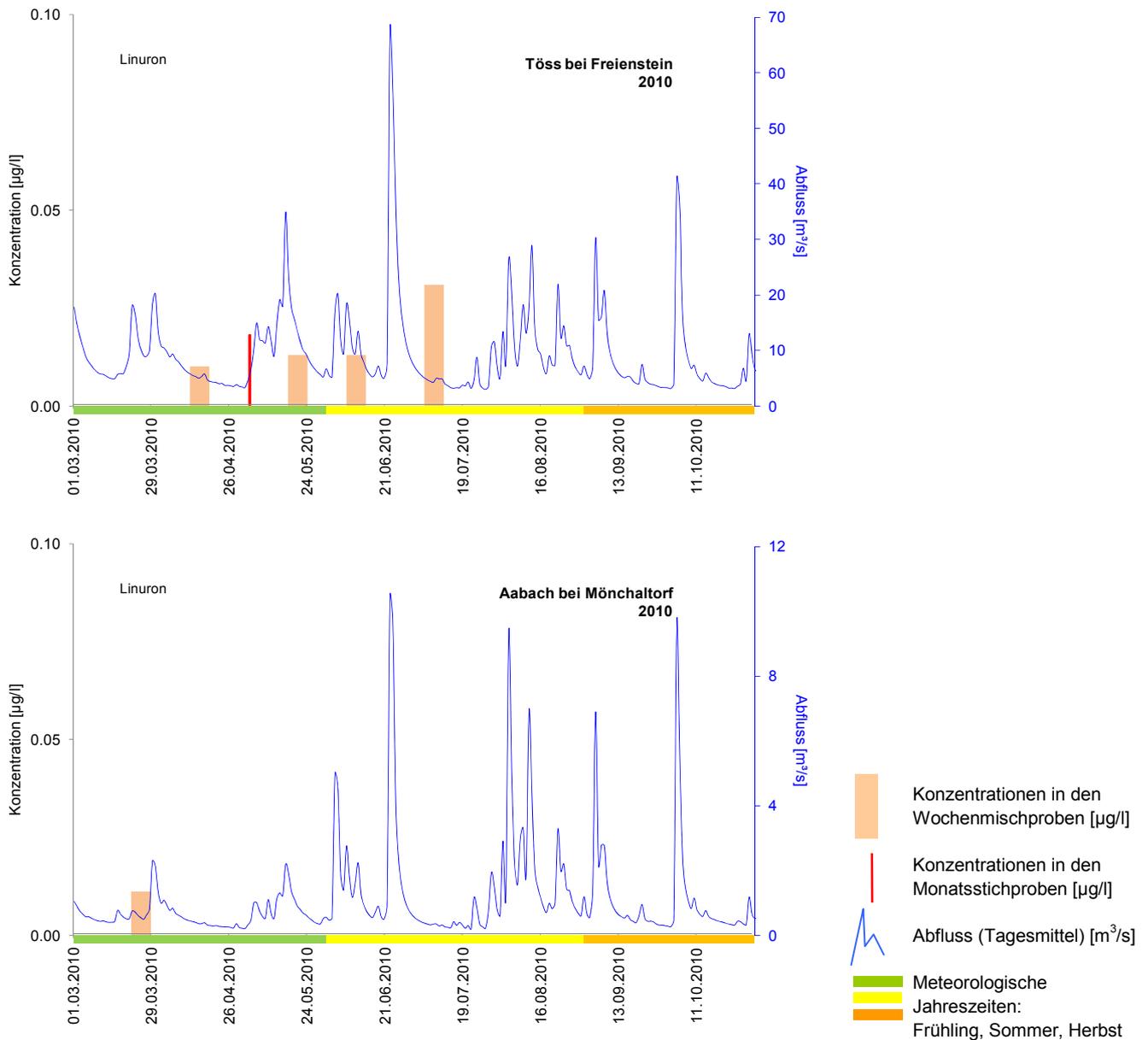


Isoproturon	Substanzklasse	Einsatzgebiet	Best.-grenze	0.02 µg/l
	Phenylharnstoff	Wintergetreide	AF GSchV	0.1 µg/l
	Wirkstoffgruppe		CQK	0.27 µg/l
	Herbizid		AQK	2.2 µg/l
			ZV LAWA	0.3 µg/l

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

Isoproturon weist das Konzentrationsmaximum im Frühjahr auf, was den Applikationsschwerpunkt in dieser Jahreszeit widerspiegelt. Das chronische Qualitätskriterium von 0.27 µg/l wurde im Aabach im Frühjahr bei vier Gelegenheiten zum Teil deutlich überschritten. In einer Wochenmischprobe wurde sogar eine Konzentration von 2.0 µg/l erreicht, was nur knapp unterhalb des akuten Qualitätskriteriums liegt.

■ Linuron



Linuron

Substanzklasse
Phenylharnstoff
Wirkstoffgruppe
Herbizid

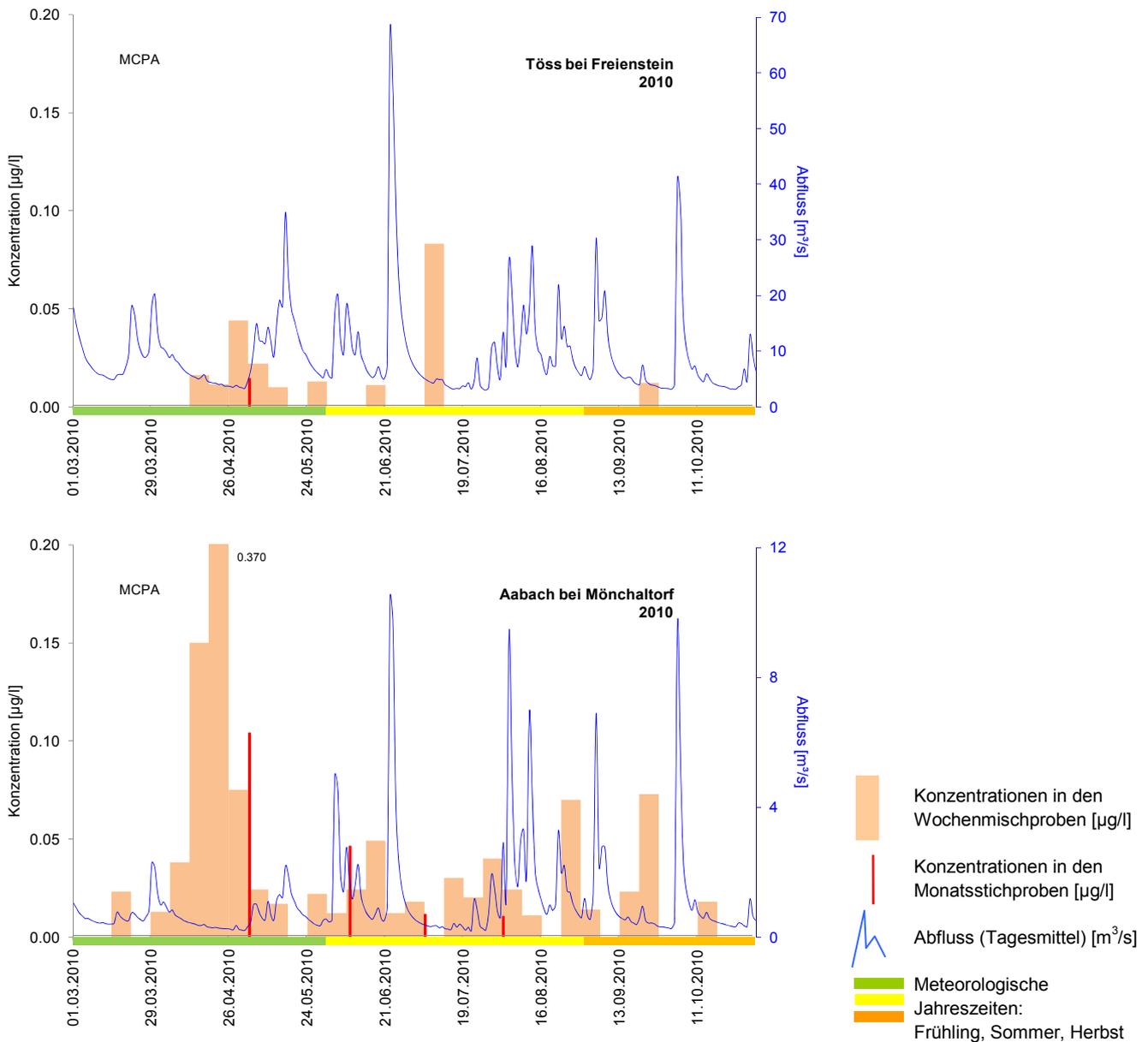
Einsatzgebiet
Mais, Kartoffeln, Bohnen,
Soja

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

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 im Aabach bei lediglich einer Gelegenheit gefunden wurde. Die Konzentrationen lagen nie über dem Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung.

■ MCPA



MCPA

Substanzklasse
Phenoxycarbonsäure

Wirkstoffgruppe
Herbizid

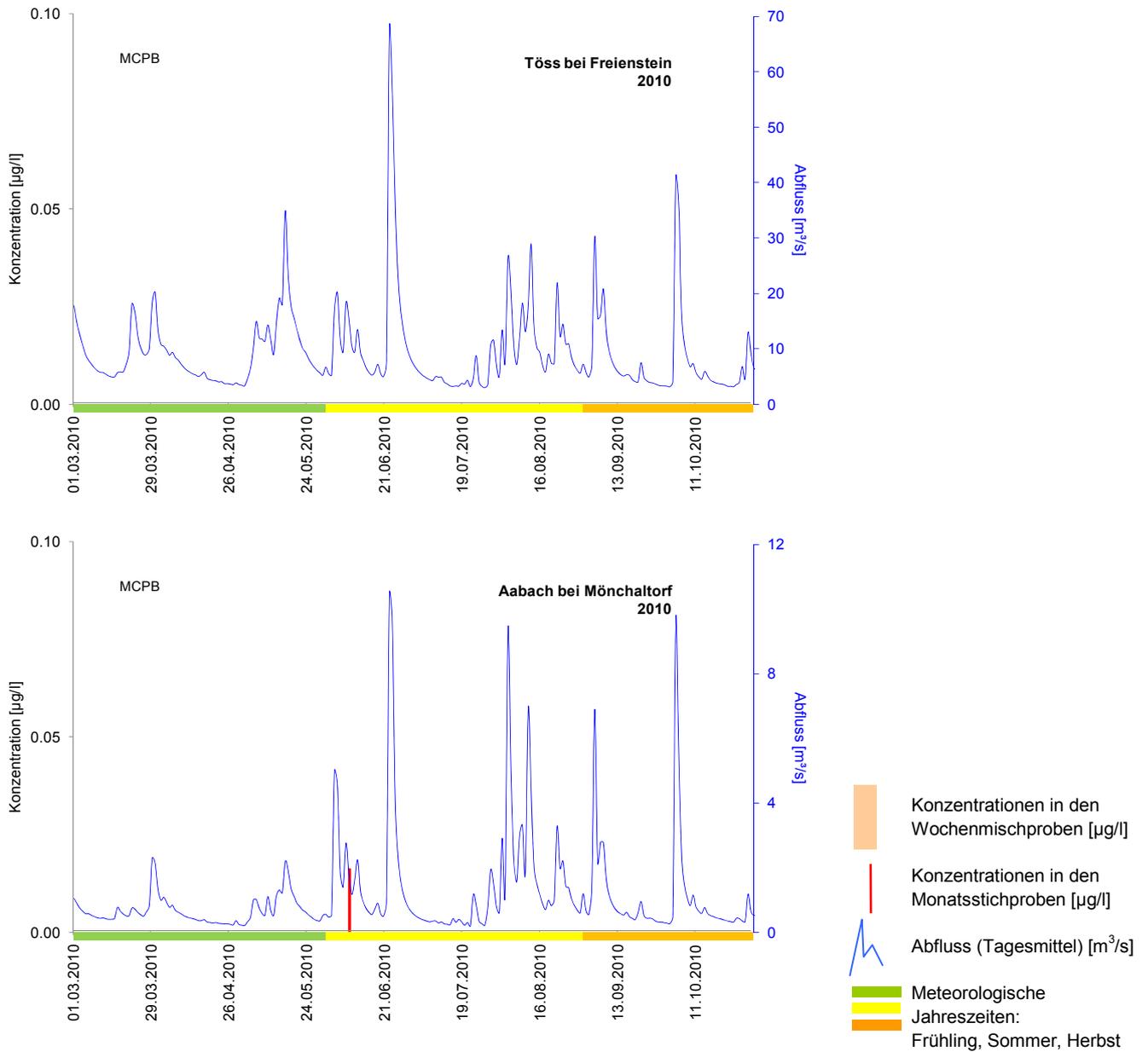
Einsatzgebiet
Wiesen, Getreide, Zier- und Sportrasen

Best.-grenze 0.02 µg/l
AF GSchV 0.1 µg/l
CQK -
AQK -
ZV LAWA 2 µg/l

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

Das Herbizid MCPA wurde in beiden Fließgewässern während der gesamten Untersuchungsperiode wiederholt nachgewiesen, wobei der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung im Aabach im Frühling zweimal hintereinander deutlich überschritten wurde. Das Maximum wurde mit einer Konzentration von 0.370 µg/l erreicht.

■ MCPB

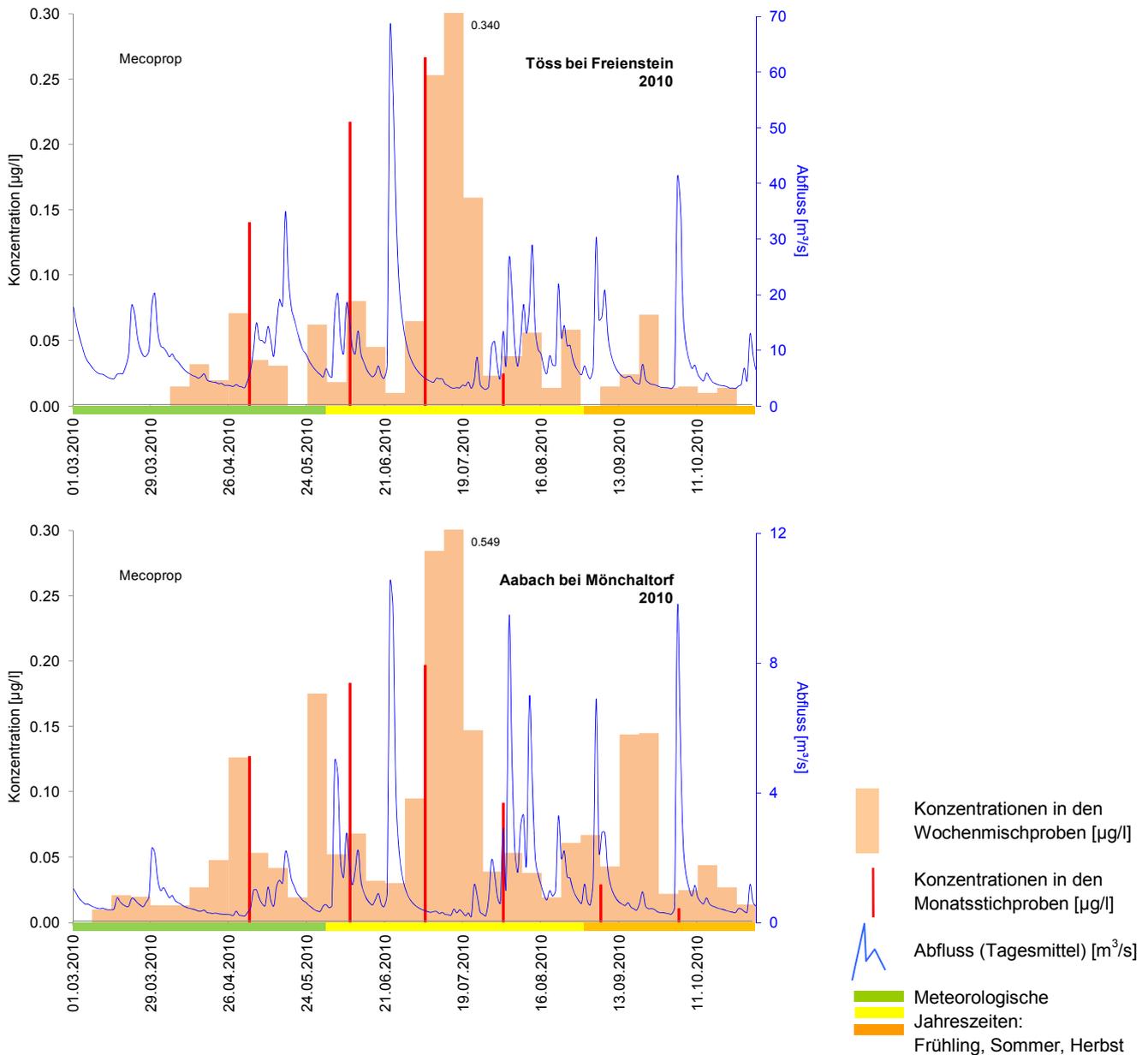


MCPB	Substanzklasse	Einsatzgebiet	Best.-grenze	0.02 µg/l
	Phenoxycarbonsäure	Wiesen, Kartoffeln, Getreide	AF GSchV	0.1 µg/l
	Wirkstoffgruppe		CQK	-
	Herbizid		AQK	-
			ZV LAWA	-

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

Das Herbizid MCPB wurde in lediglich einer Monatsstichprobe des Aabachs nachgewiesen.

■ Mecoprop



Mecoprop

Substanzklasse
Phenoxy-carbonsäure

Wirkstoffgruppe
Herbizid

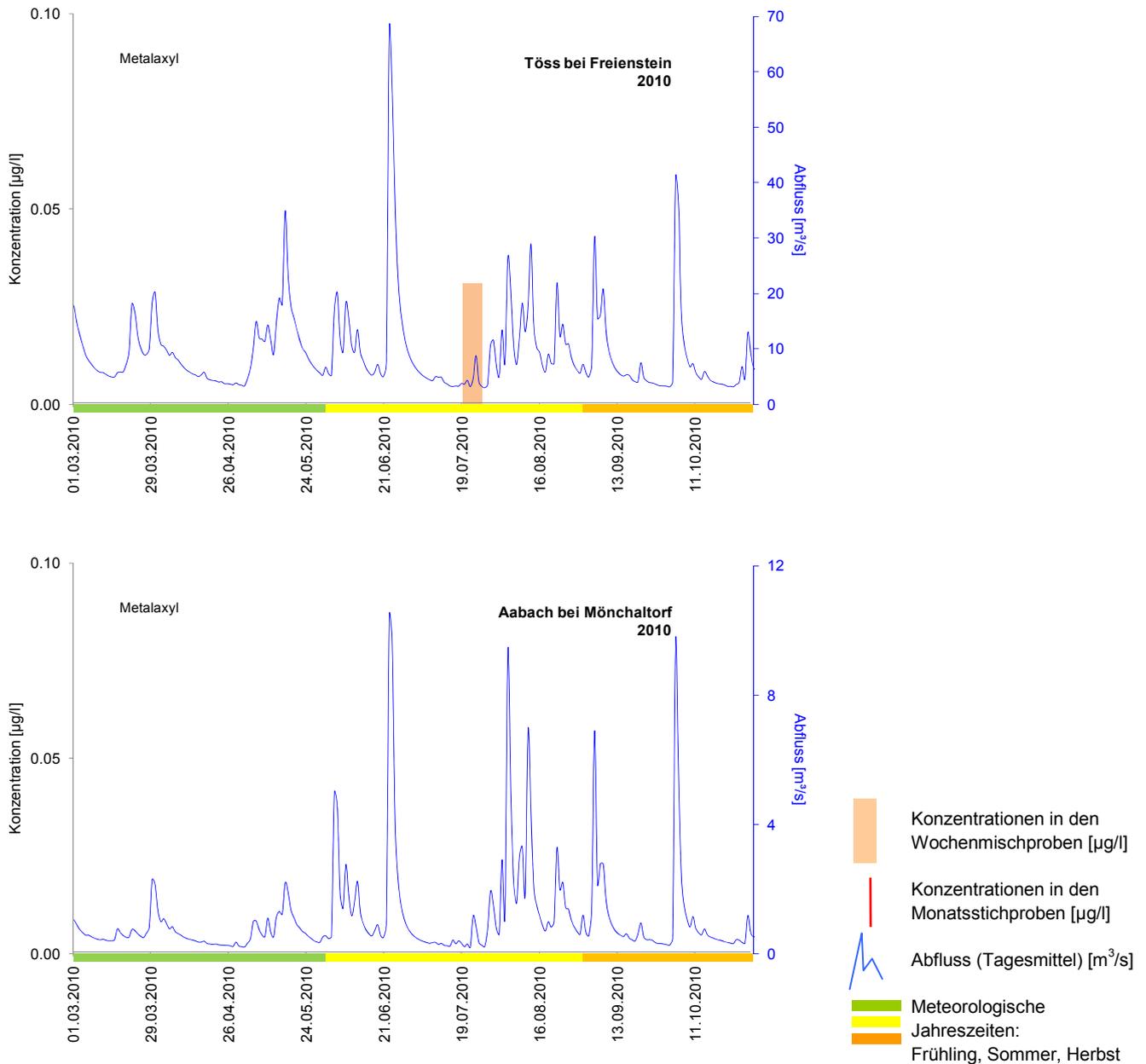
Einsatzgebiet
Getreide, Rasen, Flachdächer

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 tieferen Werten im Frühling und Herbst und Konzentrationen bis zum fünffachen des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung im Sommer.

■ **Metalaxyl**



Metalaxyl

Substanzklasse
Acylanilid

Einsatzgebiet
Kartoffeln, Hopfen

Best.-grenze 0.01 µg/l

AF GSchV 0.1 µg/l

CQK -

AQK -

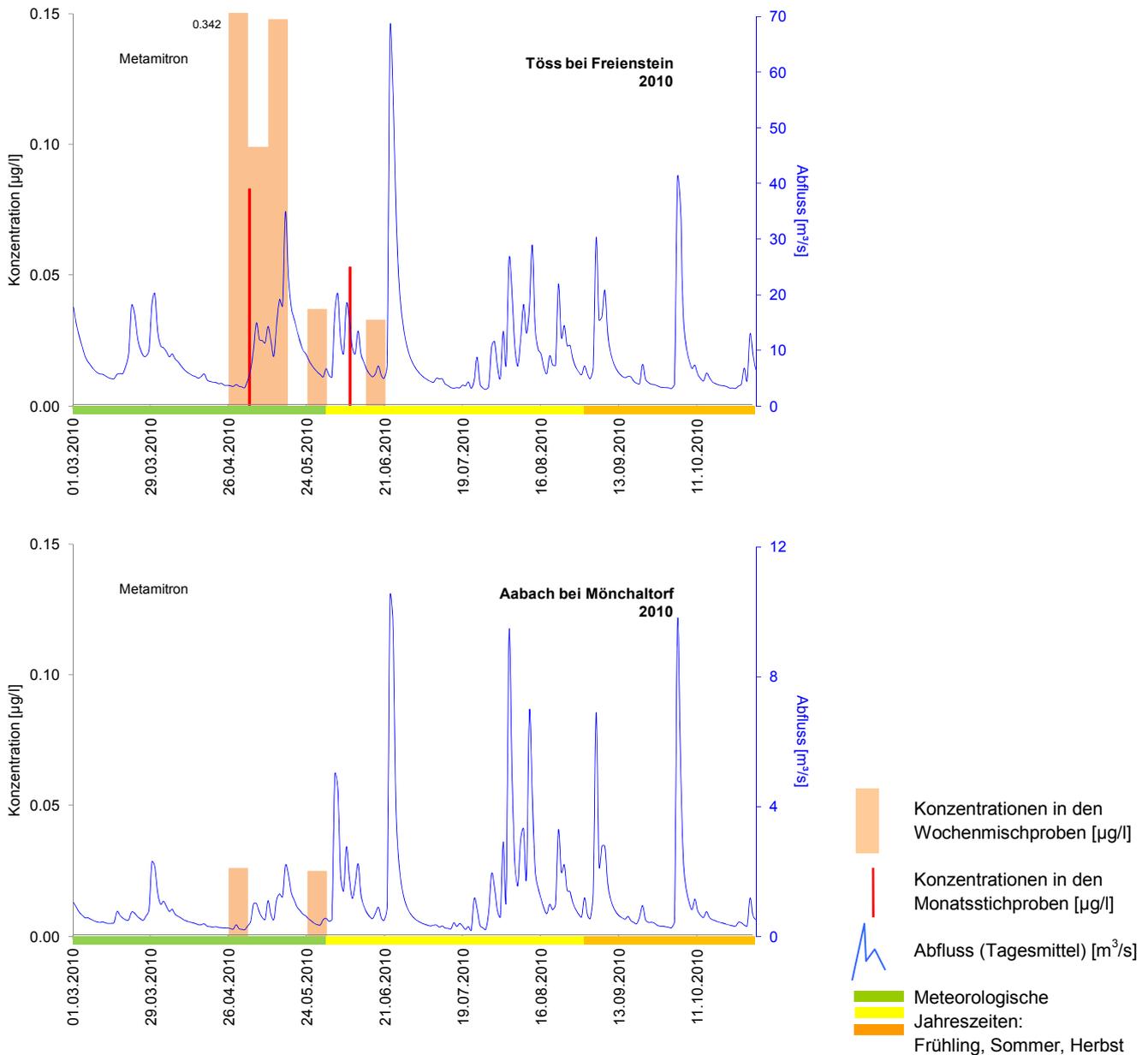
ZV LAWA -

Wirkstoffgruppe
Fungizid

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

Das Fungizid Metalaxyl wurde lediglich in einer Wochenmischprobe der Töss gefunden, und zwar im Juli.

Metamitron

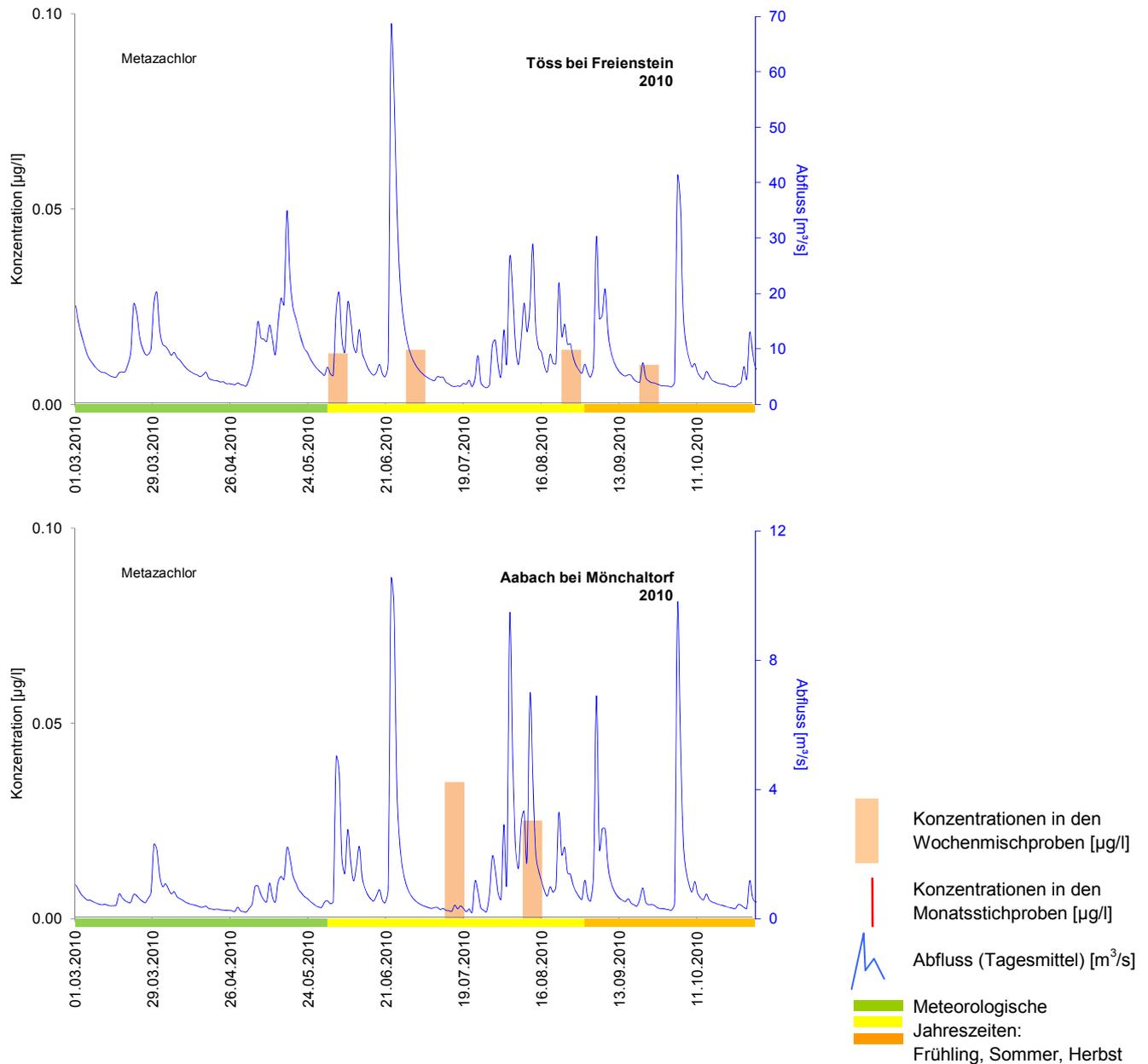


Metamitron	Substanzklasse	Einsatzgebiet	Best.-grenze	0.02 $\mu\text{g/l}$
	Triazin	Zucker- und Futterrüben	AF GSchV	0.1 $\mu\text{g/l}$
	Wirkstoffgruppe		CQK	-
	Herbizid		AQK	-
			ZV LAWA	-

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

Metamitron trat in den Gewässern nur während den Applikationsphasen in der zweiten Hälfte des Frühlings / anfangs Sommer auf. Während im Aabach die Konzentrationen unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung lagen, wurde dieser Wert in den Wochenmischproben der Töss zweimal deutlich überschritten.

■ Metazachlor



Metazachlor

Substanzklasse
Chloracetanilid

Wirkstoffgruppe
Herbizid

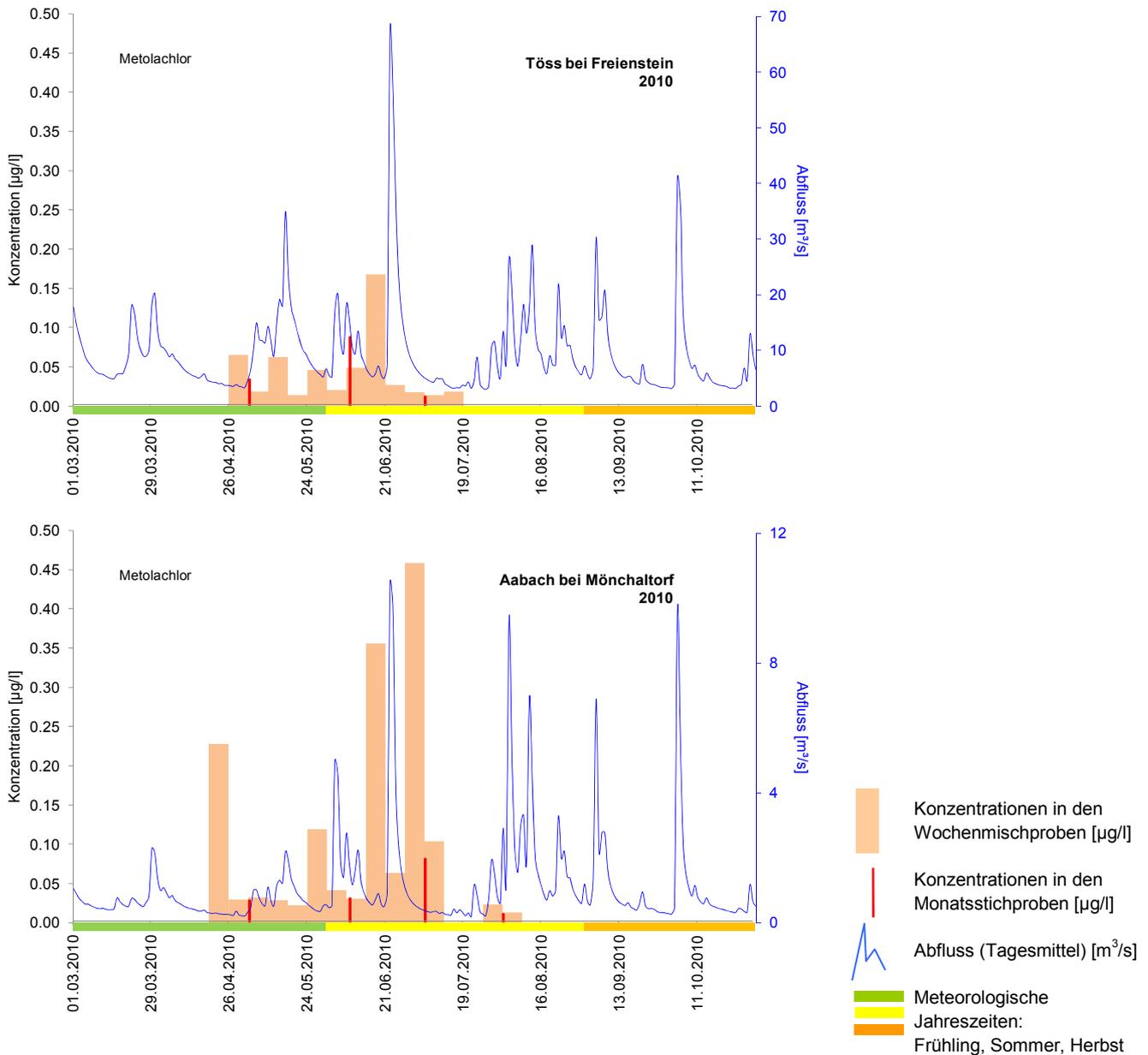
Einsatzgebiet
Raps, Kohl

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

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

Metazachlor konnte im Sommer und Herbst vereinzelt in beiden Fließgewässern nachgewiesen werden, wobei der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung nie überschritten wurde.

Metolachlor

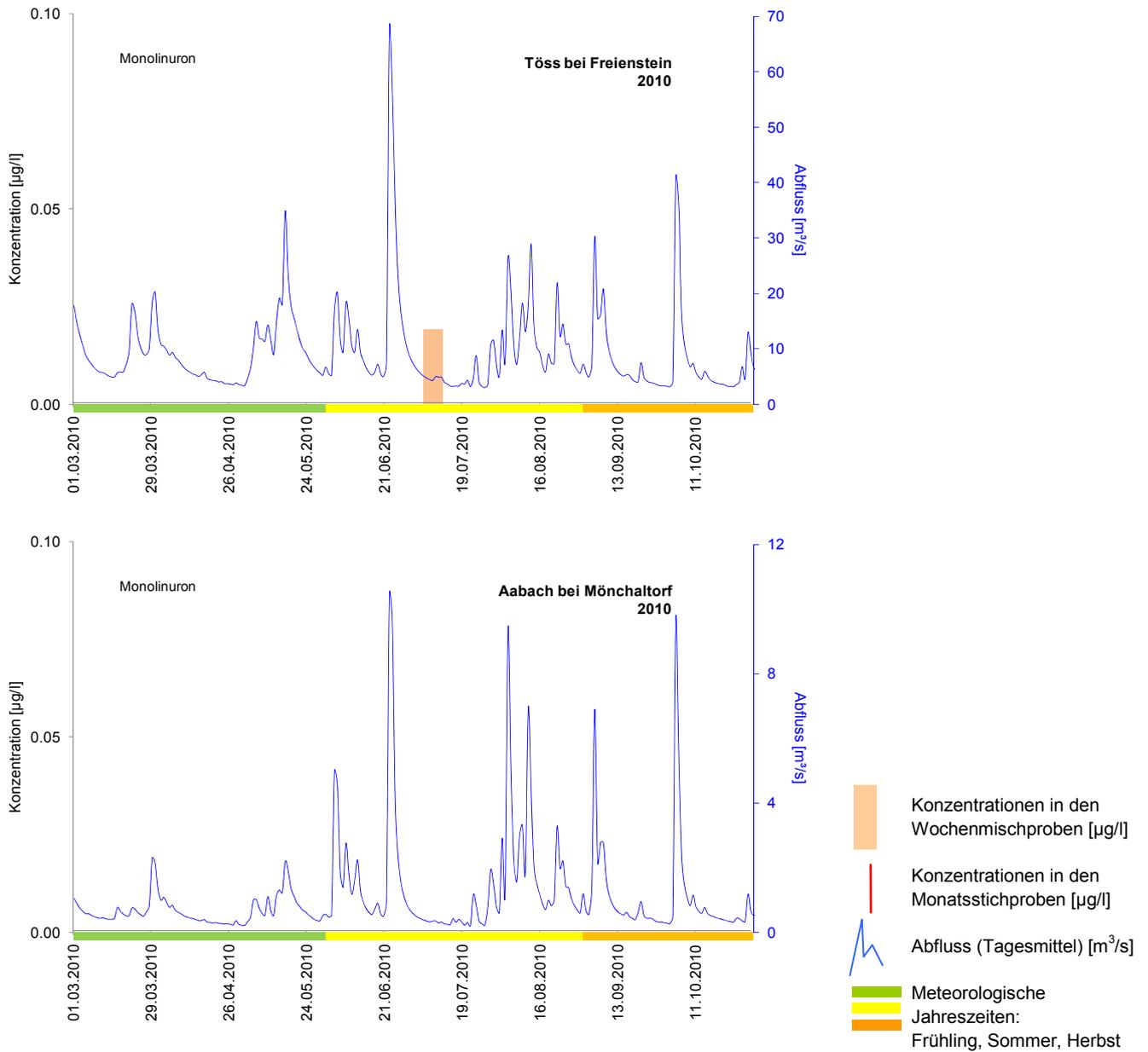


Metolachlor	Substanzklasse	Einsatzgebiet	Best.-grenze	0.01 µg/l
	Chloracetanilid	Mais, Soja, Sonnenblumen, Bohnen	AF GSchV	0.1 µg/l
	Wirkstoffgruppe		CQK	0.3 µg/l
	Herbizid		AQK	4.4 µg/l
			ZV LAWA	0.2 µg/l

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

Metolachlor trat sowohl in der Töss als auch im Aabach auf. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde in fünf Wochenmischproben des Aabachs überschritten. Die Konzentration an Metolachlor war dabei in zwei Fällen deutlich höher als das chronische Qualitätskriterium von 0.3 µg/l.

■ **Monolinuron**

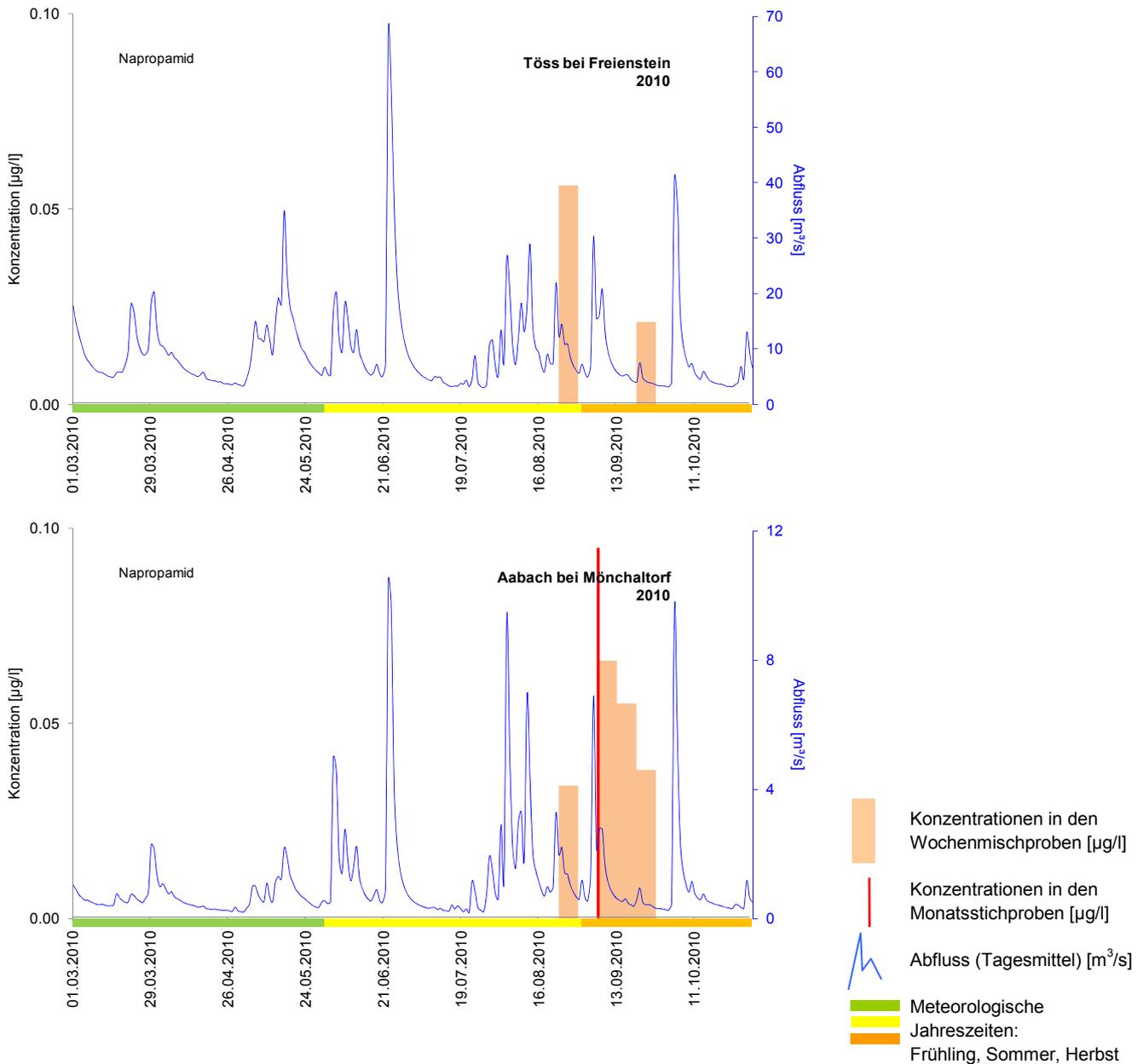


Monolinuron	Substanzklasse	Einsatzgebiet	Best.-grenze	0.02 µg/l
	Phenylharnstoff	Kartoffeln, Bohnen, Soja	AF GSchV	0.1 µg/l
	Wirkstoffgruppe		CQK	-
	Herbizid		AQK	-
			ZV LAWA	-

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

Monolinuron wurde lediglich in einer Wochenmischprobe der Töss gemessen.

■ Napropamid



Napropamid

Substanzklasse

Einsatzgebiet

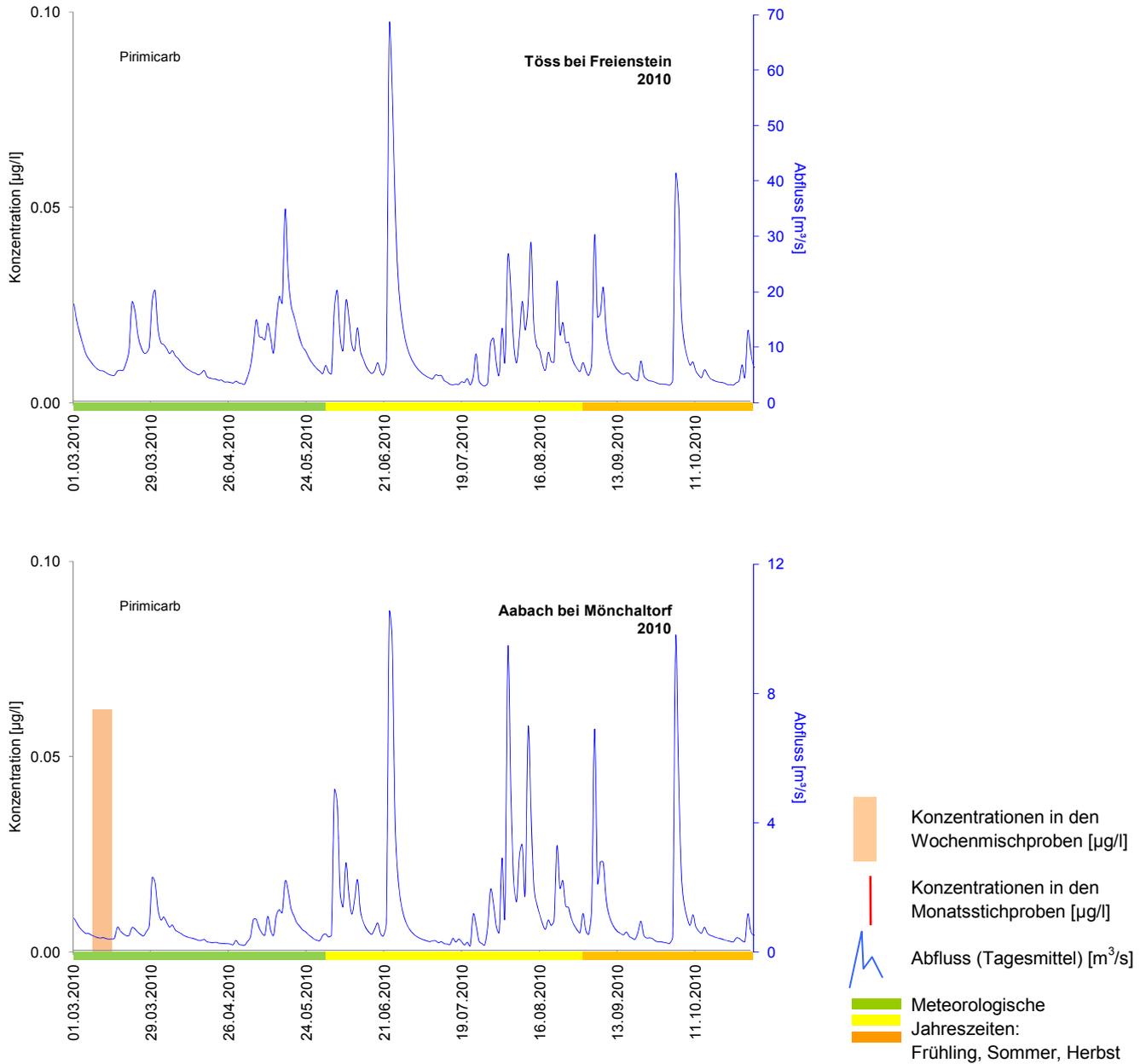
Best.-grenze	µg/l
AF GSchV	0.1 µg/l
CQK	-
AQK	-
ZV LAWA	-

Wirkstoffgruppe

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

Napropamid wurde in beiden Fließgewässern gefunden, und zwar im Übergang vom Sommer zum Herbst und im Herbst. Die Konzentrationen lagen immer unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung.

■ Pirimicarb



Pirimicarb

Substanzklasse
Carbamat

Einsatzgebiet
Blattläuse

Best.-grenze 0.01 µg/l

AF GSchV 0.1 µg/l

CQK -

AQK -

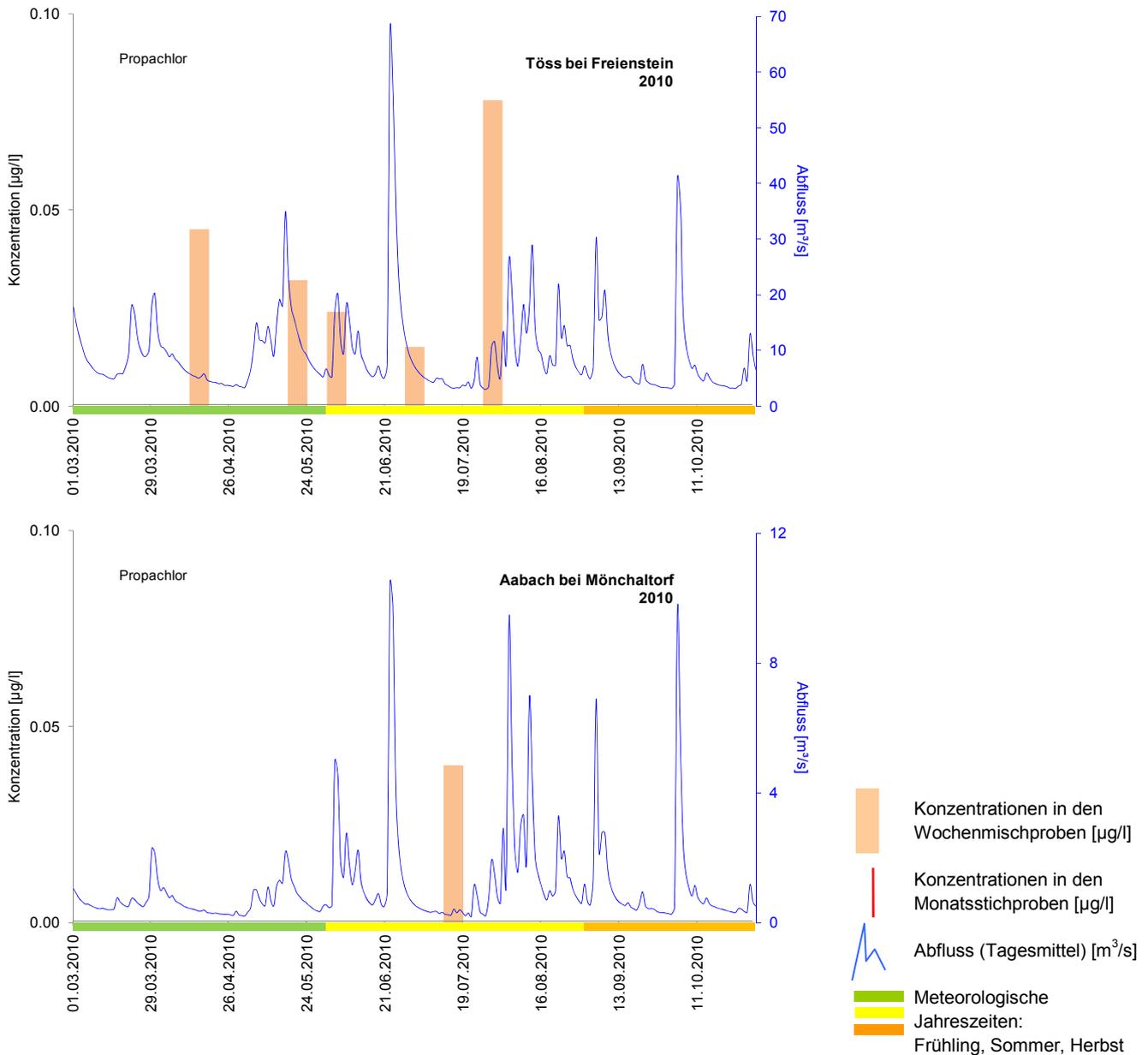
ZV LAWA -

Wirkstoffgruppe
Insektizid

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

Pirimicarb wurde lediglich in einer Wochenmischprobe des Aabachs nachgewiesen, und zwar in der ersten Hälfte des Frühlings.

■ Propachlor

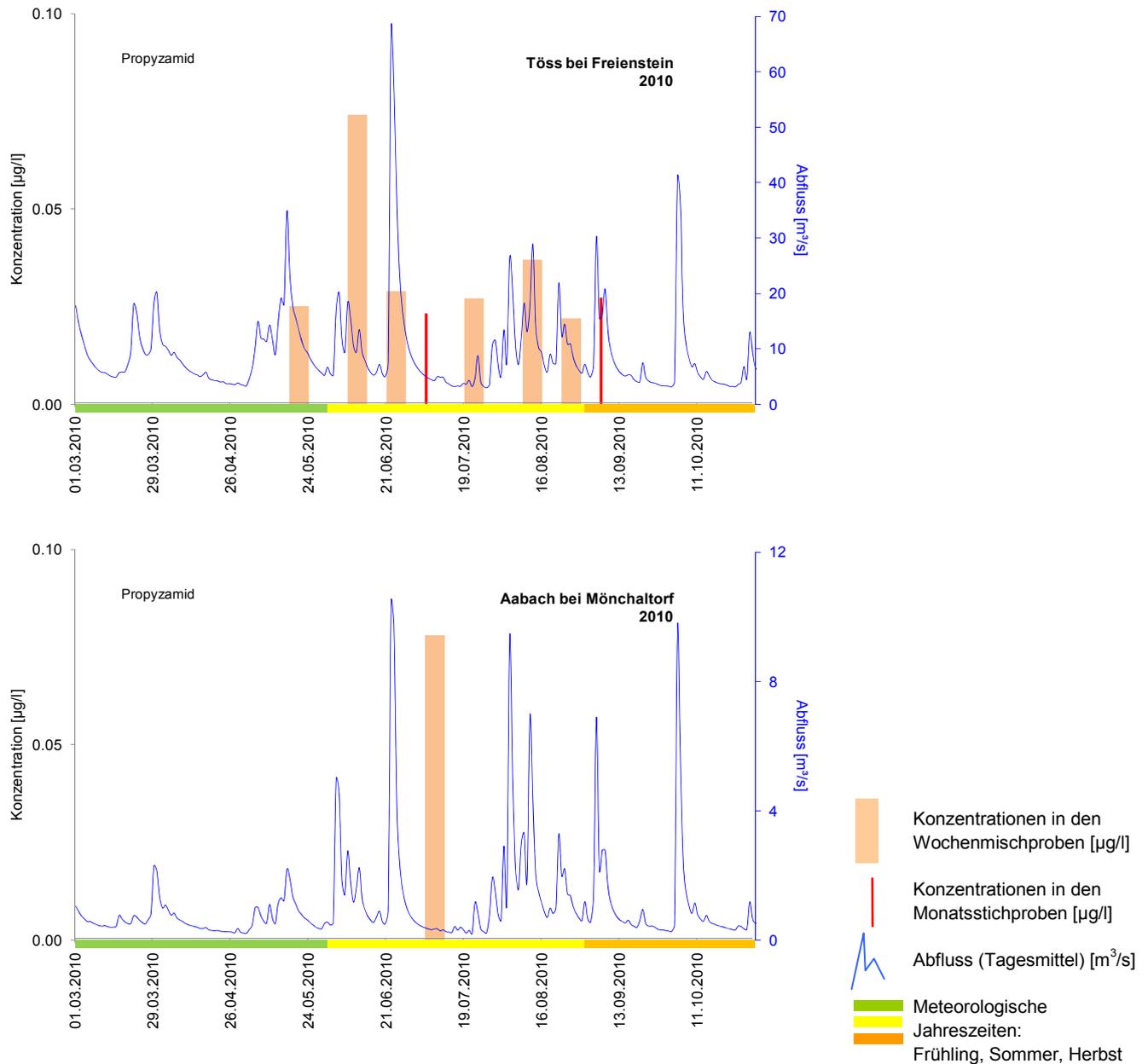


Propachlor	Substanzklasse	Einsatzgebiet	Best.-grenze	0.01 µg/l
	Chloracetanilid	Kohl, Raps, Lauch, Fenchel, Radischen	AF GSchV	0.1 µg/l
	Wirkstoffgruppe		CQK	0.09 µg/l
	Herbizid		AQK	1.4 µg/l
			ZV LAWA	-

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

Propachlor konnte in der Töss von Mitte April bis Ende Juli immer wieder in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde allerdings nie erreicht; auch das chronische Qualitätskriterium von 0.09 µg/l wurde in diesem Zeitraum nie überschritten. Im Aabach wurde Propachlor lediglich in einer Wochenmischprobe gefunden.

■ Propyzamid



Propyzamid

Substanzklasse

Einsatzgebiet

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 -

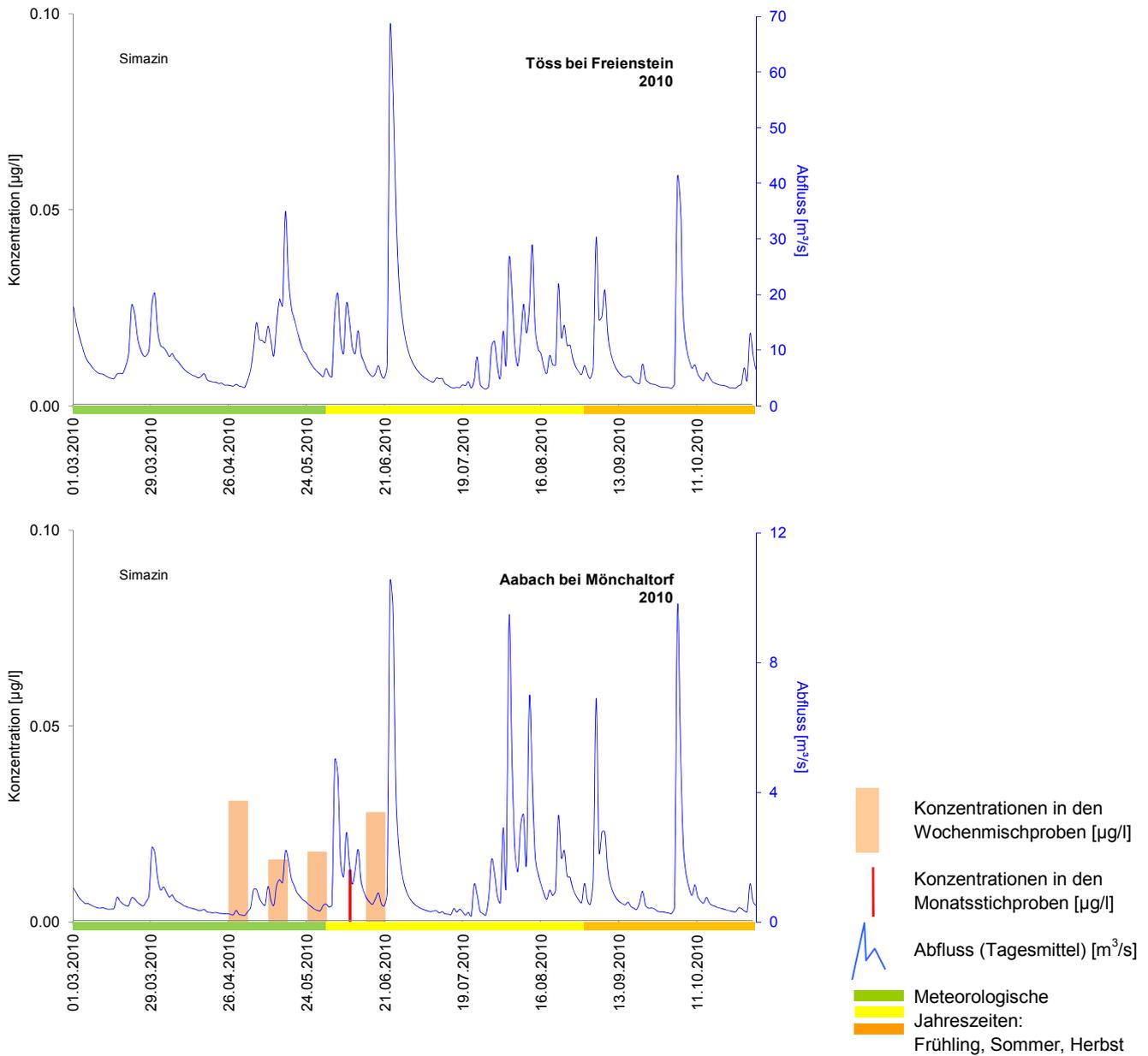
Wirkstoffgruppe

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

AQK: Akutes Qualitätskriterium; ZV LAWA: Zielvorgabe Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Propyzamid wurde vor allem in der Töss gefunden, und zwar in den Wochenmisch- und Monatsstichproben. Im Aabach wurde es lediglich bei einer Gelegenheit in einer Wochenmischprobe detektiert. Die Konzentrationen lagen immer 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

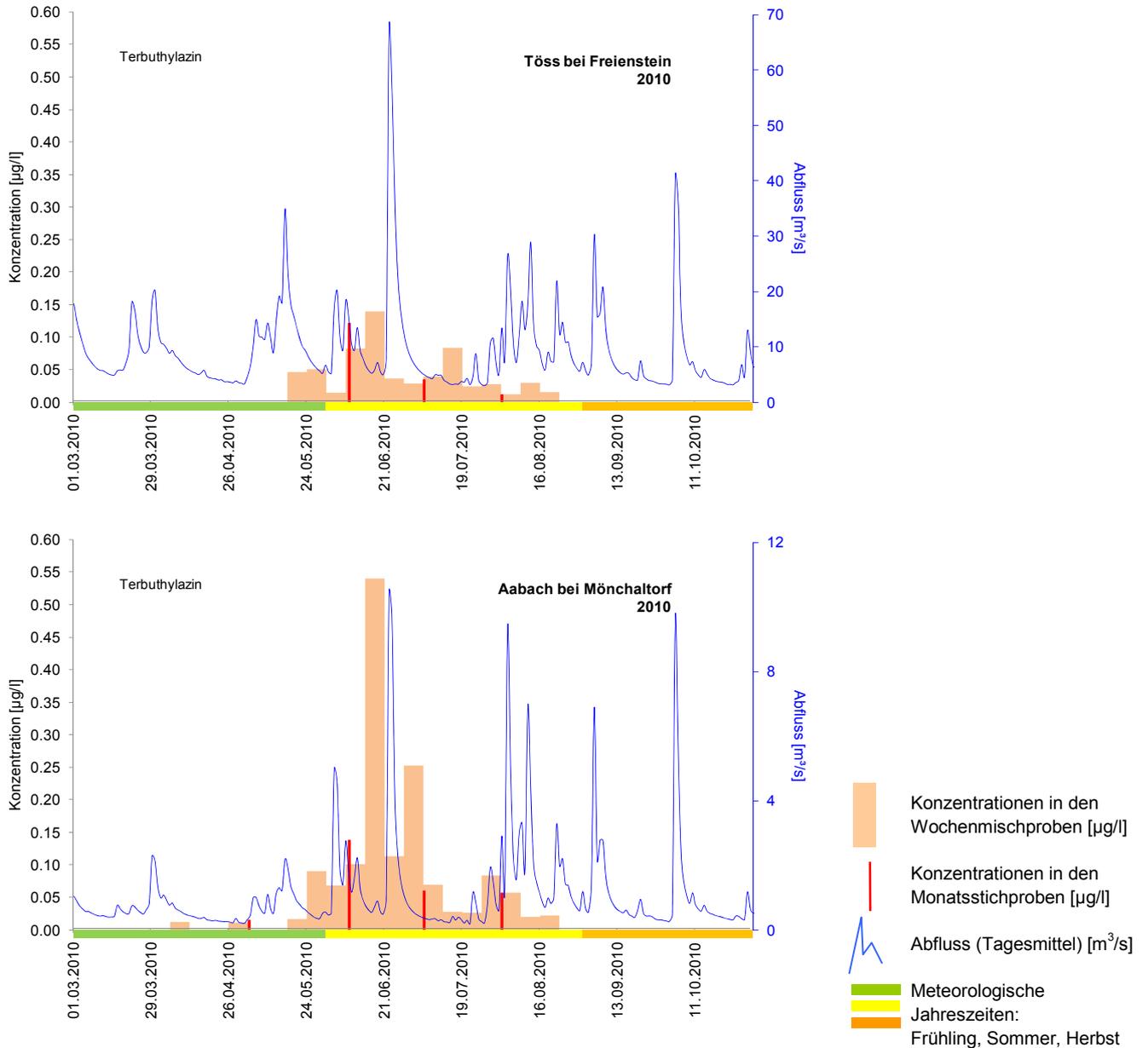
ZV LAWA

0.1 µg/l

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

Simazin war nur im Aabach oberhalb der Bestimmungsgrenze nachweisbar, und zwar im Spätfrühling / Frühsommer. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde nie überschritten.

■ Terbutylazin



Terbutylazin

Substanzklasse
Triazin

Einsatzgebiet
Kartoffeln

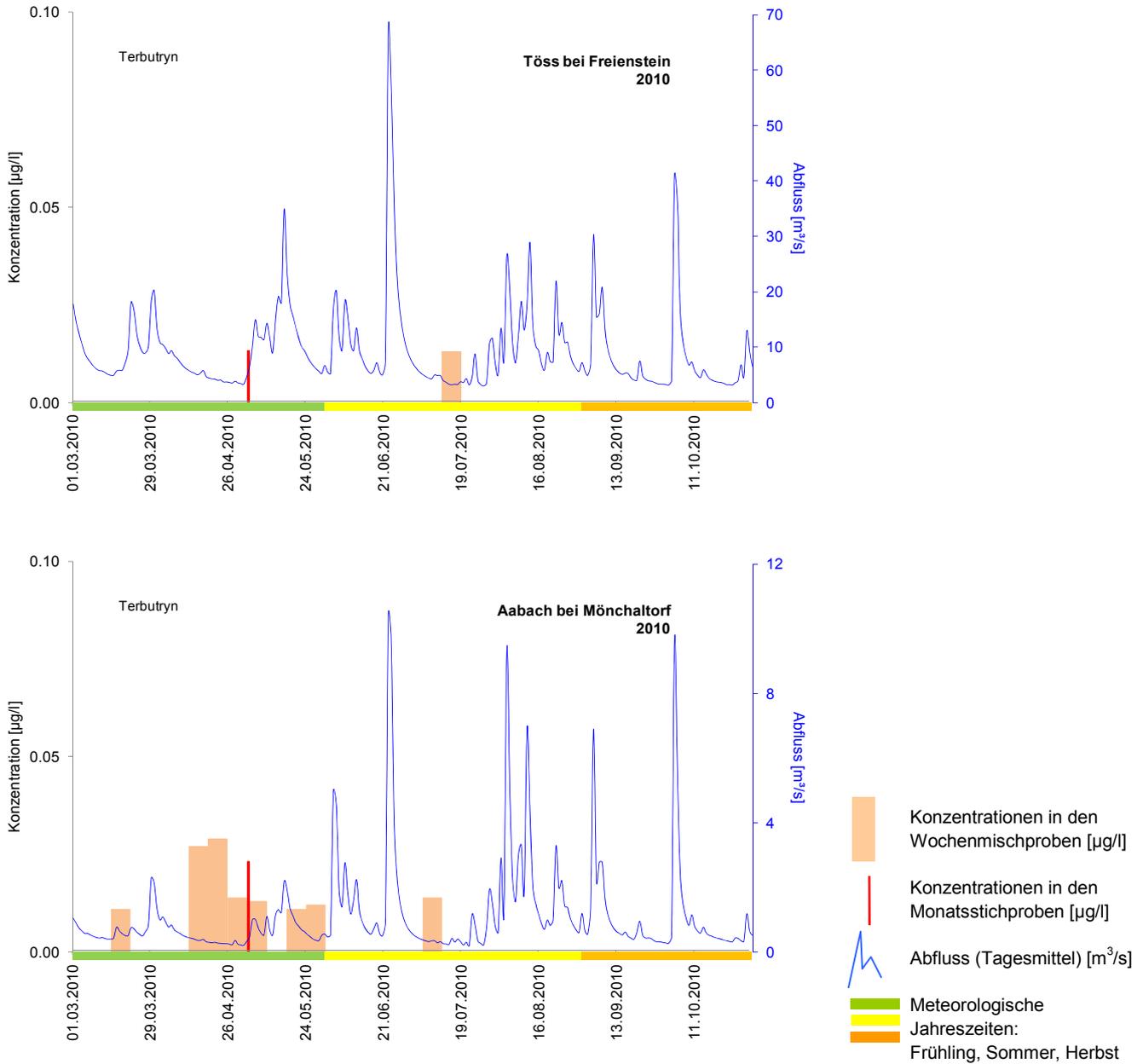
Best.-grenze 0.01 µg/l
AF GSchV 0.1 µg/l
CQK 0.38 µg/l
AQK 3.1 µg/l
ZV LAWA 0.5 µg/l

Wirkstoffgruppe
Herbizid

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

Terbutylazin konnte in in beiden Fließgewässern in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden. Im Aabach überschritt das Maximum mit 0.540 µg/l das chronische Qualitätskriterium von 0.38 µg/l.

■ Terbutryn



Terbutryn

Substanzklasse
Triazin
Wirkstoffgruppe
Herbizid

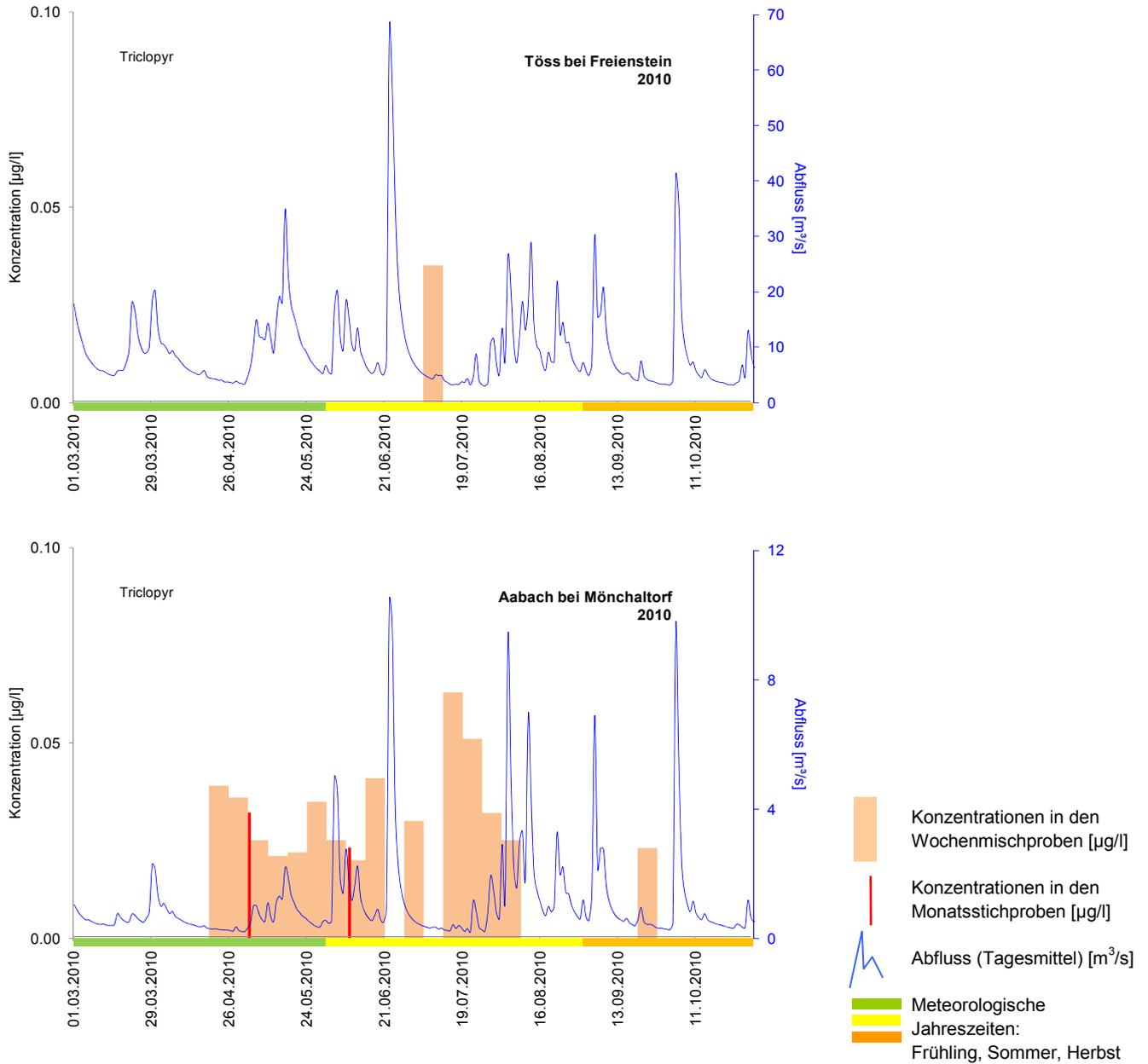
Einsatzgebiet
Mais, Kartoffeln, Wintergetreide

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

In der Töss wurde Terbutryn in je einer Monatsstich- und einer Wochenmischprobe gefunden. Im Aabach war die Verbindung im Frühling und Sommer in Konzentrationen unterhalb des Anforderungswerts der Gewässerschutzverordnung nachweisbar.

■ **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 konnte in der Töss lediglich bei einer Gelegenheit nachgewiesen werden. Im Aabach trat die Verbindung von der zweiten Hälfte des Frühlings bis in den Herbst hinein auf. Der Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung wurde nie überschritten.